

THEME IV : GEOLOGIE

LES RESSOURCES MINIERE DE LA CÔTE D'IVOIRE

EXERCICE 119

A- Définissez les termes suivants :

Gisement, gîte minéral, filon, solutions hydrothermales, fluide pneumatolytique.

B- Le mécanisme de formation des gisements aurifères de Côte d'Ivoire n'est pas identique :

- la fusion du magma génère des solutions hydrothermales pouvant contenir de l'or. En s'élevant, ces solutions viennent imprégner des roches et déposent dans leurs interstices, des minéraux d'or qui s'y concentrent. C'est le cas du gisement d'Angovia à Bouaflé.
- un dépôt d'or à forte concentration recristallisé à partir de la décomposition de la roche-mère se met en place. Il est piégé dans des roches encaissantes de type sédimentaire à une centaine de mètres de profondeur. Ce mécanisme est celui du gisement d'Ity à Danané.

- 1) Comment désigne-t-on respectivement le mécanisme de formation des gisements d'Ity et d'Angovia?
- 2) A quel type de gîte conduit chacun de ces mécanismes ?
- 3) Citez les autres mécanismes de formation des gisements aurifères et indiquez le type de gîte auquel conduit chacun d'eux.
- 4) Précisez l'origine primaire ou secondaire des gisements d'Ity et d'Angovia. Justifiez votre réponse.
- 5) Complétez les annotations de la figure 1 ci-dessous et désignant le nom du gîte qui convient.

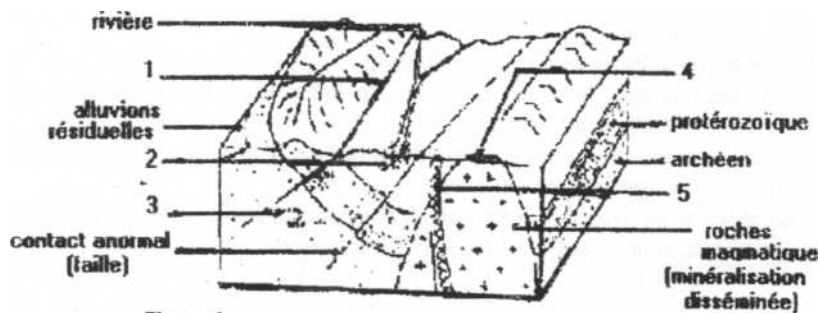


Figure 1

EXERCICE 120

Texte :

Les placera aurifères tels ceux de Yaouré, très nombreux en Côte d'Ivoire, sont exploités depuis le début du siècle à Bouaflé, Toumodi, Aboisso... de façon traditionnelle c'est-à-dire par la bâlée, technique reposant sur la séparation densimétrique des niveaux. Par contre, les gisements d'or d'Ity, d'Angovia ou d'Afema, découverts suite à des travaux de recherche (géochimie, puits, tranchées, sondage etc.) sont difficilement exploitables par les orpailleurs.

- 1) Expliquez la méthode de la bâlée utilisée pour exploiter l'or de Yaouré depuis des siècles.
- 2) Justifiez pourquoi cette méthode est qualifiée de traditionnelle dans le texte.
- 3) Expliquez la difficulté de l'exploitation de l'or d'Ity, d'Angovia et d'Afema par les orpailleurs.

