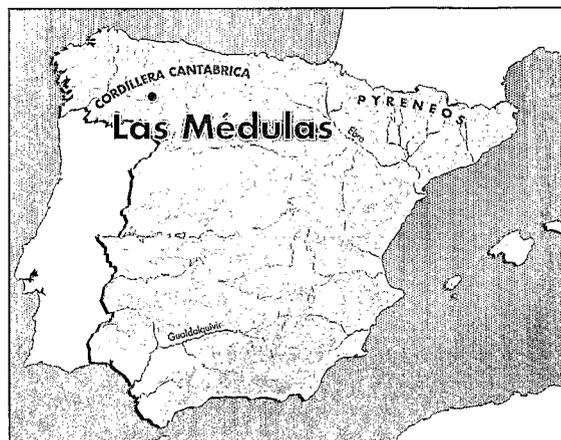


Claude DOMERGUE et Gérard HÉRAIL

UMR 5608 CNRS,
Université de
Toulouse-Le Mirail,
France

ORSTOM,
Santiago du Chili,
Chili



Conditions de gisement et exploitation antique à Las Médulas (León, Espagne)

Résumé

Le site minier de Las Médulas est l'un des vestiges les plus fameux qu'aient laissés les Romains de leur exploitation de l'or alluvial d'Espagne. Pourtant bien des aspects prêtent encore à discussion. En traitant des rapports entre les conditions de gisement de l'or dans ces dépôts pour la plupart d'époque tertiaire et les méthodes d'exploitation qu'elles ont entraînées, nous avons cherché à rendre compte de la diversité des paysages qu'on y rencontre. Ainsi, un relevé très précis des formes, des structures et des dépôts d'origine anthropique visibles sur l'ensemble du site met en évidence le contraste qui existe entre les zones périphériques (à l'ouest, au sud et au nord), où ces vestiges (monceaux de galets, chantiers, bassins d'exploitation, supports de sluices ou *agogae*, habitats) sont nombreux, et la zone centrale, celle qui focalise habituellement l'attention en raison de son paysage pittoresque, mais où il n'existe pas de trace de lavage d'alluvion (monceaux de galets, etc.). Il apparaît que si, dans les premières, les Romains ont effectivement lavé la formation aurifère qui était à leur portée, dans la dernière ils n'ont fait qu'abattre la masse stérile, épaisse de près de 100 m qui la recouvrait, par le procédé de la chasse d'eau, que Plinie appelle la *ruina montium*. S'ils se sont arrêtés là, c'est peut-être par lassitude devant l'inanité de leurs travaux. Autrement dit, les Romains ont eu une notion très claire des conditions de gisement de l'or à Las Médulas, et seule l'ampleur du décapage devenu nécessaire en fin d'exploitation a eu raison de leur constance.

Abstract

Las Médulas (NW Spain) is one of the most famous sites of the Roman alluvial gold mining in Spain. Many features of this site are still being discussed. Our aim in this paper is to make clearer the relation between the concentration of gold in these tertiary deposits and the working techniques involved, and so to explain the variety of these landscapes. A detailed survey of the anthropic features, structures and deposits that can be seen in the place highlights the contrast of the peripheric zones west, north and south of the site, where such remains are plentiful (pebble piles, workings, tanks, sluices or *agogae*, traces of ancient buildings), with the more attractive central zone, which usually captures the attention because of its picturesque character, but where there is no evidence of alluvial washing (rock piles, etc.). So it appears that the Romans did actually exploit the external zones while in the central part they merely did away with the mound of waste some 100 metres high, Pliny's *ruina montium*, by hydraulic (or hushing). If the Romans eventually gave up, the reason may have been weariness in view of the emptiness of their efforts. In other words, the Romans had a very clear notion of the gold concentration patterns in the deposits of Las Médulas, and only the scope of the waste removal that had proved necessary in the final stage of the exploitation did deter them from their sedulous endeavour.

Fonds Documentaire ORSTOM



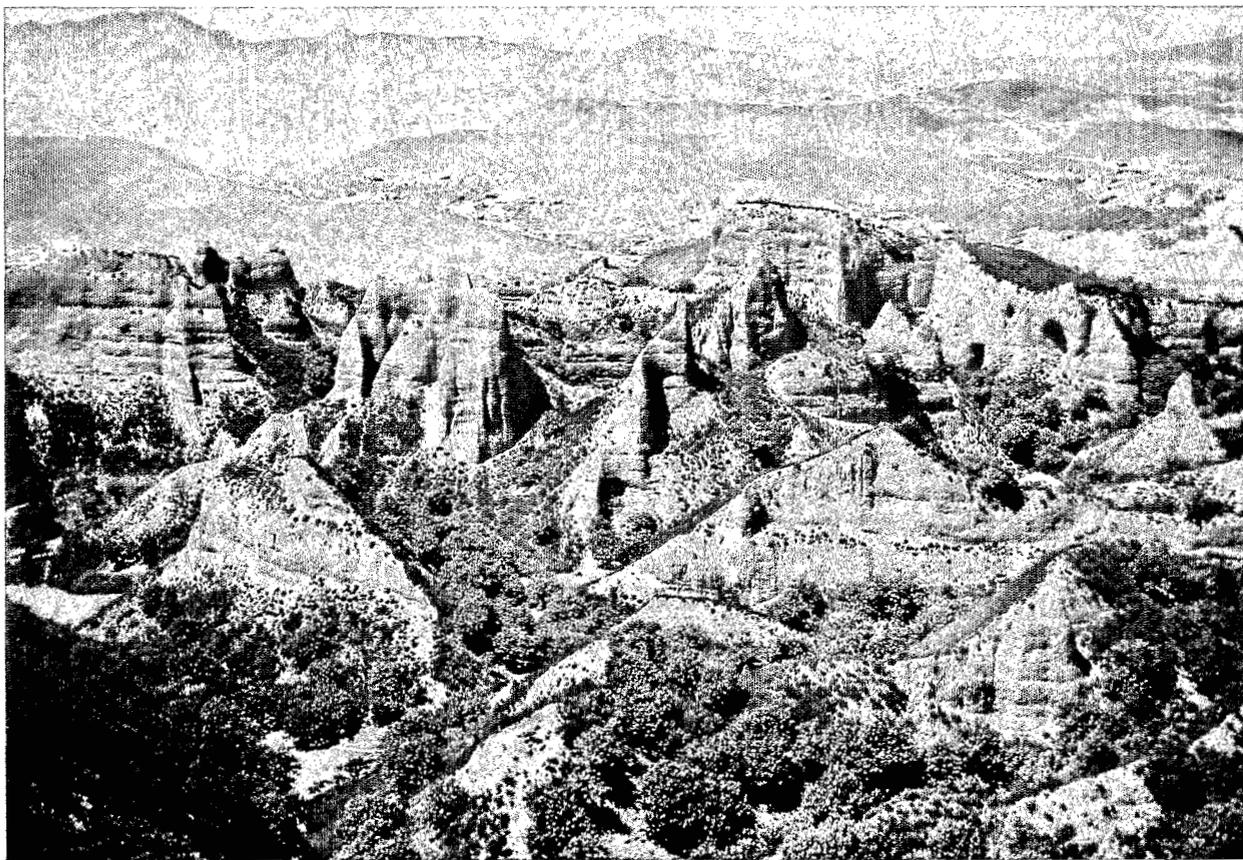
010019968

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B * 19968 Ex: 1

Fig. 1

Le cirque de Las Médulas, vu de l'est. On distingue les pyramides résiduelles qui hérissent le cirque, et, au second plan, à droite, la falaise nord, dans laquelle s'ouvrent les galeries 23 (cf. fig. 9) (cliché pris des *Jardines del Rey* = bassin 3).



Associer la géomorphologie et la géologie à l'archéologie pour tenter de comprendre les mines d'or romaines du nord-ouest de la Péninsule Ibérique n'était pas, il y a vingt-cinq ans, une évidence aussi "incontournable" qu'aujourd'hui. Lorsqu'au début des années 1970, nous avons commencé notre collaboration, le site qui s'imposa à nous fut celui de Las Médulas (fig. 1). Dans ce paysage qui rappelait ceux de l'Ouest américain, mais dont la tradition faisait une mine d'or romaine, il s'agissait alors de distinguer les formes naturelles des formes d'origine anthropique. Bien vite, il apparut que la contribution des Sciences de la Terre pouvait aller bien au-delà de cette intention première, et qu'en se fondant sur la connaissance que les géologues d'aujourd'hui ont de la formation et de l'évolution des gîtes métallifères, on pouvait expliquer bien des aspects des travaux antiques.

La zone dans laquelle se forgea cette collaboration fut la Valduerna, à quelque 50 km à l'est de Las Médulas. C'est là un paysage de terrasses quaternaires, dont l'exploitation romaine se caractérise principalement par le "chantier-peigne" ¹; les études conjointes de géologie-géomorphologie et d'archéologie permirent de comprendre pourquoi ce type de

chantier restait superficiel et comment l'exploitation du gisement avait progressé ².

Avec le temps et avec le développement que connut à partir des années 80 l'étude des mines antiques, l'association de géologues et d'archéologues devint, dans ce domaine, de plus en plus fréquente. Ainsi, depuis une dizaine d'années, L.C. Pérez García, géologue, et F.J. Sánchez Palencia, archéologue, publient eux aussi sur les mines d'or romaines du nord-ouest de l'Espagne ³. Travaillant sur les mêmes terrains et utilisant les mêmes méthodes, il serait difficile que, les uns et les autres, nous obtenions des résultats fondamentalement différents, comme le montrent, à propos de Las Médulas, d'une part l'étude qui suit, d'autre part, l'orientation que prennent les recherches de nos collègues ⁴.

Le site de Las Médulas nous avait d'abord attirés, comme il l'avait fait pour bien d'autres chercheurs

1. Domergue, 1971.

2. Domergue, Hérail, 1977 ; Domergue, Hérail, 1978 ; Hérail, 1984.

3. Pérez García, Sánchez Palencia, 1985.

4. Pérez García, 1992, p.275 ; Pérez García, Sánchez-Palencia, 1992, p.862.

de spécialités différentes ⁵, en raison même de sa célébrité, de l'étrangeté de son paysage, et, pour les archéologues, du fait que c'est sans doute la seule mine du monde romain qu'un auteur de l'Antiquité, en l'occurrence Pline l'Ancien ⁶, paraît évoquer d'aussi près ⁷.

En 1973 et 1974, nous avons prospecté en équipe l'ensemble du site ⁸, et collecté des données archéologiques, géomorphologiques et géologiques référencées de manière identique dans l'espace. Depuis lors, des données nouvelles sur la répartition de l'or dans les gisements et sur l'âge de certains éléments du paysage ont été obtenues ; des habitats antiques ont été fouillés ⁹. La synthèse présentée ici à l'occasion du colloque de Limoges reprend l'ensemble de ces données, publiées ou inédites, et montre comment la structure du gisement a orienté sa mise en valeur par les Romains, mais aussi comment les données de l'archéologie (par exemple, la localisation des structures et des zones de lavage), liées à celles de la géomorphologie et confrontées parfois à celles de l'ethnologie (comparaisons avec les méthodes de travail actuelles dans des mines de même type, en Afrique ou en Amérique du Sud), apportent des informations souvent décisives, qui permettent de mieux comprendre Pline et de réinterpréter certains passages de son texte, en particulier ceux qui pourraient laisser croire ¹⁰ que les mineurs romains prospectaient à l'aveuglette. En effet, l'article étudie la façon dont ces derniers ont abordé un gisement alluvial de ce type et en ont lavé les sédiments aurifères ; il montre encore comment ils s'y sont pris pour débayer d'énormes couches stériles et quels en ont été les résultats. Le milieu en a été bouleversé, non seulement sur le lieu d'extraction (fig. 1), mais encore dans les environs, comme l'indique l'étude du lac de Carucedo ¹¹.

Structure géologique de Las

Médulas : le substratum

paléozoïque, les types d'alluvions et les conditions de gisement de l'or

Dans le bassin de Carucedo-Las Médulas, sont conservés les sédiments du Cénozoïque qui ont été travaillés par les Romains au cours de l'exploitation minière du site. Ils reposent sur un substratum composé de roches du Paléozoïque ; il s'agit essentiellement de

5. Hernández Sampelayo, 1943 ; Hernández Sampelayo, 1951 ; Birot, Solé Sabaris, 1954 ; Sluiter, Pannekoek, 1964 ; Lewis, Jones, 1970 ; Sáenz Ridruejo, Vélez González, 1974.

6. Pline l'Ancien, *N.H.*, 33, 70-78.

7. Ce que dit Polybe des mines d'or des Salasses (*apud* Strabon, 4, 6, 7) et des mines d'argent de *Carthago Noua* (*apud* Strabon, 3, 2, 10) est loin d'être aussi précis, en particulier pour les techniques d'exploitation (cf. Domergue, 1974).

8. La prospection a été effectuée en deux étapes : la première, du 16 au 23 août 1973 ; la seconde, du 1er au 15 août 1974. L'équipe était constituée de Jean Burg (1973), Jean-Claude Calmettes (1973), Chantal Combecave, Claude Domergue, Jean Froment, Claude et Gérard Hérail, Christian Landes (1974), Noël Landou, Jean Raynaud, Didier Rousse, Bernadette et Robert Sablayrolles (1974), Pierre Sillières, Anne Tarrat, Ramon Tio (1973). La surface à prospecter représentait quelque 13 km². Elle avait été divisée en carreaux de 200 m de côté ; chaque carreau fut parcouru à pied, mètre à mètre, par un groupe de deux prospecteurs, qui avaient à observer principalement trois aspects : la géologie, la morphologie, les faits anthropiques, et à signaler ces observations sur des fonds de carreaux à l'échelle de 1/1000e (un fond par type d'observation). Les résultats étaient ensuite reportés sur des calques posés sur des agrandissements de photographies aériennes verticales, carroyés selon une maille correspondant, à l'échelle de la photographie, au carroyage réel (maille de 200 m). L'objectif était d'identifier les types de terrain, les formes et les éléments du paysage, enfin les vestiges anthropiques, puis de juxtaposer ces observations pour mieux comprendre à quels types ou à quels moments de l'exploitation romaine correspondait le paysage tel qu'il s'était fossilisé à partir de la fin des travaux et compte tenu des éventuelles transformations qu'il avait pu subir par la suite au cours des siècles. En outre, on pouvait se douter que, dans un paysage bouleversé par une exploitation superficielle dont le texte de Pline, *N. H.*, 33, 66-78, permet d'imaginer les effets (Domergue, 1974, p.503-513), il serait parfois difficile, s'agissant des formes du terrain, de distinguer entre formes naturelles et formes anthropiques, et, de fait, une grande partie des observations de type morphologique ressortissent à l'activité humaine. Bref, les fonds de carreaux concernant la géologie (types de terrains) ont aidé G. Hérail à dessiner la carte géologique des alluvions de Las Médulas (*infra*, fig. 2), dont un premier état a été publié dans Hérail, 1984, p.170-171, fig. 48, tandis que les fonds correspondant à la morphologie et à l'anthropisme sont à la base de notre figure 6, calquée sur un agrandissement au 1/10 000e de la photographie aérienne verticale n° 14 954 (Roll. 160, 27.7.1956), sans compensation de distorsion.

Ajoutons que les réseaux souterrains accessibles ont fait l'objet de relevés topographiques et que des cheminements ont été exécutés sur les nappes de déblais VI et VII.

La totalité de ces documents (dossiers des carreaux, relevés sur calques, cheminements sur les nappes, topographie des galeries) est conservée à l'Unité Toulousaine d'Archéologie et d'Histoire (UMR 5608 CNRS), Maison de la Recherche, Université de Toulouse-Le Mirail.

