

Conforme au programme marocain
des Sections Internationales du Secondaire Collégial (SISC)

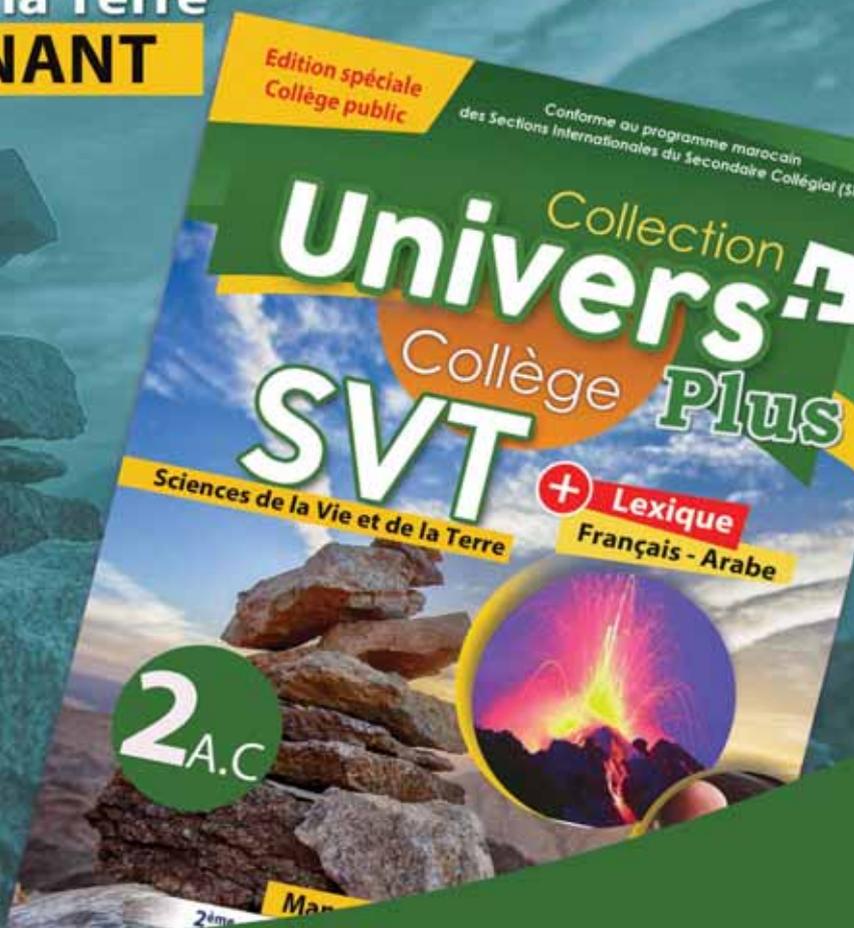
Collection Univers

Collège Plus

SVT

Sciences de la Vie et de la Terre
GUIDE DE L'ENSEIGNANT

2_{A.C}



2^{ème} année du cycle secondaire collégial

Conforme au programme marocain
des Sections Internationales du Secondaire Collégial (SISC)

Collection 
Univers
Collège **Plus**

SVT

Sciences de la Vie et de la Terre

GUIDE DE L'ENSEIGNANT

2^{ème} année du cycle secondaire collégial

Auteurs:

Mohamed TAKHALOUICHT

Brahim AIT BELHAJ

DAR NACHR EL MAARIFA

Guide de l'enseignant

L'Univers Plus de SVT - 2^{ème} année du cycle secondaire collégial

Equipe pédagogique coordonnée par :

Mohamed TAKHALOUICHT - Brahim AIT BELHAJ

Edition : Dar Nachr El Maarifa

10, Avenue El Fadila, O.I., CYM - Rabat - Maroc

Tél. : 05 37 79 69 14/38 - 05 37 79 57 02 - **Fax :** 05 37 79 03 43

E-mail : darnachrmaarifa@menara.ma

darnachrelmaarifa@gmail.com

Site web: www.darnachralmaarifa.ma

Edition : 2018

Dépôt légal : 2018 MO 2049

ISBN : 978-9954-688-82-3

Introduction

Ce guide est conçu comme un outil d'accompagnement du livre de l'élève. Il a été élaboré dans une perspective de fournir un outil pédagogique de travail qui répond exactement aux besoins de l'enseignant de SVT.

Au collège, l'objectif des sciences de la vie et de la Terre est l'acquisition des éléments essentiels de culture scientifique pour comprendre :

- Les phénomènes géologiques internes ;
- La reproduction chez les êtres vivants et l'hérédité humaine.

Les domaines de connaissances couverts par la discipline (géologie, biologie) concernent directement la vie de l'Homme, sa santé, ses rapports avec l'environnement, l'utilisation des ressources géologiques et biologiques, ce qui confère à la matière une grande portée éducative constituée par les valeurs, les attitudes et les comportements favorables à la santé et à l'environnement.

L'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre en deuxième année du collège vise à :

- Comprendre la structure et la dynamique du globe terrestre.
- Explorer et expliquer certains phénomènes géologiques internes liés au fonctionnement de la Terre.
- Comprendre les processus fondamentaux de la vie et du fonctionnement de l'organisme.
- Reconnaître la diversité et l'importance des ressources naturelles géologiques et biologiques en vue de gérer rationnellement leur exploitation.

L'ensemble des données géologiques et biologiques n'aura d'autres objectifs que de favoriser chez l'élève une meilleure connaissance du milieu naturel.

Les élèves observent des phénomènes géologiques internes et de la reproduction chez les êtres vivants et l'hérédité humaine, se posent des questions, émettent des hypothèses, manipulent et expérimentent, mesurent, construisent, comparent, classent. Ils apprennent à agir de manière réfléchie, et à utiliser de façon raisonnée les outils du laboratoire et les moyens de communication et d'information dans leur investigation. Ils s'initient à la démarche d'investigation scientifique.

A la deuxième année du cycle collégial, le professeur conduit ses élèves à construire une première cohérence d'un ensemble de connaissances sur la géologie et la biologie. Ils placent ces connaissances dans leur cadre à savoir l'espace et le temps : ils apprennent à identifier.

Les activités des domaines de géologie et de biologie contribuent à développer de nombreux apprentissages transversaux. Elles sont l'occasion, pour les élèves, de confronter leurs idées dans des discussions collectives, de chercher des réponses à leurs questions à la fois sur le réel et dans des documents imprimés ou numérisés, de s'initier à un usage particulier de l'écriture : prise de note rapide, établissement de tableaux, de listes, élaboration avec l'aide du professeur d'un résumé.

Les auteurs

Plan du guide

Ce guide est destiné aux professeurs des sciences de la vie et de la terre (SVT), qui enseignent la deuxième année collégiale. C'est un auxiliaire pédagogique contribuant à faciliter l'usage pertinent du manuel de l'élève par le professeur.

Le guide est structuré de la façon suivante :

- Une partie théorique et pratique de la démarche scientifique d'investigation.
- Un solutionnaire :
 - Des activités de chaque séquence de chaque chapitre et de chaque unité.
 - Des exercices d'évaluation se trouvant en fin de chaque chapitre de chaque unité.

A - PARTIE THÉORIQUE

I - la démarche d'investigation scientifique

1 - Les objectifs.

2 - Définition.

II - Canevas général d'une séquence de la démarche d'investigation

III - Démarche d'investigation scientifique (D.I.S), rôle pédagogique de l'enseignant et activités de l'élève.

IV - Mise en œuvre de la démarche d'investigation en classe.

V - Exploitation des documents selon les principales méthodes pédagogiques en SVT.

VI - Quelques techniques d'animation de la classe.

VII - Fiche de préparation pédagogique relative à une leçon de SVT.

B - SOLUTIONNAIRE

Unité 1 : Les phénomènes géologiques internes.

Chapitre 1 : La théorie de la tectonique des plaques.

Chapitre 2 : Les séismes et leur relation avec la tectonique des plaques.

Chapitre 3 : Le volcanisme, les roches magmatiques et leurs relations avec la tectonique des plaques

Chapitre 4 : Les déformations tectoniques et la formation des chaînes de montagnes.

Unité 2 : La reproduction chez les êtres vivants et l'hérédité humaine.

Chapitre 1 : La reproduction sexuée chez les animaux.

Chapitre 2 : La reproduction sexuée et asexuée chez les végétaux.

Chapitre 3 : La reproduction chez l'Homme.

Chapitre 4 : L'hérédité humaine.

Les programmes de SVT confirment que l'observation, le questionnement, l'expérimentation et l'argumentation sont essentiels dans l'apprentissage des sciences. Ainsi, ils soulignent que les compétences et les connaissances sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation scientifique qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.

Au collège comme au lycée, il est souhaitable que les notions des programmes soient construites et non imposées (l'importance de l'argumentation, d'une part, et la proportion de celle apportée par le professeur et celle recherchée par l'élève, d'autre part, relevant de la liberté pédagogique de l'enseignant). Il s'agit de rechercher des explications relatives au monde réel et, dans (presque) tous les cas, de mettre en œuvre une démarche explicative.

Cette recherche d'explication est initiée par la formulation d'un problème scientifique issue du questionnement des élèves.

Cette démarche d'investigation n'est pas unique. Elle n'est pas non plus exclusive et tous les objets d'étude ne se prêtent pas également à sa mise en œuvre. Il ne s'agit pas de faire du tout expérimental ou du tout documentaire.

Dans un premier temps, il convient d'abord de fixer certains objectifs de cette démarche et de définir ce que nous entendons par démarche d'investigation. Puis nous envisagerons comment pratiquer cette démarche en SVT.

I - LA DEMARCHE D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE

1 - Les objectifs :

La démarche d'investigation scientifique est une nouvelle méthode pédagogique qui développe :

- L'intérêt et l'adhésion des élèves aux apprentissages,
- La compréhension facilitée des connaissances,
- La motivation des élèves à l'apprentissage des sciences.
- La maîtrise de l'ordre et des différentes étapes de la démarche d'investigation.
- L'identification et la formulation correcte des différentes étapes de cette démarche.

2 - Définition :

«L'investigation signifie un changement profond de méthode pédagogique, une rupture avec une pratique encore trop fréquente, celle de l'enseignement dit «frontal» : le cours magistral où le professeur expose une vérité structurée et indiscutable. Il est désormais reconnu préférable d'impliquer les élèves dans le travail mené en classe et de les associer à la construction du savoir».

J.-P. Sarmant

Résumé : Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel. Elle peut être présentée par une succession d'étapes pouvant être réalisées de manière variée, mais ne présente pas un déroulement figé. La démarche d'investigation ne se réduit pas à la démarche hypothético-déductive qui en est une des modalités possibles. **(d'après Dominique Rojat, IGEN SVT).**

II - CANEVAS GENERAL D'UNE SEQUENCE DE LA DEMARCHE D'INVESTIGATION

- Ce canevas ne fige pas de façon exhaustive un déroulement imposé, mais propose une façon commode de faire.
- Il se décompose en six étapes clés.
 - 1 - Le choix d'une situation problème par le professeur ;
 - 2 - L'appropriation du problème par les élèves ;
 - 3 - Formulation d'hypothèses ;
 - 4 - Investigation ou résolution du problème ;
 - 5 - Echange argumenté ;
 - 6 - Acquisition et structuration des connaissances.

DEMARCHE D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE

1 Situation de départ :
Recueil des représentations des élèves
(Relever les obstacles)
Confrontation



2 Choix d'une situation-problème par le professeur (Questions productives) et appropriation du problème par les élèves.
Question qui n'a pas encore de réponse évidente.