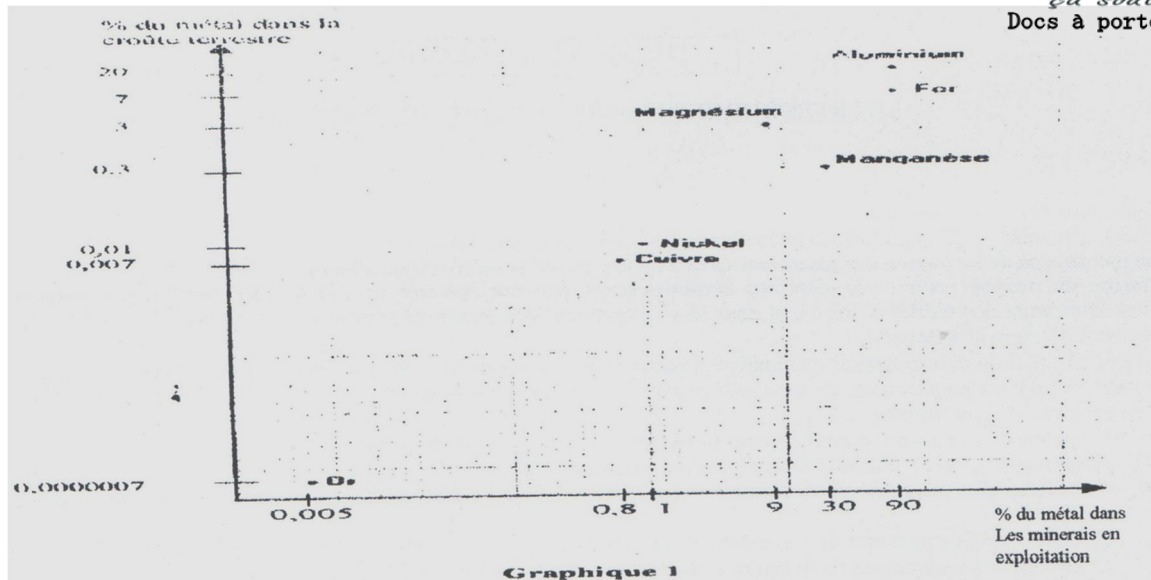
EXERCICE 121

Le processus de formation d'un gisement alluvionnaire comprend trois grandes étapes successives : l'altération, le transport et le dépôt.

- 1) A l'aide d'un tableau, indiquez les deux voies de décomposition des roches, la nature de leur action, les agents en cause dans les régions tropicales et les produits formés.
- 2) a- Il existe deux mécanismes par lesquels, les métaux issus de l'altération de roches peuvent former des gisements. Expliquez ces mécanismes et indiquez le nom respectif donné à chaque gisement b)-Citez les principaux agents de transport des sédiments issus de l'altération.
- 3) Après le transport, intervient la phase de dépôt à laquelle participent les agents minéralisateurs. Donnez la définition de : agent minéralisateur ? Citez-en trois.
- 4) Énumérez les facteurs qui influencent le dépôt ou la sédimentation des minéraux dans les cours d'eau.
- 5) Comment désigne-t-on les zones ou les gîtes alluvionnaires où sont accumulés des minéraux exploitables ?

EXERCICE 122

A- Le graphique 1 établit, pour un métal quelconque, la relation entre sa teneur moyenne dans la croûte continentale et celle dans les minerais en exploitation.



- 1) Définissez l'expression « facteur de concentration ».
- 2) a- Calculez pour chaque métal du graphique 1, le facteur de concentration.
b- En déduire une expression qui montre la relation entre la teneur du métal dans minerais (T_M) et la teneur moyenne de la croûte continentale (T_c) pour un métal quelconque.
- 3) Comment expliquez-vous le fait que la croûte continentale, généralement de faible teneur en métaux, forme à certains endroits, des minerais ? Déduisez-en la signification de *anomalie minière*.

B- L'évolution de la teneur en un métal d'un minerais en exploitation ainsi que celle des dépenses occasionnées par l'exploitation en fonction du temps, sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Teneur en métal(%)	5	3,5	1,7	1,2	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4
Dépense effectuée $\times 10^3$ Dollars/tonne	1,4	1,45	1,6	2	3	4,5	10	0	0
Temps d'exploitation (année)	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	1990	2000

- 1) Construisez dans le même repère, la courbe montrant l'évolution de la teneur en métal et celle montrant l'évolution des dépenses de l'exploitation en fonction du temps d'exploitation.

Échelle : 2 cm $\longrightarrow$ 1% de métal
1 cm $\longrightarrow$ 1 000 Dollars/tonne
1 cm $\longrightarrow$ 20 ans

- 2) Analysez chaque courbe.
- 3) Interprétez chaque courbe.
- 4) Donnez une raison indiscutable qui justifie l'évolution des deux courbes à partir de 1982.
- 5) Déduisez de vos réponses aux questions A3 et B4, la notion de minerais.

