

Les techniques artisanales d'exploitation des gîtes alluviaux : analogies dans le temps et dans l'espace

Claude DOMERGUE (1), François FONTAN (2), Gérard HÉRAIL (3)

Techniques for small-scale exploitation of alluvial deposits : similarities through time and space

Mots-clés : Technologie, Exploitation, Or substance, Placer alluvionnaire, Historique.

Résumé

Les techniques artisanales d'exploitation des gisements alluviaux sont connues depuis la plus haute antiquité. Cette étude montre que, par comparaison avec l'exploitation de l'or dans le nord-ouest de l'Espagne à l'époque romaine, les techniques actuellement en usage aussi bien en Amérique du Sud (Bolivie, Pérou) qu'en Afrique centrale (Rwanda) sont sensiblement les mêmes qu'autrefois, sans que pour autant il ait pu y avoir d'influence des plus anciennes sur les plus récentes.

A partir de recherches récentes, dont les objectifs étaient différents (archéologie minière, géomorphologie et gîtologie), on a pu observer que, s'agissant de gisements alluviaux ayant une géométrie comparable et en l'absence de moyens industriels lourds, la mise en valeur a été assurée par des technologies semblables, malgré l'éloignement dans le temps et dans l'espace.

Dans de tels gisements, la minéralisation est représentée par des minéraux lourds noyés dans le sédiment ou l'altérite ; ils sont séparés de leur gangue et des minéraux plus légers par élutriation. Le principe est toujours le même mais les modalités d'application varient en fonction de la configuration du gisement.

Abstract

Techniques for small-scale exploitation of alluvial deposits have been known since antiquity. This study shows that the techniques used at the present time in South America (Bolivia, Peru) and in Central Africa (Rwanda) are very similar to those used for alluvial gold exploitation in North-West Spain in Roman times. However the most ancient techniques could not have had any influence on the most recent ones.

Nous avons retenu trois exemples : l'exploitation des « mines » d'or romaines du nord-ouest de l'Espagne, celle des gisements aurifères des Andes au Pérou et en Bolivie, enfin celle des minéraux à métaux lourds (Sn, Nb, Ta) du Rwanda.

1. Les mines d'or romaines à ciel ouvert de la péninsule ibérique

1.1. Caractéristiques générales des gisements exploités

Dans le nord-ouest de l'Espagne (fig. 1) les exploitations romaines d'or alluvial sont particulièrement développées au pied des Cantabriques (Vallée du río Omañas), sur le piémont oriental des Monts de León et au pied du Teleno (río Duerna au nord, río Eria au sud), enfin dans le bassin du Bierzo (Las Médulas, La Leitosa). Les sédiments exploités correspondent parfois à des colluvions issues du démantèlement d'altérites minéralisées (Monts du León) ou de filons de quartz à or (Teleno), mais le plus souvent à des alluvions fluviales tertiaires ou quaternaires (Hérial, 1984 ; Pérez García, 1977). Au bed-rock des paléovallées tertiaires, les teneurs sont élevées comme cela a été montré dans la vallée du Duerna, mais cette couche minéralisée peu épaisse est recouverte par une puissante couverture (50 m environ) stérile ou très pauvre (fig. 2). Partout dans la partie antérieure des vallées drainant les amonts minéralisés se sont développées des

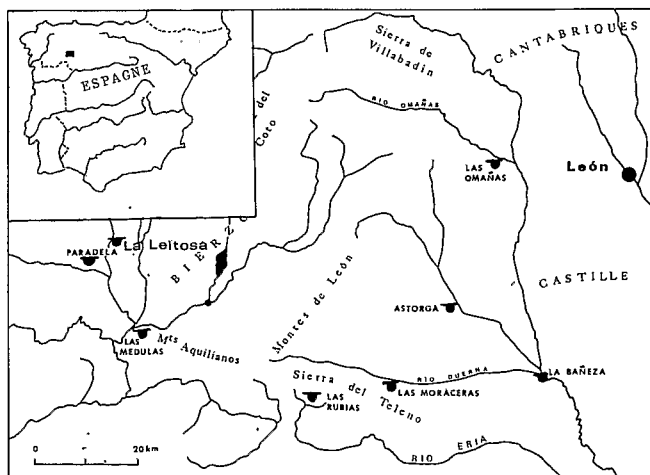


Fig. 1. - Quelques-unes des principales exploitations romaines d'or alluvial dans le nord-ouest de l'Espagne.

(1) URA 997 CNRS, UFR d'Histoire, Univ. Toulouse-Le Mirail, 31058 Toulouse Cedex, France.
(2) UA 67 CNRS, Labo. Minéralogie, Univ. Paul Sabatier, 39, allées J.-Guesde, 31000 Toulouse, France.
(3) Mission ORSTOM, CP 9214, La Paz, Bolivie.