3 Elaboration des hypothèses
(Eléments de réponse provisoire au problème posé, qu'il va falloir vérifier).



4 Investigation ou résolution de problème (activités de recherche) conduite par les élèves :

Expérimentation : Démarche expérimentale	Modélisation : Démarche de modélisation	Observation : Démarche d'observation	Documentation : Démarche Documentaires enquêtes, visites
---	--	---	---



5 Echange argumenté autour des propositions élaborées.



6 Conclusion : Validation et structuration des connaissances.

Précisons ici que ces étapes de la démarche d'investigation ne constituent pas un déroulement linéaire mais que les allers retours sont possibles à chaque instant de la démarche.

1 - La situation-problème

- C'est une situation d'apprentissage organisée autour d'un obstacle à franchir.
- Elle présente un défi à la portée de l'élève qui ne dispose pas, au départ, des moyens de trouver la solution recherchée.
- Elle a du sens parce qu'elle fait appel à quelque chose que connaît l'élève. Elle est en lien avec sa réalité.
- Elle est concrète parce qu'elle a un but, elle sollicite une action réelle et requiert l'utilisation de connaissances, de techniques, de stratégies...
- La situation doit amener l'élève à y investir ses connaissances antérieures, le conduire à une remise en cause des représentations et à l'élaboration de nouvelles idées.

2 - Choix d'une situation - problème par le professeur (Questions productives) et appropriation du problème par les élèves.

- A partir d'une représentation, d'un texte, d'un phénomène naturel, etc., un fait scientifique que l'élève ne sait pas expliquer avec ses connaissances. C'est l'observation de départ.
- En groupe d'élèves ou de façon individuelle formuler oralement ou par écrit le problème qui se pose suite à l'observation.
- Rédiger le problème/question sous la forme d'une phrase interrogative. ● L'enseignant aide à reformuler les questions et les recentre sur le problème à résoudre.
- Emergence d'éléments de solution permettant de travailler sur les conceptions initiales notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences.

3 - Formulation d'hypothèses explicatives

- Une hypothèse est une proposition de réponse (= réponse possible). On peut émettre plusieurs hypothèses.
- Mise en perspective les hypothèses émises par les élèves

4 - Investigation ou résolution du problème conduite par les élèves.

Pour tester une hypothèse, il y a plusieurs possibilités :

- réaliser une expérience.
- exploiter des résultats sous forme de tableau, graphique, document...
- observer des éléments biologiques (dissections) ou géologiques.
- utiliser un modèle ou une modélisation par ordinateur.
- faire des visites, enquêtes...

5 - Echange argumenté autour des propositions élaborées.

- Communication au sein de la classe, des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent.
- Confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments.
- Noter les résultats des expériences, observations, recherches...
Les présenter sous une forme adéquate (tableau, graphique, schéma, dessin d'observation, texte...)
- Si ce sont des résultats d'expériences, il faut décrire intelligemment les résultats, c'est-à-dire en comparant les résultats avec le montage témoin et les changements entre le début et la fin de l'expérience.
- Aucune connaissance n'est attendue, on décrit ce qu'on regarde, on ne fait qu'une description.

6 - Acquisition et structuration des connaissances.

- Mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir utilisés au cours de la résolution.
- Confrontation avec le savoir établi (documents, manuels) en s'inspirant des productions des groupes.
- Recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences et proposition d'expériences complémentaires.
- Reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles.
- L'hypothèse testée est-elle validée ou réfutée ?

III - Démarche d'investigation (D.I.S), rôle pédagogique de l'enseignant et activités de l'élève

Phase de la D.I.S	Rôle pédagogique de l'enseignant	Activités de l'élève
<p>1 - Choix d'une situation problème : situation de départ (Situation déclenchante).</p>	<p>Ce travail doit se faire lors de la préparation d'une séquence d'enseignement : L'enseignant doit sélectionner une situation de départ, qui focalise la curiosité des élèves, déclenche leurs questions et permet d'exprimer leurs idées préalables.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Repérer les acquis initiaux des élèves. ● Aider les élèves à faire émerger leur(s) représentation(s) (ou conception), ainsi que les difficultés persistantes. ● Trouver la situation en fonction de l'analyse de ces différents éléments. ● Cette situation choisie doit surprendre, provoquer l'intérêt des élèves, les conduire à observer, agir, s'exprimer, s'interroger. Il est nécessaire de les faire adhérer à cette démarche pour leur donner envie de résoudre le problème. ● Orienter et/ou guider la discussion tout en favorisant le questionnement libre. Aider à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, ● Recentrer les élèves sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous. ● Inciter les élèves à rédiger le problème en termes simples et opératoires (transformer des questions en problèmes). 	<p>La situation de départ est censée amener tout naturellement les élèves à se poser des questions et à définir son sujet.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mise en situation : s'impliquer dans l'activité d'élaboration du problème à traiter. ● Formulation de Question(s) productive(s) : élaboration de questions scientifiques. ● S'appropriier le problème que l'on cherche à résoudre. ● Situation de départ qui stimule, interpelle la curiosité des élèves et entraîne un questionnement chez l'élève. <p>Exemples : Question posée par un élève, un enseignant.</p>
<p>2 - Elaboration du problème. Appropriation du problème par les élèves (problématisation).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Reformulation de la question visée par la situation problème, si nécessaire pour s'assurer de la compréhension de son sens. (le problème à résoudre doit être compris par tous). ● Aider ses élèves à reformuler leurs questions, à les recentrer sur le sujet scientifique, à veiller à l'amélioration de l'expression orale sans pour autant les censurer. ● Connaître le plus possible les représentations de chacun de ses élèves et être capable de les exploiter pour les faire évoluer. ● Sélectionner des questions scientifiques «productives», qui se prêtent à une démarche constructive prenant en compte la disponibilité du matériel expérimental et documentaire et qui débouche sur un savoir inscrit dans les programmes. ● Amener la classe, par le biais de la sélection de questions productives, à se fixer un problème : la formulation claire et précise de ce que l'on cherche à savoir. 	<p>Article de presse, actualité, journal télévisé. Vidéo. Sortie, visite, rencontre. Défi à relever. «Faire fonctionner» mentalement le problème. Emergence d'éléments de solutions proposés par les élèves. Aboutissement de la réflexion de la classe : le problème est formulé en termes simples et opératoires.</p>

<p>3 - Formulation d'hypothèses, Etablissement de protocoles possibles : une méthode expérimentale ; une méthode d'observation ; une méthode documentaire ; une méthode modélisante ; l'investigation donne lieu à une visite ou une enquête, ou à une réalisation matérielle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir comment il est possible d'aider les élèves à planifier une recherche en fonction du matériel qui existe pour avoir ensuite la possibilité d'interpréter les résultats. • L'élaboration des hypothèses de chacun doit en tous les cas donner à l'enseignant accès aux représentations de chacun face au phénomène observé. • Gérer le débat et amener, par des consignes claires, ses élèves à commencer à envisager comment sera conçue leur investigation qui va valider ou invalider leurs hypothèses. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tout élève doit savoir exactement ce qu'il cherche (la question que l'on se pose), avoir réfléchi au problème, explicité ses hypothèses, et avoir conçu à l'avance l'expérience : Formulation orale ou écrite d'hypothèses (seul ou en groupe). • Elaboration d'expérience, destinées à valider les hypothèses. • Les élèves vont proposer leurs réponses, leurs hypothèses empreintes de leur vécu, de leurs propres observations.
<p>4 - Investigation ou résolution du problème.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Afin qu'il n'y ait pas de contestation sur les résultats expérimentaux, il est important que l'enseignant veille à ce qu'une expérience soit réalisée plusieurs fois soit par le même groupe soit par deux groupes différents afin de vérifier qu'aucune erreur expérimentale n'a été commise, ce qui donnera une meilleure confiance dans les résultats obtenus et ce qui, au passage, officialise le droit de se tromper ! Il peut arriver qu'il soit nécessaire de refaire une expérience... • Il faut que l'enseignant fasse prendre l'habitude à ses élèves d'anticiper sur les résultats de l'expérience. • Pendant tout le temps de l'expérience, l'enseignant veille à la sécurité des élèves et prend en charge l'expérience si elle s'avère dangereuse. Il encourage les élèves à noter leurs observations ainsi que les résultats qu'ils ont obtenus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation d'expériences. • Tenir compte des résultats obtenus pour arriver à des conclusions valides. • Confrontations avec les hypothèses formulées précédemment : mise en commun de tous les résultats afin de faire le point : y a-t-il des doutes sur certains résultats obtenus ? Faut-il recommencer certaines expériences? Quelles hypothèses ont été validées, quelles hypothèses ne l'ont pas été ?
<p>5 - Echange argumenté : confronter les résultats et valider ou invalider les hypothèses de départ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Doit faire le point sur ce qui a été obtenu et de relier cela aux hypothèses, idées de départ. • Il doit engager une discussion collective et veille à ce que chacun s'exprime et que tous les points de vue soient respectés. • Il faut que l'enseignant s'abstienne de fournir de bonnes réponses. Il doit éviter de qualifier trop vite de vraie ou de fausse une affirmation d'un élève, d'arbitrer entre deux élèves. 	<ul style="list-style-type: none"> • Communication au sein de la classe des solutions élaborées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent. • Confrontation des propositions. • L'efficacité de ces débats dépend non seulement de l'aptitude des élèves à s'exprimer oralement, mais aussi de leur capacité à s'écouter les uns les autres.
<p>6 - Conclusion et structuration des expériences : Elaboration d'une trace écrite collective.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboration d'une trace écrite collective. • Cette synthèse ne saurait toutefois conduire de façon certaine à un savoir incontestable sans que, guidée par le maître, la classe confronte ses résultats à ce que l'on appelle «le savoir établi», celui que l'on trouve dans les livres. • Doit établir une confrontation avec le «savoir établi». • L'enseignant aide à la formalisation et à l'organisation des connaissances construites par les élèves et veille à ce que les écrits des élèves ne s'éloignent pas du savoir établi par la communauté scientifique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un bilan et une synthèse des résultats expérimentaux ou des recherches documentaires permettent aux élèves de structurer ce qu'ils ont découvert et de commencer à se construire véritablement un savoir plus solide et qui a du sens. Il ne faut pas oublier que cette synthèse prend du sens pour l'élève parce qu'il a vécu toutes les étapes précédentes. • Mise en évidence de nouveaux éléments de connaissances (notion, technique, méthode). • Reformulation écrite des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

IV - Mise en œuvre de la démarche d'investigation en classe

Cette mise en œuvre concerne ce qui suit :

Première unité : Les phénomènes géologiques internes.

Chapitre 1 : La théorie de la tectonique des plaques.

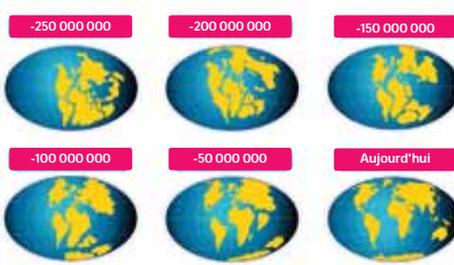
Séquence 1 : La dérive des continents et l'argument morphologique.

Séquence 2 : Les arguments paléontologiques et géologiques (pétrographiques) de la dérive des continents.

