

Exercices sur la Géologie chapitre 3 : Métallogénie

1. Exercice : analyse de document la métallogénie de Madagascar

La chromite

La chromite constitue le premier produit minier de Madagascar. Réputée de très bonne qualité, le chrome est principalement utilisé pour la fabrication des aciers inoxydables. La Kraomita Malagasy “Kraoma” est la seule entreprise qui exploite ce minerai à Madagascar. Depuis 1996, elle exploite deux gisements : Andriamena et Befandriana. Avec une capacité de production de 250 000 tonnes par an, elle a exporté 92 000 tonnes sur les 207 000 tonnes de minerais bruts produits en 2005. Ses prévisions d’exportation pour 2006 sont de 140 000 tonnes, soit 73% de plus qu’en 2005. La chromite est exportée principalement vers le Japon, la Suède et la Chine.

Le graphite

Madagascar possède des ressources très importantes de graphite en paillettes d’excellente qualité, utilisé pour la fabrication de mines de crayon, de lubrifiant, de peinture et pour le polissage. Les exploitations se trouvent dans les Hautes-Terres et sur le Versant Oriental (Côte Est : Moramanga – Toamasina – Vatomandry).

Le mica

Les gisements se trouvent tous au sud, dans la région de Fort-Dauphin. Le mica est utilisé dans l’industrie comme isolant. Les exportations de mica ont chuté parallèlement à la production dont les coûts d’exploitation sont trop élevés pour être rentables.

La bauxite

Les réserves de bauxite, estimées à 180 millions de tonnes, se trouvent dans les environs de Manantenina, au nord de Fort-Dauphin. La bauxite est le minerai de l'aluminium. Les réserves malgaches de bauxite représentent moins de 1% des réserves mondiales en poids brut.

L'ilménite

L'ilménite est le minerai le plus répandu à Madagascar, avec 29 millions de tonnes reconnus, dont 1/3 près de Tamatave et 2/3 dans la région de Fort-Dauphin. Les deux grands projets miniers, Qit Madagascar Minerals (Qmm) et Projet « sables minéralisés » de Toliara, placeront sans doute Madagascar au rang des grands pays producteurs d'ilménite/titane, aux côtés de l'Australie, du Canada et de l'Afrique du Sud.

Le zircon

Les réserves de zircon, estimées à 1,6 millions de tonnes, sont réparties pour moitié dans les régions de Toamasina et de Manantenina. Depuis fin 2004, la Compagnie générale des Mines de Madagascar (Cgmm) prospecte ce type de minerai.

Le fer

Madagascar renferme environ 0,1% de réserves mondiales de minerai de fer avec 400 à 500 millions de tonnes. Mais leur faible teneur en fer (à 30%) ne permet pas de concurrencer la Chine, le Brésil ou l'Australie dont les minerais ont une teneur en fer à 60%. Le gisement de Soalala au sud de Majunga, est évalué à 360 millions de tonnes. D'autres gisements de fer se trouvent à Fasintsara et à Betioky.

Le quartz de fonte et piézo-électrique

Madagascar est un grand pays producteur de quartz industriel. Les principaux gisements se trouvent à Maroantsetra et Antalaha. Le marché

mondial est très concurrentiel depuis l'introduction par les Etats-Unis du quartz de culture nettement plus pur et moins cher que le quartz naturel malgache. La transformation locale du quartz en cristal serait un projet intéressant mais elle requiert des investissements élevés.

