

Corrigé de l'examen de SVTPartie I : Mobilisation des connaissances (9 points)

Eléments de réponses

- Au début du XX^{ème} siècle, Wegener proposa la théorie de la dérive des continents qui fut rejetée par la communauté scientifique de l'époque. Cependant l'apport du paléomagnétisme des roches magmatiques ainsi que l'exploitation des fonds océaniques ont permis de réactualiser les travaux de Wegener et de substituer la théorie de la tectonique des plaques à celle de la dérive des continents. **Quel est donc le principe de l'étude paléomagnétique d'une roche magmatique et comment l'exploration des fonds océaniques a-t-elle permis d'adopter la théorie de la tectonique des plaques ?**
- Une roche magmatique telle que le basalte renferme des minéraux, composés d'oxydes métalliques dits ferromagnétiques. Au cours du refroidissement de la roche, en-dessous de la température dite « de Curie » (580 °C pour la magnétite) le magnétisme de ces minéraux se fige et s'oriente dans le même sens que le champ magnétique terrestre du moment. A l'aide d'un magnétomètre, il est alors possible de mesurer le magnétisme intrinsèque d'une roche en déduisant de la valeur mesurée sur un échantillon la valeur du champ magnétique terrestre. La position du paléopôle magnétique au moment de la formation de la roche peut alors être retrouvée.
- Vers le milieu des années 1950, des études du paléomagnétisme donnent des résultats surprenants :
 - Des roches de même âge mais prélevées sur trois continents « pointent » trois paléopôles différents ;
 - Des roches prélevées sur un seul continent mais d'âges variés semblent indiquer une « dérive du paléopôle » au cours du temps.

Comme le pôle magnétique est resté stable et unique au cours des temps géologiques, ces résultats ne peuvent s'interpréter qu'en admettant des déplacements relatifs des continents. **L'idée de la dérive des continents est ainsi réactualisée par ces travaux.**

- D'autre part, dans les années 1950, des campagnes océanographiques révèlent la topographie des fonds océaniques comprenant les unités suivantes :
 - Les marges continentales, constituées d'un plateau peu profond (de 0 à 200 m), prolonge par un talus qui descend jusqu'aux plaines abyssales, ou borde d'une fosse très profonde (de 7000 à 11 000 m) ;
 - Les plaines abyssales vers 4000-5-000 m de profondeur ;
 - Les dorsales océaniques, « chaînes de montagnes » sous-marine de plus de 60 000 km de long
- Les mesures du flux géothermique montrent son inégale répartition à la surface de la terre et notamment sa valeur élevée au niveau des dorsales (matériaux à haute température).
- Dans les années 1960, Hess propose une hypothèse explicative pour rendre compte de l'ensemble des observations disponibles à cette date. Selon lui, le manteau terrestre serait animé de courants de convection (comme le suggérait Holmes trente ans plus tôt) :
 - Des courants ascendants au niveau des dorsales seraient à l'origine de la formation de croûte océanique
 - Des courants descendants au niveau des fosses provoqueraient une disparition de cette croûte

Ainsi, de part et d'autre de chaque dorsale, la croûte océanique serait en permanence recyclée et se comporterait comme une sorte de « double tapis roulant ». Un autre géologue, Dietz, traduit ce mécanisme par l'expression « sea floor spreading » (expansion des fonds océaniques). Cependant, si ce modèle de fonctionnement marque une véritable révolution des Sciences de la Terre, il ne s'impose pas encore à l'ensemble de la communauté scientifique.

- Les relevés magnétiques effectués au niveau du plancher océanique montrent des anomalies remarquables : il s'agit de bandes grossièrement parallèles à l'axe de la dorsale et qui présentent alternativement un champ magnétique plus fort que la valeur attendue (anomalie positive) ou plus faible (anomalie négative). Ces bandes, de largeur variable, sont disposées de manière symétrique par rapport à l'axe de la dorsale.

En 1963, Vine et Matthews mettent en relation ces différentes données et l'hypothèse de Hess-Diets. Ils proposent alors un modèle de formation du plancher océanique caractérisé par une montée permanente de lave basaltique dans l'axe des dorsales, les basaltes plus anciens étant repoussés de part et d'autre de la dorsale. Le plancher océanique est donc bien en expansion à la manière d'un double tapis roulant.