La compétence de l'unité	Après l'étude de l'unité ① : Les phénomènes géologiques internes, l'apprenant doit pouvoir résoudre des situations-problèmes significatives, en mobilisant son savoir, savoir-faire et savoir-être, liés à l'étude des phénomènes géologiques internes, en utilisant des supports adéquats et en appliquant les phases et les techniques de la démarche d'investigation.
Annnonce des objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ● Découvrir le déplacement des continents durant les derniers 250 MA. ● Utiliser l'argument morphologique pour appuyer l'idée de la dérive des continents ● Analyser les aires de répartition de certains fossiles et certaines roches sur des continents actuellement séparés. ● Déduire l'argument paléontologique et l'argument pétrographique.
Connaissances, savoir-faire et savoir être	<ul style="list-style-type: none"> ● Restituer, sélectionner et organiser les connaissances se rapportant aux arguments de la dérive des continents. ● Découvrir les arguments justifiant la dérive des continents. ● Définir la notion de la plaque lithosphérique.
Vérification des prérequis	<ul style="list-style-type: none"> ● Phénomènes géologiques externes. ● Fossiles et fossilisation. ● Carte topographique.
Matériel et supports	● Documents, cartes, schémas, animations flash, vidéos, modèles...

Déroulement des séquences 1 et 2 :

- La dérive des continents et l'argument morphologique.
- L'argument paléontologique et pétrographique de la dérive des continents.

Etapas de la démarche d'investigation	Activités du professeur	Activités de l'élève	Durée
Situation de départ pour démarrer la leçon	<p>Présenter les documents :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1, 2 et 3 de l'activité 1 de la séquence 1 (P. 10 du manuel univers de SVT 2AC). <div data-bbox="383 1389 853 1870"> <p>Alfred Wegener (1881-1930) est un astronome et climatologue allemand, connu principalement pour sa théorie de la dérive des continents publiée en 1912.</p>  <p>La théorie de la dérive des continents de Wegener (1912) : La dérive des continents est une théorie proposée au début du vingtième siècle par le physicien-météorologue Alfred Wegener, pour tenter d'expliquer, entre autres, la similitude dans le tracé des côtes de part et d'autre de l'Atlantique. On observe en effet, un certain parallélisme des lignes côtières entre d'une part les Amériques et d'autre part l'Europe-Afrique. Cela suggère que ces deux ensembles constituaient deux morceaux d'un même bloc. Ce qui amena Wegener à concevoir que dans un passé lointain (le crétacé) toutes les masses continentales étaient réunies en un seul méga-continent, la Pangée.</p> <p>Document 1 : Alfred Wegener. Document 2 : La théorie de la dérive des continents.</p>  <p>Document 3 : Variation des positions relatives des continents depuis -250 MA jusqu'à l'époque actuelle, selon la théorie de la dérive des continents.</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ● Observer la position relative des continents depuis -250 MA jusqu'à l'époque actuelle (Doc. 3). ● Lire le texte des docs. 1 et 2. ● Définir le contenu de la théorie de la dérive des continents. 	15 min

● 4 et 5 (P. 11 du même manuel).



Cette image satellite montre une complémentarité des formes des côtes africaines et arabiques de part et d'autre du golfe d'Aden. Selon les géologues, l'Afrique et l'Arabie constituaient dans le passé un seul bloc. Il y a 20 MA, une fracture continentale a séparé l'Arabie de l'Afrique ; ce qui a permis la formation progressive de la mer Rouge et du golfe d'Aden.

(a) Image satellite du golfe d'Aden.
(b) Schéma de situation.

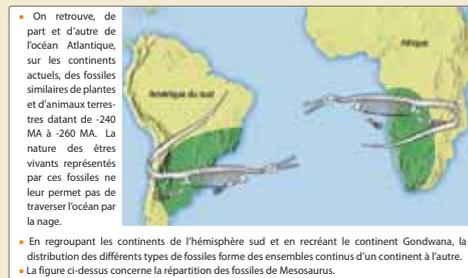
▲ Document 4 : Un exemple d'argument morphologique.



▲ Document 5 : Un autre exemple d'argument morphologique.

- Extraire de ces deux documents l'idée principale

● 1 et 2 (P. 12 du même manuel).



● En regroupant les continents de l'hémisphère sud et en recréant le continent Gondwana, la distribution des différents types de fossiles forme des ensembles continus d'un continent à l'autre.
● La figure ci-dessus concerne la répartition des fossiles de Mesosaurus.

▲ Document 1 : Une continuité des aires de répartition des fossiles de part et d'autre de l'océan atlantique.



▲ Document 2 : Mesosaurus, un fossile témoin de la dérive des continents.

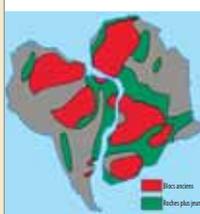
- Exprimer oralement ou par écrit l'idée principale que montrent ces deux documents

● 3 et 4 (P. 13 du même manuel).



▲ Document 3 : Des chaînes de montagnes anciennes de part et d'autre de l'océan atlantique.

Wegener a mis aussi en évidence des similarités de structures géologiques et de roches de part et d'autre de l'Atlantique : les anciens affleurements de roches âgées de plus de 2 milliards d'années sont en continuité d'un continent à l'autre (aires colorées sur les cartes ci-dessous). Il évoque la possibilité de l'existence passée d'un continent unique, la Pangée, qui se serait disloqué par la suite.



▲ Document 4 : Un agencement étonnant des aires d'affleurement de roches très anciennes (2000 MA).

- Exprimer par écrit l'idée principale que montrent ces deux documents

Poser le problème et le formuler

Guider les élèves à observer et à analyser les documents ci-dessus par un questionnaire pour poser et formuler un problème.

Les problèmes :

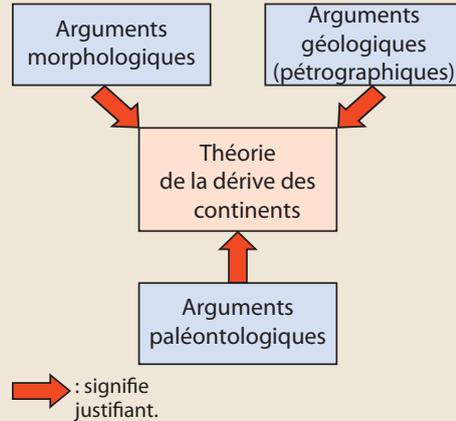
- Quel est le contenu de l'idée de la dérive des continents ?
- Quels sont les arguments qui appuient la théorie de Wegener ?

30 min

Proposition d'hypothèses	<ul style="list-style-type: none"> ● Répartir les élèves en petits groupes et leur demander de proposer des solutions probables aux problèmes posés. ● Les aider à formuler leurs hypothèses, à les classer... 	Proposition d'hypothèses possibles à partir de l'exploitation des documents déjà cités : exemples : <ul style="list-style-type: none"> ● Je suppose que la complémentarité des côtes africaines et arabiques au niveau du golfe d'Aden d'une part, et le parallélisme des lignes côtières entre l'Amérique du Sud et l'Afrique d'autre part (Argument morphologique) est l'un des arguments qui appuie la théorie de Wegener. ● Je pense que la présence de roches de même âge (Arguments géologiques) entre l'Amérique du Sud et l'Afrique appuie l'argument de Wegener d'un même bloc qui se serait séparé. ● Je suppose que la similarité de nombreux fossiles (Argument paléontologique) sur des côtes africaines et sud-américaines fonde la théorie de Wegener. 	30 min
Tester les hypothèses	<ul style="list-style-type: none"> ● Aider les élèves formants des groupes à exploiter les documents 1, 2 et 3 (P. 10 du manuel Univers de SVT° 2 AC). ● Demander aux groupes d'élèves d'analyser les documents 4 et 5 (P. 11 du même manuel). ● Demander aux groupes d'élèves d'analyser les documents 1 et 2 (P. 12 du même manuel). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Chaque groupe d'élèves élabore le contenu de la théorie de Wegener à partir des documents 1, 2 et 3 (P. 10 du manuel Univers de SVT° 2 AC). ● Chaque groupe d'élèves formule l'argument morphologique ● Chaque groupe d'élèves formule l'argument pétrographique. 	45 min
Confronter les résultats	<ul style="list-style-type: none"> ● Choisit la façon adéquate pour présenter les résultats des groupes d'élèves. ● Organise le dialogue et l'interaction entre les groupes. ● Collecte les réponses pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Chaque groupe expose ses résultats. ● Partage, approfondissement et régulation des résultats obtenus ● Discussion et comparaison des résultats obtenus par chaque groupe. ● Confronter les résultats avec les hypothèses pour les confirmer ou les infirmer. 	15 min
Bilan	Aider les élèves à formuler un résumé ou un bilan	<ul style="list-style-type: none"> ● Participer à l'élaboration d'un résumé de cours. ● Inscrire le résumé sur le cahier. <p>Résumé :</p> <p>C'est Wegener qui a proposé la théorie de la dérive des continents en 1912. il pensait qu'un supercontinent, la Pangée, se serait fragmenté à la fin de l'ère primaire et les «morceaux» auraient dérivé depuis cette époque jusqu'à nos jours.</p> <p>Wegener a soutenu sa théorie en se basant sur plusieurs arguments :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Arguments géographiques : complémentarité entre les formes des continents (exemple l'Afrique et l'Amérique du sud). Ce qui laisse penser que ces continents étaient emboîtés. 	15 min

- **Arguments paléontologiques** : les mêmes fossiles d'animaux et de végétaux ont été retrouvés en Afrique et en Amérique bien que ces organismes n'avaient pas la possibilité de traverser l'océan Atlantique.
- **Arguments géologiques** : des roches anciennes et rares sont présentes dans le Sud-Est du Brésil et aussi l'ouest de l'Afrique. De même des chaînes de montagnes anciennes existant en Afrique et en Amérique présentent d'étonnantes ressemblances.

Schéma de synthèse :



V - Exploitation des documents selon les principales méthodes pédagogiques en SVT

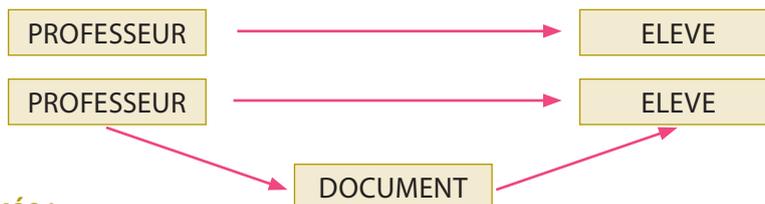
Principales méthodes pédagogiques :

L'approche par compétences consiste à atteindre des objectifs cognitifs, méthodologiques, techniques déterminés par le professeur et intégrés dans une progression. Ces objectifs correspondent à l'acquisition d'un certain nombre de capacités. A cette fin le professeur utilise diverses techniques pédagogiques telles que :

1 - La méthode magistrale :

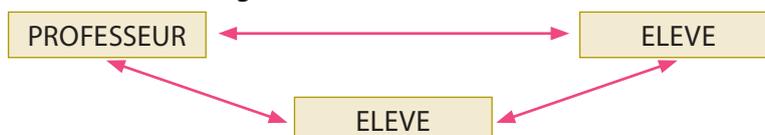
Les élèves sont passifs et les notions sont inculquées de façon magistrale. Cette méthode, pertinemment utilisée peut trouver sa place :

- lors des mises au point après les tests des préacquis ;
- dans le cadre de synthèses ;
- éventuellement lors des corrections des évaluations sommatives ;
- pendant les cours et exceptionnellement en TP (apport de connaissances).



2 - La méthode dialoguée :

Cette méthode fait participer l'élève à l'argumentation souhaitée par le professeur dont les questions guident le dialogue : dialogue professeur-élèves, dialogue élèves-élèves.



3 - La méthode active :

L'élève doit avant tout être placé en situation de recherche : le problème est clairement formulé et les consignes sont données.