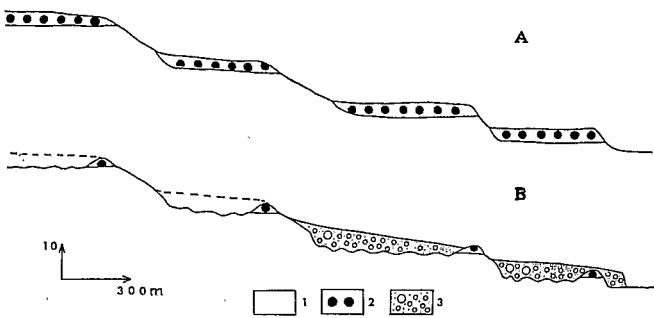
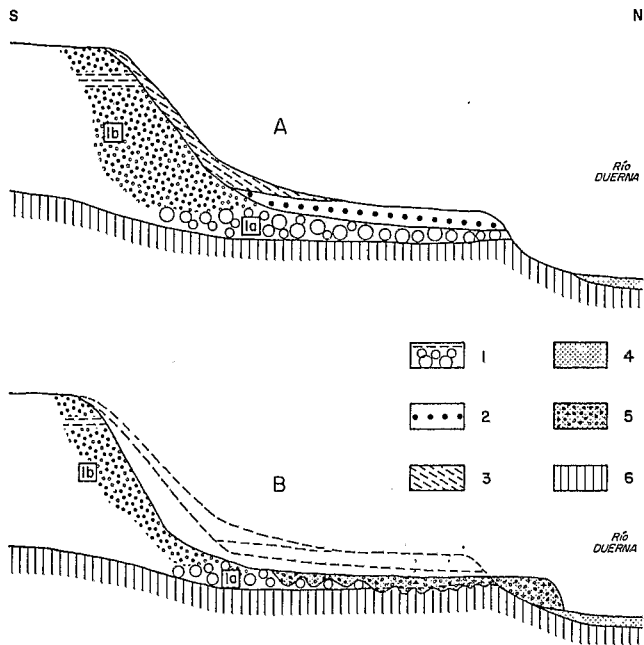


Fig. 3. - Coupe géomorphologique dans un secteur de terrasses alluviales d'une vallée du piémont du Teleno (province de León), avant (A) et après (B) l'exploitation romaine.
 (1) Alluvions fini-tertiaires. (2) Alluvions fluviatiles quaternaires, renfermant de l'or exploitable. (3) Déblais.

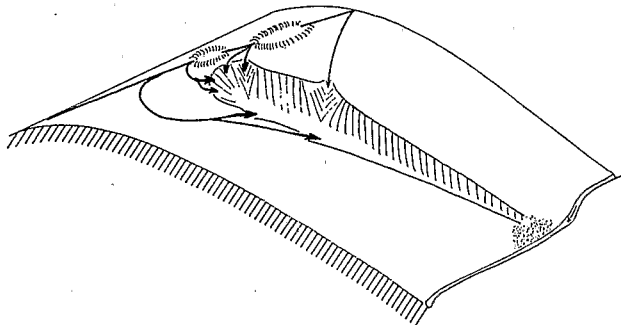


Fig. 4. - Les exploitations romaines d'alluvions aurifères (nord-ouest de l'Espagne) : le chantier-ravin.

terrasses alluviales quaternaires contenant de l'or. Ces terrasses sont généralement épaisses de moins de 10 m et les sédiments reposent, soit sur des alluvions tertiaires renfermant de l'or en quantité suffisante pour qu'elles soient exploitées, soit le plus souvent, sur des matériaux pauvres ou stériles (fig. 3). Ainsi les Romains ont mis en valeur des gisements alluviaux de caractéristiques géométriques différentes et ils ont utilisé pour cela des techniques de décapage et d'abattage elles aussi différentes, bien qu'elles reposent toutes sur l'utilisation de chasses d'eau.

1.2. Les techniques d'exploitation romaines

Ces techniques utilisées par les Romains dans les mines d'or de cette région aux deux premiers siècles de notre ère sont diverses (Domergue *et al.*, 1978 ; Pérez García *et al.*, 1984 ; Domergue, 1987). Nous donnons ci-dessous les traits principaux de trois d'entre elles.

- **La technique du ravin.** Elle est assez courante sur les dépôts épais (fig. 4). Le ravin est creusé dans la masse alluviale ; il s'allongeait et s'approfondissait au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation. L'alluvion y était abattue à la pioche ; l'eau, dérivée de ruisseaux, stockée dans des bassins et dirigée vers le ravin par des canaux, servait à la fois à laver le matériau ainsi préparé et à évacuer les déblais vers le bas.

Les ravins d'exploitation de Las Omañas (León) illustrent remarquablement ce type d'ouvrage ; ils sont juxtaposés sur l'imposant talus de la terrasse, sur la rive droite de la rivière (fig. 5). Ils représentent différents stades de développement : certains sont à peine ébauchés ; d'autres, largement développés, atteignent 400 à 500 m de longueur. L'un d'eux dépasse même 700 m ; sa profondeur est d'une vingtaine de mètres et sa largeur peut aller jusqu'à 80 ou 100 mètres. Les vestiges de structures hydrauliques (canaux, réservoirs) nécessaires à l'exploitation sont visibles sur le plat de la terrasse, tout près de la bordure.