EXERCICE 123

La teneur moyenne de quelques métaux de l'écorce terrestre et le facteur de concentration de certains gisements sont présentés dans le tableau suivant ci-dessous.

Métal	Teneur en % dans l'écorce terrestre	Facteur de concentration	Gisement minier
Aluminium	8	3,5	A
Fer	5,8	7,5	B
Cuivre	0,0058	90	C
Nickel	0,0072	150	D
Or	0,0000002	4000	E

- 1) Déterminez en kilogramme, la masse de chaque métal contenu dans une tonne d'écorce terrestre ainsi que celle du métal contenu dans une tonne du sous-sol renfermant les gisements.
- 2) On estime que la concentration du métal est très importante dans tous les gisements. Cette condition suffit-elle pour que tous ces gisements soient considérés comme des minerais ? En cas de réponse négative, indiquez la condition complémentaire qui permettrait de considérer ces gisements comme des minerais.
- 3) Enumérez trois moyens infrastructurels et humains indispensables qui permettent la condition complémentaire indiquée.

EXERCICE 124

Dans certains marigots de Côte d'Ivoire, des orpailleurs pratiquent la technique de la bête qui malheureusement, ne peut être utilisée pour la prospection de beaucoup d'autres gisements. Cependant, elle est facile, rapide et donne de bons résultats.

- 1) En quoi consiste la technique de la bête ?
- 2) Donnez une raison qui justifie l'inadaptation de la technique de la bête à beaucoup d'autres méthodes de prospection minière. *i*
- 3) L'or récolté par la technique de la bête est une paillette c'est-à-dire une petite masse d'or natif. Par quel nom désigne-t-on cette petite masse.
- 4) Est-il exact de dire que la technique de la bête relève d'une méthode directe de prospection ? Justifiez votre réponse.
- 5) A partir de vos connaissances, formulez une hypothèse pour expliquer l'origine des paillettes d'or récoltées dans les alluvions.

EXERCICE 125

- 1) En quoi consiste la prospection géochimique ?
 - a- S'agit-il d'une méthode de prospection minière directe ou indirecte ? Justifiez votre réponse.
 - b- Indiquez l'ordre des différentes étapes de sa réalisation.
 - c- Décrivez brièvement les deux premières étapes.
- 2) a- A quelle étape de la prospection intervient le Rhodamine et à quoi sert-elle ?
- 3) Expliquez comment les données recueillies lors de la prospection géochimique sont exploitées pour délimiter un gisement ?
- 4) Citez les méthodes de la prospection géophysique étudiées en classe. Pour quelle raison les qualifie-t-on de méthodes indirectes ?

EXERCICE 126

Sur la figure 1 ci-dessous est représenté un cours d'eau au niveau duquel a été entreprise la prospection minière. Les zones A, B et C ont fait l'objet de prises en alluvion.

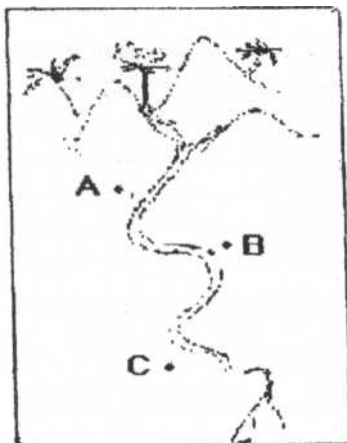


Figure 1

- 1) Expliquez comment procède-t-on pour obtenir des prélèvements en vue d'une étude géochimique dans les alluvions.
- 2) Rappelez la signification de : anomalie minière.
- 3) En vous référant au tableau ci-dessous, indiquez la ou les zones qui présente(nt) une anomalie minière. Justifiez votre réponse.