Le charbon

Le gisement de la Sakoa situé à 100 km de Tuléar renferme une réserve estimée à 170 millions de tonnes. Malgré son accessibilité (peu profond) et une partie importante "à ciel ouvert", les coûts d'exploitation sont trop élevés pour être rentables. Houille (charbon de terre)

1. Pourquoi la chromite est-elle importante pour l'économie malgache ?
2. Pourquoi les exportations de mica diminuent-elles ?
3. Pourquoi les réserves de fer malgaches sont-elles peu compétitives sur le marché mondial ?
4. Pourquoi le quartz naturel malgache perd-il des parts de marché ?
5. Quel avantage présenterait la transformation locale du quartz ?
6. Pourquoi Madagascar exporte-t-il de nombreux minerais sans toujours les transformer sur place ?
7. Quels problèmes économiques rencontrent certaines exploitations minières ?
8. Pourquoi peut-on dire que Madagascar possède un sous-sol riche ?
9. Pourquoi la richesse minière ne garantit-elle pas automatiquement le développement économique ?
10. Observer les affirmations suivantes et expliquer si elles sont justes :
 - a. « Madagascar possède beaucoup de fer, donc il domine forcément le marché mondial. »

- b. « Un minerais abondant est toujours rentable à exploiter. »
 - c. « Transformer les minerais dans le pays peut créer des emplois.
»
 - d. « Les ressources minières sont réparties uniquement dans le sud de Madagascar. »
 - e. « La qualité d'un minerais influence sa valeur économique. »
11. À partir du document, compléter le tableau suivant.

Minerais	Localisation	Utilisation	Difficulté ou avantage
Chromite			
Graphite			
Mica			
Bauxite			
Ilménite			
Zircon			
Fer			
Quartz			
Charbon			

2. Exercice : Analyse document sur le Graphite

Le **graphite** est un **minéral** constitué principalement de **carbone (C)**. Il se forme au cours du **métamorphisme** de roches riches en matière organique soumises à de fortes pressions et à des températures élevées. À Madagascar, le graphite est l'une des principales ressources minières et est reconnu pour son excellente qualité, notamment sous forme de graphite en paillettes.

Le graphite possède les caractéristiques suivantes :

- Il est composé essentiellement de **carbone**, avec une teneur variant généralement entre **72 % et 98 %**. Plus cette teneur est élevée, meilleure est la qualité du graphite.
- Sa couleur est **noire à gris acier**.
- Son éclat est **métallique à submétallique**.
- Sa densité varie de **2,1 à 2,5**.
- Sa dureté est très faible (**1 à 2 sur l'échelle de Mohs**) : il peut être rayé avec l'ongle.
- Il est **opaque**.
- Son système cristallin est **hexagonal**.
- Il laisse facilement une **trace noire** sur le papier ou les doigts.
- Il est un **excellent conducteur de l'électricité** et de la chaleur.
- Il résiste à de très hautes températures (température de sublimation supérieure à **3 600 °C**).
- Dans la nature, il se présente principalement sous forme de **graphite en paillettes**, parfois sous forme massive.

Madagascar possède d'importants gisements de graphite de très bonne qualité.

Le graphite est présent dans des **roches métamorphiques** telles que : les gneiss, les micaschistes, les leptynites, les migmatites.

Les principaux gisements sont situés dans les **Hautes Terres centrales** et sur la **côte Est** de Madagascar.

Parmi les principales zones d'exploitation figurent :

- Antsirakamba ;
- Ambatomitamba (au sud de Toamasina) ;
- Sahanavo (au nord de Vatomandry) ;
- Faliarano (près d'Antsirabe) ;
- Andasifahatelo (au nord d'Antsirabe).

Dans ces roches, le graphite est généralement présent sous forme de **paillettes** de 1 à 5 mm de longueur, mélangées à d'autres minéraux comme le quartz, les feldspaths, le mica et certains oxydes de fer.

Les conditions favorables à l'exploitation ou qu'un gisement est économiquement exploitable lorsque :

- la roche est suffisamment altérée pour faciliter l'extraction du graphite ;
- la teneur en graphite est suffisamment élevée pour être rentable ;
- le gisement est facilement accessible ;
- une quantité suffisante d'eau est disponible pour le traitement du minerai.

L'exploitation du graphite comprend plusieurs étapes :

1. enlèvement de la couche de terrain stérile ;
2. extraction du minerai, généralement à ciel ouvert ;

3. transport du minerai vers l'usine de traitement.