Les résultats de cette prospection n'avaient pas été pris en compte dans Domergue, 1987, p.297-310, car nous espérons toujours pouvoir les publier à part. Cela ne put être fait. Ce qui est dit ici complète, et, sur bien des points, corrige la première synthèse archéologique mentionnée ci-dessus ; en particulier, la figure 6 *infra* remplace le relevé publié dans Domergue, 1987, fig. 77 : en comparant ce dernier avec celui de la figure 6, on pourra constater combien le nouveau a gagné en précision (cf. par exemple les structures liées au lavage qui apparaissent désormais à la place des indistincts monceaux de galets III-57, 58, 59 et 60, etc.).

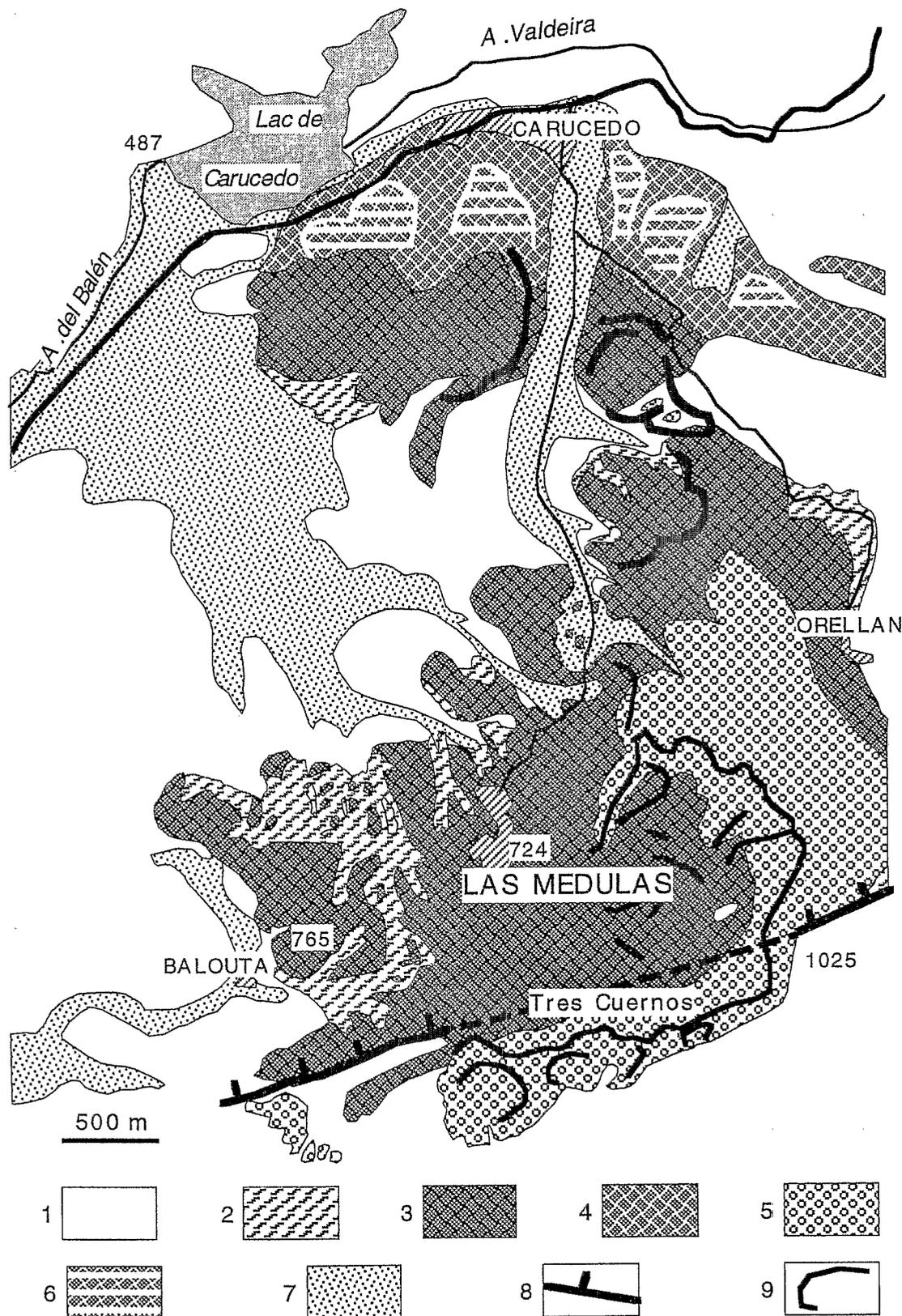
9. Sánchez Palencia *et al.*, 1990.

10. Pline, *N. H.*, 33, 73.

11. La figure 6 sera la référence permanente du développement qui suit. Le site de Las Médulas y est divisé en huit secteurs, dont sept figuraient déjà sur le relevé de 1987 : le grand cirque (ou "cirque aux pyramides") constitue le secteur I ; le secteur II, situé au sud de la crête méridionale du grand cirque et de Tres Cuernos, comprend les petits cirques méridionaux 24, 25 et 26, auxquels s'ajoutent, vers l'ouest, les monceaux de galets 29, 30 et sans doute 56 ; le secteur III est très vaste : il s'étend à l'ouest du grand cirque, dont il est séparé par une ligne à peu près nord-sud, qui passe par la route de Carucedo, par le village de Las Médulas et par le chemin qui en sort au sud ; plus au nord, les secteurs IV et V sont situés de part et d'autre du ruban de déblais antiques (le secteur VIII, nouveau venu) qui descend de La Brea jusqu'à Carucedo ; au nord-ouest du secteur III, la grande nappe de déblais VI dévale jusqu'à la vallée de l'arroyo del Balén ; enfin, de la langue de déblais VII, qui a colmaté le fond du vallon de La Balouta, n'apparaît ici que

Fig. 2

Carte géologique des alluvions tertiaires et quaternaires de la région de Las Médulas ;
 1 - substratum paléozoïque et zones non cartographiées ;
 2 - formation Orellán ;
 3 - formation Santalla, faciès proximaux grossiers ;
 4 - formation Santalla, faciès distaux fins ;
 5 - formation Las Médulas ;
 6 - terrasses alluviales quaternaires ;
 7 - déblais miniers ;
 8 - faille normale ;
 9 - limite des principaux cirques d'extraction.



schistes, grès et quartzites de la série de Los Cabos du Cambro-Ordovicien et des schistes de Luarda d'âge Silurien, et, secondairement, de calcaires¹². Ces roches ne sont pas, ici, minéralisées en or. Dans les sédiments cénozoïques, la minéralisation aurifère n'est pas distribuée de façon homogène dans les différents matériaux ; certains sont même stériles, mais ils ont dû être parfois creusés ou déblayés pour permettre la progression des travaux.

Plusieurs formations sédimentaires ont été individualisées¹³. Reposant directement en discordance sur le substratum paléozoïque, la formation Orellán, de couleur rouge violacé, est constituée par une alternance de bancs composés les uns de fragments de schistes et de grès anguleux, les autres de sables argileux. La formation Orellán est discontinue (fig. 2), conservée seulement dans le creux de vallons ou au pied d'escarpements de failles normales actives ; lorsqu'elle est présente, son épaisseur n'excède pas une quinzaine de mètres.

La formation Santalla affleure largement dans le bassin du Bierzo, où elle repose en discordance sur des sédiments plus anciens (la formation Toral), mais, dans la région de Las Médulas, où ces derniers n'existent pas, elle repose directement sur la formation Orellán. Les sédiments appartenant à la formation Santalla ont une épaisseur de l'ordre de la cinquantaine de mètres. Ils ont été déposés en environnement fluviatile et présentent de nombreux changements de faciès. La composition des galets et la nature des minéraux lourds montrent que ces dépôts proviennent de l'érosion des roches qui affleurent encore près du bassin, notamment les schistes et quartzites de la série de los Cabos, dans lesquels sont encaissées de nombreuses minéralisations aurifères¹⁴. La mine romaine de Las Médulas est située en bordure du bassin et ce sont des sédiments de faciès grossier qui prédominent, représentés par des conglomérats à blocs et galets bien émoussés, emballés dans une matrice sableuse. L'organisation sédimentaire montre que le dépôt s'est fait dans un environnement de cône de déjection, et on reconnaît les variations latérales qui caractérisent ce type d'édifice alluvial. Dans la région même du village de Las Médulas, au niveau du plateau intensément exploité par les Romains (secteur III) et à l'entrée du cirque I, dominent des sédiments déposés à l'amont et dans l'axe du cône : pour cette raison, ils sont les plus riches en minéraux denses et en or. Vers l'aval, l'énergie du cours

d'eau s'affaiblissait, ce qui explique la diminution de la granulométrie des sédiments appartenant à la formation Santalla qui sont conservés dans la région de Carucedo (fig. 2), où dominent des graviers, des sables et argiles ; ces dépôts sont pauvres en or ou stériles.

Vers le haut, la formation Santalla passe à la formation Las Médulas par un changement progressif de faciès, qui traduit un changement des conditions du milieu contrôlant la sédimentation. Les sédiments qui constituent la formation Las Médulas ont la même composition minéralogique et pétrographique que ceux de la formation Santalla. Ils ont été, eux aussi, déposés dans un environnement de cône de déjection, mais, sans doute pour des raisons dues à l'évolution du milieu, les écoulements fluviatiles étaient moins soutenus et moins énergiques, ce qui se traduit par une moindre sélection du sédiment et par la présence d'une fraction argileuse abondante. Vers l'aval, les faciès fins prennent de plus en plus d'importance. Cette formation a une épaisseur considérable, qui peut dépasser 100 m, comme dans le cirque I.

Les formations Orellán, Santalla et Las Médulas, qui reposent sur le substratum paléozoïque, se sont mises en place au cours des dernières étapes d'une phase tectonique en distension, qui explique l'ouverture et le colmatage du bassin du Bierzo à la fin du Miocène. Après cet épisode, l'incision du réseau hydrographique quaternaire a provoqué le déblaiement d'importants volumes de sédiments tertiaires et de roches du substratum paléozoïque. Cette incision n'est pas continue et la formation de terrasses alluviales en jalonne quelques étapes. Ces terrasses sont couvertes de conglomérats fluviatiles qui sont enrichis en éléments denses. C'est le cas des niveaux conglomératiques, dont ne sont conservés que des lambeaux qui affleurent sur la rive gauche de l'*arroyo* Valdeira, au sud de Carucedo. Mais l'essentiel du volume des sédiments excavés par les Romains dans cette région est constitué par la formation Santalla et la formation Las Médulas.

Les mesures de la teneur en or faites sur les sédiments qui sont conservés dans la région de Las Médulas ont montré qu'il existe des différences

l'amorce. Pour faciliter le repérage des structures sur la figure 6, nous faisons précéder leur numéro, si besoin est, du chiffre romain désignant le secteur où elles se trouvent.

12. Pérez Estau, 1978.

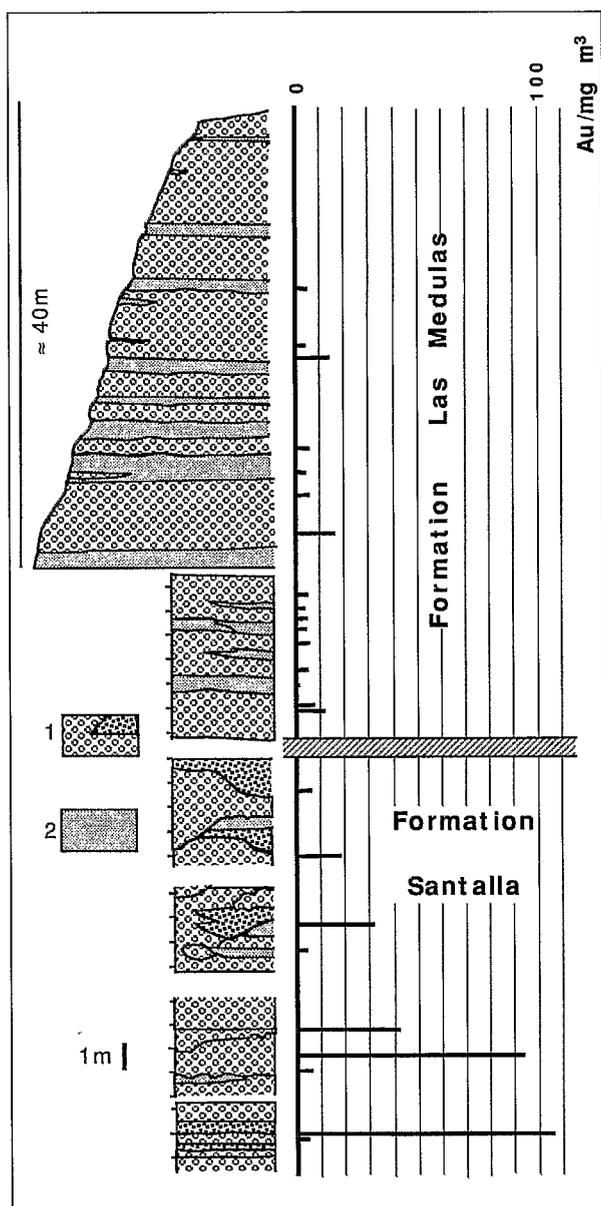
13. Hérail, 1984.

14. Hérail, 1984.

Fig. 3

Distribution de l'or dans les formations Santalla et Las Médulas affleurant dans le cirque de Las Médulas (tiré de Héral, 1984 ; les mesures faites à la base de la formation Las Médulas ont été communiquées par L.C. Pérez). N.B. : l'échelle des hauteurs est indicative.

1 - conglomérats ;
2 - sables et argiles.



importantes ¹⁵. La formation Orellán est stérile. La formation Santalla est aurifère, et les teneurs, qui restent basses, varient selon les faciès (fig. 3). C'est vers la base, dans les faciès les plus proximaux (ou "amont"), que les teneurs sont les plus élevées ; cependant elles ne dépassent qu'exceptionnellement quelques centaines de mg/m³. La formation Las Médulas est aurifère, mais les teneurs qui y ont été mesurées sont très faibles, de quelques mg à quelques dizaines de mg/m³. Ces données sont en bon accord avec la géologie de la zone et avec ce que l'on connaît de la répartition des minéraux lourds dans ce type de sédiments. Ce sont les sédiments déposés dans les environnements de plus haute énergie du système alluvial conservé à Las

Médulas qui sont les plus riches en or. Ceci permet de penser que, même si, par la force des choses, nous n'avons pu faire les mesures que dans les affleurements abandonnés par les Romains, il est certain que, lorsque le gisement était encore intact, les faciès les plus riches en or étaient bien les faciès proximaux de la formation Santalla. A ceux-ci s'ajoutaient les alluvions des terrasses conservées le long de cours d'eau qui érodaient les niveaux minéralisés des dépôts miocènes. Ces terrasses ne représentaient qu'un volume de faible importance par rapport aux conglomérats du Miocène ; les seuls vestiges de terrasses exploitées par les Romains que nous ayons observés ici sont situés près de Carucedo, entre le village et la grande nappe de déblais (fig. 2).

En conclusion, dans la région de Las Médulas deux types de sédiments ont dû être particulièrement recherchés par les prospecteurs et les mineurs romains : les conglomérats proximaux de la formation Santalla et, dans une moindre mesure étant donné leur faible volume, les alluvions quaternaires des terrasses alluviales de la région de Carucedo. En revanche, les Romains étaient gênés dans la progression de leurs travaux lorsqu'il leur arrivait de recouper le substratum ou les sédiments stériles de la formation Orellán, ou lorsque, pour atteindre les faciès riches de la formation Santalla, ils rencontraient des volumes considérables de sédiments de la formation Las Médulas.

