

Estimation des réserves

Quel que soit le gisement considéré et la phase de son développement, des questions reviennent : « quel est le potentiel de ce gisement ? », « quelle quantité de métal puis-je récupérer ? »

Définitions :

Teneur : Expression de la quantité de la substance utile exprimée en %, g/t ou gr/m³

Tonnage : Expression de la quantité de minerai exploitée ou à exploiter exprimée en tonne

Densité : densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence.

Ressource : sont des concentrations d'une substance naturelle solide organique ou inorganique présente au sein ou sur de la croûte terrestre, dont la forme, la quantité et la teneur ou qualité sont telles qu'elles présentent des perspectives raisonnables d'extraction rentable.

Estimation des ressources :

L'estimation des ressources est basée sur le calcul des teneurs et des tonnages des blocs de minéralisation. La précision dans l'estimation (calcul) des ressources détermine leur type (mesurées, indiquée, présumée,...)

Lors de l'estimation des ressources, le défi est de pourvoir estimer le plus précisément possible la ressource géologique existante. Cette ressource n'est jamais parfaitement connue et les erreurs d'estimation s'accompagnent de perte et dilution.

- Il existe une partie de minéralisation n'est pas économique ;
- Lors de l'exploitation, une partie de mineraï ne peut être extraite tandis qu'une partie de l'éponge est extraite avec le mineraï (dilution) ;
- Lors de la concentration et de l'extraction métallurgique, une partie de substance d'intérêt économique est perdue avec les rejets miniers.

Le principe de base de l'estimation des ressources est le calcul des teneurs et tonnages de blocs de minéralisation. Le but est de former des blocs homogènes de minéralisation ayant une teneur moyenne dans un volume x densité définissant un tonnage. La précision dans l'estimation des ressources détermine le type de ressources: réserve prouvée, ressource mesurée, etc. Le gisement est découpé en blocs et les réserves sont calculées en faisant la somme des blocs de mineraï dans le gisement.

Lors de l'estimation des ressources, le défi est de pourvoir estimer le plus précisément possible la ressource géologique existante. Cette ressource n'est jamais parfaitement connue et les erreurs d'estimations s'accompagnent de pertes et de dilution. La définition des réserves découpent un volume de mineraï dont une partie de la minéralisation qui n'est pas économique est perdue. Lors de l'exploitation, une partie du mineraï ne peut être extrait tandis qu'une partie de l'éponge est extraite avec le mineraï ce qui cause une dilution additionnelle. Lors de la concentration et de l'extraction métallurgique, une partie des substances d'intérêt sont perdus avec les rejets miniers. Les ressources sont découpées selon une surface déterminée par une teneur de coupure qui sépare le mineraï du « stérile ».

Causes d'erreur dans l'estimation des teneurs et des tonnages :
Géologiques.

Les erreurs géologiques sont le résultat de l'extrapolation des données géologiques. Ces erreurs peuvent être considérables.

Techniques.

Les erreurs dans les mesures ou les calculs.

Systématiques.

- **densité:** la densité du minéral en place doit être déterminée le plus précisément possible car elle détermine le tonnage. On peut utiliser la densité des minéraux du minéral pour une première approximation (Figure 5.17). La densité du minéral devra être déterminée en laboratoire sur un nombre important d'échantillons.
- **déviation des sondages:** la déviation des sondages doit être mesurée car elle provoque une mauvaise localisation des zones minéralisées et donc des erreurs de continuité géologique.

Les ressources minérales : sont des concentrations d'une substance naturelle solide organique ou inorganique présente au sein ou sur de la croûte terrestre, dont la forme, la quantité et la teneur ou qualité sont telles qu'elles présentent des perspectives raisonnables d'extraction rentable.

Différents types de ressources :

La ressource désigne la quantité totale d'un minéral existant dans une zone donnée, sans considération des possibilités d'exploitation présentes ou futures. On appelle **ressource initiale** la quantité de ressource avant sa

production. Selon la connaissance que l'on a d'une ressource, il est possible de la classifier plus précisément :