Cette méthode sollicite une intervention des élèves sous forme d'une observation, d'une réflexion basée sur l'étude d'un document... : C'est elle qui représente la phase d'appropriation du savoir par l'élève.

Exemple : Phase de résolution d'un problème en travaux pratiques, en cours.

Le travail de l'élève est plus ou moins autonome selon la part prise par le professeur dans la résolution du problème.



Remarque : La méthode dialoguée et la méthode active peuvent être utilisées pour un **travail en groupes** (groupes de même niveau qui travaillent sur des parties différentes du sujet : mise en commun indispensable) ou pour un travail différencié (groupes de niveaux différents qui travaillent sur un document adapté à leur niveau).

VI - Quelques techniques d'animation de la classe

L'animation pédagogique est d'abord la vie dans la classe, le travail dans la classe, ce que l'on demande aux élèves ou ce qu'on leur propose et la manière dont on le leur propose. L'équipe et le travail en équipe se trouvent aujourd'hui valorisés. Les chercheurs s'intéressent aux petits groupes ont mis à la disposition des enseignants de nombreuses techniques permettant d'obtenir des résultats satisfaisants. Le tableau ci-dessous représente un bref résumé de quelques-unes.

L'exposé	Le panel	Le Philips 6-6	La tournante	La discussion palliée	La méthode de cas de Harvard	Le jeu de rôle	La résolution de problème par triade
Technique de communication par laquelle une personne fait devant un auditoire une présentation d'un état de la question sur un thème donné (15 min, 45 min, 90 min).	Technique de communication par laquelle un noyau de 3 à 6 personnes, représentant chacune un sous-groupe de participant, réalise devant un auditoire une discussion sur un thème donné, devant permettre de faire le point d'une question. Les participants, tout en étant présent à la discussion, n'interviennent que par l'intermédiaire de leurs représentants.	Technique d'animation dans laquelle les participants sont répartis par groupe de 6 personnes pour dégager de leur discussion, pendant un laps de temps limité à 6 min, un résultat commun sur un thème, un cas ou un problème.	Technique d'animation par laquelle les participants sont répartis par groupe de 4 à 6 personnes pour discuter sur un thème précis et dans laquelle, toutes les 10 min, un nombre de chaque groupe est invité à quitter son groupe pour rejoindre un groupe voisin.	Technique d'animation dans laquelle la discussion, devant permettre de faire le point sur un thème donné, est réalisé en 5 étapes ou paliers où les participants sont successivement, après une réunion générale, répartis en groupe de 5 à 10 personnes pour produire un panneau de synthèse des observations qu'ils formulent, confronter ensuite le contenu de leurs panneaux avec celui des autres groupes, retourner en groupe pour approfondir certains aspects et finalement se rassembler pour la phase de synthèse des panneaux par les différents groupes.	Technique d'animation dans laquelle les participants sont confrontés à une situation ou à un problème concret qui leur est soumis et invités à en faire ensemble une analyse pour ensuite identifier la solution la plus adéquate et dégager les principes de sa justification.	Technique d'animation dans laquelle plusieurs personnes sont invitées à s'impliquer dans l'interprétation des différents rôles de personnages, se trouvant dans une situation précise, afin de permettre ensuite une analyse des représentations, sentiments et attitudes liés à cette situation. Les participants autres que les acteurs sont placés en position d'observateurs pendant la phase d'interprétation des rôles. Ils prennent part, avec les autres, à la phase d'analyse menée sous la direction de l'animateur.	Technique d'animation dans laquelle les participants sont répartis par groupe de 3 pour dégager de leur discussion une solution à un problème précis qui leur est soumis.

Le brainstorming

Objectif	Règles du jeu	Recommandations
Faire produire un maximum d'idées par le groupe sur un sujet donné.	<ul style="list-style-type: none"> On peut tout dire. En dire le plus possible. On peut se copier, s'imiter (association d'idée). Seule interdiction : pas de censure, pas de critique (pas de ricanement (rire exprimant une joie mauvaise), de haussement des épaules). On note toutes les idées, même si elles sont drôles ou étranges. On se fixe une durée 	<ul style="list-style-type: none"> Etre de plus de 4 personnes. Encourager les idées au fur et à mesure. Aucune critique avant la fin de l'exercice. Limiter la durée de l'exercice. Méthode à utiliser pour rechercher les pré-requis.

VII - Fiche de préparation pédagogique relative à une leçon de SVT

Définir la compétence du semestre :

Définir les prérequis :

Objectifs d'apprentissage	Définir la situation problème	Activités d'enseignement-apprentissage	Moyens didactiques	Concepts et notions de base	Niveau de formulation	Evaluation formative et sommative continue
Ce sont les objectifs spécifiques relatifs à la tranche choisie du programme ; le travail consiste à les discuter et à les opérationnaliser en les traduisant en activités.	Formuler une question fondamentale à qui sera comme résolution le contenu de la leçon.	Une précision des activités à mener par les élèves est nécessaire pour préciser le cheminement à suivre pour l'atteinte de l'objectif ; le souci est d'impliquer l'élève au maximum dans les activités de classe. il est primordial de préciser certaines capacités à développer (schématiser, analyser, résumer,...)	Pour chaque objectif spécifique, il faut préciser un ou plusieurs supports didactiques ; le souci étant de répertorier les outils disponibles pour les enseignants et faire un tri au sein de ces moyens pour choisir ceux qui sont les plus pertinents et le plus disponibles.	Pour chaque objectif spécifique, il faut préciser un ou plusieurs supports didactiques ; le souci étant de répertorier les outils disponibles pour les enseignants et faire un tri au sein de ces moyens pour choisir ceux qui sont les plus pertinents et le plus disponibles.	la précision du niveau de formulation (activités langagières : construction d'une trace écrite collective validée) permet également d'homogénéiser la charge en contenu nécessaire pour l'atteinte de chaque objectif ; certaines propositions pour mieux cibler les apprentissages doivent être précisées.	C'est une phase importante dans la planification des activités d'enseignement apprentissage, en effet il est essentiel de savoir à quel moment il est nécessaire de faire un arrêt afin de vérifier l'atteinte des objectifs. un consensus doit s'installer quant au moment et au nombre de tests nécessaires pour vérifier l'atteinte de chaque objectif. la planification des contrôles écrits à caractère sommatif doit également s'effectuer en référence aux instructions du programme.

Deuxième partie

SOLUTIONNAIRE DES ACTIVITES
ET EXERCICES DU MANUEL

Dans ce chapitre, on va définir la théorie de la dérive des continents et présenter ses principaux arguments (morphologique, paléontologique et pétrographique). Par la suite, on établira un pont entre la dérive des continents et l'expansion des fonds océaniques. Le chapitre s'achève par la notion de plaques lithosphériques convergentes et divergentes. Cette notion sera reprise dans les trois chapitres suivants, car tous les phénomènes de la géodynamique interne seront interprétés dans le cadre de la tectonique des plaques (magmatisme, séismes, chaînes de montagnes, accrétion lithosphérique...).

Séquence 1 La dérive des continents et l'argument morphologique

Dans cette séquence, on va :

- Présenter la théorie de la dérive des continents et décrire l'évolution de la configuration des continents durant les derniers 250 MA.
- Présenter l'argument morphologique à travers l'exemple du golfe d'Aden, et l'exemple de l'Afrique-Amérique du Sud.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Selon la théorie de la dérive des continents, les continents ne conservent pas leurs positions relatives au cours des temps géologiques ; mais ils sont en perpétuels mouvements relatifs (éloignement ou rapprochement).
- 2 - Il y a 250 MA, tous les continents actuels étaient réunis en un unique continent, la Pangée. Ce continent s'est morcelé en plusieurs continents qui n'ont pas cessé de s'éloigner pour aboutir à leur configuration actuelle.
- 3 - Les lignes côtières de l'Afrique et de la péninsule arabique de part et d'autre du golfe d'Aden présentent un agencement remarquable. Le même agencement est constaté entre les lignes côtières africaines et sud-américaines de part et d'autre de l'océan Atlantique. Cet agencement morphologique montre que l'Afrique et l'Amérique du Sud étaient réunis dans un passé géologique lointain ; ainsi que l'Afrique et la péninsule arabique. Cet argument dit morphologique, est donc l'un des arguments de la théorie de la dérive des continents.

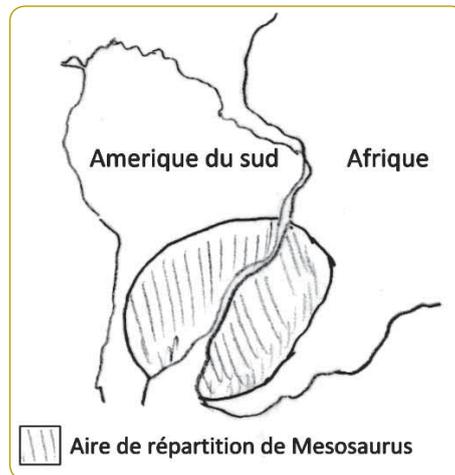
Séquence 2 Les arguments paléontologiques et pétrographiques de la dérive des continents

Dans cette séquence, on va présenter les arguments paléontologiques et pétrographiques de la dérive des continents à travers les principes suivants :

- Continuité des aires de répartition de certains fossiles au niveau de l'Afrique et l'Amérique du Sud. Les fossiles représentent l'époque -240 MA, -260 MA.
- Continuité des aires d'affleurement de roches âgées de plus de 2000 MA (cratons).
- Similitude de certaines chaînes de montagnes anciennes de part et d'autre de l'océan atlantique. Ces chaînes sont âgées de -450 MA à -400 Ma.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - Calque :



- On constate une continuité des aires de répartition de Mesosaurus entre l'Afrique et l'Amérique du Sud.

2 - L'argument paléontologique : Cet argument est basé sur les éléments suivants :

- Les fossiles en question (Mesosaurus par exemple) représentent des êtres vivants qui ont vécu pendant une période géologique limitée (- 299 MA, - 280 MA).
- Les êtres vivants en question ne peuvent pas traverser l'océan par la nage.
- Continuité des aires de répartition de ces fossiles au niveau de l'Afrique et de l'Amérique du Sud.

Conclusion : L'Afrique et l'Amérique du Sud étaient réunies il y a environ 250 MA. Elles se sont séparées par la suite, et ont dérivé respectivement vers l'est et vers l'ouest parallèlement à la formation de l'océan Atlantique.

3 - Les éléments de l'argument pétrographique :

- **Document 3 :** Similitude de chaînes de montagnes anciennes âgés de - 450 MA à - 400 MA de part et d'autre de l'océan Atlantique.
- **Document 4 :** Continuité des aires d'affleurement de roches ancienne âgée de plus de 2000 MA entre l'Afrique et l'Amérique du Sud (cratons).

Conclusion : Même conclusion énoncée dans la réponse à la question n° 2.

Séquence 3 De la dérive des continents à l'expansion des fonds océaniques

Dans cette séquence, on va présenter tout d'abord les éléments de la morphologie des fonds océaniques à partir de l'exemple de l'océan Atlantique. Ensuite, on va présenter l'âge du basalte du plancher océanique pour aboutir à la notion de l'expansion des fonds océaniques qui sera illustrée par un modèle schématique, et un exemple précis qui permettra de faire un calcul qui donne une estimation de la vitesse de l'expansion océanique en cm/an.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - En partant de la côte, les éléments du relief sous-marin de l'océan Atlantique sont :

- **Le plateau continental :** Zone à faible pente et une profondeur qui peut atteindre 200 m.
- **Le talus continental :** Zone à forte pente assurant la transition entre le plateau continental et la plaine abyssale.