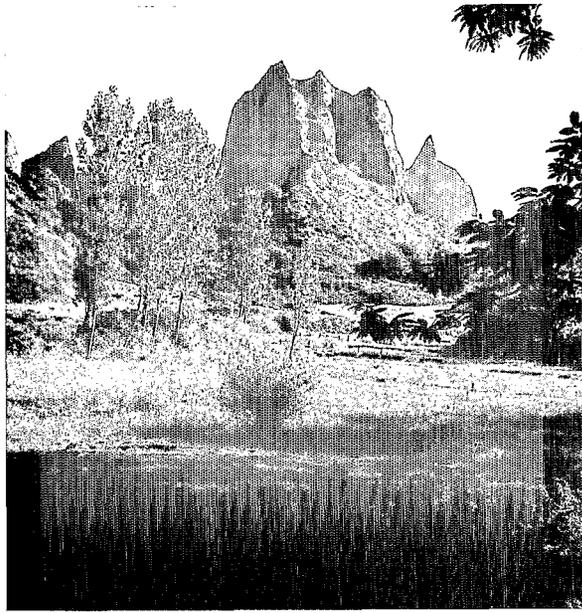
Comment ont-ils donc fait ? L'observation d'un paysage qu'ils ont façonné par leurs travaux peut permettre, croyons-nous, de répondre à cette question.

Structures de lavage et travaux de foudroyage

Un simple regard jeté sur le relevé de la figure 6 permet de constater le contraste qui oppose le secteur I aux autres, à l'exclusion des nappes de déblais VI, VII et VIII : alors que les secteurs II, III, IV et V sont truffés de taches noires (autrement dit de monceaux de galets ou "pierriers"), souvent énormes (IV-84 et 115, V-113, III-134 et surtout III-56 ou encore II-29 et 30), le secteur I est presque totalement "blanc" ¹⁶. Ainsi donc,

15. Héral, 1984 ; Pérez García, 1992.

16. Et encore cette impression est-elle atténuée par la façon dont sont représentées les crêtes des pyramides résiduelles (lignes flanquées de petits triangles pleins).



le grand cirque de Las Médulas, qui focalise l'attention des visiteurs et parfois celle des chercheurs¹⁷, est pratiquement vide de tout monceau de galets. Certes il en existe quelques-uns, le plus souvent entre les pyramides, le long des chemins ou au bord des champs, et l'on ne se trompera guère en pensant qu'il s'agit là de galets d'épierrement moderne, car les vallons qui parcourent le cirque sont cultivés (fig. 4), on y voit des champs et des prairies, et sur les pentes poussent les châtaigniers, devant lesquels une murette de galets retient un peu de terre. Le seul pierrier qui ait quelque importance est un cordon de 80 m de longueur, au bord du sentier qui longe le pied de la falaise, juste au-dessous de la *boca mina* I-6, où les touristes viennent se pencher sur le vide : peut-être provient-il du lavage d'un monceau d'alluvions issu de ce réseau de galeries (réseau dit d'Orellán) et évacué par la dite bouche.

Les pierriers de Las Médulas

En tout cas, rien de comparable à ces énormes monceaux de galets grisâtres couverts de lichens, qui, dans la Valduerna par exemple, couvrent les anciens chantiers de Las Moraceras ou des Castellones¹⁸. Ces pierriers (ou *murias* dans le parler régional) sont le signe patent d'une exploitation des gîtes alluviaux. Dans les dépôts d'alluvions aurifères du nord-ouest de l'Espagne exploités par les Romains, on les trouve soit amoncelés dans les chantiers abandonnés le plus anciennement, soit sur les interfluvies qui séparent les tranchées parallèles (véritables *ground-slucies*) des chantiers-peignes (et assimilés) exploités les derniers et dont

ils marquent l'ultime étape des travaux.

Or, de tels pierriers sont légion à Las Médulas, mais c'est dans les secteurs II, III, IV et V. Ils sont parfois isolés et de dimensions réduites (1 à 2 m de hauteur), principalement sur les arêtes interfluvies des chantiers, mais le plus souvent ils forment des ensembles énormes, comme en II-56 ou II-30, où sont juxtaposés plusieurs monceaux dont certains atteignent 200 à 250 m de longueur et 5 à 6 m, voire parfois 10 m de hauteur ; au voisinage de III-55, l'un d'eux mesure 15 m (fig. 5). Ils sont constitués essentiellement par les galets de quartzite qui ont été retirés de l'alluvion pour faciliter son lavage, mais on remarquera que souvent ils coiffent des buttes d'alluvion soit en place (par exemple sur la crête ouest du secteur III, près de la cote 739), soit remaniée (ainsi dans l'énorme pierrier II-56) : il est clair, dans ce dernier cas, qu'ils ont été stockés dans des zones déjà recouvertes de déblais. Ces galets sont de formats divers – 20 à 30 cm de longueur en général – mais beaucoup atteignent 50 à 60 cm, et quelques-

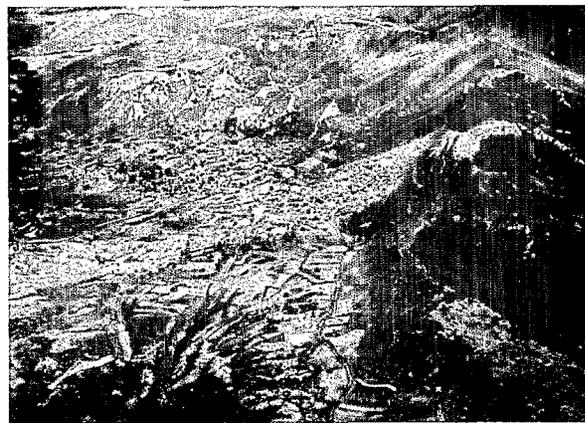


Fig. 4

Dans le grand cirque de Las Médulas : de petits champs et d'étroites prairies occupent le fond des vallons, au pied des pyramides résiduelles.

Fig. 5

Las Médulas : vue aérienne prise du sud-ouest (Mission Hispair 1980, Casa de Velázquez). Au dernier plan, le cirque I ; à droite le secteur II, avec les pierriers 29, 30, 36 ; au premier plan, à gauche, le secteur III, dont on reconnaît les vallons d'évacuation 53-54 et le bassin 129 sous les cultures en bandes parallèles.

uns mesurent jusqu'à 80 cm, voire 1 m : c'est le cas au sud-est de III-60 et dans les amas situés entre les chantiers III-66 et III-132, en particulier au voisinage de l'angle nord-ouest de ce dernier, où nous en avons remarqué au moins sept d'une longueur égale ou supérieure à 1 m. En surface des pierriers antiques, les galets sont gris et couverts de lichens¹⁹. Quand les zones de lavage sont devenues des terrains de culture, les laboureurs ont épierri leurs champs et ont soit constitué de nouveaux pierriers en talus le long des champs ou des chemins, soit

17. Lewis, Jones, 1970, p.174-178 et fig. 25.

18. Domergue, Hérail, 1978, p.61-105 et 138, pl. I et IX.

19. Ce sont ces pierriers qui sont figurés sur le relevé de la figure 6. En revanche nous n'avons pas représenté les cordons de galets d'épierrement exclusivement modernes, en particulier ceux qui séparent les champs dans la zone de déblais antiques VIII.

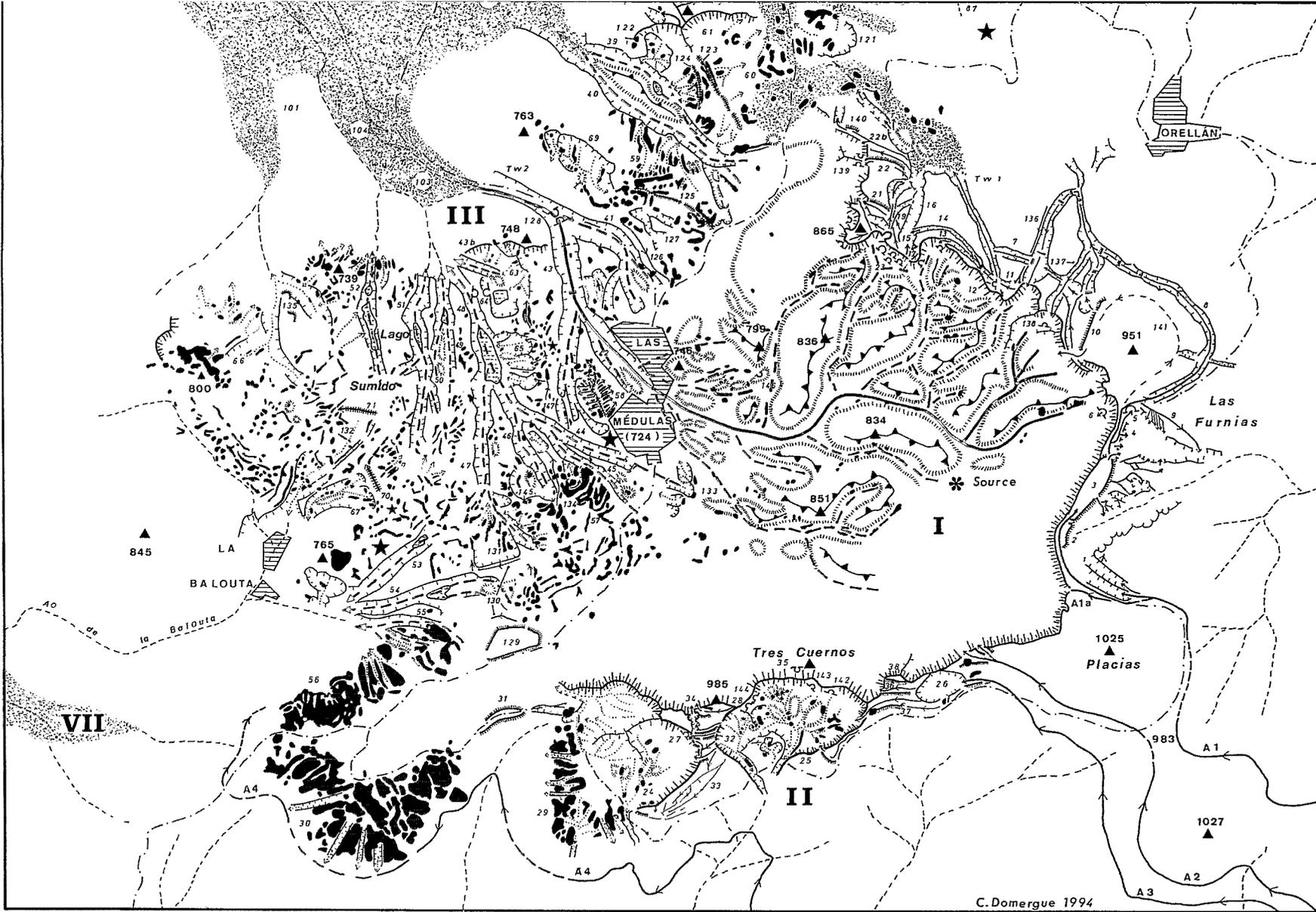
Fig. 6

Le site de Las Médulas, d'après la photographie aérienne verticale n° 14 954 (Roll. 160, 27.7.1956) sans compensation de distorsion, et d'après les travaux de terrain 1973-1974 (relevé Domergue, 1994) ;

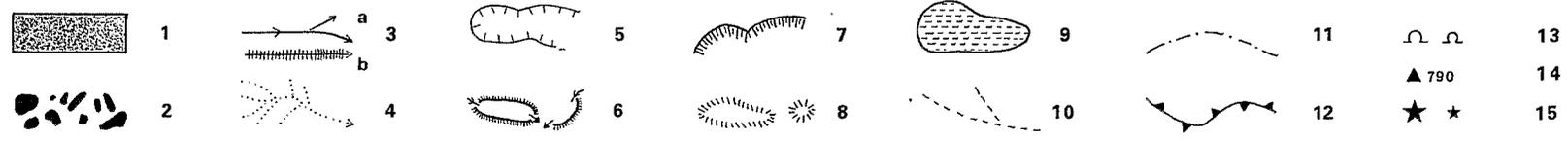
- 1 - déblais romains ;
- 2 - monceaux de galets ou pierriers ;
- 3a - aqueduc ;
- 3b - support d'*agoga*
- 4 - sillons d'exploitation et goutlot d'évacuation d'un chantier
- 5 - chantier ;
- 6 - bassins ;
- 7 - haute falaise fermant les cirques d'exploitation ;
- 8 - butte résiduelle ;
- 9 - lac ou mare ;
- 10 - talweg ou ruisseau ;
- 11 - chemin ;
- 12 - ligne de crête ;
- 13 - galerie ;
- 14 - point coté ;
- 15 - habitat ou construction antique.

En rouge, les réseaux principaux d'évacuation de stériles ; le trait continu indique le dernier réseau en activité au moment de l'arrêt des travaux dans le cirque I.





C. Domergue 1994



ajouté des galets aux monceaux existants. Dans les deux cas, les galets se reconnaissent à leur format en général plus petit (15 à 20 cm), mais surtout à leur couleur claire et à leur surface dépourvue de lichens.

Autres structures – chantiers, réservoirs, supports d'*agogae*, habitats, etc. – des secteurs II, III, IV et V

Les pierriers ne vont jamais seuls. Ils sont le signe patent de l'existence de lavoirs d'or antiques ; aussi accompagnent-ils obligatoirement des structures de lavage, et d'abord des chantiers.

Fig. 7

Le haut de la levée de terre III-71, sans doute un support de sluice (*agoga*). Sur le côté droit, restes du mur de soutènement.



Le secteur III

Dans la plus grande partie de la zone III, encore cultivée de nos jours, ces chantiers sont fossilisés par les cultures, mais ils ont souvent imposé leurs formes, leur relief et leur pente à un parcellaire qui échappe aux types classiques d'organisation des paysages ruraux. En fait, ici, le parcellaire s'est modelé sur les formes d'exploitation et le fond d'un chantier est souvent devenu un champ, sur les limites duquel les pierriers primitifs, nés du lavage des alluvions (galets gris), se sont accrus du fait de l'épierrement (galets clairs). Ainsi, on reconnaît facilement, en III-65 et 133, des chantiers juxtaposés qui sont comme enfoncés dans le sol, et, en III-134, deux autres chantiers jumeaux, entourés chacun d'un véritable cocon de galets ; il en va de même pour III-67 ou 131, dont l'intérieur comprend des cordons de galets qui, parfois certes, s'alignent le long de chemins actuels et peuvent résulter d'épierrements modernes, mais parfois aussi longent d'anciens fossés d'exploitation, inclinés vers le goulot d'écoulement.

Quelques formes peuvent être identifiées comme étant d'anciens réservoirs, comme le vaste

champ 129, parfaitement horizontal et dont le talus de bordure est couronné d'un mur bas en galets. Il domine les chantiers situés en contrebas au nord et devait les alimenter par un canal dont subsistent les tronçons 130. Il recevait lui-même l'eau de l'aqueduc A4 qui arrive par le sud. Cet aqueduc est le plus bas de tous ceux que l'on voit sur le versant nord de la vallée du *rio* Cabrera, et sans doute aussi le plus ancien, celui qui a dû servir au lavage de l'alluvion de la zone. et c'est lui qui, tout comme les crêtes de la bordure ouest (du sud au nord, cotes 800, 739, 748, 763) où s'accrochent encore des lambeaux de sédiments, doit marquer le niveau primitif de l'alluvion dans la zone III : l'épaisseur de l'alluvion exploitée ici pourrait donc être de quelque 20 à 30 m²⁰.

D'autres structures, qui se détachent avec un relief plus ou moins prononcé sur le paysage environnant, attirent inévitablement le regard. Les plus remarquables sont les levées de terre 70 (L. : 120 m) et surtout 71 (L. : 100 m) (fig. 7). Hautes respectivement de 5/7 m et de 10/15 m, elles sont faites d'alluvion remaniée : elles sont donc superposées à des zones exploitées antérieurement, et n'ont pas de relation apparente avec elles. Larges de quelque 25 m à la base et de 3 m au sommet, elles sont renforcées sur leurs flancs par des murs de soutènement en escalier, construits en galets et partiellement éboulés. Le sommet est pavé de galets, et l'aspect des bordures fait penser qu'il était limité par deux murets latéraux, en galets également. La comparaison avec les supports de sluice de la Valduerna²¹, spécialement en ce qui concerne le fond pavé et les murs de bordure, fait penser qu'il doit s'agir là de tronçons appartenant à des structures analogues²² : selon Pline en effet, lorsque le terrain devenait inégal, ces sluices qu'il appelle *agogae* étaient surélevés²³, car leur pente, exactement calculée pour que l'or pût se déposer, devait être constante.