- **Ressource identifiée** : ressource dont la localisation, la typologie, la qualité et la quantité sont connus grâce à des preuves géologiques précises. Les ressources identifiées peuvent être rentables, marginalement rentable ou non rentables. Pour exprimer le niveau de certitude géologique, ces ressources peuvent être qualifiées de mesurées, indiquées, démontrées ou présumées :
 - **Mesurée** : la quantité est déterminée à partir de mesures obtenues à partir d'affleurements, de tranchées, de fouilles ou de trous de forage. La typologie et la qualité sont calculées à partir des résultats d'échantillonnages détaillés. Les sites d'inspection, échantillonnages et mesures sont suffisamment rapprochés et les caractéristiques géologiques sont suffisamment bien définies pour que la taille, la forme, la profondeur et la nature minérale de la ressource soient bien établis.
 - **Indiquée** : La quantité, la typologie et la qualité sont calculés à partir d'informations semblables aux ressources mesurées, mais les sites d'inspection, d'échantillonnage et de mesure sont plus espacés ou de manière moins adéquate. Le niveau de certitude, bien que plus faible que pour les ressources mesurées, est suffisamment élevé pour supposer la continuité entre les points d'observation.
 - **Démontrée** : terme englobant les ressources mesurées et les ressources indiquées.
 - **Présumée** : les estimations sont basées sur une continuité supposée plus importante que pour les ressources mesurées ou indiquées, pour lesquelles il existe des preuves géologiques. Les ressources

présumées ne sont pas nécessairement confirmées par des échantillons ou des mesures.

- **Ressource non rentable** : partie d'une ressource identifiée qui ne répond pas aux critères des réserves et réserves marginales.
- **Ressource non découverte** : ressource dont l'existence est seulement postulée, y compris les gisements séparés des ressources identifiées. Les ressources non découvertes peuvent être postulées en gisements d'une typologie, et d'une localisation tels qu'ils puissent être rentables, marginalement rentables ou non rentables. Pour exprimer des différents degrés d'incertitude géologique, elles peuvent être divisées en deux parties :
 - **Ressource hypothétique** : ressources non découvertes similaires aux minéraux connus, et dont on peut raisonnablement s'attendre à exister dans le même territoire de production dans des conditions géologiques analogues. Si l'exploration confirme leur existence et révèle suffisamment d'information à propos de leur qualité, typologie et quantité, elles seront reclassifiées en ressources identifiées.
 - **Ressource spéculative** : ressources non découvertes qui peuvent se présenter soit dans des types de gisements connu, dans des conditions géologiques favorables où aucune découverte minérale n'a été faite, soit dans des types de gisements qui n'ont pas encore été reconnus pour leurs potentiels économiques. Si l'exploration confirme leur existence et révèle suffisamment d'information à propos de leur qualité, typologie et quantité, elles seront reclassifiées en ressources identifiées.

Il existe une autre manière de classer les ressources, notamment dans l'industrie pétrolière, toujours selon le degré de connaissance dont on dispose :

- **Ressource prouvée ou ressource 1P** : ressource dont l'existence a été physiquement prouvées, ou avec une probabilité supérieure à 90 %. Elle correspond généralement à une estimation basse des ressources. Si, dans les conditions économiques et techniques actuelles, l'exploitation d'une ressource prouvée est rentable, on parle alors de « réserve prouvée » ou « réserve 1P ».
- **Ressource prouvée et probable ou ressource 2P** : ressource dont l'existence sous terre est considéré comme probable, avec une probabilité supérieure à 50 %. Si, dans les conditions économiques et techniques actuelles, l'exploitation d'une ressource prouvée est rentable, on parle alors de « réserve prouvée et probable » ou « réserve 2P ».
- **Ressource prouvée, probable et possible ou ressource 3P** : ressource dont l'existence sous terre est considéré comme probable, avec une probabilité supérieure à 10 %. Si, dans les conditions économiques et techniques actuelles, l'exploitation d'une ressource prouvée est rentable, on parle alors de « réserve prouvée, probable et possible » ou « réserve 3P ».

Faisabilité :

Une étude préliminaire de faisabilité est une étude exhaustive de la viabilité d'un projet minier qui en est au stade où la méthode d'extraction, dans le cas d'une exploitation souterraine, ou la configuration de la fosse, dans le cas d'une mine à ciel ouvert, a été établie, et où une méthode efficace pour traiter le minerai a été déterminée, et qui comporte une analyse financière fondée sur des hypothèses raisonnables en ce qui concerne tous les facteurs pertinents, notamment les facteurs techniques, d'ingénierie, juridiques,

d'exploitation, économiques, sociaux et environnementaux, ainsi que l'évaluation de tout autre facteur pertinent qui soit Normes de définitions de l'ICM page 3 de 11 22 novembre 2005 suffisant pour permettre à une personne qualifiée, agissant de manière raisonnable, de déterminer si toutes ou une partie des ressources minérales peuvent être classées en tant que réserves minérales.