- **Plaine abyssale** : Zone très profonde, relativement plate avec une profondeur qui avoisine 4000 m (4 Km !).
 - **Dorsale médio-océanique** : Sorte de montagnes sous-marines surélevées par rapport à la plaine abyssale, et dont la crête s'élève à 2000 m de profondeur.
 - **Rift médio-océanique** : C'est un sillon qui longe la dorsale médio-océanique et sépare l'océan en deux parties symétriques.
- 2 - L'âge du basalte qui constitue le plancher océanique varie de façon symétrique par rapport au rift médio-océanique. En effet, au niveau du rift, le basalte peut être âgé de 0 MA et augmente progressivement lorsqu'on s'éloigne du Rift pour atteindre 164 MA dans les régions qui jouxtent le plateau continental.
- 3 - L'augmentation progressive de l'âge du basalte du fonds océaniques à partir du Rift trouve son interprétation dans le modèle de l'expansion des fonds océaniques. En effet, à partir du Rift le plancher océanique bouge de part et d'autre à la manière d'un tapis roulant. Ainsi, l'ancien basalte est remplacé progressivement par du nouveau basalte ; d'où l'élargissement du fond océanique et l'éloignement des deux continents bordant l'océan.
- 4 – ■ **Calculer la vitesse du mouvement du plancher océanique :**
 V : vitesse ; d : distance ; t : temps ; $V = d/t$; $d = 500 \text{ Km} = 50 \times 10^6 \text{ cm}$
 $t = 26 \times 10^6 \text{ an}$; $V = 50/26$, soit $V \approx 2 \text{ cm/an}$.
- **Calculer la vitesse de l'expansion du plancher océanique :**
 Puisque le plancher bouge de façon symétrique par rapport au rift, on va multiplier par 2 ; d'où la vitesse de l'expansion du fond océanique est d'environ 4 cm/an.

Séquence 4 La notion de plaque lithosphérique

Dans cette séquence, en présentera une première esquisse de la notion de plaque lithosphérique à partir de la comparaison des cartes de la répartition mondiale des séismes et des volcans. La plaque lithosphérique ou plaque tectonique sera définie comme une zone stable délimitée par des zones instables se caractérisant par une forte activité sismique et volcanique. Au niveau de la profondeur, la lithosphère est l'enveloppe rigide de la Terre épaisse d'une centaine de kilomètres.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - A partir de la comparaison des deux cartes représentant respectivement la répartition des volcans et des séismes, on constate ce qui suit :
- Les séismes et les volcans ne sont pas répartis de façon homogène à la surface de la Terre, mais ils sont concentrés dans des zones étroites.
 - La répartition des volcans coïncide exactement avec celle des séismes.
- 2 - ■ La surface de la Terre est un puzzle de plaques lithosphériques.
- Une plaque lithosphérique est une zone stable délimitée par des zones instables se caractérisant par une forte activité sismique et volcanique.
 - Il existe des plaques purement océaniques et des plaques mixtes comportant des parties océaniques et des parties continentales.
 - L'ensemble des plaques lithosphériques constitue la lithosphère, enveloppe rigide de la Terre épaisse d'une centaine de kilomètres.

Séquence 5 Des plaques convergentes et des plaques divergentes

Dans cette séquence, on présentera sommairement la technologie des satellites GPS comme moyen de calcul des vitesses des mouvements des plaques, pour donner un autre argument de leur mobilité. Le cas de l'Islande est intéressant car cette île est à cheval entre deux plaques, et est traversée par la dorsale médio-atlantique (rappeler l'emplacement de l'île sur la carte du document 4).

Le document 4 présente les résultats des mesures des mouvements relatifs des plaques, et permet de distinguer entre les plaques convergentes et les plaques divergentes.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 -
- Les éléments qui montrent que la plaque nord-américaine et la plaque eurasienne sont des plaques divergentes, et que l'Islande est à cheval sur deux plaques lithosphériques :
 - Document 1 : Les mesures ont montré que ces deux plaques s'éloignent de 1,5 cm/an.
 - Document 2 :
 - L'Islande est découpée en deux parties qui s'éloignent l'une de l'autre.
 - Le volcanisme basaltique qui traverse l'Islande du nord au sud est un prolongement de la dorsale médio-atlantique.
 - Document 3 : Sur l'île de l'Islande, on retrouve des rifts à l'air libre qui constituent le prolongement du rift médio-atlantique.
- 2 - Les éléments qui montrent que l'Islande est située sur la dorsale médio-atlantique :
- Le volcanisme basaltique de l'Islande est comparable au volcanisme de la dorsale médio-océanique.
 - Géométriquement, les chaînes de volcans basaltiques constituent sur l'Islande le prolongement de la dorsale médio-océanique.
 - L'Islande comporte des rifts comparables au rift médio-océanique et en constituent un prolongement.
 - L'Islande est subdivisée en deux parties qui s'éloignent l'une de l'autre.

3 -

Exemples de plaques convergentes	Exemples de plaques divergentes
Plaque pacifique / Plaque eurasienne	Plaque Pacifique / Plaque Nazca
Plaque australo-indienne / Plaque Pacifique	Plaque sud-américaine / Plaque africaine
Plaque Nazca / Plaque sud-américaine	Plaque africaine / Plaque indienne
Plaque africaine / Plaque eurasienne.	Plaque nord-américaine / Plaque eurasienne

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définitions :

Plaque lithosphérique : Partie stable de l'enveloppe terrestre délimitée par des zones instables se caractérisant par une forte activité sismique et volcanique.

Dorsale médio-océanique : Sorte de chaîne de montagnes sous-marines longeant la majorité des océans et où se concentre une forte activité sismique et volcanique. Une dorsale médio-océanique constitue une frontière entre deux plaques divergentes.

Dérive des continents : Ensemble de déplacements horizontaux des continents les uns par rapport aux autres, dans le sens de l'éloignement ou du rapprochement.

II - a - Faux : L'âge du basalte du plancher océanique augmente lorsqu'on s'éloigne de la dorsale médio-océanique.

b - Juste.

c - Faux : Les plaques lithosphériques sont mobiles.

d - Juste.

e - Faux : Une plaque lithosphérique peut être purement océanique, ou mixte ; c'est-à-dire comportant une partie continentale et une partie océanique.

f - Faux : Le découpage des plaques est indépendant des continents.

g - Juste.

III - Je complète le texte :

Au début du XX^{ème} siècle, on a élaboré une théorie géologique qui s'appelle la théorie de la dérive des continents. Elle stipule que les continents étaient jadis réunis en un seul bloc appelé Pongée. Ce bloc s'est disloqué par la suite pour permettre aux continents de s'éloigner les uns des autres. Parmi les arguments de cette théorie, on trouve l'argument morphologique et l'argument paléontologique.

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 - Les roches sédimentaires en question se retrouvent actuellement sur plusieurs continents : Amérique du Sud, Antarctique, Afrique, Inde et Australie (document 1). Lorsqu'on réunit les continents pour reconstituer leur configuration supposée il y a 265 MA, on constate que les aires de répartition de ces roches sédimentaires constituent un seul bloc continu. C'est donc un argument qui corrobore la théorie de la dérive des continents.

2 - Les roches sédimentaires en question sont spécifiques au milieu glaciaire ; donc au climat polaire ou de très haute montagnes. C'est ce qui justifie la qualification de cet argument d'arguments climatique.

II - 1 - ● Je calcule la distance actuelle entre A et B :

Distance sur la carte : $d = 2.2 \text{ cm}$

$E = 1/150000000$; Distance réelle : D

$$D \times E = d \rightarrow D = d/E \rightarrow D = 2,2 \times 15 \times 10^7 \text{ cm} = 33 \times 10^7 \text{ cm} = 33 \times 10^2 \text{ Km} = 3300 \text{ Km.}$$

- Je calcule la distance entre A et B, il y a 100 MA :

Pour cela, je supprime les parties du plancher océanique dont l'âge est inférieur 100 MA. La distance d' sur la carte devient 0.5 cm. La distance réelle D' sera : $D' = d'/E = 0,5 \times 15 \times 10^7 \text{ cm} = 750 \text{ Km.}$

- 2 - Je calcule la vitesse de l'expansion de l'atlantique sud :

L'océan s'est élargi en 100 MA de (3300-750) Km, soit 2550 Km.

La vitesse d'expansion $V = 255 \times 10^6 / 100 \times 10^6 = 2.55 \text{ cm/an.}$

III - 1 - L'emboîtement des lignes côtières de l'Afrique et de l'Amérique du Sud est expliqué par le fait que les deux continents étaient réunis dans un passé géologique lointain.

2 - Trois arguments montrant que l'Afrique et l'Amérique étaient réunis : Argument morphologique ; Argument paléontologique ; Argument pétrographique.

3 - La séparation des deux continents a eu lieu aux alentours de -250 MA, vu l'âge des fossiles.

4 - Les deux continents bougent en même temps : l'Afrique vers l'est et l'Amérique du Sud vers l'ouest.

Argument de l'exercice II : L'âge du basalte du plancher océanique augmente de façon symétrique par rapport au rift médio-océanique.

IV - 1 - Il s'agit de la théorie de la dérive des continents.

2 - Le document 5 présente deux arguments : l'argument paléontologique et l'argument morphologique.

3 - • **Argument morphologique :** Les lignes côtières de certains continents s'emboîtent aisément les unes dans les autres.

- **Argument paléontologique :** Par exemple, on retrouve, de part et d'autre de l'Atlantique, sur les continents actuels, des fossiles similaires de plantes et d'animaux terrestres datant de -240 à -260 MA.

On commencera ce chapitre par la définition du séisme et des ondes sismiques et la présentation de la notion de foyer et d'épicentre. Ensuite, on présentera les dégâts causés par les séismes et leur évaluation avec l'échelle MSK des intensités. On précisera la différence entre intensité et magnitude. L'étude de l'enregistrement des séismes permettra de définir les différents types d'ondes sismiques, leurs propriétés, la différence de leurs vitesses de propagation et la nature des milieux traversés. L'étude des séismes sera exploitée pour déterminer la structure interne du globe terrestre (enveloppes) et la mise en évidence de la subduction (plan de Bénéioff). Le rapport des séismes avec la tectonique des plaques nous ramènera progressivement à mettre en relation l'expansion des fonds océaniques et la subduction, pour rechercher enfin le moteur du mouvement des plaques ; à savoir la chaleur interne qui anime les courants de convection.

Séquence 1 Les dégâts causés par les séismes

Dans cette séquence, on va définir le séisme, les ondes sismiques, l'épicentre et le foyer. Les dégâts des séismes sont évalués selon l'échelle MSK des intensités. On fera le point sur la différence entre intensité et magnitude.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Un séisme, ou tremblement de terre, est un ensemble de vibrations qui naissent à partir d'un point du sous-sol appelé foyer. Ces vibrations, dites ondes sismiques, et qui se propagent dans toutes les directions sont dues à des cassures brutales des roches.
- 2 - La magnitude exprime la quantité d'énergie libérée par le séisme au niveau du foyer. L'intensité exprime l'ampleur des dégâts causés en surface. L'intensité dépend de plusieurs facteurs : de la magnitude elle-même, de la profondeur du foyer et de sa distance avec la région concernée (une ville par exemple).
- 3 - Les lignes concentriques du document 3 sont appelées isoséistes. Une isoséiste relie les points de la surface du sol de même intensité sismique.
- 4 - **a** - L'intensité du séisme diminue de l'épicentre vers la périphérie.
b - Un séisme à foyer profond donne une intensité faible à la surface (faibles dégâts) sur une étendue relativement importante. Un séisme à foyer proche de la surface donne une intensité relativement forte (grands dégâts) sur une étendue restreinte. Cette comparaison est valable à magnitudes égales.
- 5 - On s'intéresse plus à l'intensité d'un séisme car elle est liée directement aux dommages subis par les populations en matière de vies humaines et/ou de dégâts matériels.

