
Définitions

BIO-RHEXISTASIE

Selon M. Erhart (1956), toute modification du milieu biologique sur un continent, se traduit par des variations sédimentologiques dans les bassins. Lorsque le couvert végétal du continent est stable, la sédimentation du bassin est uniforme, lente, peu abondante, tandis qu'en climat intertropical, se forment des sols sous forêt : c'est la phase de *biostasie*. Si le couvert végétal disparaît, les sols érodés vont être entraînés vers le bassin, déterminant une sédimentation plus grossière, irrégulière : c'est la phase de *rhexistasie*.

CARTES PRÉVISIONNELLES

Cartes gîtologiques intégrant les métallotectes positifs, négatifs, relatifs, absolus, pour définir les aires à prospecter, ou, au contraire, à éliminer. L'échelle de ces cartes est de plus en plus grande lors du développement d'un programme d'exploration.

COTE ÉCONOMIQUE

Valeur potentielle ou démontrée d'une minéralisation. Fonction, parfois, de paramètres temps-espace. Dans les tableaux synoptiques, 4 catégories ont été définies : X-Indice ou gîte sans valeur ou de faible valeur économique, mais intéressant dans les descriptions ou classifications gîtologiques. XX-Gisement exploité ou exploitable, pouvant représenter jusqu'à 1 % de la production mondiale (dans certains cas, plus). XXX- Gisement à forte cote économique, en principe d'importance mondiale ou "monstre gîtologique". (XXX)- Minéralisation à fort potentiel économique non encore démontré, ou fortes "réserves gîtologiques" mais non économiques dans les conditions actuelles.

CYCLES DE SÉDIMENTATION

Selon R.P. Fisher et J.M. Stewart (1960 et 1961), les dépôts sédimentaires peuvent être classés en deux ensembles :

– **Sédiments de 1er cycle**, dérivés directement du

socle cristallin ou cristallophyllien et représentés par des faciès grossiers, arkosiques, frais ;

– **Sédiments de 2ème cycle**, dérivés de roches sédimentaires et représentés par des faciès à grain fin, riches en quartz, pauvres en feldspaths très altérés.

EFFET DE SOCLE

Toute manifestation déterminée, dans une couverture par la proximité d'un socle peut se manifester de manière variée :

- **Géométrique**, par l'influence de la paléotopographie sur le dépôt des sédiments de couverture ;
- **Pétrographique**, par variations de la nature des sédiments de couverture en fonction de la nature du socle ;
- **Géochimique**, par la présence d'éléments spécifiques du socle — en l'occurrence des minéralisations — que l'on retrouve dans la couverture ;
- **Structural**, par les différences de compétences entre le socle et la couverture.

ENSEMBLES

Groupements d'objets géologiques en vue de définir ou de préciser un milieu gîtologique. La carte prévisionnelle peut être considérée comme un ensemble de métallotectes. Un type de gisements et un sous-type correspondent, respectivement, à un ensemble et à un sous-ensemble.

GÎTOLOGIE

Science créée dans les années 60 pour définir les orientations nouvelles de la géologie minière. Elle s'oppose, dans une certaine mesure, à la métallogénie, puisque les problèmes de genèse des gîtes sont négligés au profit de leur description et surtout de la description du milieu ambiant et de la recherche des objets géologiques — les métallotectes — respon-

— responsables de la présence de ces gisements. C'est une science à la fois naturaliste et statistique puisque l'on ne perd pas de vue la cote économique des gîtes potentiels.

MÉTALLOTECTE

Selon P. Laffite, F. Permingeat et P. Routhier, (1965), un métallotecte est un objet géologique, lié à la tectonique, au magmatisme, au métamorphisme, à la lithologie, à la géochimie, etc., qui semble favoriser l'édification d'un gisement ou d'une concentration minérale et qui, par conséquent, est choisi lors des travaux de cartographie métallogénique, pour figurer sur la carte et entrer dans la légende.