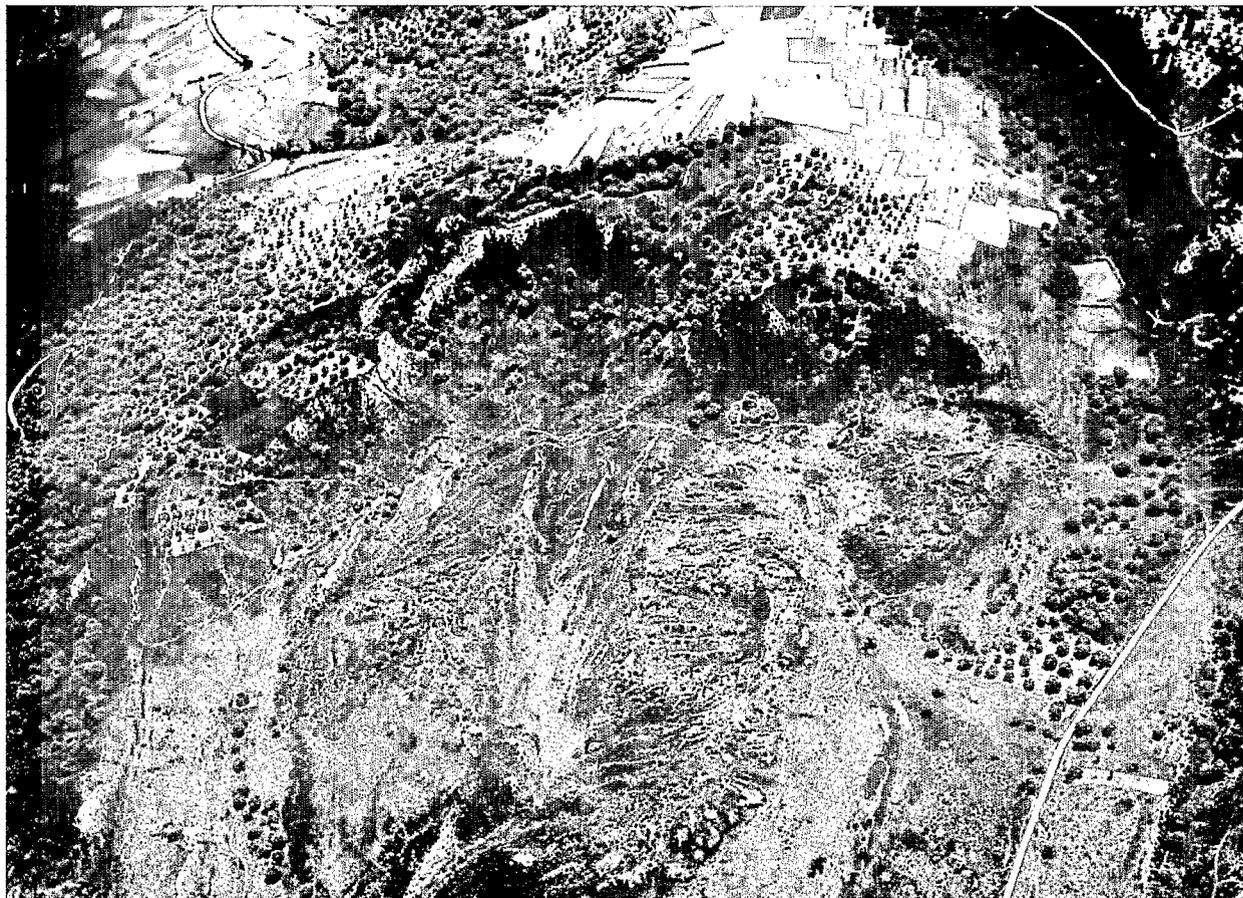
Peut-être, dans cette zone III, d'autres vestiges ont-ils eu la même fonction, mais, moins bien conservés (le pavage de galets en particulier n'existe pas, ou n'existe plus), ils sont plus difficiles à identifier : pourtant, les longues arêtes III-123, 124, 125, parfois suivies par un chemin et environnées de galets, que l'on trouve dans la partie nord, au pied de La Brea, au fond de chantiers profonds (falai-

20. Contra, Sáenz Ridruejo, Vélez González, 1974, p.113-114, qui considèrent que, dans cette zone, l'épaisseur de l'alluvion devait être de l'ordre de 80 à 100 m.

21. Domergue, 1971, p.570-572 ; Domergue, Héral, 1987, p.264-268.

22. Plutôt que des restes d'aqueducs (Domergue, 1987, p.302).

23. ...ac per praerupta suspenduntur canales (Pline, N. H, 33, 76).

**Fig. 8**

La partie méridionale du secteur V de Las Médulas : vue aérienne prise du nord (Mission Hispair 1980, Casa de Velázquez). Au premier plan, on identifiera les chantiers de lavage 91 à 95 et, au second plan, les profonds sillons 89 et 96 ; à droite, la route qui monte de Carucedo à Las Médulas ; en haut, à gauche, la route d'Orellán.

se de 30 à 40 m pour III-122, de 40 à 50 m pour III-61), sont difficilement explicables autrement²⁴. Il n'est pas jusqu'au canal 58, au nord-ouest du village de Las Médulas, qui, avec les courtes levées de terre (L. : 20 à 30 m) qui s'en détachent et sur lesquelles subsistent des murettes de galets, qui ne puisse être interprété comme l'extrémité terminale d'une *agoga* à plusieurs sorties.

Ajoutons à ces vestiges ceux d'habitats ou de constructions antiques : on a ainsi repéré, autour du chantier III-67, des restes de constructions bâties en galets. Certains couronnent des buttes résiduelles d'alluvions, comme celle qui se trouve tout près de l'angle sud-est du chantier III-67, à quelque 30 m à l'est de l'aqueduc, et où l'on a pu identifier une construction, sans doute tronquée, d'environ 20 m x 15 m ; d'autres sont ensevelis sous des tas de galets ou de déblais divers ; enfin, les ruines d'un édifice fouillé récemment à Los Chaos de Mourán, entre le canal d'évacuation III-54 et le chantier 67, occupent le fond d'un autre chantier exploité antérieurement et ont été datées de la fin du I^{er} siècle ou du début du II^e siècle après J.-C.²⁵. Nous disposons ainsi d'un *terminus ante quem* pour la fin des

travaux d'exploitation du secteur, tandis que la fouille du premier édifice mentionné fournirait sans doute une date antérieure.

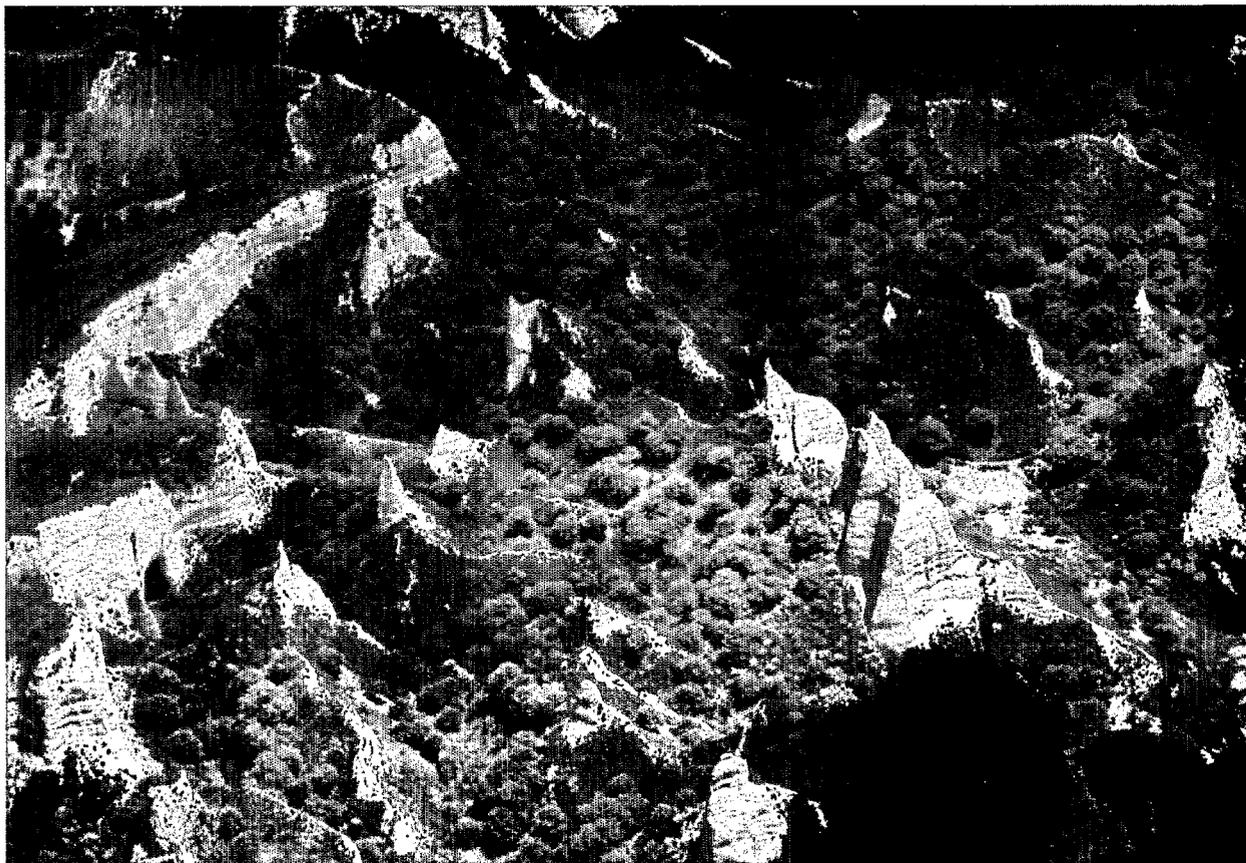
Ces quelques exemples permettent d'apprécier la variété des structures qui, des plus faciles à déceler (les monceaux de galets) aux plus dissimulées (chantiers, ruines de maisons) ou aux plus rares (les supports d'*agogae*) attestent la réalité et l'antiquité du lavage des alluvions dans le secteur III.

24. Elles sont en pente vers le sud-est, et cette orientation, qui est aussi celle des chantiers 61 et 122, n'est pas sans poser de problème. A première vue, elle semble ne pouvoir s'expliquer logiquement que si l'alimentation en eau venait du nord-ouest. Or il y a bien là, à la tête des chantiers, l'aqueduc 72, mais cet aqueduc a une direction exactement contraire puisqu'il se dirige vers le secteur IV (bassins IV-75, 76 et 73), donc vers le nord-ouest, après avoir franchi un léger ensellement, sans doute sur une levée de terre aujourd'hui disparue. La seule solution est alors d'envisager l'arrivée d'un aqueduc venant de l'est : par exemple, l'un de ceux qui parviennent au site par le versant d'Orellán (cf. le schéma du tracé des aqueducs de Las Médulas, dans López, 1992) ; il aurait fait le tour de la croupe qui se trouvait à l'emplacement des chantiers sud du secteur V ; l'aqueduc 72 pourrait être son prolongement vers le nord-ouest, et le tronçon intermédiaire, qui devait alimenter les chantiers de La Brea, aurait disparu par suite du développement des travaux entre La Brea et la zone d'Orellán, plus particulièrement par suite du recul du front d'abattage du chantier 61 lui-même.

25. Sánchez Palencia *et al.*, 1990, p.259-261.

Fig. 9

Le cirque I de Las Médulas : vue aérienne prise de l'ouest (Mission Hispair 1980, Casa de Velázquez). A gauche, la falaise nord, dans laquelle sont ouvertes plusieurs galeries (23).

**Les secteurs IV et V**

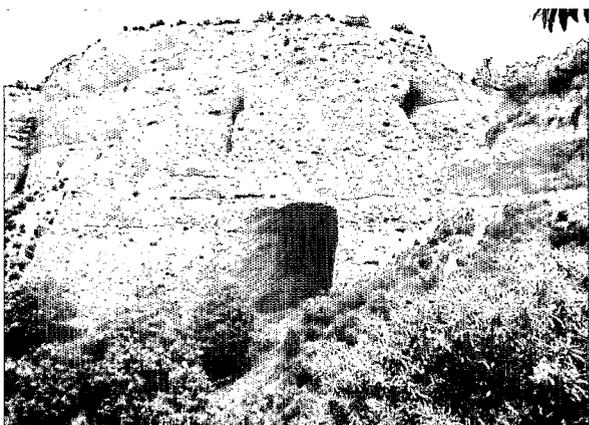
Il en va de même dans les secteurs IV et V, en pente du sud vers le nord ; d'une part, au nord, dans les zones de culture près de Carucedo, plusieurs chantiers, plus ou moins fossilisés, se laissent encore reconnaître par les sillons d'exploitation parallèles, visibles entre les pierriers (IV-115, 117, 118 ; V-113 et 114) ; d'autre part, au sud, les structures d'exploitation des étages supérieurs n'ont été ni recouvertes ni transformées au cours des périodes qui ont suivi : elles sont donc bien identifiables ; en outre, plus on va vers le sud, plus s'accroît l'épaisseur des dépôts exploités, principalement dans le secteur V (fig. 8), où les conditions sont à peu près celles du grand cirque I, comme le montrent par exemple la hauteur de la falaise (50 m) qui domine le chantier 94 et la présence d'un canal large et profond (III-89/96) dont les branches débouchent dans les chantiers 94, 95 et 97. Le fond de ce petit cirque est occupé par plusieurs chantiers orientés au nord (90, 94, 95) ou à l'ouest (91, 92). Séparés par des talus sur lesquels s'alignent les pierriers, les fossés d'exploitation sont bien visibles, et convergent vers des goulots d'évacuation larges et profonds. Ainsi dessinés, ces chantiers marquent le dernier état de

l'exploitation de cette zone ; il en subsiste aussi des aménagements hydrauliques, malheureusement tronqués, comme l'aqueduc de distribution 111, qui longe la tête, puis le côté ouest du chantier 92. Cet aqueduc n'a sans doute rien de commun, vu la différence de niveau, avec la levée de terre haute de 8 m, qui barre le chantier 91. Du coup, les tranchées d'exploitation de ce dernier, en pente vers l'ouest, n'ont plus de débouché : s'agirait-il là encore d'un support d'*agoga*, postérieur au chantier et lié à des niveaux de travail situés en amont²⁶ ? On mesure une fois de plus la difficulté de comprendre ces puzzles, auxquels manquent tant de pièces.

Le secteur II

Les petits cirques du secteur II offrent un faciès assez comparable à ceux dont on vient de parler (fig. 5). Ici aussi le dépôt alluvial est relativement épais ; la hauteur de la falaise qui ferme les cirques au nord augmente de l'est vers l'ouest : 8 m dans II-26, 20 m dans II-25, 30 à 40 m dans II-26 ; on observe sans difficulté l'orientation des goulots d'évacuation (vers le sud, à l'exception de la partie septen-

26. Par exemple dans les chantiers 92-93, au cours d'une phase antérieure à leur état final.



Le grand cirque I : un produit de la ruina montium, suivie de chasses d'eau

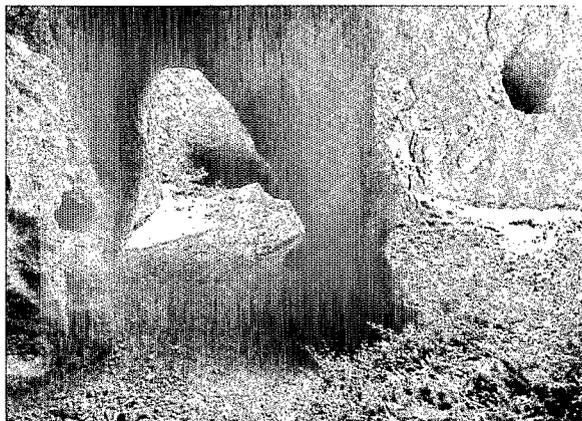
Comme nous l'avons déjà vu, dans le grand cirque il n'existe pratiquement pas de pierrier, et le relevé de la figure 5 montre qu'il n'y a pas davantage de chantier de lavage, ni d'aqueduc. En revanche, la falaise nord (fig. 9, 10 et 11) renferme un grand nombre de puits (dont certains débouchent à l'air libre) et de galeries (I-6, 12,

Fig. 10

La falaise nord du cirque I de Las Médulas : plusieurs galeries et cavités (23) sont visibles à des niveaux différents et communiquent entre elles (cf. fig. 1 et 9) : ce sont les vestiges de travaux qui préparaient la ruina montium.

