

# Comparaison de deux stratégies de prospection par sondage : application à un gisement aurifère

Autor(en): **Woodtli, Robert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **71 (1971-1973)**

Heft 339

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-276302>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## **Comparaison de deux stratégies de prospection par sondage : application à un gisement aurifère**

PAR

ROBERT WOODTLI

*Abstract.* — Considering an ideal ore-body to be a geometrical, lithological and geochemical model, it was attempted to devise two different ways of investigating it by drilling. The results are compared and discussed.

### INTRODUCTION

La fonction de la recherche minière consiste principalement à déterminer l'emplacement, la forme, les dimensions, la composition et le tonnage des gisements minéraux. Un grand principe économique domine toute son évolution : l'engagement progressif des moyens en fonction des données acquises et de l'appréciation du gain probable pouvant dériver de nouveaux travaux. Elle se divise donc tout naturellement en plusieurs étapes : recherche et sélection des zones minéralisées, recherche et sélection des indices de minéralisation à l'intérieur des zones favorables, inventaire des indices de minéralisation, étude et évaluation des gisements et finalement exploitation de ces derniers.

La prospection systématique correspond à la phase d'inventaire des indices de minéralisation et consiste dans l'échantillonnage méthodique du minerai virtuel dans le but de réunir les données géométriques et géochimiques qui permettront de définir et de circonscrire le gisement, de calculer le tonnage de minerai, sa teneur moyenne et le poids de substance utile économiquement récupérable. Elle fournit également des informations d'ordre scientifique, technique et économique.

A ce stade, deux modes principaux d'investigation s'offrent au prospecteur : les travaux miniers (tranchées, puits, galeries) et les sondages. Dans une publication antérieure (WOODTLI, 1960) ont été indiqués les avantages de chacune de ces méthodes et certains critères de sélection ; il n'est pas nécessaire d'y revenir. Quel que soit le moyen utilisé, il s'agit d'atteindre le minerai et d'y prélever des échantillons caractéristiques. Dans la grande majorité des cas, la définition d'un gisement par sondage est suivie de travaux miniers.

Au cours de la prospection d'un gisement d'une certaine importance se pose fréquemment la question de savoir jusqu'à quel point il faut poursuivre les travaux de recherche ; peut-on envisager d'entamer l'exploitation avant d'avoir défini complètement le gisement ? La réponse apparaît assez clairement : sous réserve de cas particuliers, la prospection doit être conduite au moins jusqu'à la découverte d'une réserve minimale permettant une exploitation économiquement rentable dans les circonstances où l'on se trouve et garantissant à la mine une durée de vie suffisante pour amortir les investissements.