Après l'exploitation vient, le traitement qui permet de séparer le graphite des autres minéraux.

Les principales étapes sont :

- concassage des blocs de roche ;
- broyage du minerai ;
- tamisage ;
- flottation, qui permet de séparer le graphite grâce à ses propriétés physiques ;
- filtration et égouttage ;
- séchage ;
- tri selon la taille des paillettes ;
- ensachage du produit final.

Après traitement, la teneur en carbone du graphite peut dépasser **80 %**, voire atteindre plus de **95 %** pour les meilleures qualités.

Parlons maintenant de l'importance économique du graphite à Madagascar. Le graphite constitue l'une des ressources minières les plus importantes de Madagascar.

Le graphite malgache est particulièrement apprécié sur le marché international pour :

- sa forte teneur en carbone ;
- la grande taille de ses paillettes ;
- sa pureté.

Il est exporté vers plusieurs pays pour être utilisé dans diverses industries.

Aujourd'hui, Madagascar fait partie des principaux producteurs mondiaux de **graphite naturel en paillettes**, même si la Chine demeure le premier producteur mondial.

Le développement de cette filière contribue :

- aux exportations du pays ;
- à la création d'emplois ;
- au développement économique des régions minières.

Cependant, l'exploitation minière doit être réalisée de manière responsable afin de limiter :

- la déforestation ;
- l'érosion des sols ;
- la pollution des eaux ;
- les impacts sur les populations locales.

Grâce à ses propriétés physiques et chimiques, le graphite possède de nombreuses applications industrielles.

Il est utilisé pour fabriquer :

- les mines de crayons ;
- les lubrifiants industriels ;
- les peintures antirouille ;
- les creusets destinés à fondre les métaux ;
- les électrodes pour certaines industries métallurgiques ;
- des composants électriques ;
- les batteries lithium-ion utilisées dans les téléphones, les ordinateurs portables et les véhicules électriques.

1. Analyser le document et compléter le tableau suivant :

Élément	Réponse attendue
Composition du graphite	
Type de roche	
Deux régions productrices	
Deux utilisations	
Deux propriétés	
Deux étapes du traitement	
Deux avantages économiques	
Deux impacts environnementaux possibles	

2. QCM

Déterminer et encadrer la bonne réponse :

1) Le graphite est principalement constitué de :

- a) Fer
- b) Aluminium
- c) Carbone
- d) Silice

2) Le graphite est extrait principalement dans des :

a) Roches sédimentaires

b) Roches volcaniques

c) Roches métamorphiques

d) Roches calcaires

3) La dureté du graphite est :

a) 1 à 2

b) 4 à 5

c) 6 à 7

d) 9 à 10

4) Le graphite est un bon conducteur :

a) De la lumière uniquement

b) De la chaleur et de l'électricité

c) Du son uniquement

d) De l'eau

5) Quelle est aujourd'hui une utilisation moderne du graphite ?

a) Fabrication des batteries lithium-ion

b) Fabrication du ciment

c) Fabrication du verre

d) Fabrication du papier

3. Pourquoi la teneur en carbone est-elle importante ?
4. Pourquoi le graphite est-il utilisé dans les batteries ?
5. Pourquoi le graphite est-il extrait dans des roches métamorphiques ?
6. Pourquoi le minerai doit-il être traité avant sa commercialisation ?
7. Pourquoi faut-il limiter les impacts environnementaux de l'exploitation minière.
8. Le graphite possède différentes propriétés, pour chaque propriété, donner une utilisation correspondante :

Propriété	Utilisation
Tendre	
Conducteur électrique	
Résistant à la chaleur	
Laisse une trace noire	

9. Deux échantillons de graphite sont analysés.

Échantillon	Teneur en carbone
A	74 %
B	96 %

- a. Quel est l'échantillon de meilleure qualité ?
- b. Justifier votre réponse.
- c. Lequel sera probablement le plus recherché par les industries ?
- d. Expliquer pourquoi.