Un **métallotecte négatif**, expression peut être impropre mais utile en exploration minière, est un objet antinomique d'une minéralisation. Il a donc autant de valeur prévisionnelle que les objets localisant ces minéralisations.

On distingue aussi des **métallotectes relatifs ou absolus**, selon qu'ils sont le plus souvent ou toujours associés à une minéralisation, ou encore valables universellement ou seulement pour une province ou un district.

SEQUENCE LITHOLOGIQUE

Selon A. Lombard (1956), toute série sédimentaire, déposée en milieu marin continu, présente une série

de lithotopes sans discontinuité majeure. Cet ordre se nomme la "série standard" et consiste en une série de lithotopes allant des clastiques grossiers aux clastiques fins, aux colloïdes mêlés de calcaires, aux dolomies, aux évaporites. Cette série semble correspondre à une transgression. Une série inverse semble correspondre à une régression.

Si l'on représente les successions de faciès par des courbes lithologiques, la séquence est dite positive lorsque la courbe se dirige de la gauche vers la droite, négative dans le cas contraire (voir exemples dans P. Nicolini, 1970).

VARIANCE

On appelle variance toute variation ou, plus précisément, toute déviation par rapport à un objet géologique. Une altération hydrothermale, une transgression ou une régression, un changement dans la nature du ciment d'un grès, le passage d'un volcanisme basique à un volcanisme acide, etc., sont autant de catégories de variances. Celles-ci ont souvent valeur de métallotecte.

VINCULA

Alignement d'objets géologiques ou de gîtes minéraux de dimension moindre qu'un linéament.

Définitions

- **Géologie minière ;Géologie des substances utiles ; Géologie des minéraux utiles** : Partie des Sciences de la Terre appliquée qui s'intéresse à l'étude et l'évaluation des dépôts de minerais et aux méthodes d'exploitations et d'extractions avec les meilleurs coûts.
- **Géologie économiques** : Elle étudie l'origine des richesses naturelles de l'écorce terrestre à des fins d'explorations, d'exploitations pour en tirer des profits.
- **Minéraux économiques** : Groupe de minéraux à intérêts économique dans différents domaines d'industries
- **Minerais** : matériau solide naturel qui contient une substance utile (ou essentielle à la société. Ex : métaux, sources énergétiques, minéraux à propriétés particulières) dont l'extraction génère des profits. Cette définition inclut les ressources énergétiques et exclut le pétrole.
- **Gisement** : Accumulation de substances utile présente en concentration suffisante pour être extraite en générant des profits.