Fig. 11

Vue intérieure du réseau dont les ouvertures apparaissent sur la falaise, à la figure précédente. Vers le haut, il communique avec l'extérieur.



23, 138), vestiges de réseaux souterrains qui préparaient le foudroyage de la masse alluviale, une opération que Pline (*N.H.*, 33, 66) appelle la *ruina montium*²⁷ ; quant au cirque, il est parsemé de pyramides résiduelles (fig. 1 et 9) qui ont subsisté après l'effondrement du reste de la masse et qu'on n'avait même pas commencé à abattre²⁸. Le paysage qu'offre le grand cirque présente donc un faciès consécutif à la *ruina montium*.

On sait que, pour augmenter l'efficacité de cette méthode d'abattage, les ingénieurs romains ont utilisé la force hydraulique²⁹. Deux puits, aujourd'hui effondrés, sont repérables sur le tracé de l'aqueduc I-13. Le réseau souterrain d'Orellán³⁰, qui circule à Las Furnias entre l'entrée de galerie I-5 et la sortie I-6, présente d'abondants témoignages du passage

trionale de 24, qui déchargeait ses stériles vers le nord), le réseau et l'orientation des sillons de lavage, les tas de galets qui parsèment les buttes et les talus interfluviaux. Un des intérêts du secteur, ce sont les énormes pierriers de l'extrémité occidentale. Ici le socle schisteux affleure en de nombreux points ; pourtant les alluvions qui le recouvraient ont été exploitées : d'anciens chenaux rayonnants (30, 29) qui séparent les amas de galets suffisent à l'indiquer. Ces derniers s'échelonnent de l'ouest vers l'est à des niveaux différents, et l'on constate qu'ici, comme sur les terrasses de la Valduerna, l'exploitation a progressé de bas en haut ; les emplacements aujourd'hui occupés par les pierriers 56, 30 et 29 ont dû être exploités successivement, les galets étant à chaque fois amoncelés dans les chantiers abandonnés du niveau inférieur. Si notre raisonnement est exact, les galets 29 doivent provenir, pour l'essentiel, du cirque 24, celui des trois qui a connu le plus grand développement et à l'intérieur duquel les pierriers de l'ultime phase d'exploitation sont d'ailleurs peu nombreux.

On voit donc ce qui a subsisté tant des installations nécessaires au lavage de l'alluvion que des déchets – les pierriers – laissés sur place par ce lavage. On constate aussi que ceux-ci accompagnent nécessairement celles-là, et qu'ils constituent un bon marqueur de l'activité de lavage elle-même : les taches noires de la figure 6 illustrent cette aptitude. Dans cette perspective, qu'est-ce donc que le grand cirque I ?

27. Domergue, 1974, p.512 ; Domergue, Hérail, 1978, p.272-277 ; Sánchez-Palencia, 1979, p.46-47 ; Pérez García, Sánchez Palencia, 1985, p.70-71 ; Domergue, 1990, p.473-474.

28. Notons cependant l'ébauche d'une galerie (I-146), longue de 1,50 m (mais est-elle antique ?) à mi-hauteur d'une petite aiguille, à l'est du village de Las Médulas.

29. Domergue, 1974, p.511-513 ; Sánchez Palencia, 1979, p.46-47 ; Domergue, 1990, p.476.

30. On en trouvera une bonne présentation et un relevé dans López García, 1980, p.110-128, et dans López, 1992. Ce relevé a été maintes fois publié dans la presse locale (*Proa*, 31.08.1973 ; *Leon*, 231, oct. 1973, p.5) ainsi que dans des dépliants touristiques.

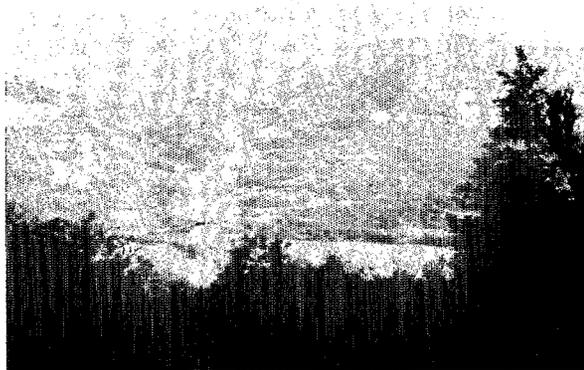
de l'eau, de même que la galerie appelée *Cuevona* (I-23) à la base de la falaise nord, et il est vraisemblable que la puissance de l'eau, par les continus changements de pression dus aux différences de section des galeries, faisait éclater la masse ³¹.

Ita profluens terra in mare labitur ruptisque mons diluitur....

Pendant, quand Pline mentionne l'usage de la force hydraulique, c'est moins pour ces effets-là que pour le transport des stériles hors de la zone de travail, jusque dans les vallées adjacentes, et Pline poursuit, avec un regard de géographe : *ita profluens terra in mare labitur ruptisque mons diluitur, ac longe terras in mare his de caulis iam promouit Hispania* (N.H., 33, 76). Effectivement le cirque est parcouru par un réseau de talwegs (en rouge sur la figure 6) ; ils prennent naissance au pied de la falaise, en contrebas des nombreux bassins et des arrivées d'eau qui en festonnent la crête ; ils convergent ensuite vers le village de Las Médulas ; là, ils se jettent dans un large vallon à fond plat, III-42 (l. : 20

Fig. 12

A gauche, les vallons d'évacuation 39-40, vus de l'est.
Au deuxième plan, à droite, les chantiers de La Brea (III-61, 122, 123 et 124).



à 40 m ; prof. : 5 m en moyenne, mais plus de 10 m en aval), qui, après s'être uni aux vallons 41 et 43, traverse le secteur III et débouche sur la grande nappe de déblais du secteur VI par une gorge profonde de 20 à 30 m, ouverte (Tw 2) sur le rebord schisteux du plateau ouest, entre les cotes 748 et 763. Il est évident que ce réseau de canaux a servi à l'évacuation de déblais depuis le grand cirque ³².

Mais quels déblais ? Ceux bien sûr que constituait la masse d'alluvion abattue par les opérations de *ruina montium* qui ont provoqué la formation du cirque. Ont-ils été lavés au préalable ? En tous cas, pas dans le cirque, où il n'y a aucune structure ni, pratiquement, aucun déchet (pierrier) de lavage. Sans doute, au vu des mares qui occupent le fond de plusieurs vallons d'évacuation - III-39 (fig. 12), 49-51, 52

(Lago Sumido) - a-t-on considéré ³³, que c'étaient là des emplacements de lavoirs d'or (les *agogae* de Pline, N.H., 33, 76) ³⁴, où l'on aurait lavé les matériaux aurifères provenant des fronts de taille situés en amont et transportés jusque-là par les vallons d'évacuation.

Il est vrai qu'en essayant de faire coïncider tous les détails de l'évocation de Pline avec l'actuel paysage de Las Médulas, on risque d'être induit en erreur, en particulier lorsque le Naturaliste évoque le travail de l'eau (N.H., 33, 76). D'une part en effet, il ne fait pas de distinction entre l'évacuation des morts-terrains et le lavage du matériau aurifère : l'une et l'autre opération s'effectuant avec l'aide de l'eau, il les confond en une même phase. D'autre part, écrit-il, les lavoirs d'or (*agogae*) sont situés en terrain plat, *in plano*. Certes, dans le paysage actuel de Las Médulas, le seul *planum* possible est le plateau du secteur III, où des mares s'allongent au fond des vallons. En fait, le *planum* de Pline devait plutôt désigner le faciès topographique que présentait une zone d'exploitation lorsqu'elle était débarrassée totalement de sa couverture stérile, buttes résiduelles comprises, et qu'elle était devenue plane, donc apte au lavage des couches aurifères désormais mises au jour.

Quoi qu'il en soit, d'une part, ces mares se sont formées dans les vallons juste avant l'endroit où ces derniers franchissent la bordure schisteuse du plateau occidental (= secteur III) : pour passer cet obstacle naturel, les goulots avaient été profondément

31. López García, 1980, p.110-128 ; López, 1992.

32. D'autres vallons du même genre et de sections transversales comparables débouchent aussi en divers points de la bordure ouest de la zone III, soit sur la nappe VI - vallons 39-40 (fig. 12), 48 formés par la confluence de 44, 45, 46, 47 et 48 ; 50-51 ; 52 - soit sur celle (VII) de La Balouta : 53, 54, 55 réunis en une seule gorge. Ils ont eu la même fonction que le groupe de vallons confluent 41-42-43, mais les fronts de taille dont ils ont évacué les stériles n'existent plus. Ces vallons d'évacuation sont donc antérieurs au seul réseau complet décrit ci-dessus (talwegs du grand cirque unis aux vallons 41-42-43), mais, comme ces derniers, ils sont postérieurs à la plupart des chantiers de la zone III, puisqu'ils en ont recoupé plusieurs (par exemple 145 tronqué par le vallon 46, 147 par 44, 134 par 45). Ils marquent donc un stade "intermédiaire" des travaux, lorsque l'exploitation, qui progressait de l'ouest vers l'est, se déroulait entre les chantiers ouest de la zone III et l'actuel grand cirque.

Un certain nombre de structures liées à ces vallons sont plus ou moins explicables : par exemple le tunnel III-64 (L. : 30 m environ), creusé dans la formation Orellán, qui met en communication le chantier 63 (occupé par une mare) et le vallon 48, était-il destiné à évacuer les déblais du premier ? Le tunnel III-128 (L. : 10/12 m ; l. : 6 m en sa partie médiane) qui perce une barre de schiste dans la gorge du Tw 2 devait-il faciliter le passage des déblais charriés par le vallon 43 dans la dite gorge ? Quel a pu être le rôle des bassins suspendus III-135 au-dessus du goulot d'évacuation des chantiers 66 ?

33. Sáenz Rídruejo, Vélez González, 1974, p.111-113 ; López García, 1980, p.131-132 ; López, 1992.

34. Domergue, 1970, p.260, en suggérait simplement la possibilité. Cette question est laissée en suspens dans Domergue, 1986, p.25, et dans Domergue, 1987, p.309.

creusés dans le schiste, mais avec le temps les vallons ont fini par se colmater en arrière des goulots, au point même que parfois leur pente s'est inversée (III-54 et 55). D'autre part, si l'hypothèse considérée était juste, il faudrait qu'au voisinage des vallons, il y ait une exceptionnelle concentration de pierriers. Or ce n'est pas le cas. Certes on pourrait arguer de la proximité de quelques amas importants, mais le relevé de la figure 6 montre bien que ces pierriers sont liés aux chantiers qui les ont générés directement – par exemple, deux chantiers juxtaposés (de type peigne ?) pour III-134 – et non aux vallons d'évacuation voisins. Par ailleurs, le pierrier 56 semble avoir été produit par des chantiers qui occupaient l'emplacement du pierrier 30. Enfin, vu ce que nous apprennent les méthodes en usage dans les installations artisanales actuelles de lavage des alluvions aurifères en Afrique ou dans les Andes, c'eût été une erreur majeure que de transporter par *ground sluice* le matériau aurifère aussi loin (en l'occurrence, 1 à 2 km) du lieu d'abattage pour le laver : on eût perdu trop d'or sur le trajet.

Le témoignage des nappes de déblais

Ainsi donc, si les matériaux alluviaux abattus dans le secteur I n'ont été lavés ni dans le cirque même ni dans les vallons du secteur II, cela signifie qu'ils ont été transportés directement sur la nappe de déblais VI (L. : 2 km ; l. : 1 km) (fig. 13) et qu'ils n'ont pas subi entre temps le moindre lavage. On en trouve la confirmation dans l'examen des nappes VI et VII³⁵. Les galets qu'on y voit épandus parmi sables, graviers et argiles, sont tout à fait semblables à ceux des pierriers des zones de lavage³⁶ : les galets de 15 à 30 cm de longueur sont la majorité, mais les exemplaires de plus gros format (plus de 30 et de 50 cm) sont aussi très abondants ; ils sont plus fréquents vers le haut des nappes (par exemple entre les emplacements VI-102 et 104, les galets supérieurs à 30 cm sont très nombreux, et plusieurs dépassent 60 cm), mais ils sont également présents un peu partout, vers le milieu et même vers le bas, où l'on en a remarqué d'énormes (plus de 60 cm) à 400 m au sud de la route d'Orense. Si les alluvions qui contenaient ces galets avaient été lavées, ceux-ci en eussent été retirés et entassés comme on le voit dans les secteurs II, III, IV et V, car leur présence eût gêné le lavage.

Les Romains ont donc évacué sans la laver l'énorme masse d'alluvions abattue par la *ruina montium* dans le cirque I. On ne saurait s'en étonner, vu la formation alluviale dans laquelle ce dernier est



Fig. 13

L'ensemble du site de Las Médulas : vue aérienne prise du nord-ouest (Mission Hispair 1980, Casa de Velázquez). Au premier plan, la route Ponferrada-Orense et la carrière qui exploite les déblais romains de la nappe VI ; cette dernière, couverte de cistes, de genêts et de petits chênes verts, est traversée par une ligne électrique à haute tension et par un réseau de chemins. Au second plan, le plateau du secteur III, puis, de gauche à droite, taillés dans l'alluvion rouge, le secteur V et le grand cirque I, piqueté de pyramides résiduelles.

taillé. Il s'agit essentiellement de la formation Las Médulas et du haut de la formation Santalla, pratiquement stériles. On comprend dans ces conditions que les Romains s'en soient débarrassés. Ils cherchaient à retrouver la base de la formation Santalla, qu'ils avaient exploitée dans les secteurs III, IV et V³⁷. Pour cela il fallait enlever aux moindres frais la puissante couverture stérile : quelque 80 à 90 m d'épaisseur dans le cirque I. La *ruina montium* a été conçue à cet effet, ainsi que l'utilisation de la force hydraulique. D'où les énormes réservoirs construits au-dessus des gisements, comme ceux qui couronnent le cirque I³⁸, ou ceux que l'on trouve au-dessus des petits cirques 24 et 25 du secteur II. Il est également

35. La nappe VIII, qui est formée par des matériaux provenant des chantiers de La Brea, du versant nord du grand cirque et du secteur V, a été fortement remaniée par les cultures. Elle n'est donc pas prise en considération ici.