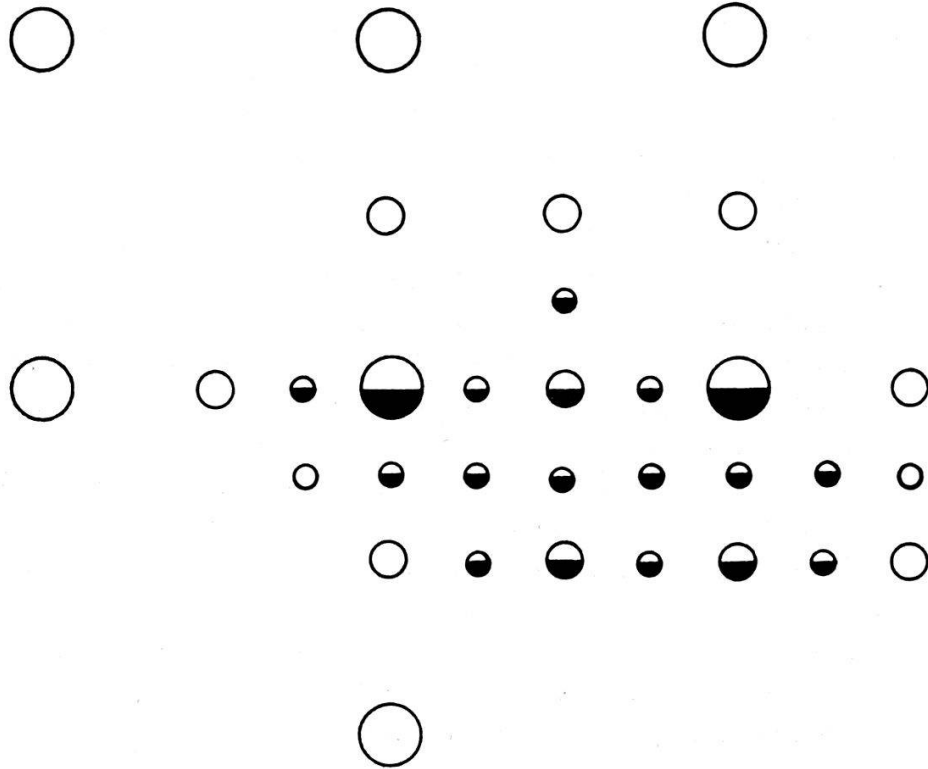
Dans le cas d'une investigation par sondages, le prospecteur se heurte alors au problème de déterminer quels sont les schémas d'implantation de sondages les plus avantageux pour obtenir le résultat désiré. Pour contribuer à la recherche d'une solution, il m'a paru intéressant de comparer la précision et l'efficacité de deux dispositifs de sondages. Pour cela, on pourrait évidemment se fonder sur des exemples d'investigation de gisements réels, ce qui n'irait toutefois pas sans de nombreuses difficultés et incertitudes puisqu'en réalité on ne connaît jamais complètement un gisement. C'est pourquoi j'ai utilisé les données provenant d'un exercice de prospection simulée d'un gisement aurifère exécuté avec mes étudiants. Voici le principe de ce genre d'exercices : on définit un gisement minéral et son milieu sous forme d'un modèle géologique, géométrique et géochimique dont tous les paramètres peuvent être déterminés en n'importe quel point. Les étudiants, qui ignorent le modèle évidemment, reçoivent la tâche de chercher et d'évaluer le gisement au moyen de sondages dont ils choisissent l'emplacement et la profondeur. Pour chacun des sites sélectionnés, ils reçoivent la description de la coupe géologique fournie par leurs sondages jusqu'à la profondeur demandée. A l'aide de ces données, ils bâtissent une interprétation provisoire, puis ils proposent de nouveaux sondages dont les résultats leur permettent de rectifier leurs hypothèses, et le travail se poursuit jusqu'à la définition et l'évaluation du gisement (WOODTLI, 1971).

Dans un tel exercice, le travail des étudiants demeure nécessairement très empirique, ce qui d'ailleurs ne diffère pas considérablement des façons de faire de la plupart des prospecteurs dans la réalité. Pour fournir aux étudiants des schémas de référence sur la façon d'implanter les sondages en vue d'atteindre un objectif clairement défini, j'ai expérimenté, sur le même modèle de gisement qu'eux, deux stratégies différentes. Les conclusions que l'on tire de ces essais renferment des leçons de portée assez générale pour être publiées.

### *Stratégies de prospection*

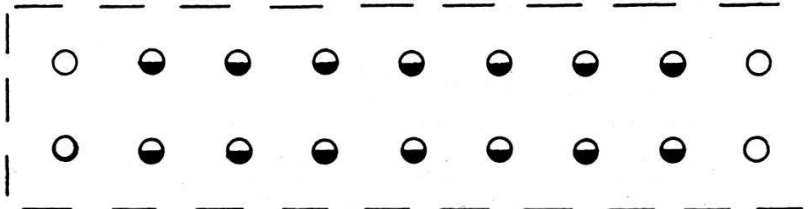
Pour la circonstance, on a choisi de comparer deux stratégies très différentes, l'une appelée aprioriste et l'autre dite conjoncturelle.

SCHEMA A - PRIORISTE

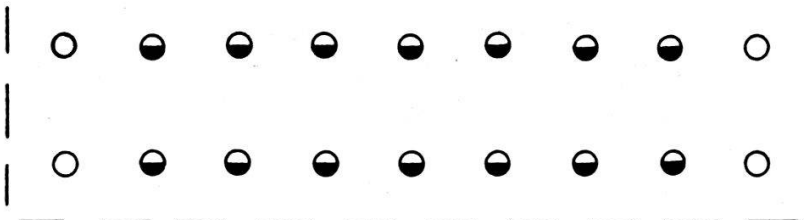


SCHEMA CONJONCTUREL

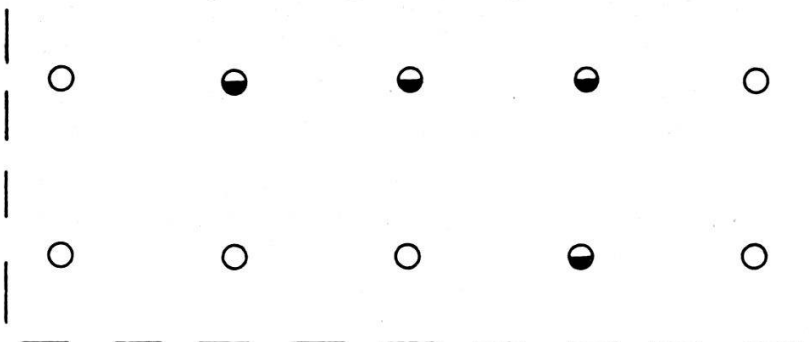
Zone à tonnage  
"certain"  
minimum



Zone à tonnage  
"probable"  
minimum



Zone à tonnage  
"possible"