Il y a alors confirmation de l'hypothèse de l'expansion océanique et de la dérive des continents.

- Par ailleurs l'étude des caractéristiques thermiques et sismiques des zones de subduction a permis de confirmer qu'il s'agit d'une lithosphère océanique (150 km d'épaisseur) cassante rigide et froide qui plonge dans un manteau plus chaud, peu rigide et ductile auquel on a donné le nom d'asthénosphère :

- Anomalie thermique positive et vitesse des ondes sismiques anormalement lente au niveau de l'arc volcanique ;
- Anomalie thermique négative et vitesse des ondes sismiques anormalement rapide en plongeant dans l'asthénosphère à partir de la fosse océanique.

- Plusieurs scientifiques ont travaillé sur la distinction entre lithosphère-asthénosphère : Wadati et Benioff (**les foyers sismiques superficiels, moyens et profonds se répartissent selon un plan incliné d'une épaisseur d'environ 100 km**) puis Oliver et Isacks.

- La découverte des failles transformantes est à l'origine de la compréhension du déplacement des plaques lithosphériques rigides sur une sphère. Ces failles présentent une activité sismique importante qui prouve qu'il s'agit de mouvements de coulissage entre les deux plaques en contact.

- Ainsi et à la fin des années 1960, et à la lumière de données très variées, le géologue le Pichon propose de diviser la **surface du globe en six plaques lithosphériques** et décrit leurs déplacements relatifs : les plaques divergent au niveau des dorsales, coulissent au niveau des failles transformantes et convergent au niveau des fosses

- **Par conséquent, le modèle de la tectonique des plaques fut élaboré en cohérence avec toutes les découvertes de l'époque**

- Enfin, l'apport du paléomagnétisme a réactualisé les travaux de Wegener et a confirmé l'hypothèse de l'expansion océanique en double tapis roulant proposé par Hess, et par là la dérive des continents. Puis l'étude des zones de subduction et la découverte des failles transformantes au niveau des dorsales ont permis de construire le modèle global de la tectonique des plaques.

N.B : le volcanisme de point chaud pourrait être étudié.

Schéma : titre : Schéma annoté d'une plaque lithosphérique

Légendes : Croûte (océanique ou océanique et continentale)

Manteau lithosphérique (80 km)

Discontinuité de Moho

Epaisseur à respecter

Partie II : Pratique du raisonnement scientifique (11 points)

Exercice II-1 (3 pts)

Éléments de réponse à restructurer en texte avec cohérence et pertinence

Introduction

- Généralités sur le sujet et définition des mots-clés (AMH, gonades).
- Problème posé : effet de l'AMH sur les gonades ?

Informations tirées du document :

- Les ovaires non traités produisent peu de testostérone et beaucoup d'œstradiol et ont une aromatasase très active (valeurs remarquables + unité).
- Par rapport aux ovaires non traités, les ovaires traités par l'AMH produisent davantage de testostérone, beaucoup moins d'œstradiol et ont une aromatasase très peu active (valeurs remarquables).
- Les testicules montrent une production de testostérone et d'œstradiol et une activité de l'aromatase identiques à celles des ovaires traités par de l'AMH.
- De ces constats on déduit que la présence d'AMH a pour effet de diminuer l'activité de l'enzyme aromatasase. Or cette dernière a pour rôle de convertir la testostérone en œstradiol. Ainsi, en présence d'AMH, la testostérone n'est pas convertie en œstradiol, ce qui fait que les gonades sécrètent non pas de l'œstradiol mais de la testostérone

Conclusion

- Réponse au problème posé : lors du développement embryonnaire, l'un des rôles de l'AMH est d'orienter la fonction endocrine testiculaire vers une production de testostérone. Donc l'AMH a un effet masculinisant sur les gonades.

Exercice II-2 (8 pts)

Éléments de réponse à restructurer avec cohérence et pertinence en un argumentaire

Introduction scénarisée :

- Emetteur : le gynécologue
- Récepteur : Mme A
- Contexte et généralités sur le sujet : consultation du médecin pour cause de stérilité
- Problème posé : origine de la stérilité et choix du traitement ?