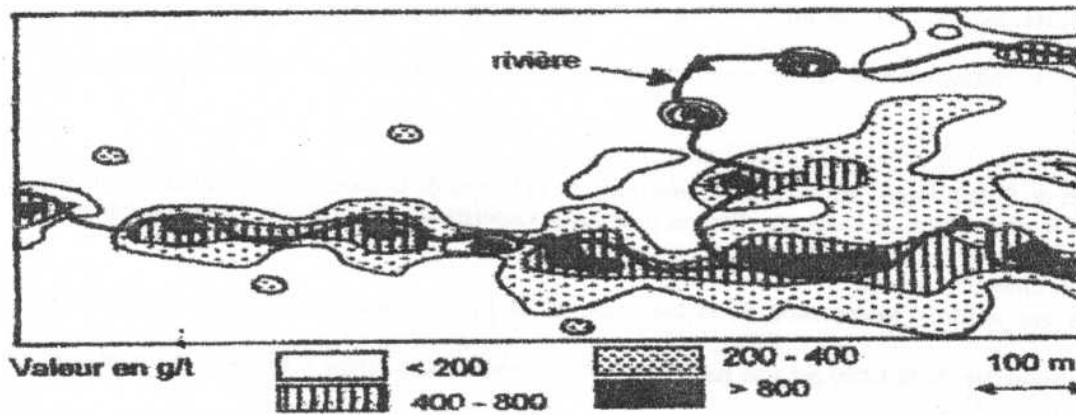
	Ecorce	Zone A	Zone B	Zone C
Teneur de l'or	$2 \cdot 10^{-7} \%$	$1,8 \cdot 10^{-7} \%$	$10^{-3} \%$	$2,2 \cdot 10^{-7} \%$

- 4) Proposez une solution permettant de circonscrire ou de limiter avec précision le gisement.

EXERCICE 127

La carte de prospection géochimique présentée ci-dessous a été réalisée en vue de la recherche de minerais métallique.

Des prélèvements d'alluvions analysés, permettent de dresser des courbes isovaleurs.



- 1) Définissez une courbe isovaleur.
- 2) Expliquez la méthode de prospection géochimique qui a permis de dresser ces courbes.
- 3) Nommez ces types de gisements que présente le document.
- 4) Sachant qu'il s'agit de gisements aurifères, expliquez leur mise en place.
- 5) a- Sur cette carte, précisez les zones des minerais les plus concentrées.
 b- Proposez une hypothèse possible pour expliquer cette répartition.

CORRIGES DES EXERCICES

THEME VI : GEOLOGIE

LES RESSOURCES MINIÈRE DE LA CÔTE D'IVOIRE

EXERCICE 119

A-Définitions

Gisement : lieu où l'on rencontre une substance ou des objets déterminés.

Gîte : masses minérales comportant un ou plusieurs métaux susceptibles d'une exploitation.

Minéral : espèce chimique naturelle se présentant le plus souvent sous la forme de solide cristallin.

Filon : lame de roche épaisse de quelques centimètres à mètres recoupant les structures de l'encaissement.

Solutions hydrothermales : eaux chaudes circulantes provenant du magma et renfermant des éléments minéraux dissous qui peuvent ensuite précipiter et se concentrer en filon.

Fluide pneumatolytique : vapeurs minéralisantes provenant du magma et dont les éléments minéraux précipitent dans les fissures pour former des filons.

B-1) Le mécanisme de formation du gisement d'Angovia serait celui de l'intrusion de vapeurs minéralisantes. Celui d'Ity correspondrait à un mécanisme de l'altération météorique sur place.

2) Le mécanisme de formation du gisement d'Angovia conduit à un gîte filonien ou gîte d'imprégnation tandis que celui d'Ity conduit à un gîte résiduel ou gîte d'altération.

3) Autres mécanismes et gîtes correspondants.

Cristallisation du magma → gîte magmatique de ségrégation.

Intrusion de vapeurs minéralisantes → gîte de faille.

Altération avec transport de sédiments → gîte alluvionnaire ou placer.

4) Le gisement d'Angovia est un gisement primaire et le gisement d'Ity est un gisement secondaire

Justification : un gisement primaire se forme directement à partir du magma.

Un gisement secondaire résulte de l'altération d'une roche initiale.

5) Annotation

1 : veine quartzo-aurifère (gîte de faille)

2 : gîte alluvionnaire (placer)

3 : paléoplacer

4 : gîte d'altération

5 : gîte filonien

Figure 1 : différents types de gisements d'or.