Dans la stratégie aprioriste on se propose d'explorer complètement, mais aussi économiquement que possible, un domaine donné jusqu'à une certaine profondeur. Le dispositif de sondages imaginé comporte une maille de 1<sup>er</sup> ordre de grande dimension qui recouvre tout le territoire à explorer ; autour des sondages ayant fourni un résultat positif, et à mi-distance des sondages voisins, on intercale une maille de 2<sup>e</sup> ordre. De même, les sondages productifs de 2<sup>e</sup> ordre sont à leur tour investis par un réseau de 3<sup>e</sup> ordre, et ainsi de suite.

Dans la stratégie dite conjoncturelle, l'accent est mis non plus sur une exploration complète du territoire envisagé, mais : 1) sur une investigation garantissant un tonnage minimum de minerai à teneur suffisante pour envisager une exploitation et 2) sur une exploration sommaire sans doute, mais suffisante pour donner une bonne idée des dimensions et de la structure en grand du gisement. Avec ce deuxième schéma, on est conduit à considérer plusieurs phases successives :

1<sup>re</sup> phase : évaluation d'un tonnage minimum déterminé de minerai « certain », à teneur exploitable ;

2<sup>e</sup> phase : évaluation d'un tonnage prédéterminé de minerai considéré comme « probable » pour garantir la vie de l'usine de traitement ;

3<sup>e</sup> phase : recherche des limites extrêmes du gisement et évaluation des réserves « possibles ».

La figure ci-jointe donne un schéma de principe de ces deux stratégies.

### *Commentaires de la figure*

Partie supérieure, schéma aprioriste :

On note les trois mailles imbriquées l'une dans l'autre ; les cercles noirs et blancs marquent l'emplacement des sondages considérés comme économiquement intéressants. On remarque que la campagne devrait se poursuivre vers le bas de la feuille.

Naturellement, la maille n'est pas obligatoirement carrée. Elle pourrait être allongée, dans un sens dépendant de la géométrie des minéralisations recherchées.

Partie inférieure, schéma conjoncturel :

Le schéma aprioriste permet d'explorer un certain compartiment de l'écorce terrestre avec un haut degré de probabilité de ne pas passer à côté d'un gisement économiquement intéressant. Le schéma conjoncturel vise à garantir, au prix de revient le plus bas, un tonnage minimum mais suffisant de minerai. On note que le réseau de sondages se relâche au fur et à mesure que les objectifs prédéterminés sont atteints.

### *Application*

Pour comprendre les résultats obtenus, il suffit de savoir que la région à étudier couvre 10 ha. Le gisement constitué par un filon-couche de sulfures aurifères plonge de 20-30° ; le jeu de plusieurs failles le divise en divers compartiments dont trois contiennent des réserves de minerai exploitable. Un horizon-marqueur permet de déchiffrer la structure et de fonder une tactique de sondage (profondeur optimale à atteindre).

Dans le cas étudié, les règles suivantes gouvernent l'application des deux stratégies :

Schéma aprioriste :

- maille de 1<sup>er</sup> ordre : forme carrée, 80 m de côté ;
- maille de 2<sup>e</sup> ordre : forme carrée, 40 m de côté ;
- maille de 3<sup>e</sup> ordre : forme carrée, 20 m de côté ;
- maille de 4<sup>e</sup> ordre : forme carrée, 10 m de côté.

On ne recourt qu'exceptionnellement au réseau de 10 m, pour encadrer les points les plus riches afin de délimiter les zones à teneur extraordinaire dont le poids pourrait fausser l'estimation des réserves. Un tel point se caractérise par un « produit épaisseur par teneur » supérieur à 100.

Schéma conjoncturel :

- 1) découvrir d'abord une réserve minimale certaine d'au moins 750 kg d'or, au moyen d'un réseau à mailles carrées de 20 m de côté, resserrées au pas de 10 m pour encadrer les plages exceptionnellement riches (même définition que ci-dessus) ;
- 2) desserrer ensuite les sondages et rechercher une réserve probable de 1500 kg d'or ;
- 3) finalement, atteindre les limites approximatives du gisement.