Séquence 2 Enregistrement des séismes

L'enregistrement des ondes sismiques, qui a lieu dans les stations d'enregistrement, s'effectue grâce au sismomètre et donne des sismogrammes représentant différents types d'ondes sismiques avec leurs temps d'arrivée respectifs. Les principaux types d'ondes sismiques sont les ondes P, S et L. Ces ondes varient essentiellement selon la nature des vibrations, la vitesse de propagation et l'état physique des milieux traversés. L'enregistrement d'un même séisme dans plusieurs stations différentes permet de mettre en évidence la différence de leurs vitesses de propagations.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Les oscillations du sismogramme du document 1b représentent trois types d'ondes qui sont selon l'ordre chronologique de leur arrivée à la station : les ondes P, les ondes S et les ondes L.
- 2 - On peut présenter les différences entre les ondes P,S et L par le tableau comparatif suivant :

Ondes	P	S	L
Sens des vibrations	Parallèle au sens de propagation	Perpendiculaire au sens de propagation	complexe
Vitesse (V)	VP > VS > VL		
Milieux traversés	Liquides et solides	Solides uniquement	Zones superficielles de la Terre

3 -

Station	Arrivée des ondes P	Arrivée des ondes S
Station 1	06 h 34 min 20 s	Non enregistré
Station 2	06 h 35 min	06 h 39 min

- 4 - ● Les ondes P ont été enregistrées dans la station 1 avant la station 2, car le trajet parcouru pour atteindre la station 1 est plus court.
- Dans la station 2, de le décalage de 4 min entre l'arrivée des ondes P et l'arrivée des ondes S est dû au fait que les ondes P sont plus rapides que les ondes S.
- 5 - C'est donc la station 1 qui est plus proche du foyer du séisme (justification dans la question précédente).

6 - ● **Je calcule la vitesse des ondes P :**

$$V = d/t ; d = 2880 \text{ Km} ; t = (6 \text{ h } 35 \text{ min} - 6 \text{ h } 27 \text{ min}) = 8 \text{ min} = 480 \text{ s}$$

$$V = 2880/480 = 6 \text{ Km/s.}$$

● **Je calcule la vitesse des ondes S :**

$$V = d/t ; d = 2880 \text{ Km} ; t = (6 \text{ h } 39 \text{ min} - 6 \text{ h } 27 \text{ min}) = 12 \text{ min} = 720 \text{ s}$$

$$V = 2880/720 = 4 \text{ Km/s.}$$

Séquence 3 Les séismes et la structure interne du globe terrestre

Dans cette séquence, on va présenter la structure interne du globe terrestre telle qu'elle a été définie à partir de la variation de la vitesse de propagation des ondes sismiques, de la surface de la Terre jusqu'au centre. Les discontinuités vont permettre de distinguer notamment la croûte, le manteau et le noyau. La zone LVZ permet de tracer la limite inférieure de la lithosphère (lithosphère = croûte plus manteau).

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - La comparaison entre les figures (a) et (b) du document 1 montre que l'épaisseur de la croûte océanique est d'environ 10 Km ; et l'épaisseur de la croûte continentale est d'environ 40 Km.
- D'autre part, l'épaisseur de la lithosphère océanique est d'environ 100 Km ; et l'épaisseur de la lithosphère continentale est d'environ 150 Km.

Remarque :

- Le passage de la croûte au manteau supérieur est marqué par une augmentation brutale de la vitesse des ondes sismiques.
- Au niveau du manteau supérieur la vitesse des ondes sismiques est stable.
- Le passage du manteau supérieur à l'asthénosphère est marqué par une diminution de la vitesse des ondes sismiques. C'est la zone appelée LVZ ou zone de faible vitesse des ondes sismiques.

2 - La lithosphère est constituée de la croûte terrestre (continentale et océanique) et du manteau supérieur. C'est l'enveloppe rigide de la Terre.

3 - Les variations brutales des vitesses des ondes P et S ont mis en évidence les discontinuités suivantes :

- La discontinuité de Moho : Entre 10 Km et 40 Km de profondeur.
- La discontinuité de Gutenberg : Vers 2900 Km de profondeur.
- La discontinuité de Lehmann : Vers 5150 Km de profondeur.

4 - **a** - La limite entre le manteau et le noyau est marquée par une chute importante de la vitesse des ondes P et une disparition des ondes S.

b - La limite entre le noyau externe et la graine est marquée par la réapparition des ondes S, et une légère augmentation de la vitesse des ondes P.

Remarque importante : Le noyau externe est à l'état liquide. Il ne peut pas être traversé par les ondes S. La réapparition des ondes S au niveau de la graine est due à la transformation des ondes P, qui ont traversé le noyau externe, en ondes S.

5 -

Discontinuités	Profondeurs	Enveloppes séparées
Gutenberg	2900 Km	Manteau et noyau externe.
Lehmann	5150 Km	Noyau externe et graine.

6 - Toutes les enveloppes de la Terre sont traversées par les ondes S, à l'exception du noyau externe. Le noyau externe est donc à l'état liquide ; et les autres enveloppes sont à l'état solide.

Séquence 4 Les séismes et la tectonique des plaques : Répartition et naissance des séismes

Dans cette séquence, on va exploiter les données de ce chapitre et du chapitre précédent pour établir le lien entre les séismes et les zones de divergence (dorsales), et les zones de convergence (subduction et chaînes de montagnes récentes). La naissance des séismes sera mise en relation avec les forces de distension et les forces de compression liées respectivement aux zones de divergence et aux zones de convergence. On rappellera aussi le lien entre la naissance des séismes et les ruptures de failles.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - L'analyse des cartes montre ce qui suit :

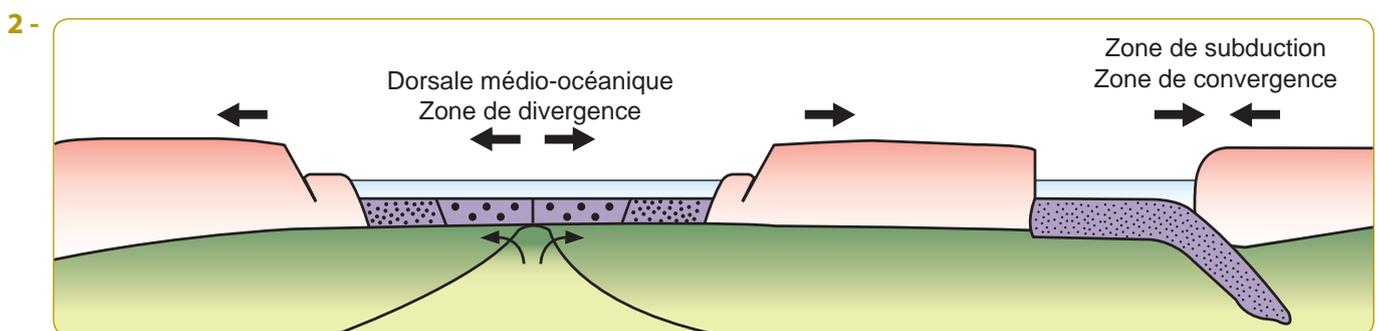
- Les séismes sont concentrés dans les limites des plaques tectoniques.
 - Les limites de plaques convergentes sont essentiellement les zones de subduction et les zones des chaînes de montagnes récentes
 - Les limites des plaques divergentes sont les dorsales médio-océaniques.
- 2 - a - Les mouvements des plaques peuvent générer de temps à autre des ruptures de failles, et donc la naissance des séismes.
- b - Les séismes qui naissent dans les zones de convergence sont liés à des forces compressives. Ceux qui naissent dans les zones de divergence sont liés à des forces distensives.

Séquence 5 Les séismes et la tectonique des plaques: Le phénomène de la subduction et les séismes

Dans cette séquence, on présentera les travaux de Bénéioff qui ont permis de mettre en évidence le phénomène de la subduction. Cela permettra d'établir le lien entre l'expansion océanique et la subduction.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - a - La subduction est la disparition de la lithosphère océanique dans l'asthénosphère au niveau des fosses océaniques. Ce phénomène compense l'accrétion lithosphérique qui a lieu au niveau des dorsales médio-océaniques.
- b - D'habitude, les séismes ne prennent naissance qu'au niveau de la lithosphère. La profondeur des foyers ne dépasse pas généralement 100 Km, c'est-à-dire l'épaisseur de cette lithosphère. Dans les régions des fosses océaniques, les profils sismiques montrent que les foyers sont disposés en plan incliné (plan de Bénéioff), et que la profondeur des foyers peut aller jusqu'à 500 Km. Ces données ne peuvent être expliquées que par le phénomène de subduction.



- 3 - L'accrétion océanique signifie la formation de nouvelles portions de la lithosphère océanique au niveau des dorsales médio-océaniques. La largeur du plancher océanique augmente progressivement et en permanence. C'est l'expansion des fonds océaniques. Puisque le volume de la Terre est constant, il faut donc envisager un phénomène compensateur. C'est la subduction. Par la naissance et la disparition de la lithosphère océanique, cette dernière est donc en perpétuel renouvellement.

Séquence 6 Le moteur de la tectonique des plaques

Après avoir mis en évidence le renouvellement de la lithosphère océanique par l'établissement du lien entre l'accrétion océanique et la subduction, on va élucider l'origine de l'énergie qui anime cette mobilité. Cette énergie provient de la chaleur émise par les éléments radioactifs et qui génère des courants de convection.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Certes, la température augmente en fonction de la profondeur, mais il ne s'agit pas d'une proportionnalité car la courbe du document 1 n'est pas une droite. En effet, le gradient géothermique diminue avec la profondeur (la courbe tend à être verticale vers le centre).
- 2 - Entre le manteau et le noyau (discontinuité de Gutenberg, 2900 Km), la température est d'environ 2700°C.
- 3 - Pour calculer la chaleur globale dégagée par une enveloppe, on multiplie la valeur de la chaleur exprimée en J/s/Km³ par le volume :

Enveloppe	Chaleur globale dégagée
Croûte continentale	115,5 x 10 ¹⁰ Cal/s
Croûte océanique	3,2 x 10 ¹⁰ Cal/s
Manteau	278,8 x 10 ¹⁰ Cal/s

En tenant compte des données du document 3, notamment le volume des différentes enveloppes de la Terre, on constate que c'est le manteau qui dégage plus de chaleur. C'est la production permanente de cette chaleur qui fait que la température augmente avec la profondeur.

- 4 - ● La comparaison entre les données du document 4 et du document 5 montre que la convection thermique est un phénomène qui permet l'évacuation de la chaleur.
● Au niveau de la Terre, la chaleur produite essentiellement par le manteau ne peut pas s'accumuler éternellement à l'intérieur de la Terre. Les courants de convection permettent la formation de la lithosphère au niveau des zones d'accrétion. Cette lithosphère se refroidit en surface avant de plonger dans l'asthénosphère au niveau des zones de subduction. La tectonique des plaques permet donc l'évacuation de la chaleur interne du globe.

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définir les expressions et les termes suivants :

Sismomètre : Instrument d'enregistrement des ondes sismiques.

Foyer : Point du sous-sol où naissent les ondes sismiques lors d'un séisme.

Epicentre : Point à la surface de la Terre où le séisme est le plus intense. Il est situé à la verticale du foyer.