EXERCICE 120

1) Explication de la méthode de la bâlée : elle consiste à laver les sédiments des cours d'eau, à l'aide de récipients (vans, calebasses...) appelés bâlées. Chaque minéral ayant sa densité propre, il se produit une séparation densimétrique dans les récipients utilisés.

2) Justification de la notion de méthode traditionnelle

Cette méthode permet de faire la prospection minière. Elle ne permet pas de faire une exploitation efficace. De plus, les orpailleurs utilisent du matériel rudimentaire et travaillent pour eux-mêmes avec un personnel réduit.

3) Explication de la difficulté de l'exploitation de l'or par les orpailleurs.

L'or d'Ity, d'Angovia ou d'Afema est très fin et même microscopique (à 7 μ). Il est donc difficile que les orpailleurs puissent l'exploiter de manière traditionnelle. Son exploitation se fait par des procédés d'épuration chimique qui demandent du matériel performant.

EXERCICE 121

1) Tableau

Voies d'attaques des roches	Nature de l'action	Agents en cause	Produits formés
Désagrégation	Action mécanique ou action physique	Température Croissance des racines d'arbres	Fragments de roche
Altération	Action chimique	L'eau chargée de CO ₂ issue des racines d'arbre	Minéraux Cristaux Ions solubles

2) a- Les deux mécanismes sont les suivants :

1^{er} mécanisme : les métaux peuvent s'accumuler sur place et donner naissance à un gisement résiduel.

2^{ème} mécanisme : les métaux peuvent être transportés puis sédimentés plus loin pour constituer un gisement alluvionnaire.

b- Les principaux agents sont : l'eau, le vent.

3) définition: un agent minéralisateur est un corps qui favorise le processus de concentration locale de substances métalliques. Exemple : l'eau, certains métalloïdes, certaines bactéries anaérobies réductrices.

4) Les différents facteurs qui influencent le dépôt ou la sédimentation sont :

- les variations hydrodynamiques (diminution de la vitesse du courant d'eau)
- les variations physico-chimiques de l'eau (pH, température...)
- l'activité biologique des êtres vivants aquatiques capables d'accumuler certains minéraux pour édifier leur coquille, carapace ou squelette. Certains sont restitués sous forme de sédiments biogènes à la mort des êtres vivants

5) Ces zones alluvionnaires s'appellent le placer.

EXERCICE 122

A/

1) Le facteur de concentration (FC) d'un métal quelconque est le rapport entre la teneur du métal dans le minerai (T_M) et sa teneur moyenne normale dans la croûte terrestre (T_C).

$$F_C = T_M / T_C$$

Calcul du facteur de concentration

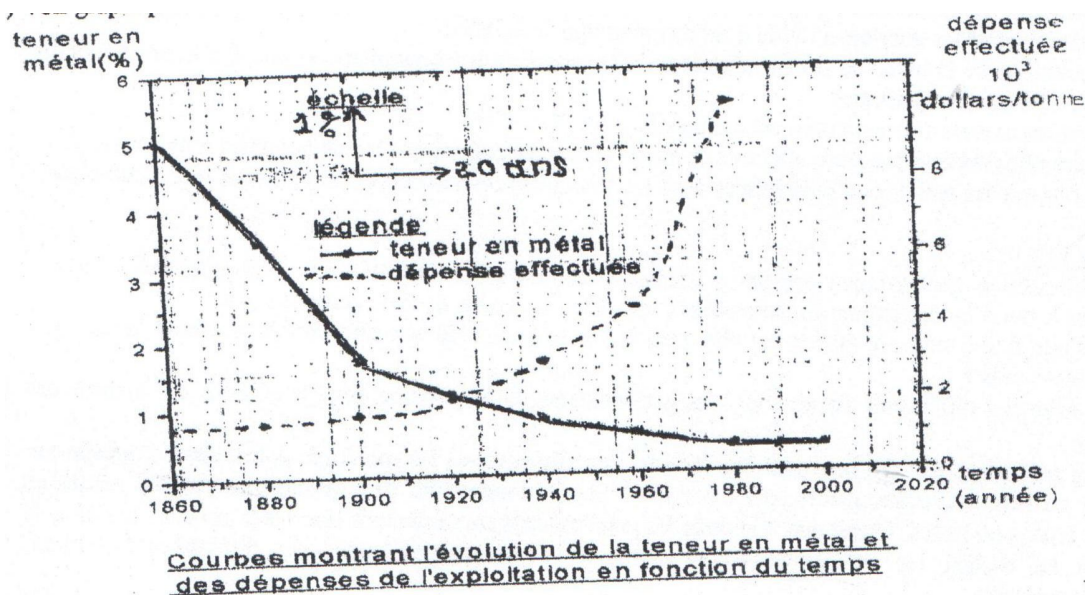
	or	cuivre	nickel	magnésium	manganèse	fer	aluminium
T_M	0,005	0,8	1	9	30	90	90
T_C	0.0000007	0,007	0,01	3	0,3	7	20
F_C	7143	114	100	3	100	13	4,5