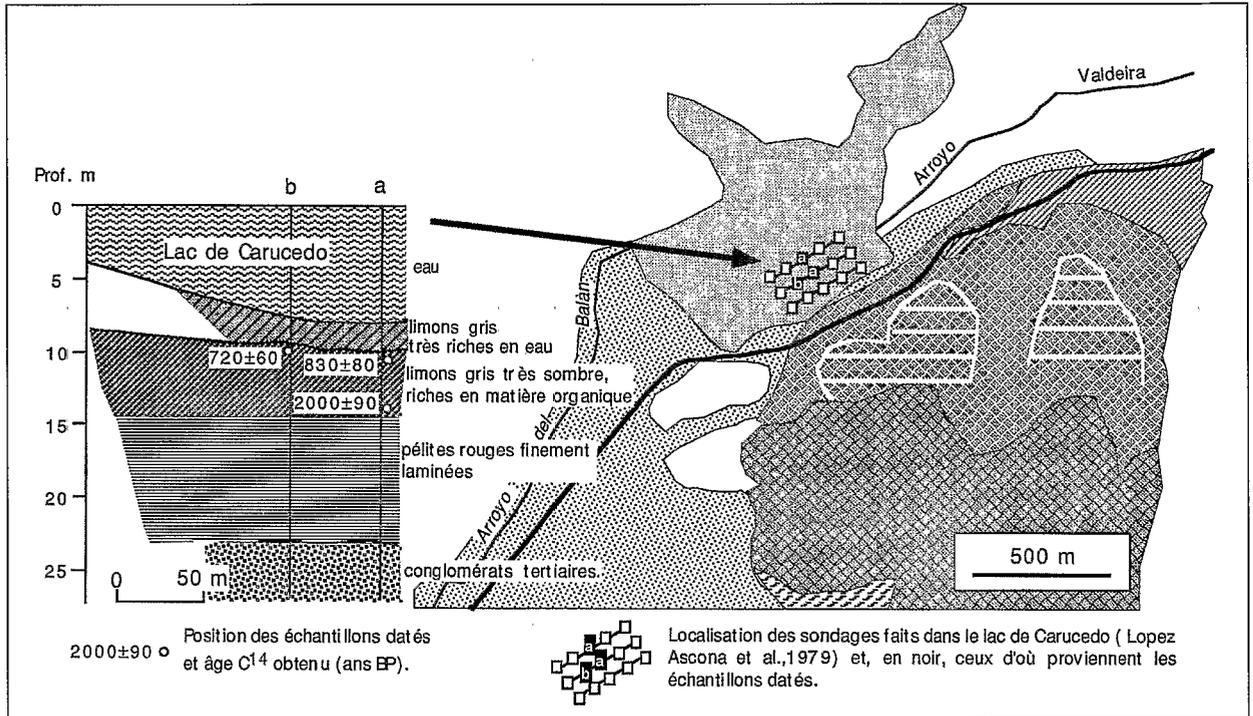
36. Ainsi qu'à ceux que l'on trouve dans le cirque I, qu'ils soient pris dans les bancs d'alluvion toujours en place (les buttes résiduelles par exemple) ou bien épars sur les pentes et dans le fond des talwegs, suite au travail de l'érosion.

37. Dans les secteurs IV et V, ont été aussi exploitées, près de Carucedo, quelques terrasses quaternaires (cf. supra, p. 96 et fig. 2).

38. Donnons quelques mesures : bassin I-3 (L. : 193 m ; l. haut : 47/31 m ; l. fond : 30/23 m ; prof. 4/5 m ; contenance : quelque 30 000 m³), bassin I-10 (L. : 158 m ; l. haut : 33/27 m ; l. fond : 19/14 m ; prof. 2 m ; contenance : au moins 20 000 m³).

Fig. 14

Le Lac de Carucedo : environnement géologique et stratigraphie du remplissage sédimentaire. Pour la géologie, la légende est la même que pour la figure 2.



vraisemblable que le large et profond fossé I-8³⁹ qui fait le tour de la cote 951 a été utilisé pour stocker l'eau, et cela avant le point où il se transforme en longs réservoirs (136 et 137) à l'approche du cirque. Sur son tracé en effet, sa section se rétrécit à plusieurs reprises et des digues (marquées aujourd'hui par des dénivellations hautes de 2 à 3 m) paraissent en avoir barré le fond : autant de signes qui doivent indiquer que le fossé était aménagé en une suite de bassins. De plus, s'il s'était agi d'un simple aqueduc, il n'aurait été ni aussi large, ni aussi profond. Le même raisonnement vaut pour les fossés 89 et 96, à l'est du secteur V. Ce sont donc d'énormes volumes d'eau qui étaient stockés en haut des falaises ; la force qu'ils représentaient était considérable. Plinie décrit le spectacle de cette eau qui jaillit des réservoirs : un véritable torrent dont la force est telle qu'il fait rouler les quartiers de roc⁴⁰. Ce qui a été dit plus haut de la nappe VI traduit bien ce que veut dire Plinie. On a pu s'étonner naguère d'y trouver des blocs aussi volumineux transportés aussi loin de leur lieu d'origine (2 ou 3 km) par des courants d'eau⁴¹. C'est assurément à tort, car, dans des cas où cette technique de la chasse d'eau (le *husching* des Anglais) a été utilisée à l'époque moderne, on a pu voir des rocs de plusieurs tonnes transportés sur des centaines de mètres⁴².

Toutes ces constatations sont convergentes et amènent à considérer que cette nappe de déblais provient bien de l'exploitation des alluvions situées

en amont, et spécialement de l'évacuation des stériles qui recouvraient les niveaux aurifères du cirque I. Aujourd'hui la datation de la formation du lac de Carucedo en apporte la preuve mesurée scientifiquement.

Le lac de Carucedo

Le lac de Carucedo (fig. 2 et 6) est situé en arrière de l'extrémité terminale de la grande nappe de déblais VI. Sa superficie dépasse de peu un demi-km²⁴³. La nappe et le lac ont fasciné les habitants de la région et intrigué les chercheurs. Les nombreuses légendes que l'on raconte, et qui remontent peut-être à l'époque romaine, les associent toujours à la mine de Las Médulas. En revanche, les scientifiques ne sont pas unanimes dans leurs explications. Ils ont fait du lac soit un lac de barrage fermé à l'aval par un cône de déjection associé à la dernière phase glaciaire⁴⁴, soit un lac d'origine tectonique⁴⁵.

39. Largeur : 20 à 50 m en haut, 5 à 20 m au fond ; prof. 10 à 20 m, mais parfois 3 à 5 m.

40. *...errumpat torrens tanta vi ut saxa prouluat...* (N. H., 33, 75).

41. Domergue, 1987, p.307.

42. Cité par Lewis, Jones, 1972, p.184. A Las Médulas, la gorge profonde de 15 m creusée à la racine de la nappe de déblais VI par le passage des derniers "torrents" d'évacuation est une autre illustration de la puissance de ces courants.

43. Arévalo, 1923.

44. Hernández Sampelayo, 1943 ; Hernández Sampelayo, 1951 ; Birot, Solé Sabarís, 1954 ; Sluiter, Pannekoek, 1964 ; Santos *et al.*, 1979.

45. Dantín Cereceda, 1940 ; Alvarado, 1980.

Une campagne de sondages et d'échantillonnage ⁴⁶ a montré que les sédiments lacustres reposent sur les dépôts tertiaires et a permis d'établir une stratigraphie détaillée ⁴⁷. Les données recueillies dans ces sondages ainsi que la datation radiométrique des sédiments déposés au fond du lac ont permis une réinterprétation de sa formation ⁴⁸.

La série sédimentaire lacustre (fig. 14) débute par une couche de limons et argiles finement laminés, qui peut atteindre 9 m d'épaisseur. Cette structure traduit un caractère cyclique dans la sédimentation. Au-dessus, s'est déposée une couche, épaisse d'environ 3 m, de limons gris très sombres, riches en matière organique. Un échantillon provenant de la base de cette couche a fourni un âge C 14 de 2000 +/- 90 ans BP, et deux échantillons provenant du toit de cette couche ont été datés de 720 +/- 60 et 830 +/- 80 ans BP. Les pollens provenant de cette couche sont des pollens d'Ericacées et d'Herbacées non ligneuses pour 20 à 25 %, et 11 % des pollens de plantes indicatrices de milieu cultivé (céréales, châtaignier, noyer) ⁴⁹. Le sommet de la séquence est formé par une couche d'environ 4 m d'épaisseur, constituée par des limons gris à très forte teneur en eau et riches en matière organique.

Les sédiments déposés dans le lac de Carucedo se sont donc mis en place à l'époque historique. Par similitude de faciès avec des dépôts observés dans la vallée du Duerna (province de León), où ils sont en relation directe avec des structures d'extraction minière, on peut interpréter les limons et argiles finement laminés de la base de la série comme des boues provenant du lavage des alluvions aurifères ; chaque lit (sableux à la base, argileux au sommet) correspond à un lâcher d'eau pour laver les alluvions aurifères ⁵⁰. L'âge de l'échantillon provenant de la base des sédiments organiques reposant sur les boues issues du lavage des alluvions (fig. 14) suggère qu'en ce point, l'arrivée de déblais aurait cessé au début de notre ère, mais il faut tenir compte du fait que la méthode utilisée n'a pas la même résolution chronologique que les méthodes archéologiques.

L'ensemble des données disponibles (relations géométriques entre les différents ensembles sédimentaires, données radiochronologiques, données palynologiques) permet de dire que le lac de Carucedo s'est formé au début de notre ère et que sa genèse est directement liée à l'activité minière qui se développait à Las Médulas. Il s'est formé consécutivement au barrage d'une vallée fluviale

par la grande nappe de déblais VI, venue de Las Médulas (et, en dernier lieu, du grand cirque I), ce qui montre combien l'activité minière bouleversa le paysage du Bierzo, il y a déjà deux mille ans.

Ruina montium et chasse d'eau

Dans le cirque I de Las Médulas, il apparaît donc bien que l'épaisse couverture alluviale stérile (formation Las Médulas et haut de la formation Santalla) a été abattue puis évacuée au loin par les moyens les plus économiques : la *ruina montium* suivie de la chasse d'eau. C'était déjà l'avis de certains ⁵¹, et en réalité les réserves qu'on avait pu faire là-dessus ⁵² n'ont pas de raison d'être. Mais les Romains ont-ils trouvé et exploité l'or dans les niveaux sous-jacents ?

Même si aujourd'hui, le fond du cirque est généralement recouvert d'alluvion remaniée (provenant d'éboulements de la formation Las Médulas ?), ils ont sans aucun doute atteint les bancs aurifères de la formation Santalla, comme en témoigne l'échantillonnage effectué à la base de la falaise et/ou des aiguilles résiduelles (fig. 3) ⁵³. Mais il est peu probable que l'exploitation ait suivi, car, comme nous l'avons vu, il n'y a dans le cirque aucun chantier de lavage ; de plus, les buttes résiduelles (constituées essentiellement par la formation Las Médulas) n'ont pas été abattues pour faire place nette. Que s'est-il passé ? Quelque événement extérieur est-il survenu, qui a provoqué la fin des travaux ? Ou peut-être, déçus par la faiblesse des teneurs, les mineurs ont-ils, d'eux-mêmes, arrêté l'exploitation ? Plinius dit de ces chercheurs d'or du nord-ouest de l'Hispanie qu'au moment de creuser la montagne, ils ne savent pas s'il y a de l'or ⁵⁴ : si l'on prend pour

46. López de Ascona *et al.*, 1979.

47. Santos *et al.*, 1979.

48. Hérail, 1984.

49. L'étude de ces pollens est due à Guy Jalut, du Laboratoire de Botanique de l'Université Paul-Sabatier, de Toulouse.

50. C'est là un dépôt tout à fait différent de ce que l'on peut voir à la surface de la nappe VI. La structure des déblais permet en effet de distinguer ceux qui proviennent d'alluvions traitées de ceux qui résultent d'un simple déplacement d'alluvions : on retrouve en effet dans ces derniers (nappes VI et VII) toutes les fractions des alluvions originelles. En revanche, on remarquera que la nappe de déblais VIII a une structure tout à fait différente : ainsi elle a pu être cultivée, ce qui confirme qu'il s'agit principalement de fines résultant du lavage et non d'alluvions déplacées par chasse d'eau.

51. Lewis, Jones, 1970, p.178.

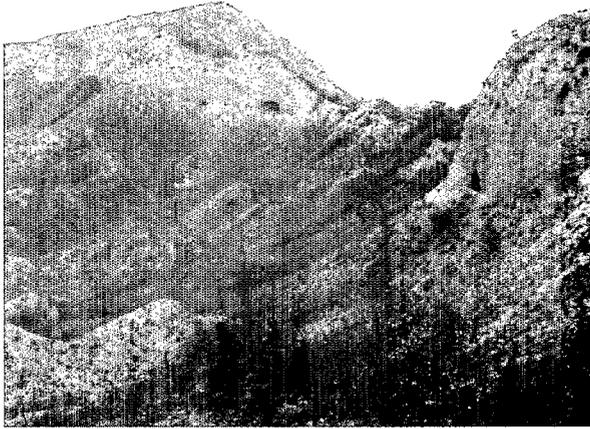
52. Domergue, 1974, p.513 ; Domergue, Hérail, 1978, p.276.

53. Ils ont même atteint, au moins en un point proche de la base de la falaise orientale, la formation Orellán, ainsi que le substratum de schiste, visible à quelques centaines de mètres de là, près de la source indiquée sur la figure 6. Par ailleurs, les puits modernes qui ont été creusés dans le cirque pour l'arrosage des cultures montrent que l'eau n'est pas à plus de 2 m de profondeur.

54.*nec sciere aurum esse, cum foderent...* (N.H., 33, 73).

Fig. 15

Secteur II de Las Médulas : le cirque 25 vu de l'est. Au pied de la falaise, à droite, la galerie I42, et, en face, les entrées I44 et 28.



exemple le cirque de Las Médulas, il n'est pas impossible que cette incertitude se soit fréquemment transformée en déception.

En tout cas, ce cirque n'est ni un paysage naturel⁵⁵ ni un lavoir d'or, c'est le résultat de la *ruina montium* et de l'usage de la chasse d'eau. Dans le paysage de Las Médulas, il est l'illustration de la phase préliminaire de l'exploitation d'un gisement couvert de morts-terrains, la phase qui réclamait le plus d'infrastructure, de travaux et de temps, avant que ne commence l'exploitation proprement dite (à savoir le lavage) des couches aurifères sous-jacentes. Tout se passe comme si les mineurs romains avaient considéré ce gisement comme un gigantesque placer de type classique, où, en raison

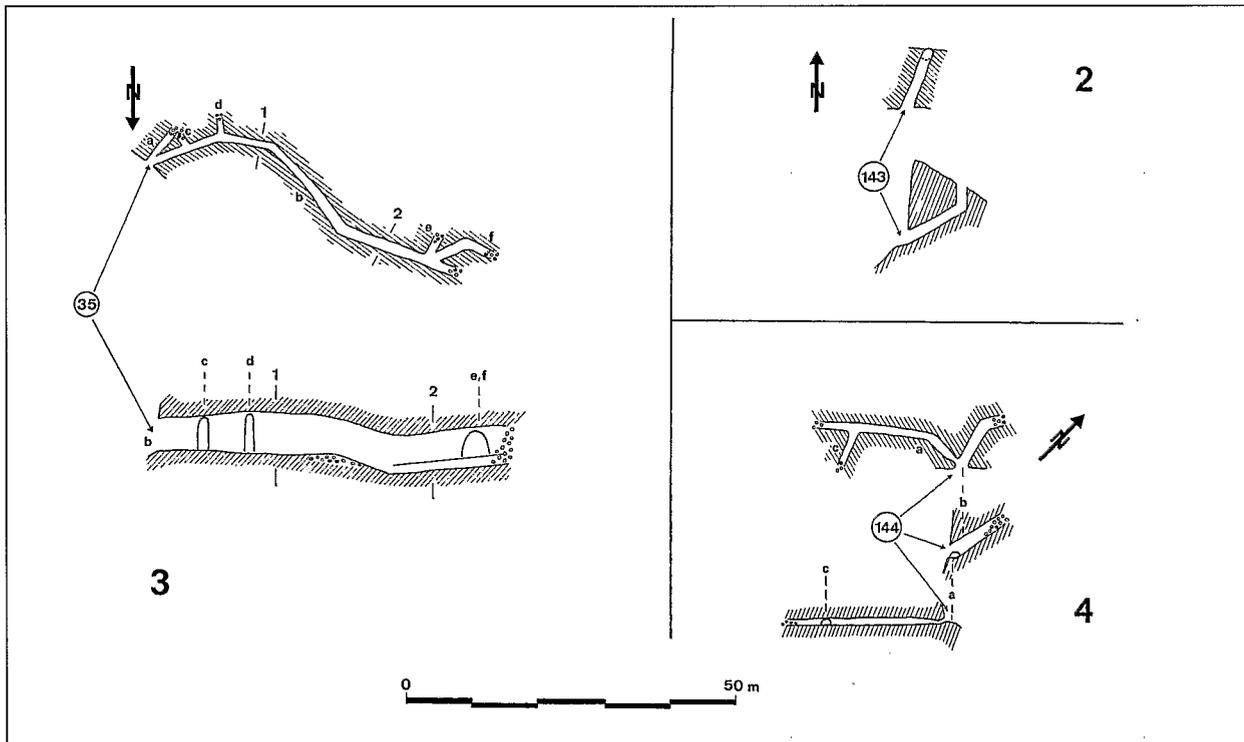
de leur plus grande densité, les paillettes d'or ont tendance à migrer vers le bas et à se concentrer au *bed-rock*.