- **Le chantier-peigne.** Nous l'avons appelé ainsi car il semble peigner les paysages (fig. 6), il est spéciale-

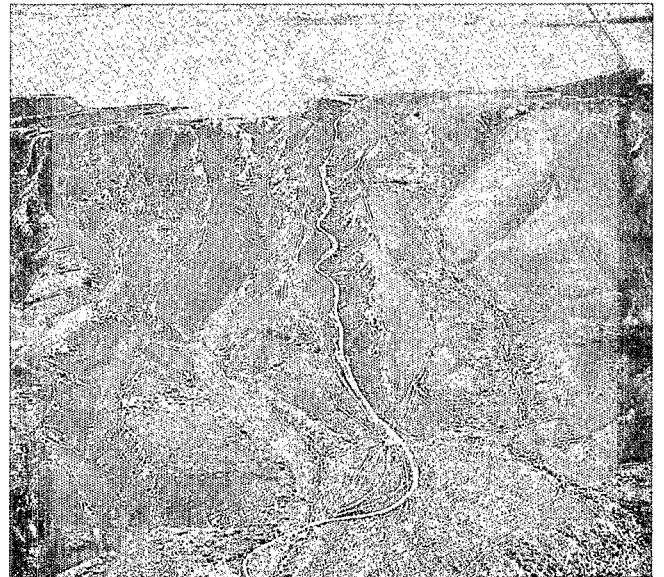


Fig. 5. - Las Omañas (province de León) : chantiers-ravins ouverts sur le talus de la terrasse (cliché Hispair, 1980).

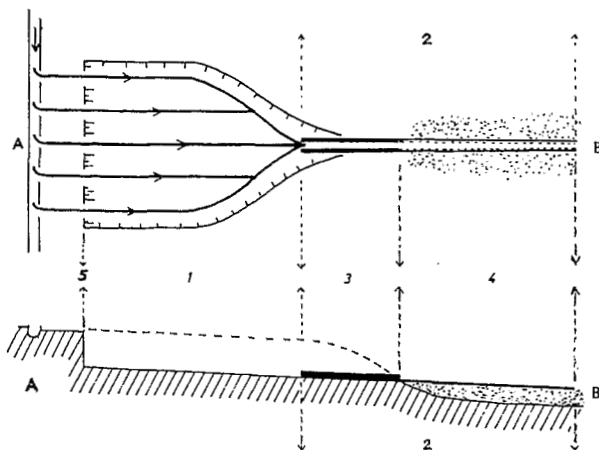


Fig. 6. - Les exploitations romaines d'alluvions aurifères (nord-ouest de l'Espagne) : le chantier-peigne.

A : aqueduc d'alimentation en eau ; B : canal d'évacuation ; 1 : corps du chantier, sillonné de tranchées ; 2 : goulot d'évacuation ; 3 : emplacement vraisemblable du sluice ; 4 : déblais.

ment adapté aux gîtes superficiels couvrant de vastes surfaces horizontales : c'est le cas des terrasses fluviales. Il est constitué de faisceaux de tranchées parallèles ou convergentes, profondes de 1 à 2 m, dont les groupements dessinent des figures géométriques régulières : le plus souvent triangle ou rectangle s'achevant en goulot de bouteille. Ici aussi existait une infrastructure hydraulique (aqueducs, bassins), dont les vestiges sont, aujourd'hui encore, souvent décelables, par exemple à Las Omañas (fig. 7) : en particulier, à la tête du chantier courait un aqueduc qui répartissait l'eau dans les tranchées, où elle entraînait et triait l'alluvion préalablement abattue à la pioche. Les tranchées convergeaient vers le goulot d'évacuation, équipé à la façon d'un sluice pour capturer les paillettes d'or libérées de leur gangue argileuse au cours du transport ; selon Pline l'Ancien, ces canaux étaient jonchés de bruyères, qui jouaient le rôle des riffles dans les sluices modernes. Certains de ces chantiers couvraient plusieurs hectares.

• **L'exploitation en falaise.** Cette méthode, appelée aussi « chantier-cirque » (fig. 8), a été utilisée pour l'exploitation des dépôts alluviaux épais. En minant la masse alluviale par des puits et des galeries, les mineurs

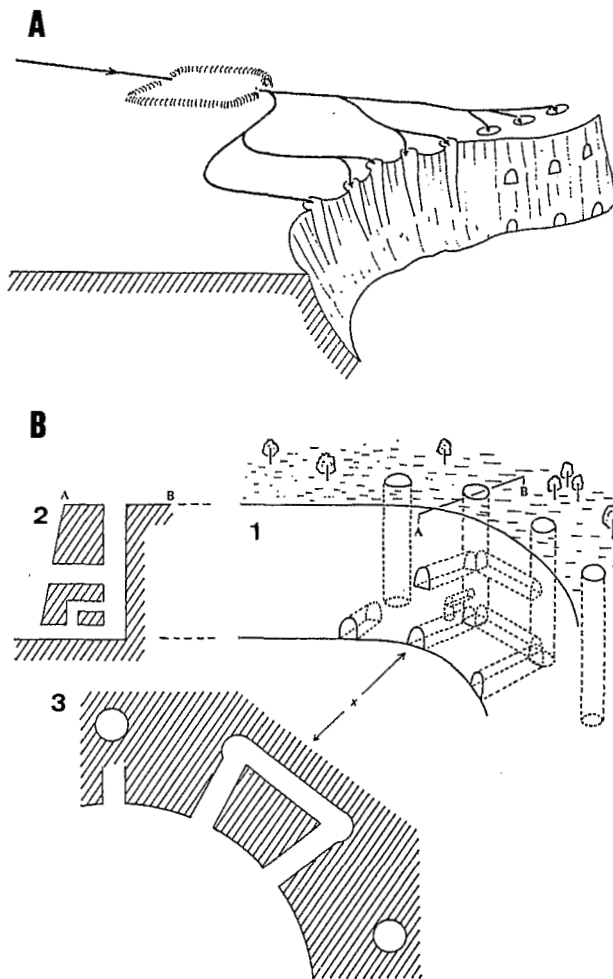


Fig. 8. - Les exploitations romaines d'alluvions aurifères (nord-ouest de l'Espagne) : le chantier-cirque. Front de taille (A) et technique d'abatage (B) par la ruina montium. 1 : vue cavalière ; 2 : coupe verticale ; 3 : plan horizontal.