Lorsque les résultats des travaux d'exploration sur la propriété ont permis de délimiter un gîte minéral avec un tonnage significatif, le promoteur pourrait réaliser diverses études afin d'évaluer les paramètres économiques d'une éventuelle exploitation du gîte découvert (évaluation économique préliminaire, étude de préfaisabilité et étude de faisabilité). Ces études présentent les détails du projet tels que :

- la délimitation;
- le volume et la teneur des réserves et des ressources minérales de la propriété;
- le type d'exploitation envisagé;
- les méthodes de traitement du mineraï;
- le taux de production;
- la durée de vie de la mine;
- le marché visé;
- l'investissement en capital pour le développement;
- le rendement de l'opération pour les actionnaires.

Sur la base des résultats de l'étude de faisabilité, le promoteur évaluera la pertinence de poursuivre le développement de son projet.

- **La préfaisabilité :**

Dans le cas d'une découverte d'un gisement (ressource) qui s'avère rentable, une phase de préfaisabilité est nécessaire. Cette phase correspond aux simulations ou approches préliminaires techniques, technologiques et économiques.

- **La faisabilité :**

L'étude de faisabilité consiste à analyser la viabilité (praticabilité, accessibilité, et possibilités) et les implications organisationnelles du projet minier (technique, économique, environnementale, sociale, juridique, géopolitique, commerciale,...). (Si l'expression peut effrayer certains). Une étude de faisabilité n'est pas si compliquée et demande surtout de la rigueur et de la méthode. Mais c'est un excellent point de départ pour entamer l'exploitation d'une réserve minérale. (Les conséquences de l'exploitation sur les plans économique, sociale, environnementale, ...)

Facteurs économiques : les réserves (teneur et tonnage) doivent être considérables et rentables ;

Facteurs techniques : concernant le choix de la méthode d'exploitation. Ainsi, la localisation de la mine par rapport aux usines de traitement, et les lieux d'exportation (Les ports et les frontières) ;

Facteurs technologiques : il s'agit du procédé de traitement du minerai (phase de valorisation + phase métallurgique) ; (éléments nuisibles et éléments bonifiant)

Facteurs juridiques : Le domaine juridique et administratif de l'exploitation et du travail ;

Facteurs environnementaux: la prise en considération de l'impact d'exploitation et traitement du mineraï sur l'environnement (les nuisances sonores, les émissions de particules fines (entraînant des problèmes respiratoires), la mise en danger d'espèces animales ou végétales, la pollution des eaux,...);

Facteurs commerciaux: il s'agit du domaine de commercialisation du produit (Economie du marché : loi de l'offre et la demande) ;

Facteurs sociales: ils déroulent sur la localisation du gisement par rapport à la population dont représente la main d'œuvre ...

Facteurs géopolitiques: Il s'agit de la situation politique du pays (la sécurité : dans le cas d'une guerre ou autres,...)

La Concession Minière :

Si les premières simulations s'avèrent positives, une demande de Concession Minière est adressée à l'Administration. Le dossier s'appuie sur une étude de faisabilité complète qui détaille notamment le projet d'exploitation et la méthode de traitement envisagés, le calcul des réserves exploitables et de la rentabilité, les besoins en personnel et les sources de financement du projet. La demande de Concession comporte également une étude d'impact et un projet de réhabilitation.

Les réserves minières :

Une réserve minérale est une partie économiquement exploitabile d'une ressource minérale mesurée ou indiquée, qui est

démontrée par au moins une étude de faisabilité préliminaire. Les réserves minérales sont sous-divisées en catégories de confiance croissante.