b- Dédution de la relation : T_M , n T_C 3) La formation de minerais à certains endroits de la croûte continentale s'explique par des phénomènes géologiques ayant conduit à des concentrations de métaux à ces endroits.

Anomalie minière signifie : zone de distribution dans laquelle le minéral considéré est suffisamment abondant pour que l'on puisse lier son existence à un phénomène géologique précis.

B/

1) Voir graphique ci-dessous.



2) Analyse

Courbe d'évolution de la teneur :

- La teneur en métal diminue progressivement jusqu'en 1980.
- A partir de 1980 la teneur reste constante.

Courbe de l'évolution des dépenses effectuées :

- Les dépenses augmentent progressivement jusqu'en 1980.
- A partir de 1982, les dépenses deviennent nulles.

3) Interprétation

Évolution de la teneur :

- La diminution de la teneur du métal est due à l'exploitation.
- A partir de 1980, la teneur reste constante parce que l'exploitation s'est arrêtée.

Évolution des dépenses :

- Les dépenses augmentent parce que l'exploitation devient de plus en plus difficile et coûteuse.

- Les dépenses deviennent nulles à cause de l'arrêt de l'exploitation.

4) A partir de 1982, l'exploitation est arrêtée et aucune dépense n'est effectuée parce que le minerai n'est plus rentable ; son exploitation exigerait des dépenses exorbitantes pour une teneur très faible, donc sans aucun bénéfice.

5) Notion de minerai :

Un minerai est un ensemble rocheux contenant des substances utiles en pourcentage suffisant pour justifier une exploitation (économiquement rentable).

EXERCICE 123

Sachant que 1 tonne = 1000 kg et que le facteur de concentration F_c est donné par l'expression $F_c = T_M / T_c$ d'où $T_M = T_c \times F_c$ (voir le corrigé de l'exercice N° 122)

	Masse de métal contenu dans 1 tonne d'écorce terrestre	Masse de métal contenu dans 1 tonne du sous-sol du gisement
Aluminium	$1000 \times 8\% = 80 \text{ kg}$	$80 \times 3,5 = 280 \text{ kg}$
Fer	$1000 \times 5,5\% = 58 \text{ kg}$	$58 \times 7,5 = 435 \text{ kg}$
Cuivre	$1000 \times 0,0058\% = 0,058 \text{ kg}$	$0,058 \times 90 = 5,22 \text{ kg}$
Nickel	$1000 \times 0,0072\% = 0,072 \text{ kg}$	$0,072 \times 150 = 10,8 \text{ kg}$
Or	$1000 \times 0,000\,0002\% = 0,000002 \text{ kg}$	$0,000\,002 \times 4000 = 0,008 \text{ kg}$

1) Non. La condition complémentaire est que l'exploitation des gisements doit être économiquement rentable.

2) Les moyens permettant une exploitation économiquement rentable sont :

- disponibilité d'une main-d'œuvre bon marché
- disponibilité de source d'énergie suffisante
- les gisements doivent être situés à proximité des voies de communication (routes ou port ou aéroport).