Fig. 9. - Las Médulas (province de León) : au second plan, la falaise haute de 50 à 100 m, constituant l'ultime front de taille, et, au premier plan, dans le cirque, les buttes résiduelles (cliché Hispair, 1980).



Fig. 7. - Chantiers-peignes de Las Omañas (province de León) vus de l'aval (cliché Hispair, 1980).

provoquaient son effondrement tranche par tranche, c'est la ruina montium de Pline ; ils faisaient ainsi reculer progressivement le front de taille, qui pouvait finir par atteindre près de cent mètres de hauteur, comme à La Leitosa ou à Las Médulas (fig. 9). On y voit encore les vestiges des travaux de sape et, en arrière de

la falaise, les réservoirs où était stockée l'eau nécessaire au lavage de l'alluvion et au transport des déblais. Des pans vertigineux d'alluvion rouge noyés dans le vert profond des châtaigniers ou plus clair des bruyères, telle est l'impression dominante de ces paysages dantesques.

2. Les exploitations d'or alluvial des Andes orientales au Pérou et en Bolivie

2.1. Les gisements exploités

Dans la Cordillère orientale du sud du Pérou et du nord de la Bolivie, l'or est produit depuis l'époque précoloniale (Berthelot, 1978 ; Revilla, 1988) surtout à partir du traitement d'alluvions aurifères. La plupart des travaux sont localisés sur les terrasses alluviales conservées le long des vallées qui drainent le versant amazonien de la Cordillère orientale (vallées du Tipuani, du Consata-Mapiri, du Pelechuco ou de l'Imambari par exemple) (fig. 10). Ces terrasses comportent très souvent une épaisse couverture stérile ou très pauvre en or alors que dans les alluvions sous-jacentes les teneurs sont élevées.

De manière plus locale, l'or a été extrait de conglomérats tertiaires syntectoniques conservés dans des bassins intramontagneux comme le bassin du Tipuani-Mapiri. Dans ce cas, seuls les sédiments conservés au creux des paléovallées, au contact du bed-rock, ainsi que des « veneros » (pay streaks) correspondant à des fonds de paléochenaux ont des teneurs suffisamment élevées pour être exploités ; ces couches riches sont séparées par plusieurs dizaines de mètres de conglomérats stériles (Freydanck, 1965 ; Hérial *et al.*, 1989 a).

Sur le piémont occidental de la Cordillère orientale tourné vers l'Altiplano, ce sont d'épais dépôts glaciaires

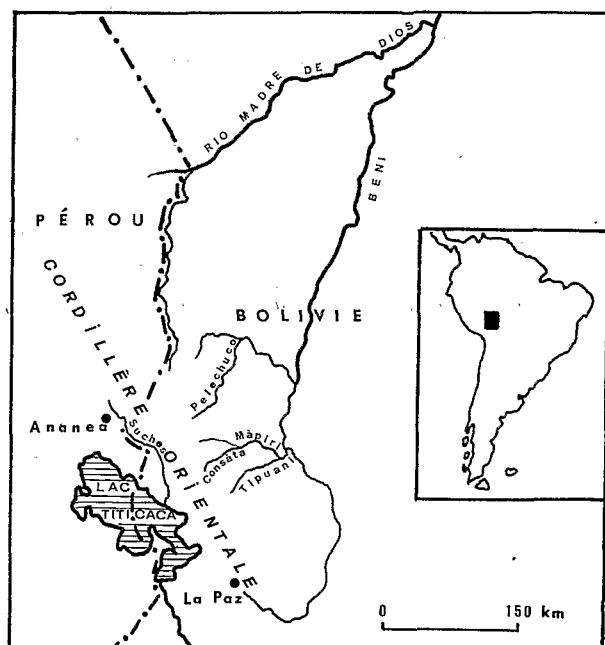


Fig. 10. - Bolivie-Pérou : carte de situation des gîtes alluviaux mentionnés dans le texte.

et fluvioglaciaires qui ont été exploités au sud du Pérou (bassin d'Ananea) et en Bolivie dans la région de Sucre et de La Paz. Dans les sédiments morainiques (Hérial *et al.*, 1989 b) l'or est dispersé dans toute l'épaisseur du matériau sans qu'il existe de niveau préférentiel de concentration ; de plus, la topographie de tels gisements, correspondant aux différents cordons morainiques, est constituée de collines et croupes arrondies dans lesquelles il est difficile de développer des chantiers aux formes régulières. Dans les dépôts fluvioglaciaires conservés à l'avant des moraines, l'or est également, au moins dans le cas considéré ici, distribué sur une grande épaisseur (plus de 50 mètres) mais la topographie du gisement est caractérisée par une plaine presque parfaite et par une très faible dissection (moins de 10 mètres), car on est très près du niveau de base local. Ainsi, sans l'utilisation de moyens de pompage et d'élévation des sédiments extraits, seule la partie supérieure du dépôt peut être exploitée.