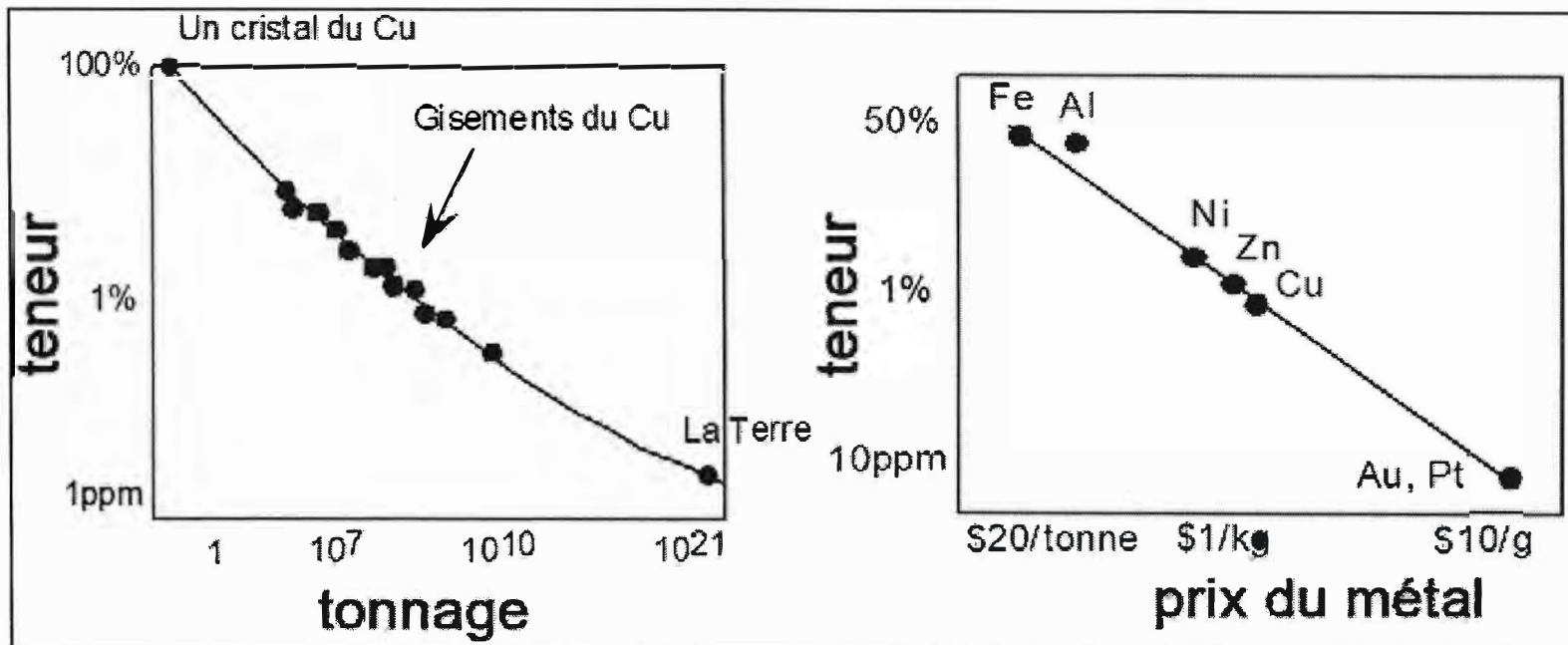
LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LA POSSIBILITÉ D'EXPLOITATION D'UN GISEMENT

1. Teneur et tonnage

Pour qu'un gisement soit **exploitable**, il faut qu'il contienne **plus qu'une concentration minimale** et un **tonnage minimal d'une valeur marchande**.

- La plupart des gisements qui sont à la fois grands et de fortes teneurs ont été exploités et il reste désormais des gisements petits et à fortes teneurs et d'autres gisements beaucoup plus grands mais avec de plus faibles teneurs.
- En plus, ces deux facteurs sont influencés directement par l'augmentation et la diminution du prix mondial du minerais. En effet, la quantité de métal que l'on peut extraire dépend de son prix.

LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LA POSSIBILITÉ D'EXPLOITATION D'UN GISEMENT



LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LA POSSIBILITÉ D'EXPLOITATION D'UN GISEMENT

2. Nature

- Les caractéristiques à prendre en considération sont par exemple le type de minéraux, la taille des grains et la texture du minerai, qui influencent le coût de l'exploitation minière et de la purification du métal. Prenons, par exemple les deux principaux types de minerai de nickel : magmatique et latéritiques. Dans le minerai magmatique on exploite des minéraux sulfurés – principalement la pentlandite, $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$, alors que dans le minerai latéritique on exploite la garnièrite (une argile) ou la goethite (hydroxyde de Fe).
- Chaque minerai a ses avantages et ses inconvénients. L'énergie nécessaire pour extraire le minerai de nickel est beaucoup plus importante dans le cas des minerais latéritiques, et c'est un inconvénient majeur où le coût de l'énergie augmente. En contrepartie dans le cas du minerai magmatique, la purification du nickel à partir de minerai sulfuré produit de grandes quantités de soufre dont seule une partie est vendue. Le reste constitue un polluant et un déchet toxique qui doit être éliminé. Selon les pressions politiques et économiques sur l'utilisation de l'énergie et sur l'élimination des déchets, l'un ou l'autre des types de gisement est privilégié.

LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LA POSSIBILITÉ D'EXPLOITATION D'UN GISEMENT

3. Localisation

- L'influence de la localisation d'un gisement est direct sur l'exploitation d'un gisement. Sa valeur et sa viabilité sont réduites lorsqu'il est éloigné des régions industrielles et peuplées, lorsqu'il est situé dans un climat hostile ou dans une région politiquement instable. Tous ces facteurs augmentent le coût de l'exploitation minière, le coût du transport des produits et le risque d'installation d'une exploitation.
- La localisation géologique est également un paramètre important : le plus grand gisement de nickel que nous connaissons est au centre de la Terre. Le noyau contient quelque 1019 tonnes de nickel métal mais il est évidemment totalement inaccessible.
- La profondeur d'un gisement a une influence majeure sur le coût d'exploitation. Un gisement peu profond peut être exploité dans une mine à ciel ouvert, qui est une alternative bien moins onéreuse que l'exploitation d'une mine souterraine, nécessaire pour les gisements plus profonds. D'autre part, la nature du minerai peut être importante pour son coût d'exploitation. Les minerais sédimentaires friables et peu résistants sont creusés plus facilement que les roches magmatiques plus dures.
- Enfin, un corps minéralisé compact et regroupé est beaucoup plus facile à exploiter qu'un corps minéralisé discontinu et entrecoupé de failles.
- Le déséquilibre politique et la fragilisation de l'économie du pays rend toute exploitation encore plus difficile.

LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LA POSSIBILITÉ D'EXPLOITATION D'UN GISEMENT

Economiques, politiques et techniques

- Les critères économiques et diplomatiques peuvent influencer considérablement la viabilité d'un gisement. Dans certains cas, ils favorisent l'installation d'une exploitation et augmentent la valeur d'un gisement, tandis que dans d'autres cas, ils empêchent toute exploitation.
- Le développement technologique a une influence positive sur les exploitations minières : c'est grâce à l'amélioration des techniques d'extraction et de purification que nous sommes capables d'exploiter des minerais. Un autre exemple marquant est le développement des méthodes d'exploitation des mines d'Or et de diamant et des gemmes, au début, l'exploitation n'a porté que sur les alluvions. L'exploitation s'est poursuivie au début du XXe siècle par la création de mines souterraines.

Classification, répartition et utilisation des minerais et gisements

2.1. CLASSIFICATIONS DES MINERAIS

- Les classifications des minerais sont variées, elles sont basées sur toute une diversité de critères. Certaines classifications se fondent sur des critères **économiques**, comme l'utilisation finale de la substance utile extraite, alors que d'autres se fondent sur des facteurs **géologiques**.
- **Quelques exemples de Classification des ressources minérales en fonction de l'utilisation du produit.**
- **Classification des minerais à partir des types de minéraux.**

Classification, répartition et utilisation des minerais et gisements

2.2. CLASSIFICATIONS DES GISEMENTS

- Il existe des similitudes entre la diversité de classement des minerais et celle des classements de gisements. Dans les ouvrages plus anciens, les gisements sont classés selon leur type de production : les gisements de cuivre, les gisements d'or, les sources d'énergie (l'uranium, les charbons), etc. Ce type de classement peut être utile dans un contexte purement économique.
- Au cours du XXe siècle, de nombreuses classifications se sont basées sur le type de roche dans lequel se trouvent les gisements ou sur la géométrie du gisement et sa relation avec son encaissant. Ainsi, les gisements dans des roches plutoniques étaient distingués de ceux dans des roches sédimentaires ; les gisements sous forme de veine étaient distingués des couches concordant avec la stratification des roches hôte ; les minerais massifs étaient distingués des minerais disséminés. Une classification populaire proposée par Lindgren distingue les gisements formés dans les différents niveaux de la croûte (tableau 2.4). De nos jours, les termes « épithermal », « mésothermal », et « catathernal » sont encore utilisés pour décrire les gisements de faible profondeur, de profondeur intermédiaire, et les gisements formés en profondeur. Une distinction est ensuite faite entre les gisements « syngénétiques » formés en même temps que leur roche hôte des gisements « épigénétiques » formés par la cristallisation tardive des minéraux d'intérêt économique, dans les roches déjà consolidées.