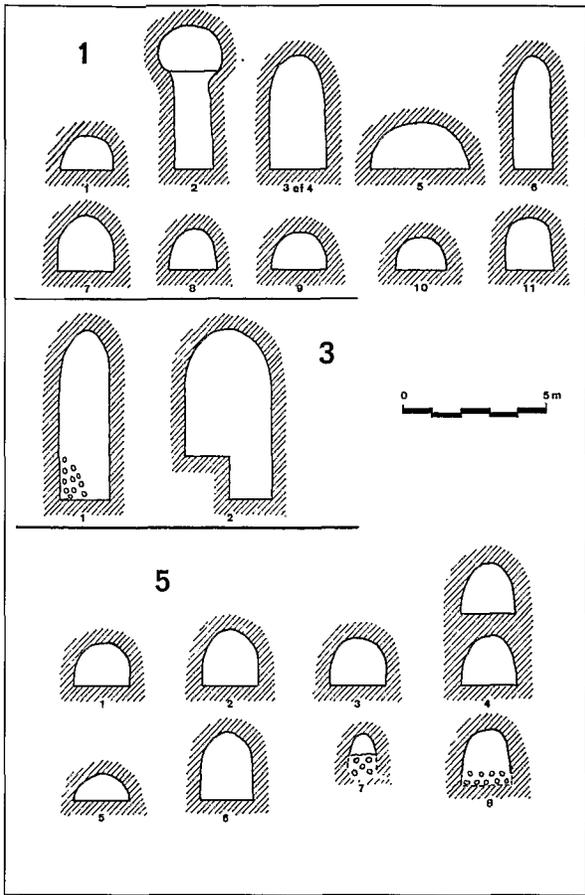
La géologie des placers et sa perception par les mineurs romains à Las Médulas

Un autre indice pourrait le confirmer. Il concerne les réseaux de boyaux souterrains. Ceux-ci paraissent avoir rempli plusieurs fonctions. La première est directement liée à la *ruina montium*. Elle apparaît clairement dans les galeries qui, dans la falaise nord du grand cirque (secteur I), sont rattachées à des puits verticaux ou obliques qui traversent la masse alluviale (fig. 9, 10 et 11) : ceux-ci, lorsqu'ils ne sont pas effondrés (comme les deux qui sont devenus de simples entonnoirs sur le tracé du canal I-13), communiquent avec la surface. L'eau amenée par un aqueduc devait s'y engouffrer et faire éclater la masse. Quant au réseau d'Orellán I-5, déjà mentionné, il a dû servir d'abord au passage d'une branche de l'aqueduc 8, pour alimenter directement des chantiers (situés au nord ?) sans faire le tour de la cote 951, avant d'être utilisé plus directement dans la *ruina montium*.

Fig. 16

Secteur II de Las Médulas : relevé des réseaux 2, 3 et 4 (plans et coupes longitudinales). Les numéros entourés d'un cercle renvoient à ceux de la figure 6 (entrées de galeries) ; les autres chiffres aux sections de la figure 17.





surcreusée (fig. 17), ne répond pas à la deuxième fonction : le transport de l'eau. Il est vrai cependant qu'on peut y voir aussi une technique de creusement destinée à augmenter la hauteur de la galerie, qui sur le reste du tracé, est normalement de quelques 6 m. Le doute ne semble pas permis dans la galerie *a* du réseau 5 (II-28-27), qui unit les cirques 25 et 24 (fig. 18) : près de l'entrée 28, les traces du passage de l'eau paraissent manifestes, et plus nettement encore entre ce point et la galerie *b*, où elles sont apparentes sur toute la hauteur (1,70 m) de la paroi ; en particulier au coude qu'elle fait après la coupe 3, la moitié inférieure de la paroi, taillée ici dans une épaisse couche de limon, a été sapée par le courant.

Fig. 17
Sections transversales de galeries dans les réseaux souterrains 1, 3 et 5 du cirque 25 (secteur II). Les numéros renvoient aux emplacements indiqués sur les relevés des figures 16, 18 et 19.

Arrêtons-nous un instant sur ce réseau 5 et sur celui qui s'enfonce dans la falaise au point 142 (réseau 1, fig. 19). Ce sont les plus développés du secteur. On peut en suivre les galeries les plus longues respectivement sur quelque 260 (5-*a*) et 175 m (1-*a*). Elles courent à quelque distance en arrière de la falaise (fig. 20), et d'autres s'en détachent, perpendiculaires ou obliques, dont les unes sont bouchées par des éboulis, tandis que plusieurs autres s'achèvent par un front de taille vertical parfaitement taillé, après une vingtaine de mètres de

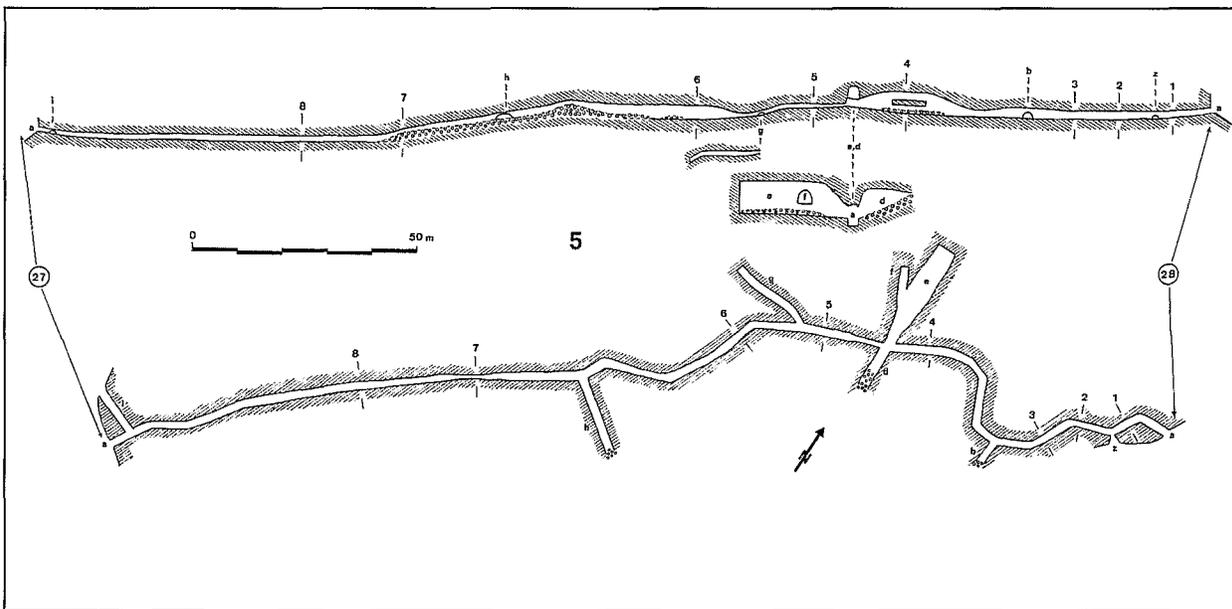


Fig. 18
Relevé du réseau 5 (plan et coupe longitudinale), entre les cirques 24 et 25 du secteur II. Les numéros entourés d'un cercle renvoient à ceux de la figure 6 (entrées de galeries) et les autres chiffres aux sections de la figure 17.

On retrouve ces deux fonctions dans les travaux souterrains du secteur II. Ainsi, dans le cirque central 25 (fig. 15 et 16), les puits obliques de II-143 et 144 ont servi à la *ruina montium* ; les tronçons de galeries de Tres Cuernos (II-35) sans doute aussi, mais on peut se demander si la section particulière qu'affecte la galerie dans sa partie ouest, où elle est

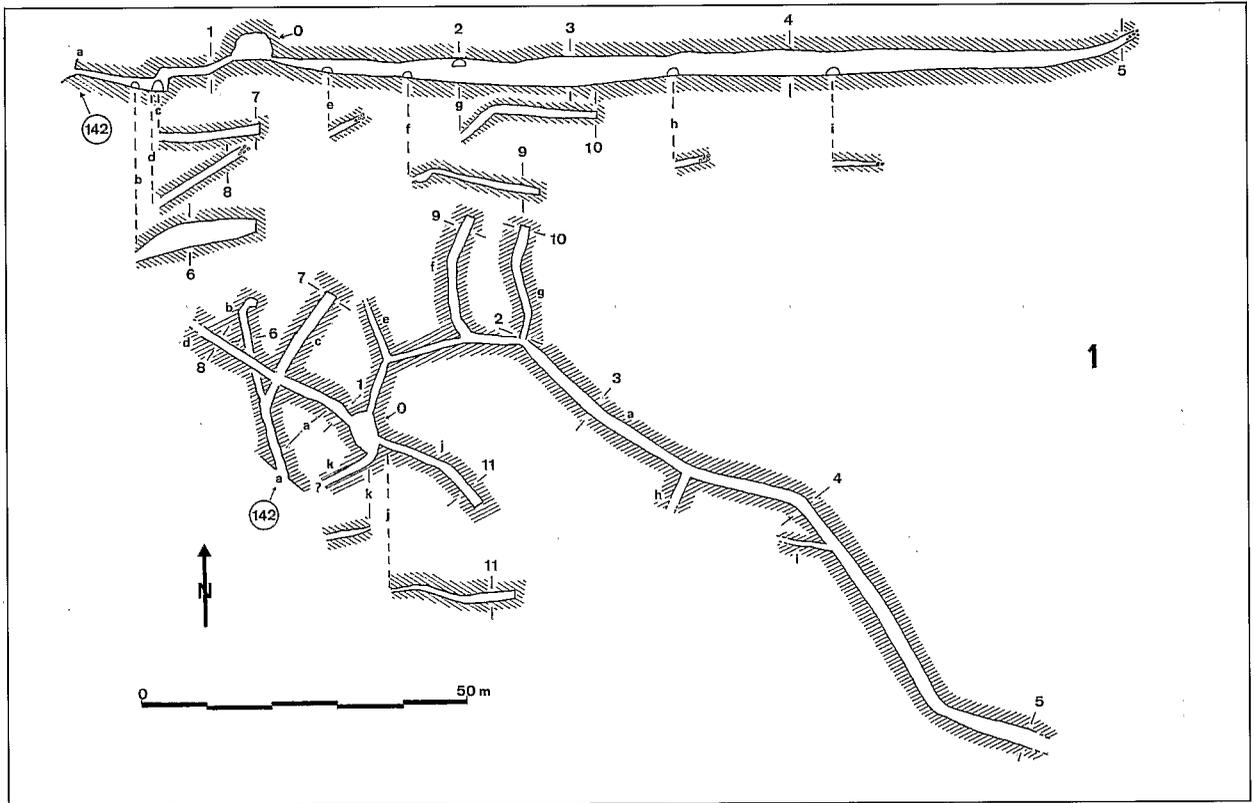
55. *Contra*, Lewis, Jones, 1970, p.178.

56. On peut interpréter en revanche le brusque changement de format de galerie entre les points 4 et 5 du réseau 5 (fig. 23), immédiatement après l'embranchement des galeries *d* et *e*, comme marquant la rencontre de deux tronçons, l'un venant de l'est (entrée par 28), l'autre de l'ouest (entrée par 27).

57. Lorsqu'on voit, dans le réseau 5, entre les points 6 et 7 par exemple, le monceau de déblais qui jonche le sol de la galerie, on peut se demander si ce n'est pas là le résultat d'un abattage de ce type. Il en va de même pour

Fig. 19

Relevé du réseau I (plan et coupe longitudinale), dans le secteur II. Le numéro entouré d'un cercle renvoie à celui de la figure 6 (entrée de galerie), les autres chiffres aux sections de la figure 17.



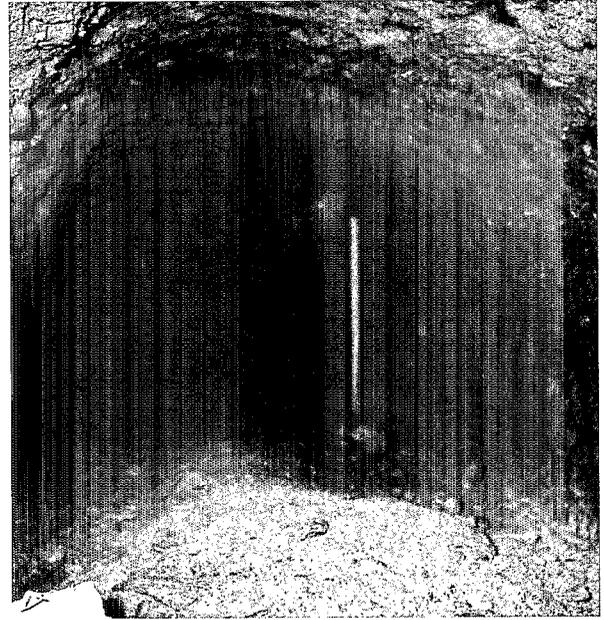
20 | 21

Fig. 20

Secteur II, entre les cirques 24 et 25 : la galerie a (réseau 5) entre le point 7 et la sortie 27.

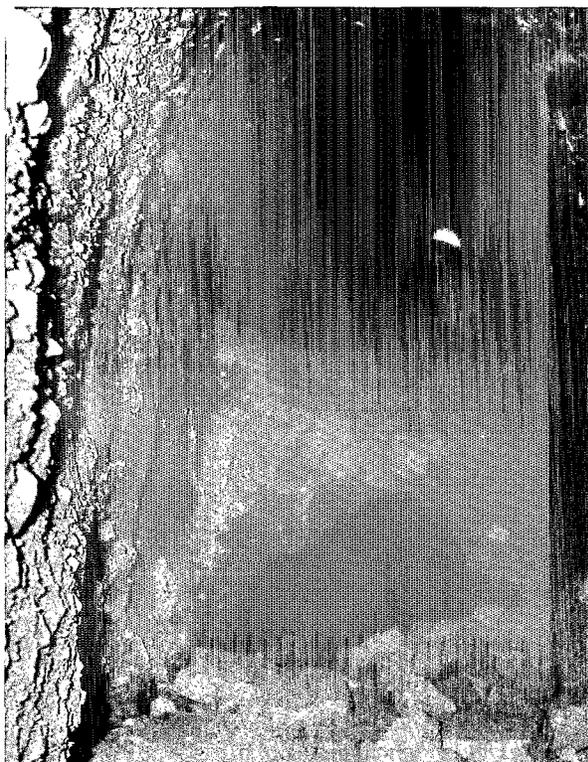
**Fig. 21**

Secteur II, entre les cirques 24 et 25 : fond de la galerie f. Noter la paroi terminale, soigneusement taillée (cf. les traces verticales des coups de pioches, en sombre).



parcours, et parfois moins (fig. 21). Le réseau 5 présente une particularité ; au point 4 en effet, sur environ 10 m de longueur, la galerie est à deux étages (fig. 17 et 22) ; le profil longitudinal montre qu'il ne s'agit pas d'un mauvais raccordement de deux galeries avançant à la rencontre l'une de l'autre ⁵⁶ ; plus vraisemblablement, on a cherché à augmenter la hauteur du plafond de la galerie, et il

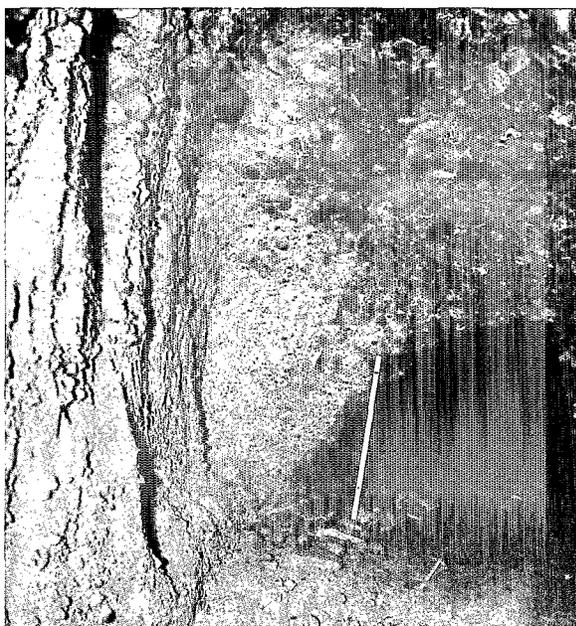
pourrait s'agir d'une technique destinée à créer de grandes entailles souterraines verticales propres à faciliter l'effondrement de la masse alluviale par tranches successives ⁵⁷. Il est donc probable que tous ces travaux préparaient une nouvelle phase de *ruina montium*.