Informations tirées du document 1:

- Les courbes de température réalisées chez Mme A et chez une femme non stérile montrent que chez une femme non stérile, jusqu'au 14ème jour du cycle, la température subit de très légères variations mais reste autour d'une valeur de 36.6° C. Au 14ème jour, la température augmente brusquement jusqu'à 37.1° C. Pour le reste du cycle, la température reste environ égale à 37.2° C.
- Pour Mme A, la température reste à environ 36.6°C.
- L'ovulation s'accompagne d'une élévation de température chez la femme non stérile à partir du 14ème jour avec une augmentation de 0.5° C. Chez Mme A, il n'y a pas eu d'augmentation significative de la température.
- On peut donc estimer qu'il n'y a pas eu d'ovulation chez Mme A.

Informations tirées des documents 2 et 3 associées aux connaissances :

- La comparaison des résultats des dosages hormonaux chez Mme A et une femme non stérile montre une évolution similaire de la progestérone avec une augmentation de sa concentration dans la seconde partie du cycle. Toutefois, pour Mme A, la concentration de progestérone reste très inférieure à celle de la femme non stérile : on a au maximum 8 ng. mL⁻¹ chez Mme A et 17 ng. mL⁻¹ chez la femme non stérile.
- Un pic d'œstradiol précédant celui de LH chez les deux femmes est observé. Cependant, la concentration en œstradiol chez Mme A reste toujours beaucoup plus faible : ce pic atteint 350 pg. mL⁻¹, alors que chez la femme non stérile ce pic atteint 500 pg. mL⁻¹.
- La concentration en FSH reste toujours très faible chez Mme A, en moyenne 11 mUI. mL⁻¹ et atteint 14 mUI. mL⁻¹. Chez la femme non stérile, la concentration en FSH est toujours plus élevée et atteint un pic de 18 mUI. mL⁻¹ à la fin de la première partie du cycle.
- La concentration en LH reste toujours plus faible chez Mme A, alors que chez la femme non stérile, on observe un pic sécrétoire de 70 mUI. mL⁻¹
- Les concentrations en hormones chez Mme A durant la première partie du cycle, correspondant à la phase folliculaire ne permettent pas le développement correct des follicules ovariens. Or ces derniers sont responsables de la production d'œstrogènes. Chez Mme A, la production d'œstrogènes reste donc trop faible pour déclencher un rétrocontrôle positif suffisamment important pour déclencher un pic sécrétoire de LH identique à celui d'une femme non stérile. Ce pic est insuffisant pour déclencher l'ovulation (**doc.2**)
- On constate qu'avec des injections de HMG, la concentration en œstradiol augmente fortement durant le cycle avec un pic à plus de 1000 pg. mL⁻¹, alors qu'avant le traitement, cette concentration est de 250 pg. mL⁻¹
- L'HMG est un mélange de LH et de FSH. En début de cycle, l'HMG permet la production importante d'œstradiol. Ceci est dû au fait que la FSH permet un développement correct des follicules ovariens qui ont alors secrété une quantité importante d'œstradiol (**doc.3**).

Conclusion

- Reprise des idées essentielles et réponse au problème :

La stérilité de Mme A est due à une absence d'ovulation (doc.1). Les dosages hormonaux ont montré une variation des concentrations en hormones identiques à celle d'une femme non stérile ; cependant, chez Mme A, les concentrations sont plus faibles (doc.2). La faible production de FSH ne permet pas le développement suffisant de follicules ovariens. Le stade de follicule mûr n'est pas atteint et la production en œstrogènes reste donc faible.

Le médecin prescrit donc un traitement à base d'HMG : la FSH permet le développement de follicules ovariens et la LH participe à l'ovulation. D'autre part, le développement suffisant des follicules ovariens a permis une production suffisante d'œstradiol et donc la mise en place d'un rétrocontrôle positif suffisant sur l'axe hypothalamo-hypophysaire pour déclencher un pic de LH responsable de l'ovulation (doc.3).

Ce traitement a été efficace, il a permis à Mme A d'avoir des faux jumeaux : la stimulation ovarienne a donc déclenché deux ovulations qui ont été suivies d'une double fécondation