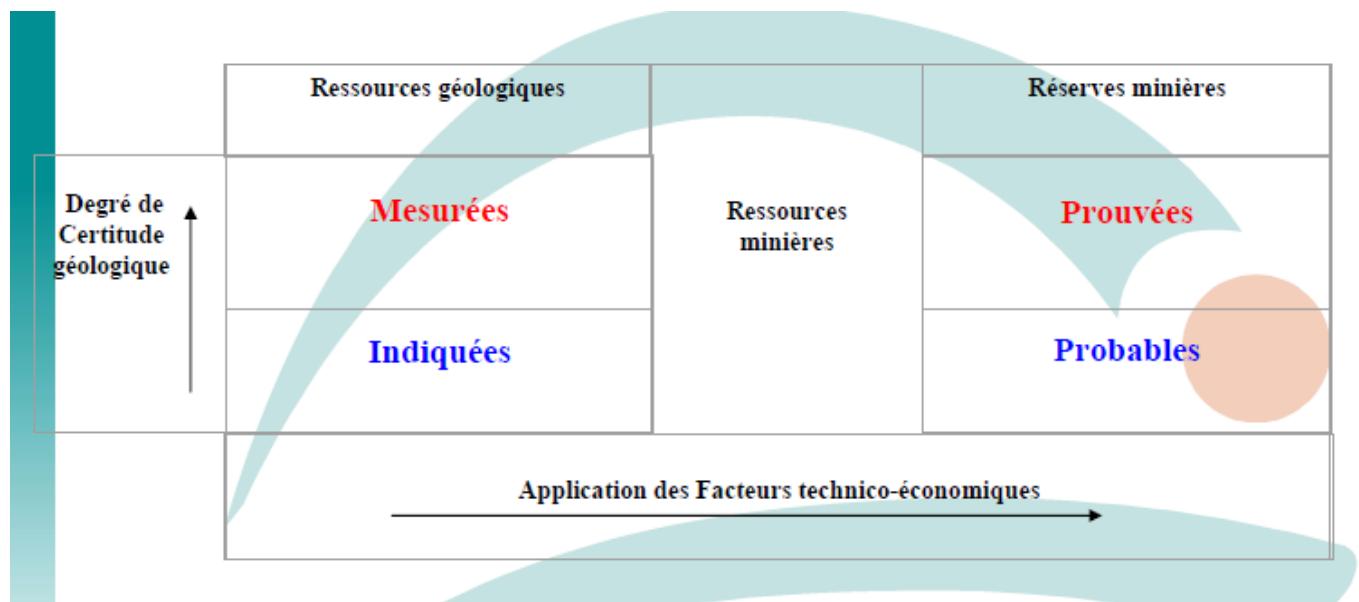
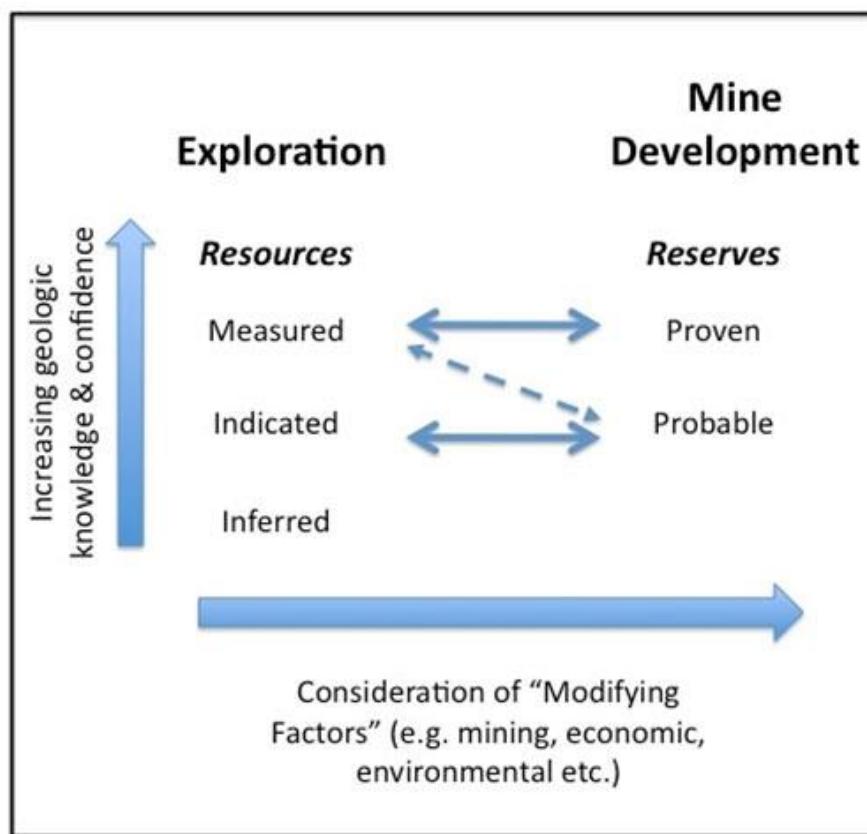


Fig. : Relation entre ressources et réserves

Différents types de réserves :**• Réserve Prouvée :**

Une réserve de minerai « prouvée » est l'estimation de la masse (tonnage) et de la teneur/qualité de la ressource minérale « mesurée » qui peut être extraite légalement et à profit, selon le plan minier choisi. Compte tenu de la faible marge d'erreur qui caractérise cette catégorie répond aux exigences de la planification et de la faisabilité de la production.

• Réserve Probable :

Une réserve de minerai « probable » est l'estimation de la masse (tonnage) et de la teneur/qualité de la ressource minérale « indiquée », qui pourrait être extraite selon un plan minier. En conséquence de la marge d'erreur typique de cette catégorie de ressource, la faisabilité technique, la planification minière et les estimations des coûts et revenus, ne peuvent être établis que d'une façon préliminaire ou conceptuelle. Cette catégorie ne répond donc pas à toutes les exigences de la faisabilité de la production.