Classification, répartition et utilisation des minerais et gisements

- À la fin du XXe siècle, le développement de la théorie de la tectonique des plaques a répandu toute une série de classifications liées au contexte tectonique. Les gisements dans les bassins océaniques étaient distingués de ceux dans les zones en convergence ou ceux dans des contextes intracratoniques.
- Cette catégorie de classification est encore utilisée, particulièrement lorsque l'on discute de la répartition à l'échelle planétaire des gisements. Cependant, ces types de classifications ont désormais été largement remplacés par d'autres types de classifications dans lesquels le critère de base est le processus responsable de la minéralisation.

Classification, répartition et utilisation des minerais et gisements

3. RÉPARTITION MONDIALE DES GISEMENTS

- Les gisements ne sont pas répartis de façon homogène sur la surface du globe. De vastes étendues de terre sont dépourvues de gisements viables alors que d'autres territoires « *metal provinces* » « *provinces métalliques* », comportent une proportion inhabituelle de gisements d'un ou plusieurs types. Des exemples notables sont les alignements d'énormes gisements de cuivre le long de la cordillère américaine, depuis l'Alaska jusqu'au Chili, les regroupements de gisements de plomb-zinc dans des calcaires au centre des États-Unis, les gisements d'étain dans les granites d'Asie du sud-est. Pour des raisons géologiques et économiques, il est important de connaître quelques grands traits de la répartition des gisements. D'un point de vue géologique, la répartition des gisements apporte des indices importants sur les processus minéralisateurs ; d'un point de vue économique, la répartition irrégulière influence fortement le prix des métaux et les échanges mondiaux ; c'est un facteur important qui influence les relations internationales et explique parfois alliances et conflits.
- Dans les classifications des gisements liées à la tectonique des plaques, l'accent est assez naturellement mis sur le contexte tectonique dans lequel le gisement se trouve, mais de nombreux gisements se forment dans des contextes sédimentaires ou par des processus de surface (altération/érosion) ; pour ces exemples, la géomorphologie, le relief, et les climats actuels et passés exercent des contrôles additionnels sur la localisation des gisements.

AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS

1. AIRE DE DISTRIBUTION

- Les aires de distribution des Minéraux utiles se subdivisent en : provinces ; sous-provinces (zones et bassins) ; régions (nœuds et centre) ; champs ; gisements et enfin, corps.
- **La province** : est un secteur important de la plate forme, des fonds océaniques et au frontières des plaques, contenant des gisements spécifiques. On dégage les provinces d'origines génétiques (métallogéniques, houillères,...). Les provinces métallogéniques sont à leur tour divisés en provinces de plates formes précambriennes, calédonniennes, hercyniennes, méozoïques,... . Les provinces houillères se divisent par rapport aux époques d'accumulation du charbon en carbonifère, permo-jurassiques, crétacé supérieur-Tertiaire.
En effet, les provinces métallogéniques sont caractérisées par des minéralisations dans le socle éburnéen ; minéralisations liées au cycle panafricain ; hercynien ; et alpin.
- **La sous-province** : occupe une partie de la province par rapport à la présence de gisements associés à un groupe d'éléments tectoniques définissant l'architecture géologique du territoire.
- **La région** : partie de la sous-province caractérisée par une concentration locale de gisements. Ex : nœuds ou centre de minéraux utiles.
- **Le champ** : est un groupe de gisement de même origine et de même structure géologique avec des superficies allant de quelques kilomètres carrés. Les champs sont constitués de gisements et ces derniers, de corps ou masses.
- **Le corps** : concentration locale de matière minérale naturelle associée à un élément de structure géologique déterminée ou à une combinaison de ces éléments.