Faille : Fracture des roches accompagnée d'un déplacement.

Ondes sismiques : Ce sont des vibrations du sol qui constituent un séisme. Elles se propagent dans toutes les directions à partir du foyer.

II - a - Vrai

b - Faux : Un séisme prend naissance au niveau du foyer.

c - Vraie :

III - Réponses brèves :

a - Les foyers des séismes sont concentrés au niveau des frontières des plaques tectoniques.

b - Une discontinuité est une zone de variation brutale de la vitesse de propagation des ondes sismiques. Elle sépare deux enveloppes différentes.

c - Le noyau externe est à l'état liquide.

IV - a - L'intensité d'un séisme liée aux dégâts causés en surface ne dépend pas uniquement de sa propre énergie (magnitude), mais elle dépend d'autres facteurs comme la profondeur du foyer et la distance entre celui-ci et la zone touchée (une ville par exemple).

b - Les ondes ne sont pas enregistrées en même temps dans toutes les stations pour deux raisons :

- Les différents types d'ondes n'ont pas la même vitesse de propagation.
- Toutes les stations ne sont pas situées à la même distance du foyer.

c - Les ondes P sont enregistrées avant les ondes S, car elles sont les plus rapides.

V - Rédiger des phrases :

a - Le sismomètre enregistre les ondes sismiques.

b - Le foyer est le point du sous-sol où naissent les ondes sismiques. L'épicentre est sa projection verticale à la surface du sol.

c - Les ondes sismiques se propagent dans toutes les directions à partir du foyer.

d - Un séisme se caractérise par une magnitude et une intensité.

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 - La vitesse des ondes P et des ondes S est presque stable de 0 à 30 Km de profondeur sous les continents, et de 0 à 10 Km sous les océans. Ces zones correspondent respectivement à la croûte continentale et la croûte océanique. L'augmentation brutale à 30 Km sous les continents et à 10 Km sous les océans, marque la discontinuité de Moho ; c'est-à-dire le passage de la croûte au manteau supérieur. Au niveau de ce dernier, la vitesse redevient stable. Une diminution remarquable de la vitesse des ondes P et des ondes S est constatée à 120 Km de profondeur sous les continents, et à 100 Km de profondeur sous les océans. C'est la limite entre le manteau supérieur et l'asthénosphère.

2 -

	Profondeur	Signification
Domaine continental	30 Km	Discontinuité de Moho Passage de la croûte continentale au manteau supérieur
	120 Km	Début de la zone LVZ Passage du manteau supérieur à l'asthénosphère
Domaine océanique	10 Km	Discontinuité de Moho Passage de la croûte océanique au manteau supérieur
	100 Km	Début de la zone LVZ Passage du manteau supérieur à l'asthénosphère

3 -

Enveloppe	Croûte continentale	Croûte océanique	Lithosphère continentale	Lithosphère océanique
Epaisseur	30 Km	10 Km	120 Km	100 Km

II - 1 - Les profondeurs indiquées correspondent à des discontinuités :

Profondeurs	Discontinuité	Signification
700 Km		Limite entre l'asthénosphère et le manteau inférieur
2900 Km	Gutenberg	Limite manteau inférieur - noyau externe
5000 Km	Lehman	Limite noyau externe - noyau interne (graine)

2 - Les critères de subdivision des enveloppes de la terre est la variation brutale de la vitesse de propagation des ondes sismiques.

3 - Le noyau externe est à l'état liquide. En effet, il n'est pas traversé par les ondes S.

III - 1 - Le décalage des temps d'arrivée entre les ondes P et les ondes S est dû au fait que ces ondes n'ont pas la même vitesse de propagation.

2 - Les mêmes ondes n'arrivent pas en même temps aux différentes stations, car ces stations ne sont pas à la même distance du foyer.

3 - La station la plus proche au foyer du séisme est la station 4. En effet, c'est au niveau de cette station que les ondes sont enregistrées en premier.

4 - $V = d/t \rightarrow t = d/V$; $d = 150 \text{ Km}$; $V = 6 \text{ Km/s}$; $t = 150/6 = 25 \text{ s}$.

Heure du déclenchement du séisme (h) ; $h = (10 \text{ h } 05 \text{ min } 18,9 \text{ s} - 25 \text{ s})$

$h = 10 \text{ h } 04 \text{ min } 53,9 \text{ s}$

Ce chapitre va commencer par l'étude des deux principaux types d'éruptions volcaniques, effusives et explosives. L'accent sera mis sur le volcanisme sous-marin des rifts médio-océaniques. Ensuite, on traitera les conditions de la formation des roches magmatiques à travers deux exemples de roches volcaniques, le basalte et l'andésite ; et deux exemples de roches plutoniques, le granite et la gabbro. La structure grenue et la structure microlitique seront interprétées par les phases de la solidification du magma. Le chapitre s'achèvera par la situation des roches magmatiques dans le cadre de la tectonique des plaques : accrétion lithosphérique, subduction et chaînes de montagnes.

Séquence 1 Une éruption volcanique effusive

Dans cette séquence, on va présenter l'île volcanique Hawaii et le volcan Kilauea comme exemple de volcan effusif. Par la suite, on va présenter les caractéristiques générales des éruptions volcaniques effusives, et un schéma simplifié d'un édifice volcanique. On présentera aussi sommairement les conditions géologiques qui mènent de la formation du magma à l'éruption volcanique.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - A travers des temps géologiques, une activité volcanique sous-marine intense a mené à l'accumulation de coulées de laves. Ces laves augmentent en quantité et en hauteur ; ce qui a donné un édifice volcanique sous-marin dont les parties émergées constituent l'archipel des îles Hawaiï.
- 2 - ● Selon l'état physique, on peut distinguer :
 - La lave : roches en fusion (état liquide).
 - Les gaz (état gazeux).
 - Éléments solides de différentes tailles● Selon la taille, on peut subdiviser les éléments solides comme suit :
 - Cendres : diamètre < à 2 mm.
 - Lapilli : 2 mm < diamètre < 30 mm.
 - Bombes : diamètre > 30 mm.
- 3 - Les principales caractéristiques d'une éruption volcanique effusive : Du fait de la fluidité de la lave, celle-ci n'emprisonne pas les gaz ; d'où l'absence d'explosions et de projections. La lave s'écoule en surface de façon relativement lente et calme.
- 4 - De la naissance du magma à l'éruption volcanique :
 - Dans des profondeurs de la Terre, des conditions de pression et de température provoquent la fusion partielle des roches et la libération de gaz ; d'où la naissance d'un magma dans une chambre magmatique.
 - Sous l'effet de la pression des gaz et de la faible densité du magma, celui-ci monte vers la surface à travers les cheminées et les fissures.
 - L'accroissement de la pression déclenche de temps à autre des éruptions volcaniques.
 - L'édifice volcanique se caractérise par son cratère et ses flancs constitués par accumulation de laves qui se solidifient en se refroidissant.

Séquence 2 Une éruption volcanique explosive

Après avoir présenté un exemple de volcan explosif (Sainte-Hélène), on va préciser les principales caractéristiques des éruptions volcaniques explosives. Ensuite, on établira le lien entre la nature du magma et l'aspect effusif ou explosif de l'éruption volcanique.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - ● Classement des matériaux rejetés par le volcan en fonction de l'état physique :
 - Gaz : Etat gazeux.
 - Cendres et bombes : Elément solides de différentes tailles.
 - Lave fragmentée : État liquide.
- Classement des éléments solides en fonction de la taille :
 - Cendres: diamètre < 2 mm.
 - Bombe : diamètre > 30 mm
 - Autres éléments ...
- 2 - Les éléments montrant la violence et l'ampleur de l'éruption de Sainte-Hélène :
 - Glissements de terrains sur 23 Km et une vitesse atteignant 300 km/h.
 - Nuée ardente d'une température de 350 °C
 - Les cendres atteignent 20 Km de hauteur.
 - Explosions violentes.
 - Les bombes sont projetées à des kilomètres loin du cône volcanique.
- 3 - Les dômes de lave sont dus à l'accumulation de gaz emprisonnés dans une lave visqueuse. Ce phénomène s'accompagne d'une augmentation de la pression.
- 4 - Je compare les éruptions volcaniques effusives avec les éruptions volcaniques explosives.

Eruptions volcaniques effusives	Eruptions volcaniques explosives
Lave fluide	Lave visqueuse
Gaz en petites quantités	Gaz abondants
Dans les produits rejetés, la lave est plus abondante par rapport aux gaz et aux éléments solides de différentes tailles.	Les produits rejetés constituent un mélange de gaz, d'éléments solides de différentes tailles et de lave fragmentée.
La lave s'écoule calmement.	Les différents produits sont rejetés à travers des explosions spectaculaires.
Dégâts relativement faibles.	Dégâts importants.

- 5 - Le moteur de l'éruption volcanique est représenté par la nature du magma et la quantité des gaz :
 - **Eruption effusive** : Le magma est fluide, laissant échapper les gaz progressivement et doucement ; d'où l'aspect effusif.
 - **Eruption explosive** : Le magma est visqueux, emprisonnant les gaz dont la quantité et la pression augmentent pour atteindre des seuils limites qui déclenchent l'éruption qui prend un aspect explosif.

Séquence 3 Le volcanisme des dorsales médio-océaniques

Le volcanisme des dorsales médio-océaniques occupe une place capitale parmi les activités volcaniques de la planète. Il est lié à l'accrétion de la lithosphère océanique dans les zones de divergence. C'est donc un élément important de la tectonique des plaques.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Grâce à la technologie moderne, notamment les sous-marins nains, les scientifiques ont pu observer de près l'activité volcanique sous-marine à des profondeurs atteignant 2000 m (2 Km).
- 2 - Puisqu'il s'agit d'éruptions volcaniques sous-marines, la pression élevée de l'eau empêche les explosions. Ainsi la lave s'écoule doucement (type effusif) et se solidifie en se refroidissant à partir de la surface ; ce qui donne des sortes de boules rondes. C'est pour cela qu'on parle de lave en coussins. Le basalte est la roche qui se forme à partir de cette lave.
- 3 - Formation des cheminées hydrothermales : L'eau de mer s'infiltré dans les fissures et atteint le magma. La chaleur du magma provoque l'évaporation partielle de l'eau ; ce qui génère de fortes pressions à l'origine des cheminées hydrothermales.
- 4 - ● Caractéristiques du volcanisme des dorsales médio-océaniques :
 - Volcanisme basaltique sous-marin.
 - Aspect effusif.
 - Lave en coussin● Lien avec les plaques lithosphériques :
 - Situé dans les zones de divergence.
 - Il constitue une chaîne volcanique continue tout le long des rifts médio-océaniques
 - Lie à l'accrétion de la lithosphère océanique.

Séquence 4 Roches magmatiques caractéristiques de la dorsale médio-océanique

Dans cette séquence, on va présenter deux roches magmatiques caractéristiques des zones d'accrétion lithosphériques, le basalte (roche volcanique) et le gabbro (roche plutonique). Un modèle expérimental permettra de faire le lien entre la structure grenue ou microlitique et les conditions et les étapes du refroidissement du magma.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Le basalte et le gabbro sont différents au niveau de la structure.
 - Le basalte a une structure microlitique : La lame mince montre de gros cristaux (phénocristaux), de petits cristaux (microlites) et une pâte vitreuse.
 - Le gabbro a une structure grenue : Toute la roche est cristallisée (absence de pâte vitreuse).

Les deux roches se distinguent aussi par la nature des minéraux.

- 2 - Voir question n° 1.