Les paramètres choisis pour les mailles résultent de l'expérience de l'auteur.

### *Comparaison des résultats*

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau n° 1, qui permet de comparer les données du modèle avec les informations réunies par les deux types de prospection. Certaines conclusions découlent aussi de la comparaison avec le modèle des cartes de minéralisation et de chiffrage et du classement des réserves (tableau n° 2). En bref, on aboutit aux résultats suivants :

Stratégie aprioriste :

— elle permet une exploration complète de l'aire sélectionnée jusqu'à la profondeur choisie ; elle indique la distribution des zones minéralisées et des zones stériles (la connaissance de ces dernières revêt un intérêt évident pour déterminer l'emplacement des installations fixes, des habitations, des terrils, etc.) ;

— elle facilite la prise de décision au cours de la prospection ; en effet, les critères de décision déterminés au préalable peuvent être appliqués de façon quasi automatique ;

— le gisement est bien délimité ;

— la précision des résultats est très satisfaisante ;

— la connaissance du gisement est uniforme sur toute son étendue ;

— le déroulement des travaux de prospection peut être programmé en tenant compte de divers facteurs relatifs au terrain et aux appareils de sondage (remarquons qu'il n'est pas nécessaire de forer d'emblée toute la maille de 1<sup>er</sup> ordre) ;

— le prix de revient est nécessairement supérieur à celui de méthodes plus empiriques, mais l'augmentation du degré de certitude des résultats doit se payer.

Stratégie conjoncturelle :

— méthode souple très bien fondée au point de vue économique, bon marché mais moins précise que la précédente ; elle s'applique mieux aux gros gisements qu'aux petits ;

— elle est plus rapide que la méthode aprioriste et permet, grâce aux économies réalisées sur les sondages, de pénétrer plus tôt dans le gisement par des travaux miniers et d'obtenir des échantillons massifs du minerai ;

— on remarque que l'exploration à maille lâche de la deuxième et surtout de la troisième phases constitue dans une certaine mesure le réseau de premier ordre d'un schéma aprioriste qu'il serait possible de développer ultérieurement ;

— ce dispositif ne fournit d'indications que sur le corps minéralisé ; sauf accident heureux, il ne permet pas de découvrir les éventuels satellites du gisement et ne fournit pas de renseignements sur la distribution des volumes stériles ; pour être complète, la comparaison des prix de revient des deux types de campagnes devrait aussi inclure dans le coût du schéma conjoncturel les sondages de reconnaissance sur l'emplacement des installations fixes, auxquels on est souvent conduit à procéder.

### *Conclusions*

La stratégie aprioriste s'indique lorsque l'on se propose d'étudier le substratum d'une région déterminée (massif, bassin, etc.) ; elle permet d'établir avec beaucoup de précision un programme de recherche par tranches successives ; elle fournit la meilleure base de développement systématique d'un district minier.

Le géologue éprouve une certaine méfiance à l'égard de la stratégie aprioriste qui, croit-il, diminue son importance ; en réalité, son rôle s'accroît puisqu'il doit interpréter et replacer dans leur contexte un nombre élevé de sondages dont ceux implantés dans les zones stériles posent souvent de délicats problèmes de corrélations qu'il est seul à pouvoir résoudre.