2.2. Les techniques artisanales d'exploitation

C'est le même contraste de couleurs que dans le nord-ouest de l'Espagne, rouge de l'alluvion, vert de la végétation tropicale, qui impressionne d'abord l'œil dans les mines d'or actuelles de Bolivie, sur le piémont oriental des Andes. Et c'est lui sans doute qui, avec les reliefs escarpés des exploitations rappelle le plus, au premier coup d'œil, les chantiers fossiles qu'a laissés dans l'Espagne romaine la *ruina montium*.

Le matériau à traiter étant ici aussi l'alluvion, les mineurs fondent l'exploitation sur l'utilisation de l'eau et sur la concentration gravimétrique. Et, faute de disposer de moyens mécaniques modernes (des moniteurs par exemple) ils recourent naturellement à des procédés qui ne sont pas sans rappeler ceux des mineurs d'Espagne. Ici aussi, l'eau est dérivée des ruisseaux voisins par des aqueducs souvent très longs. Ici aussi, elle est stockée dans des bassins (les *cochas*) bordés par des levées de terre (fig. 11). Quand la vanne est levée, l'eau fait irruption dans les chantiers selon le procédé de la « chasse d'eau » qu'illustraient déjà remarquablement les mines d'or romaines d'Espagne. Elle entraîne l'alluvion, préalablement travaillée à la pioche, dans le goulot d'évacuation pavé de gros galets (*empedrado*) destinés à piéger l'or (fig. 12) : c'est le procédé bien connu du *ground sluice*, déjà pratiqué par les Romains



Fig. 11. - Bassin du Tipuani (Bolivie) : une « cocha » surplombant un chantier (cliché G. Hérial).



Fig. 12. - Préparation de l'« empedrado » dans une mine d'or de Bolivie (cliché G. Hérail).

en Espagne, à cette différence près que, pour capturer l'or, ces derniers, comme on l'a vu, utilisaient la bruyère à la place de l'empedrado.

Fonctionnant selon ce système (technique du *tajo abierto*) les chantiers ouverts dans les épais dépôts du bassin du río Tipuani (fig. 13) présentent souvent de hautes falaises rougeâtres coupées de surfaces horizontales qui correspondent à des niveaux riches (*veneros*) exploités. En contrebas, les pentes sont entaillées par les goulots d'évacuation à l'issue desquels s'accumulent des cônes de déblais. Au début, l'exploitation reste modeste : une *cocha*, une petite tranchée d'exploitation suivie d'un *empedrado* ; mais bientôt, pour peu que le gisement soit riche, ce *tajo abierto* s'agrandira et c'est toute la colline qui sera attaquée par une de ces exploitations géantes qu'on voit couramment dans la région (fig. 14), où les travaux s'étagent sur plus de 100 m de hauteur et présentent des reliefs du type « bad-lands », totalement d'origine anthropique.

Pour l'exploitation des dépôts fluvio-glaciaires du Pérou, qui se présentent sous l'aspect de vastes nappes horizontales de faible épaisseur, c'est une autre technique qui sera employée. Ici encore l'eau est rassemblée dans une *cocha* (fig. 15) ; de là un aqueduc la dirige vers le chantier, où elle va être utilisée pour laver le matériau aurifère (fig. 16). A première vue, ce chantier rappelle étrangement les chantiers-peignes romains (fig. 17) ; mais cette ressemblance n'est qu'apparente, car les cordons parallèles qui strient le plancher de celui-ci sont faits exclusivement des galets mis de côté et soigneuse-



Fig. 13. - Bassin du Tipuani (Bolivie) : exploitation en « tajo abierto » (cliché G. Hérail).

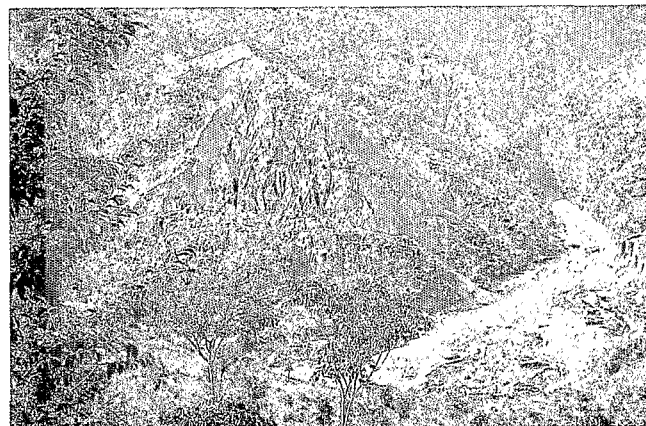


Fig. 14. - Paysage minier du bassin du Tipuani (Bolivie) : exploitations en « tajo abierto » des terrasses du río Tipuani ; en revanche les alluvions du lit actuel sont traitées à l'aide d'engins mécaniques (cliché C. Domergue).