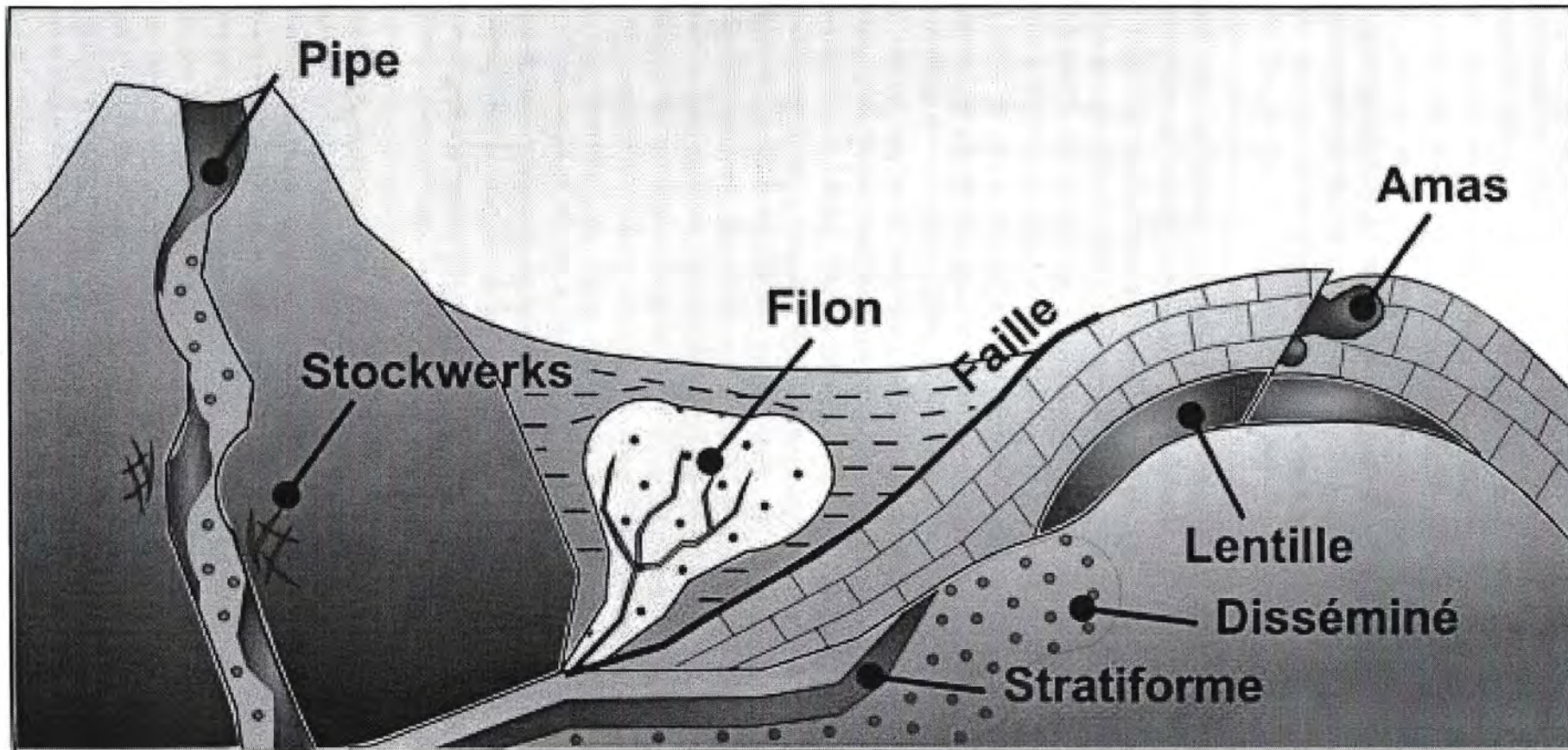
AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS

2. Morphologie

- Il existe trois types : isométriques, plates et étendues dans une direction.
- **Isométriques** : accumulations de substances de dimensions égales suivant presque toutes les directions (Filons en amas (stocks) ; stockwerks; Nids hors de filon).
 - **Amas ou stock** : de substance homogène (Sel, gîtes métasomatiques et hydrothermaux).
 - **Stockwerk** : Il s'agit, d'une roche fine pénétrée par de fines veines chargées de substances. (Cuivre, étain, molybdène, ...).
 - **Nid** : Accumulation locale relativement petite (Gisement aurifère, Pb-ZN, chromite, mercure).