**TABLEAU N° 1**  
*Comparaison avec les données du « modèle » des résultats obtenus  
 par les deux stratégies*

|   |                | « Modèle » | Stratégie<br>aprioriste | Stratégie<br>conjonc-<br>turelle |
|---|----------------|------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>1. Gisement principal</b>                        |                |            |                         |                                  |
| Epaisseur moyenne                                   | m              | 1,27       | 1,29                    | 1,23                             |
| Teneur moyenne                                      | g/t            | 30,95      | 27,1                    | 26,0                             |
| Superficie minéralisée                              | m <sup>2</sup> | 15 900     | 15 700                  | 15 200                           |
| Tonnage de minerai                                  | t              | 69 000     | 68 800                  | 63 900                           |
| Poids d'or  | kg             | 2 136,5    | 1 865,9                 | 1 658,5                          |
| Nombre d'échantillons utilisés<br>pour le chiffrage |                | 162        | 47                      | 38                               |
| <b>2. Gisement aval faille</b>                      |                |            |                         |                                  |
| Epaisseur moyenne                                   | m              | 1,28       | 1,09                    | 1,5                              |
| Teneur moyenne                                      | g/t            | 27,3       | 24,3                    | 20                               |
| Superficie minéralisée                              | m <sup>2</sup> | 4 800      | 4 350                   | 3 200                            |
| Tonnage de minerai                                  | t              | 21 000     | 16 150                  | 16 300                           |
| Poids d'or  | kg             | 572,8      | 393,2                   | 326,4                            |
| Nombre de sondages utilisés<br>pour le chiffrage    |                | 48         | 9                       | 2                                |
| <b>3. Gisement Est</b>                              |                |            |                         |                                  |
| Epaisseur moyenne                                   | m              | 1,31       | 1,45                    | 1,65                             |
| Teneur moyenne                                      | g/t            | 25,1       | 20,7                    | 13,8                             |
| Superficie minéralisée                              | m <sup>2</sup> | 4 200      | 3 900                   | 2 800                            |
| Tonnage de minerai                                  | t              | 18 800     | 19 300                  | 15 700                           |
| Poids d'or  | kg             | 360,9      | 399,5                   | 216,6                            |
| Nombre de sondages utilisés<br>pour le chiffrage    |                | 43         | 10                      | 6                                |
| <b>4. Récapitulation</b>                            |                |            |                         |                                  |
| Epaisseur moyenne                                   | m              | 1,28       | 1,28                    | 1,33                             |
| Teneur moyenne                                      | g/t            | 28,2       | 25,5                    | 22,9                             |
| Superficie minéralisée                              | m <sup>2</sup> | 25 000     | 24 000                  | 21 200                           |
| Tonnage de minerai                                  | t              | 109 000    | 104 000                 | 96 000                           |
| Poids d'or  | kg             | 3 070      | 2 660                   | 2 200                            |
| Nombre d'échantillons utilisés<br>pour le chiffrage |                | 253        | 66                      | 46                               |
| Nombre de sondages total                            |                |            | 104                     | 69                               |
| <b>5. Comparaison des coûts</b>                     |                |            |                         |                                  |
| Dépenses totales de prospection                     | Fr.            |            | 575 720                 | 291 560                          |
| Métrage total foré                                  | m              |            | 6 829                   | 3 707                            |
| Prix du m foré                                      | Fr.            |            | 84,3                    | 78,65                            |
| Prix du kg d'or prospecté                           | Fr.            |            | 216,4                   | 132,5                            |

La densité moyenne attribuée au minerai est de 3,4. Une variation de la densité de 0,1 correspond à une différence de valeur du gisement d'environ Fr. 45 000.—.



La stratégie conjoncturelle constitue la démarche normale dans les phases spéculatives de la recherche minière puisqu'elle a pour but de garantir un tonnage exploitable minimum et ensuite d'évaluer l'envergure du gisement, c'est-à-dire sa durée de vie.

On pourrait dire aussi que la stratégie conjoncturelle exige l'investissement minimal de celui qui cherche à mettre en valeur sa mine tandis que la stratégie aprioriste correspond au souci de mettre rationnellement en valeur les ressources minérales d'une aire déterminée.

Le choix de l'une ou de l'autre stratégies dépend finalement de l'objectif que l'on vise et des moyens dont on dispose.

TABLEAU N° 2  
*Classement des réserves*

| Catégorie           | Stratégie aprioriste            | Stratégie conjoncturelle       |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Réserves marginales | 12 400 t à 5,5 g/t = 68,0 kg    | 14 700 t à 5,3 g/t = 78,1 kg   |
| Réserves certaines  | 56 400 t à 31,8 g/t = 1797,9 kg | 27 000 t à 36,8 g/t = 994,8 kg |
| Réserves probables  | 16 150 t à 24,35 g/t = 393,2 kg | 22 100 t à 26,5 g/t = 585,6 kg |
| Réserves possibles  | 19 300 t à 20,7 g/t = 399,5 kg  | 15 700 t à 13,8 g/t = 216,6 kg |
| Totaux              | 104 000 t à 25,5 g/t = 2660 kg  | 96 000 t à 22,9 g/t = 2200 kg  |

#### BIBLIOGRAPHIE

- WOODTLI, R. 1960. — La recherche minière : un problème de financement et de collaboration technique, *Revue économique et sociale*. Lausanne, 22 p.  
— 1971. — L'enseignement de la recherche minière par simulation. *Bull. suisse minéralogie et pétrographie*, vol. 51, pp. 544-550.

*Manuscrit reçu le 10 février 1972.*