Fig. 15. - Exploitation d'alluvions fluvio-glaciaires (Pérou) : la « cocha » (cliché G. Hérail).

ment entassés par les mineurs, et les sillons qui les séparent sont assez différents des tranchées des chantiers-peignes. En fait, l'exploitation se déroule différemment dans l'un et l'autre système : dans les chantiers-peignes, les tranchées fonctionnaient de façon concomitante ; en revanche, ici, le front de taille est l'unique secteur d'abattage et constitue la limite du chantier, que repousse toujours plus loin la poursuite de l'exploitation : c'est là que l'alluvion est préparée à la pioche, puis lavée par le courant d'eau qui, dérivé de l'aqueduc, va couler dans l'espèce de canal ménagé entre le front de taille lui-même et le dernier cordon de galets, et c'est

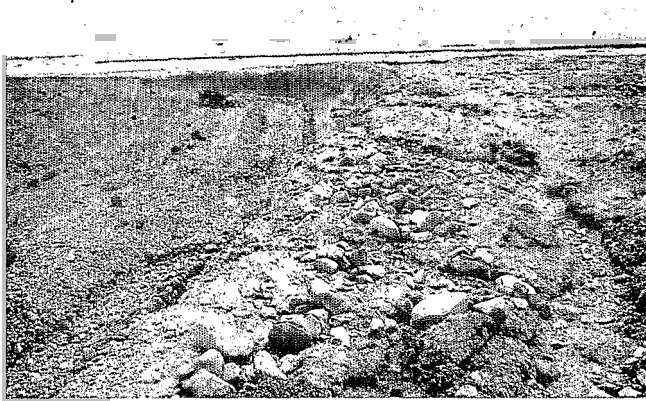


Fig. 16. - Exploitation d'alluvions fluvio-glaciaires (Pérou) : l'aqueduc amenant l'eau de la « cocha » (fig. 15) au chantier (à g.) (cliché G. Hérial).

dans ce canal muni d'un *empedrado*, que sera recueilli l'or. On ne doit pas se laisser abuser par l'ampleur d'un ouvrage de ce genre : en fait, il s'agit là d'un chantier de type artisanal, voire familial, qui n'a pas demandé plus de deux ans de travail à un nombre réduit d'ouvriers : il convient d'avoir cette donnée présente à l'esprit quand on évoque l'importance de la main-d'œuvre utilisée par les Romains dans les mines d'or d'Espagne.

Il serait en tout cas intéressant de remonter de ces exploitations actuelles à celles, plus anciennes, des Espagnols au 14^e et au 17^e siècle, voire des Incas. Mais, dès maintenant, on constatera d'une part l'originalité de telle technique (les chantiers péruviens à cordons de galets), malgré son apparente parenté avec les chantiers-peignes, d'autre part la ressemblance de telle autre (la *tajo abierto*) avec le chantier-cirque romain.

3. L'exploitation de minéraux lourds à Sn, W, Nb, Ta au Rwanda

3.1. Localisation et caractéristiques des gisements exploités

Le district minier de Gatumba se situe dans la partie ouest du Rwanda, presque à mi-chemin entre Kigali à l'est et le lac Kivu à l'ouest, à cheval sur la grande rivière rwandaise la Nyabarongo. C'est un paysage escarpé de montagne, les points les plus élevés se situant à 2 300 m tandis que la vallée de la Nyabarongo n'atteint pas 1 500 m ; c'est une région parcourue par de nombreux torrents et cours d'eau, qui entaillent la couverture latéritique.

Les formations géologiques sont surtout représentées par des séries métamorphiques, parfois fortement tourmalinisées, d'âge précambrien, affectées par l'orogénèse burundienne, ce qui a entraîné de nombreuses failles et fractures favorisant la circulation de fluides magmatiques à l'origine des veines ou filons, nombreux dans ce secteur (Bertossa, 1961). Les formations granitiques sont préférentiellement localisées dans les zones anticlinales, on observe aussi des intrusions granitiques



Fig. 17. - Exploitation d'alluvions fluvio-glaciaires (Pérou) : le chantier et les cordons de galets parallèles laissés par les travaux (cliché G. Hérial).

plus tardives et plus évoluées, autour desquelles s'organisent les filons de pegmatites albitisées, minéralisées (Ziserman *et al.*, 1983).

Si, au Rwanda, la plus grosse production d'étain provient de filons de quartz à cassitérite, dans le secteur de Gatumba ce sont surtout les pegmatites qui sont exploitées. Ces dernières font l'objet d'une exploitation intensive depuis quelques décennies, mais actuellement la production décroît fortement, les principaux minéraux recherchés étant les suivants : cassitérite, wolframite, columbite, manganotantalite et plus accessoirement amblygonite et le bismuth sous différentes formes.

3.2. Techniques d'exploitation utilisées

L'exploitation se fait sous forme de ravins ouverts sur les versants (fig. 18). Elle est dirigée par un contremaître, le « captain-panner », et elle occupe généralement une vingtaine d'ouvriers ou « panners », qui abattent le matériau à l'aide de pioches fabriquées à partir de lames de ressorts de camion, ou de barres à mines confectionnées à partir de fleurets de marteaux pneumatiques hors d'usage ; du fait de l'absence de chemin ou de moyen de traction, le compresseur est rarement utilisé.



Fig. 18. - Rwanda : exploitation en ravin ouvert sur un gisement de cassitérite (cliché F. Fontan).

Il s'agit d'abord d'enlever la croûte latéritique, puis de désagréger les filons de pegmatites souvent très kaolinisées, afin de libérer et concentrer les minéraux lourds. Pour ce faire l'eau est indispensable, mais il n'en faut pas des quantités considérables. L'eau est abondante dans le pays, mais du fait de l'absence de pompe pour la remonter, elle doit parfois être amenée de très loin, 10 voire 20 km, par de petits canaux étroits, appelés « races », suivant les courbes de niveaux.