12

AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS



AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS

- **Plates** : présentent deux dimensions allongées et une courte, s'y rapportent les couches et les filons.
 - **Couches** : typique des gisements sédimentaires (charbon, gisement non métallifère). La caractérisation se fait à partir de la direction, l'inclinaison, le nombre et l'épaisseur.
 - **Filons** : cassure dans les roches remplies de substances utiles. Ils peuvent être **simple** (cassures uniques minéralisées) ou **composés** (faisceaux de cassure, zone de broyage, ou filonienne). En détail, il y a les **filons en chapelets**, de **poches**, **gouttières**, **en échelons** et **à empennage**.

La surface de contact du filon avec les roches encaissantes s'appelle **éponte**. Les éléments géologiques responsables des dimensions et des conditions de gisement des filons sont la **direction et l'allongement**, **l'orientation**, **le pendage** et **l'épaisseur**. Ils se présentent en groupe ou familles de filons d'où les champs filoniens.

AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS

- Etendues : ces gisement sont étirés suivant un axe (cheminées et colonnes). L'angle de plongement de la colonne est mesuré entre son axe et le plan horizontal. L'angle et la longueur peuvent variés considérablement de 0° à 90° et de quelques mètres à des milliers de mètres.
- Des combinaisons de ces formes peuvent existées.

AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS

3. Composition minérale

- Les corps de minéraux utiles sont composés d'agrégats minéraux. Dans certains gisements, on trouve les minéraux de valeur (minéral principal) ou métallifère et des minéraux accompagnateurs appelés gangue ou filonien. Exemple de l'Or où la quantité de ce dernier constitue des millièmes du pourcentage par rapport au quartz. Par contre le fer est riche en minéraux métallifères, la teneur varie en fonction de la composition chimique.
- D'après la composition des minéraux métallifères on distingue les types suivants :
 - Oxydes, hydroxydes (Fer, Manganèse, étain, uranium, chrome, aluminium).
 - Siliceux (micas, talc, etc.)
 - Sulfureux (cuivre, zinc, plomb, nickel, antimoine)
 - Sulfatés (barium, strontium)
 - Phosphatés (phosphore)
 - Haloïdes (sel, fluorine)
 - Natifs (or, platine, cuivre, argent)

AIRE DE DISTRIBUTION, MORPHOLOGIE, COMPOSITION ET ARCHITECTURE DES GISEMENTS

4. Textures et structures

- La texture est déterminée d'après la disposition dans l'espace d'agrégats minéraux différant par leur forme, dimension, composition et structure. Il y a 10 types de textures (massive, tachetée, rubanée, veinée, sphéroïdale, réniforme, de broyage, lacunaire, à ossature et friable).
- La structure peut être réparties en 13 groupes (équigranulaire, hétérogranulaire, lamellaire, fibreuse, zonale, cristalline, orientée, d'association intime, lisérée, de substitution, de broyage, colloïdale, sphérolitique et clastique).

MÉTHODES D'ANALYSES DES GÎTES MINÉRAUX

1. Levés de surface, souterrain et forages :

- Surface : 1) Cartographie régionale ; 2) Cartographie locale (gîte par grille) ; 3) Cartographie de détail (affleurement) ; Age de la minéralisation.
- Souterrain : Cartographie du toit des galeries.
- Forages : Carottage continu dans la zone minéralisée.

2. Analyse structurale :

Comprendre la relation entre l'évolution structurale et la minéralisation. Les relations de recoupements avec les épisodes de déformations permettent de placer des contraintes sur l'âge relatifs de la minéralisation.

3. Minéralogie, texture et structure.

4. Altération hydrothermale

5. Composition chimique (calculs des indices)

6. Inclusions fluides

7. Isotopes stables et radiogéniques

8. Géochronologie

18