22 | 23

Fig. 22

Secteur II, entre les cirques 24 et 25 : le tronçon à deux niveaux (point 4) de la galerie a (réseau 5).

**Fig. 23**

Secteur II, entre les cirques 24 et 25 : changement de section de la galerie a (réseau 5) à l'ouest du carrefour des galeries d et e.

Mais on remarquera que ces réseaux sont pratiquement horizontaux, et que, circulant à la base de la falaise, ils sont aussi tout proches du socle. Le schiste en effet affleure en plusieurs points de ces cirques, près des goulots d'évacuation certes, mais aussi plus haut, par exemple dans l'angle nord-est de 25, non loin du pied de la falaise. On peut donc se demander si ces réseaux, proches du bed-rock, n'étaient pas aussi des réseaux de prospection, destinés à tester la base du gisement ; les galeries adjacentes intentionnellement arrêtées (cf. les fronts de taille terminaux) seraient des galeries de reconnaissance et le fait qu'elles n'aient pas été poursuivies⁵⁸ indiquerait qu'en ces points les informations obtenues (positives ou non) sur les teneurs en or avaient été considérées comme suffisantes. Isolé, cet indice n'aurait guère de force, mais joint à ce que l'on a observé dans le grand cirque, il ne paraît pas négligeable.

Le site de Las Médulas est assez complexe pour qu'on doive y revenir sans cesse, comme à la source. Son étude est en effet à l'origine de bon nombre de nos connaissances sur les techniques mises en œuvre par les Romains dans l'exploitation des gîtes alluviaux aurifères. Le retour que nous venons d'y faire ajoute, croyons-

nous, à cette moisson. Notre étude a reposé sur l'analyse des observations qu'une prospection détaillée du site avait permis de réunir dans trois domaines : les types de terrain (alluvions et substratum), les formes du paysage et les manifestations de l'activité humaine. Le premier résultat a été l'établissement d'un relevé plus précis que naguère (fig. 6). D'emblée, sa lecture a conduit à poser une question : pourquoi le secteur I ne contenait-il pas de taches noires (les pierriers) à l'instar des autres secteurs (II, III, IV et V) d'exploitation du site ?

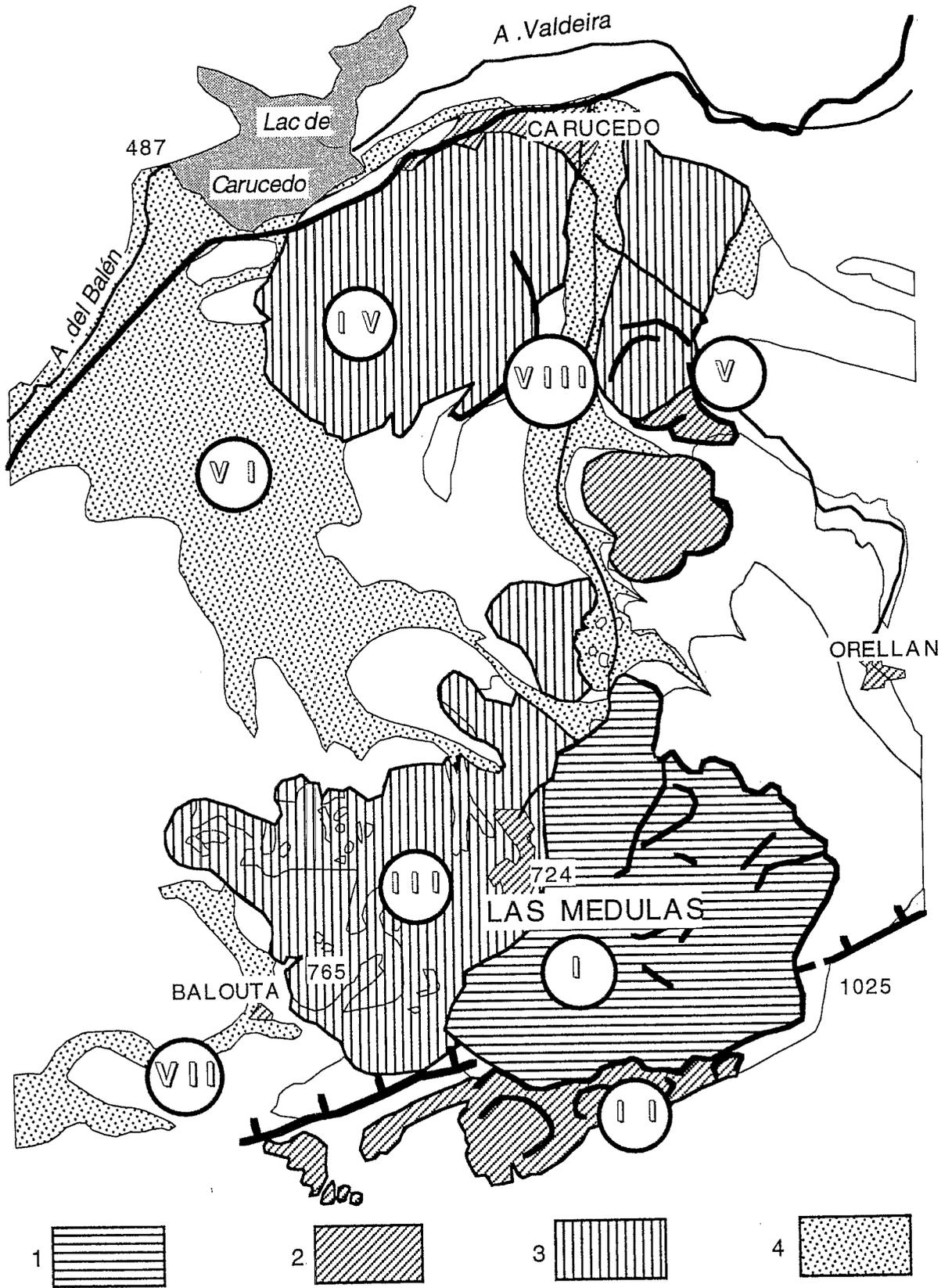
En comparant ces deux ensembles selon les trois points de vue énoncés plus haut, en affinant leur opposition tout en définissant la spécificité de chacun des secteurs du deuxième, nous sommes parvenus à la conclusion que la diversité des paysages de Las Médulas s'explique par les différentes phases ou types d'exploitation qu'ils illustrent (fig. 24) : dans le cirque I, c'est le foudroyage (*ruina montium*) de la couverture alluviale stérile et l'évacuation des débris par chasse d'eau ; dans les secteurs II, III, IV et V, c'est, à l'aide de *ground sluices* (les *agogae* de Pline), le lavage de l'alluvion aurifère, parfois précédé – secteur II et sans doute sud de V – du foudroyage des morts-terrains de couverture ; les

les galeries hautes de plafond (plus de 6 m), par exemple, dans le réseau 1, les galeries a (entre les coupes 2 et 4) et b, ou, dans le réseau 5, les recoupes d et e.

58. On peut aussi les interpréter simplement dans l'optique de la *ruina montium* (cf. ci-dessus) et considérer qu'elles préparaient le découpage du gisement en panneaux de façon à faciliter le foudroyage de la masse.

Fig. 24

Les grandes zones de Las Médulas, caractérisées par divers stades d'exploitation ; 1 - zone de foudroyage (*ruina montium*) et d'utilisation de chasses d'eau ; 2 - zones de lavage, précédé d'opérations de foudroyage et d'utilisation de chasses d'eau ; 3 - zone de lavage, sans trace de foudroyage ni de chasse d'eau ; 4 - zones d'accumulation de déblais.



secteurs VI, VII et VIII sont des zones d'accumulation de déblais, qui proviennent du lavage de l'alluvion aurifère et (surtout sur les nappes VI et VII) de l'évacuation directe des couvertures stériles. On obtient ainsi un schéma de "zonage" de Las Médulas, qui caractérise et, croyons-nous, éclaire la spécificité de chaque ensemble (fig. 24).

En 1987, nous nous posions des questions sur le lavage des alluvions dans le cirque I, sur le rôle de l'eau, sur la possible fonction annexe (étaient-ils aussi des *agogae* ?) des grands vallons qui traversent le secteur III, sur la présence d'énormes galets sur la nappe VI⁵⁹. Aujourd'hui ces questions ont trouvé, semble-t-il, leur réponse. Il reste maintenant aux géologues à revoir (sans doute à la baisse) le problème de la masse d'or obtenue par les Romains à Las Médulas, et aux archéologues à préciser davantage les étapes de l'exploitation : les fouilles en cours dans le cadre du programme Médulas⁶⁰ devraient y pourvoir efficacement.

Bibliographie

Alvarado, 1980 : Alvarado M., Introducción a la geología de España, *Bol. Geol. y Min.*, 91, 1980, p.1-65.

Arévalo, 1923 : Arévalo C., El lago de Carucedo, *Mem. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 11, 1923, p.305-350.

Biro, Solé Sabarís, 1954 : Biro P., Solé Sabarís L., Recherches morphologiques dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique, *Mém. et Doc. du CNRS*, Paris, 4, 1954, p.9-61.

Castroviejo, 1994 : Castroviejo R., Precious metals geology and exploration in Spain : progress and questions, *Chronique de la recherche minière*, 516, 1994, p.3-24.

Dantín Cereceda, 1940 : Dantín Cereceda J., La aridez y el endorreísmo en España, *Estudios geograficos*, 1, 1940, p.75-118.

Domergue, 1970 : Domergue C., Introduction à l'étude des mines d'or du nord-ouest de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité, *Legio VII Gemina*, León, 1970, p.253-286.

Domergue, 1971 : Domergue C., La mise en valeur des gisements d'alluvions aurifères du nord-ouest de l'Espagne dans l'Antiquité : une technique d'exploitation romaine, *XII Congreso Nacional de Arqueología (Jaén 1971)*, Saragosse, 1972, p.563-576.

Domergue, 1974 : Domergue C., A propos de Pline, *Naturalis Historia*, 33, 66-78, et pour illustrer sa description des mines d'or romaines d'Espagne, *A.E.Arq.*, 45-47, 1972-1974 (= *Hommage à H. Schlunk*), p.501-528.

Domergue, 1987 : Domergue C., *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Publications de la Casa de Velázquez, série Archéologie, 8, Paris, 1987, p.297-310 (avec bibliographie arrêtée en 1979).

Domergue, 1990 : Domergue C., *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*, Bibliothèque de l'Ecole française de Rome, 127, Rome, 1990, XX-625 p.

Domergue, Hérail, 1977 : Domergue C., Hérail G., Une méthode pour l'étude des mines antiques en alluvion : l'exemple des mines d'or romaines de la Valduerna (León, Espagne), *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 13, 1977, p.9-30.

Domergue, Hérail, 1978 : Domergue C., Hérail G., *Mines d'or romaines d'Espagne. Le district de la Valduerna (Province de León). Etude géomorphologique et archéologique*, Publications de l'Université de Toulouse-Le Mirail, B, 4, Toulouse, 1978, 305 p., 35 fig., 45 ill. photographiques, pochette hors texte.

Fernández Posse et al., 1993 : Fernández Posse M.D., Montero I., Sánchez Palencia F.J., Rovira S., Espacio y metalurgia en la cultura castreña : la zona arqueológica de Las Médulas, *Trabajos de Prehistoria*, 50, 1993, p.197-220.

Hérail, 1984 : Hérail G., *Géomorphologie et gîtologie de l'or détritique. Piémonts et bassins intramontagneux du nord-ouest de l'Espagne*, CNRS, Paris, 1984.

59. Domergue, 1987, p.306-309.

60. Sánchez Palencia et al., 1990 ; Fernández Posse et al., 1993.

Hernández Sampelayo, 1943 : Hernández Sampelayo P. et A., Acerca de la morfología de los ríos de la Cordillera Cantábrica hacia el Atlántico. El Bierzo, *Estudios Geográficos*, 13, 1943, p.695-726.

Hernández Sampelayo, 1951 : Hernández Sampelayo P. et A., Explicación de la hoja del mapa geológico nacional a escala 1 : 50 000, n° 158 (Ponferrada), 1951, 67 p.

Lewis, Jones, 1970 : Lewis P.R., Jones G.D.B., Roman Gold-Mining in North-West Spain, *J.R.S.*, 60, 1970, p.169-185.

López García, 1980 : López García D.G., *Las Médulas. Tecnología e historia de la mayor explotación aurífera romana*, Ed. Nebrija, León, 1980, 159 p.

López, 1992 : López D.G., *Las Médulas*, Edilesa, León, 1992 (sans pagination) (nouvelle édition, remarquablement illustrée, de l'ouvrage précédent).

López de Ascona et al., 1919 : López de Ascona M.C., Mingaro Martín F., Ordóñez Delgado S., Santos García J.A., García del Cura M.A., *Los sedimentos del Lago Carucedo : un recurso potencial en la provincia de León*, 1919, 122 p., inéd.

Pérez Estaun, 1978 : Pérez Estaun A., *Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-leonesa*, Memoria I.G.M.E., 92, 1978, 149 p.+ planches et une carte hors texte.

Pérez García, 1992 : Pérez García L.C., Las Médulas de Carucedo (León) : contribución a su conocimiento geológico, *III Congreso Español, VIII Latinoamericano*, Salamanca, 3, 1992, p.273-279.

Pérez García, Sánchez Palencia Ramos 1985 : Pérez García L.C., Sánchez Palencia Ramos F.J., Yacimientos auríferos ibéricos en la antigüedad, *Investigación y Ciencia*, 1985, p.64-75.

Pérez García, Sánchez Palencia Ramos 1992 : Pérez García L.C., Sánchez Palencia Ramos F.J., Los yacimientos de oro de Las Médulas de Carucedo (León), *Recursos minerales de España*, dans García Guinea J. et Martínez Frías J. éd., CSIC, Madrid, 1992, p.861-873.

Sáenz Ridruejo, Vélez González, 1974 : Sáenz Ridruejo C., Vélez González J., *Contribución al estudio de la minería primitiva del oro en el Noroeste de España*, Madrid, 1974, 190 p.

Sánchez Palencia Ramos, 1979 : Sánchez Palencia Ramos F.J., Römischer Goldbergbau im Nordwesten Spaniens, *Der Anschnitt*, 31, 1979, p.37-61.

Sánchez Palencia Ramos et al., 1990 : Sánchez Palencia F.J., Fernández Posse M.D., Fernández Manzano J., Alvarez Y., López L., La zona arqueológica de Las Médulas, *A.E.Arq.*, 1990, p.249-264.

Santos et al., 1979 : Santos J.A., Mingaro F., Ordóñez S., Sedimentología del lago de Carucedo (Ponferrada, León), *Estudios Geológicos*, V, 35, p.305-310.

Sluiter, Pannekoek, 1964 : Sluiter W.J., Pannekoek A.J., El Bierzo. Etude sédimentologique et géomorphologique d'un bassin intramontagneux dans le Nord-Ouest de l'Espagne, *Leidse Geol. Med.*, 30, 1964, p.141-181.