Pour éviter de longs détours, les vallées sont franchies soit par des conduites tubulaires aériennes (fig. 19) soit, lorsqu'elles sont trop larges, par des siphons constitués souvent de bidons soudés bout-à-bout après enlèvement des couvercles et des fonds.

Cette eau peut être stockée dans des réservoirs de quelques dizaines de mètres cubes ou être conduite directement au bassin qui surmonte l'exploitation, où elle sera utilisée selon le principe de la « chasse d'eau ». Ce bassin, d'une contenance de 4 à 5 m³, domine la tête du ravin. Il est muni d'une large ouverture qui, comme dans la figure 20, est faite d'une section de bidon. Quand le bassin se remplit, elle est colmatée avec des mottes de terre. La bonde une fois enlevée, le réservoir se vide en quelques secondes dans un grand vacarme (fig. 21) ; l'eau se précipite avec une force telle qu'elle peut entraîner jusqu'à l'issue du ravin, avec les autres stériles (sables, graviers, galets), des blocs de pierre d'un volume pouvant atteindre un demi-mètre cube.



Fig. 21. - Exploitation de cassitérite au Rwanda : ouverture de la chasse d'eau (cliché F. Fontan).



Fig. 22. - Exploitation de cassitérite au Rwanda : action de la chasse d'eau (cliché F. Fontan).

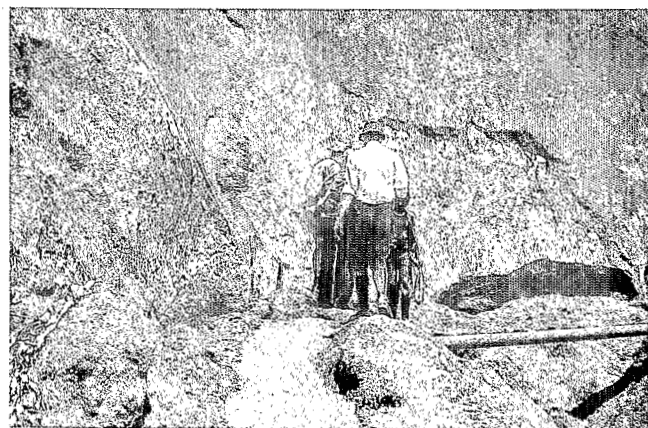


Fig. 19. - Exploitation de cassitérite au Rwanda : arrivée du « race » et conduite tubulaire aérienne (cliché F. Fontan).

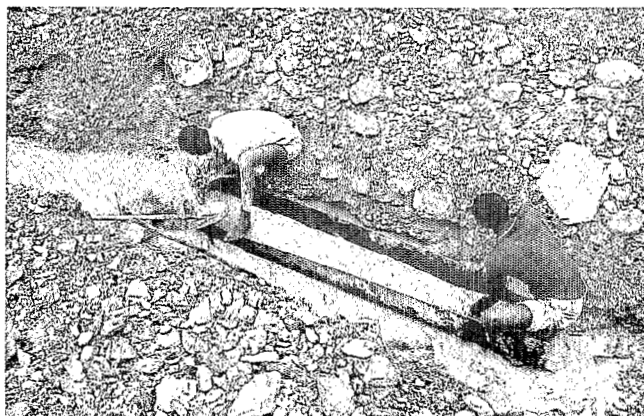


Fig. 23. - Exploitation de cassitérite au Rwanda : un sluice de fortune (cliché F. Fontan).



Fig. 20. - Exploitation de cassitérite au Rwanda : remplissage de la chasse d'eau (cliché F. Fontan).

Dans la tranchée (fig. 22), les ouvriers, les pieds dans l'eau, poussent dans le courant les matériaux précédemment abattus. Les minéraux lourds se concentrent ainsi dans le fond du ravin, selon la technique bien connue du *ground-slucing* ; parfois cependant, pour faciliter leur récolte, on installe des sluices de fortune (fig. 23). La dernière concentration se fait à l'aide de la batée dans laquelle on recueille les minéraux lourds énumérés plus haut. Après séchage, ils sont triés à la main et à l'aimant pour les plus fins, ce qui permet en particulier d'éliminer les oxydes de fer et de titane.

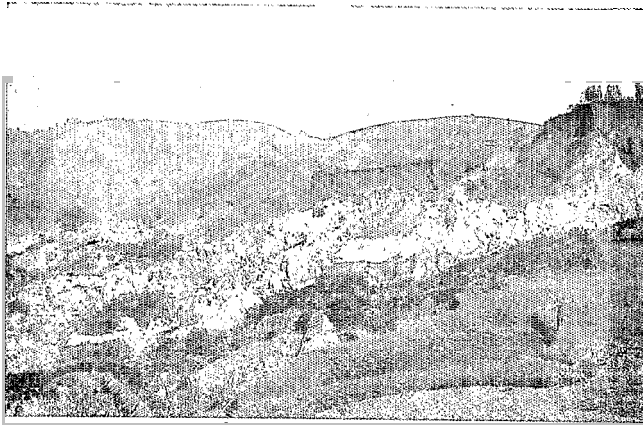


Fig. 24. - Rwanda : modification du paysage par les travaux d'exploitation minière (cliché F. Fontan). Comparer avec Las Médulas (fig. 9) et avec le Tipuani (fig. 14).