EXERCICE 124

1) La technique de la bâlée consiste à rechercher les minéraux dans les sédiments des cours d'eau, en lavant les limons, les sables et les graviers à l'aide d'un récipient appelé la bâlée.

2) La technique de la bâlée ne peut s'adapter qu'à la prospection alluvionnaire et non à d'autres méthodes car, elle ne récolte que des paillettes.

3) Les petites masses d'or natif sont encore appelées : pépites d'or.

4) Oui, car elle révèle la présence effective du métal recherché pourvu que les alluvions en renferment

5) Peut être que les paillettes d'or récoltées dans les alluvions proviennent de l'altération d'une roche-mère.

EXERCICE 125

1) La prospection géochimique consiste à étudier la concentration des éléments chimiques dans l'écorce terrestre dans le but d'en déterminer les anomalies c'est-à-dire les zones de forte concentration.

2) a- Il s'agit d'une méthode directe car elle conduit à la mise en évidence effective du gisement minier dans le cas où celui-ci existe.

b- L'ordre des différentes étapes sont : les prélèvements, la préparation des échantillons et l'analyse des échantillons.

c- Les prélèvements : On peut prélever les sols, les alluvions ou les roches dans les zones à prospecter. Concernant les sols, les prélèvements sont effectués à une profondeur de 30 à 40 cm tous les 200 mètres en suivant des layons ou pistes. Quant aux alluvions les prélèvements sont effectués tous les 2 km dans le limon de berge. Pour les roches, les prélèvements sont effectués sur les parties saines des différentes formations géologiques présentes.

La préparation des échantillons : elle consiste à désagréger les échantillons rocheux, à les sécher et à les passer au tamis fin. On conserve le sous tamis pour l'étape suivante.

3) La Rhodamine intervient dans l'étape de l'analyse des échantillons. Elle sert au dosage de l'or.

4) Les données recueillies sont les concentrations des éléments chimiques dans les prélèvements effectués, elles sont comparées aux concentrations normales dans l'écorce terrestre afin de déterminer les anomalies. On trace aussi les courbes isovaleurs ou isoteneurs à partir desquelles, on peut réduire les distances entre les sites des prélèvements pour circonscrire le gisement.

5) Les méthodes de prospection géophysique étudiées sont : la méthode électrique, la méthode magnétique et la méthode radiométrique.

On les qualifie de méthodes indirectes car, leur mise en œuvre ne conduit pas effectivement au gisement minier même s'il est présent mais fournit plutôt des indices.

EXERCICE 126

- 1) Les prélèvements sont effectués tous les 2 km dans le limon des berges
- 2) L'anomalie minière signifie la zone de distribution dans laquelle le minéral considéré est suffisamment abondant pour que l'on puisse lier son existence à un phénomène géologique précis.
- 3) Seule la zone B présente une anomalie minière car l'or y est suffisamment abondant et représente environ 10.000 fois la teneur normale de l'écorce terrestre.
- 4) Pour bien délimiter le gisement, il faut reprendre les prélèvements autour de la zone B en réduisant les distances d'une part entre les zones A et B et d'autre part entre les zones B et C.

EXERCICE 127

1) Définition : une courbe isovaleur est une ligne qui délimite sur une carte, des zones de même teneur en un minéral donné.

2) Explication

On fait des prélèvements au niveau des alluvions. Ceux-ci sont désagregés puis passés au tamis fin. Le sous- tamis est utilisé pour l'analyse.

3) Nom des gisements

Il s'agit de gisements alluvionnaires ou placers.

4) Explication de la mise en place des gisements

Ces gisements proviennent d'autres gîtes aurifères qui ont subi une altération météorique. Les sédiments contenant l'or sont transportés par l'eau puis déposés dans les alluvions où se fait sa concentration.

5) a- Les zones de minerais les plus concentrées

Sur ce document, les alluvions à haute teneur se trouvent dans les méandres (les sinuosités) de la rivière, b- Explication

Au niveau des méandres, la pente des terrains est faible donc la vitesse est aussi faible. Cela favorise le dépôt et la concentration de l'or dans ces endroits.