Ce type de travaux modifie considérablement le paysage (fig. 24), qu'il entaille de profonds ravins désordonnés et, par un apport massif de stériles, il provoque un important comblement des vallées situées en aval, à l'image de ce qui s'est passé à la fin du 19^e siècle en Californie.

4. Conclusion

Évoquer, devant les mines d'or du district de Tipuani ou les mines d'étain du Rwanda, les exploitations aurifères romaines d'Espagne n'a rien d'incongru : vu la nature des matériaux traités et, forts de leur expérience fondée sur l'unique principe d'exploitation possible — la *concentration gravimétrique* — les mineurs d'autrefois et d'aujourd'hui ont été tout naturellement conduits à employer des techniques simples mais efficaces qui, fondées sur la « chasse d'eau », ont produit, dans des conditions analogues, des effets comparables ; même si dans la marche des opérations a été introduite parfois une méthode particulière telle que, pour l'abattage, la *ruina montium* dans les chantiers-cirques d'Espagne. D'où les ressemblances que l'on peut observer dans la morphologie des travaux : chantiers-ravins, *tajo abierto*, chantier-cirque.

Il ne faut cependant pas se fier exclusivement aux apparences. On l'a bien vu lors de la comparaison entre les chantiers péruviens à cordons de galets et les chantiers-peignes romains ; en fait, le fonctionnement de l'un et de l'autre type de chantier est différent et leur ressemblance n'est qu'extérieure.

Mais la tranchée du Rwanda évoque bien le chantier-ravin des mines d'or romaines d'Espagne, comme le

tajo abierto de Bolivie rappelle les falaises abruptes des chantiers-cirques romains. Toutefois, les ressemblances que l'on constate entre ces techniques, qui sont séparées dans le temps par quelque dix-huit siècles et dans l'espace par des océans, ne paraissent pas résulter de l'influence des plus anciennes sur les plus récentes. Rien en tout cas ne permet d'envisager une telle hypothèse. Dans les cas examinés, on remarque que les mineurs, placés dans les mêmes circonstances, ont eu recours à des techniques comparables. Un tel constat doit faire réfléchir, lorsqu'on s'interroge sur l'origine d'une technique.

Références bibliographiques

- BERTHELOT J. (1978). - L'exploitation des métaux précieux au temps des Incas. *An. Ec. Soc. Civ.*, 33 (56), pp. 948-966.
- BERTOSSA A. (1961). - Rapport annuel, Service Géologique du Rwanda-Urundi, vol. I, pp. 17-27.
- CAUJET B. (1986). - Les mines d'or antiques en alluvion du nord-ouest du Bierzo (Leon, Espagne). In I Congreso Internacional Astorga romana, Astorga, vol. 2, pp. 137-152.
- DOMERGUE C. (1987). - Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique. Publications de la Casa de Velázquez, série Archéologie, fasc. VIII, Madrid, 2 vol., XII et 600 p. + 45 planches et 79 fig. dont 10 hors texte (pochette).
- DOMERGUE C., HÉRAIL G. (1978). - Mines d'or romaines d'Espagne : le district de La Valduerna (León). Publications de l'Université de Toulouse-Le Mirail, Série B, Tome IV, 310 p. + 18 planches et une pochette de documents.
- DOMERGUE C. (1989). - Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine. Ecole française de Rome, 625 p., 32 planches photographiques, 53 fig.
- FREYDANCK H.G. (1965). - The gold placer deposits at the foot of the Eastern Cordillera of Bolivia, inéd. 52 p.
- HÉRAIL G. (1984). - Géomorphologie et gîtologie de l'or détritique. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne, 456 p., 14 planches photographiques, 121 fig., 14 tableaux, 2 cartes hors texte. CNRS. Éd. Paris.
- HÉRAIL G., FORNARI M., VISCARRA G., LAUBACHER G., ARGOLLOS J., MIRANDA V. (1989 a). - Geodynamic and gold distribution in the Tipuani-Mapiri basin (Bolivia). *Int. Symposium on Intramontane Basins : Geol. and Resources*, pp. 343-352.
- HÉRAIL G., FORNARI M., ROUHIER M. (1989 b). - Geomorphological control of gold distribution and gold particle evolution in glacial and fluvioglacial placers of the Ancocalla-Ananea basin-Southeastern Andes of Peru. *Geomorphology*, 2, (1989 sous presse).
- PÉREZ GARCÍA L.C. (1977). - Los sedimentos auríferos del N.O. de la cuenca del Duero (prov. de León, Espagne) y su prospección. Thèse Oviedo, 403 p. + cartes hors texte (inédit).
- PÉREZ GARCÍA L.C., SANCHEZ PALENCIA RAMOS (1984). - Yacimientos auríferos ibéricos en la antigüedad. *Investigación y Ciencia*, 1985.
- PLINE L'ANCIEN. - *Histoire naturelle*, Livre XXXIII, 66-78, texte établi, traduit et commenté par H. Zehnacker, Collection des Universités de France, Paris, 1983, pp. 73-79.
- REVILLA A. (1988). - El distrito de Tipuani, Geología e historia (III), *Khrysos*, 4, pp. 6-16.
- ZISERMAN A., ZIGIRABALI J., PETRICEC U., BAUDIN B. (1983). - Données sur la métallogénie du Rwanda. Enseignements tirés de la carte des gîtes minéraux. *Chron. rech. min.*, n° 471, pp. 31-40.