3 - Le modèle expérimental montre les faits suivants:

- Refroidissement lent : Formation des gros cristaux.
- Refroidissement moins lent : Formation des petits cristaux.
- Refroidissement rapide : Formation de la pâte vitreuse.
- Les conditions de la formation du basalte : Le basalte se forme en trois étapes :
 - Refroidissement lent du magma en profondeur (température élevée) : Formation des phénocristaux.
 - Lorsque le magma se rapproche de la surface, sa température diminue : Formation des petits cristaux par refroidissement et solidification plus rapide.
 - Le reste du magma qui arrive en surface se refroidit très rapidement ; d'où la formation de la pâte vitreuse.
- Les conditions de la formation du gabbro : Le gabbro est une roche magmatique plutonique. Elle est issue d'un magma qui se refroidit et se solidifie totalement en profondeur sans atteindre la surface. La roche est totalement formée de cristaux (structure grenue).

Séquence 5 Roches magmatiques caractéristiques des zones de convergence

Dans cette séquence, on va étudier une roche magmatique plutonique caractéristique des zones de convergence. C'est le granite qu'on retrouve surtout au niveau des chaînes de montagnes. On abordera aussi l'andésite, roche magmatique volcanique caractéristique des zones de subduction. L'exploitation des données du modèle expérimental de la séquence 4 va nous permettre d'interpréter les structures respectives des deux roches.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1** - Le granite est constitué totalement de cristaux de taille moyenne. L'andésite est constituée de cristaux de différentes tailles, noyés dans une pâte vitreuse. Les deux roches n'ont pas la même composition minéralogique. Par exemple, le quartz présent dans le granite est absent de l'andésite.
- 2** - Le granite et l'andésite sont différents au niveau de la structure.
- Le granite a une structure grenue : Toute la roche est cristallisée (absence de pâte vitreuse).
 - L'andésite a une structure microlitique : La lame mince montre de gros cristaux (phénocristaux), de petits cristaux (microlites) et une pâte vitreuse.
- 3** - Le modèle expérimental montre les faits suivants:
- Refroidissement lent : Formation des gros cristaux.
 - Refroidissement moins lent : Formation des petits cristaux.
 - Refroidissement rapide : Formation de la pâte vitreuse.
 - Les conditions de la formation du granite : Le granite est une roche magmatique plutonique. Elle est issue d'un magma qui se refroidit et se solidifie totalement en profondeur sans atteindre la surface. La roche est totalement formée de cristaux (structure grenue).
 - Les conditions de la formation de l'andésite : L'andésite se forme en trois étapes :
 - Refroidissement lent du magma en profondeur (température élevée) : Formation des phénocristaux.
 - Lorsque le magma se rapproche de la surface, sa température diminue : Formation des petits cristaux par refroidissement et solidification plus rapides.
 - Le reste du magma qui arrive en surface se refroidit très rapidement ; d'où la formation de la pâte vitreuse.

Séquence 6 Les roches magmatiques dans le contexte de la tectonique des plaques

Cette séquence sera consacrée à établir le lien entre les roches magmatiques et le contexte de la tectonique des plaques : l'accrétion de la lithosphère océanique au niveau des dorsales océaniques, la subduction et la formation du granite dans les chaînes de montagnes.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Les courants de convection sont ascendants à la verticale du rift médio océanique, divergents de part et d'autre. Ces mouvements s'accompagnent de la formation d'une chambre magmatique sous le rift. Cette chambre magmatique alimente le volcanisme caractéristique du rift. Le magma qui n'arrive pas en surface forme les roches magmatiques plutoniques qui constituent avec le basalte la lithosphère océanique (basalte, complexe filonien, gabbro, péridotite). Ces phénomènes ont comme conséquence l'accrétion de la lithosphère océanique, et par conséquent l'expansion des fonds océaniques.
- 2 - Au cours de la subduction, la libération de l'eau par la croûte océanique de la lithosphère plongeante provoque une fusion partielle, et la formation d'un magma andésitique, dans l'asthénosphère en dessous de la croûte continentale chevauchante. Ce magma alimente le volcanisme andésitique caractéristique des zones de subduction. Si le magma se solidifie totalement avant d'atteindre la surface, il donne des roches magmatiques plutoniques associées aussi à la subduction (exemple la granodiorite).
- 3 - L'aurole métamorphique est constituée de roches qui ont subi des transformations dues à la chaleur du magma granitique. Ces transformations sont appelées, métamorphisme. Ce type de métamorphisme est appelé métamorphisme de contact ou métamorphisme thermique.

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définitions :

- **Cristal** : Éléments solide constituant une roche, visible à l'œil nu ou au microscope. Il appartient à une espèce chimique appelée minéral.
- **Structure grenue** : Structure d'une roche magmatique plutonique. La roche est constituée dans sa totalité de cristaux (absence de pâte vitreuse).
- **Structure microlitique** : Structure d'une roche magmatique volcanique. La roche est constituée de cristaux de différentes tailles noyés dans une pâte vitreuse.
- **Magma** : Roches en fusion.
- **Lave** : C'est le magma libéré de ses gaz une fois en surface.
- **Roche magmatique** : Roche issue d'un magma (le magma devient solide par refroidissement).
- **Roche volcanique** : Roche magmatique dont le magma atteint la surface et forme des volcans.
- **Roche plutonique** : Roche magmatique dont le magma se solidifie totalement en profondeur, sans atteindre la surface.

II - a - Faux : Le granite est une roche magmatique totalement cristalline. Il a une structure grenue.

b - Faux : Le basalte est une roche magmatique volcanique non totalement cristalline. Il a une structure microlitique.

c - Vrai.

d - Vrai.

e - Faux : Le refroidissement lent du magma en profondeur aboutit à la formation des phénocristaux (gros cristaux).

f - Vrai.

g - Faux : Le basalte contient les gros cristaux, les petits cristaux et la pâte vitreuse.

III - (1, c) ; (2, b) ; (3, d) ; (4, a).

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 - Le gabbro a une structure grenue, puisque la lame mince du document1 montre des cristaux jointifs en absence de pâte vitreuse. Le basalte a une structure microlitique puisque la lame mince montre des cristaux de différentes tailles, noyés dans une pâte de verre.

2 - La structure grenue est caractéristique des roches magmatiques plutoniques. C'est le cas du gabbro. La structure microlitique est caractéristique des roches magmatiques volcaniques. C'est le cas du basalte.

3 - ● Pour le gabbro, le magma se refroidit et se solidifie totalement en profondeur, sans atteindre la surface.

● Pour le basalte, le magma se refroidit et se solidifie par trois étapes au cours de la montée du magma vers la surface :

● Refroidissement lent en profondeur : formation des gros cristaux.

● Refroidissement plus rapide dans une profondeur moins importante : formation des petits cristaux.

- Refroidissement très rapide en surface : formation de la pâte vitreuse.

II - 1 - La plaque plongeante est la plaque océanique, car elle disparaît sous la plaque continentale qui est donc la plaque chevauchante.

2 - Lors de la subduction, la croûte océanique de la plaque plongeante libère de l'eau dans l'asthénosphère en dessous de la plaque chevauchante. Ces conditions engendrent une fusion partielle et la formation d'un magma andésitique.

3 - Le magma andésitique donne des roches volcaniques lorsqu'il arrive en surface. S'il se solidifie totalement en profondeur, il donne des roches magmatiques plutoniques.

III - 1 - D'après la lame mince du document 4, l'andésite est constituée de gros cristaux, de petits cristaux et d'une pâte vitreuse.

2 - Il s'agit donc d'une structure microlitique.

3 - Il s'agit d'une roche magmatique volcanique.

4 - L'andésite se forme au niveau des zones de subduction, précisément au niveau de la plaque chevauchante.

IV - 1 - Légende du schéma :

1 - coulée de lave ; 2 - Cheminée ; 3 - Chambre magmatique ; 4 - Matériaux rejetés par le volcan ; 5 - Cratère du volcan ; 6 - Flanc du volcan ; 7 - Magma ascendant.

2 - Le volcan rejette de la lave (état liquide), en plus des gaz et des éléments solides de différentes tailles (cendres, lapilli, bombes).

3 - Lors de la montée en surface, la température du magma diminue.

4 - La vitesse du refroidissement du magma détermine la structure des roches magmatiques :

Le refroidissement lent et la solidification totale en profondeur donnent des roches magmatiques plutoniques totalement cristallines (structure grenue). Le refroidissement en trois étapes donne la structure microlitique :

- Refroidissement lent en profondeur : formation des gros cristaux.
- Refroidissement plus rapide dans une profondeur moins importante : formation des petits cristaux.
- Refroidissement très rapide en surface : formation de la pâte vitreuse.

Dans ce chapitre, on va voir d'autres manifestations de la tectonique des plaques qui sont concrétisées par les types de déformations tectoniques, formation des chaînes de montagnes, formation d'un rift continental et cas d'un océan jeune, et enfin l'ouverture et disparition des océans.

Séquence 1 Les déformations cassantes : Les failles

Dans cette séquence, on va envisager une étude des principaux types de failles et les contraintes (forces) qui sont responsables de leur formation, puis on établit la relation de ces différents types de faille avec les zones de convergences et les zones de compressions (subduction).

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - Les éléments d'une faille sont :

- Compartiments : blocs rocheux séparés par une faille, l'un est soulevé, l'autre affaissé.
- Rejet de faille : Ampleur du déplacement relatif d'un compartiment par rapport à l'autre le long du plan de faille.
- Plan de faille : Surface de glissement, verticale ou oblique, d'un compartiment par rapport à l'autre.

2 - Les failles normales sont le résultat de contraintes distensives. Une faille normale montre :

- Un compartiment abaissé situé du côté du plan de faille.
- Un rejet horizontal correspondant à un allongement du terrain affecté.

Les failles normales se situent surtout au niveau des zones de divergence (dorsales médio-océaniques).

Les failles inverses sont le résultat de contraintes de compression. Une faille inverse montre :

- Un compartiment soulevé situé au-dessus du plan de faille (chevauchement).
- Un rejet horizontal correspondant à un raccourcissement du terrain affecté.

On nomme rejet, le déplacement engendré par une faille.

Les failles inverses se situent au niveau des zones de compression (subduction, collision).

Séquence 2 Les déformations souples : Les plis

Dans cette séquence on va traiter un second type de déformation tectonique appelé déformations souples (les plis), puis la mise en évidence des éléments d'un pli ; et après quelques différents types de plis ; et enfin la relation des plis avec la tectoniques des plaques.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - La surface topographique est le résultat de l'érosion.

2 - • Le pli anticlinal :

- Ensemble de couches dont la courbure est dirigée vers le haut.

- La couche centrale du plissement est la plus ancienne.
- Le pli synclinal :
 - Ensemble de couches dont la courbure est dirigée vers le bas.
 - La couche centrale du plissement est la plus récente.

3 - a - Les plis sont des déformations souples de roches soumises à des contraintes de compression.

b - Des forces compressives de même intensité donnent un pli droit. Si les forces sont différentes, le pli sera couché du côté de l'intensité la plus faible.

Le pli droit se caractérise par deux flancs symétriques par rapport à son plan axial vertical.

Le pli couché se caractérise par deux flancs symétriques par rapport à son plan axial horizontal.

Entre le pli droit et le pli couché existent tous les cas possibles.

Les plis se trouvent là où il y a des contraintes de compression, c'est-à-dire au niveau des zones de convergence (collision, subduction : chaînes de montagnes).

Séquence 3 Les chaînes de subduction : Exemple des Andes

Dans cette séquence, on va mettre en évidence les chaînes de subduction, définir leurs caractéristiques et les étapes de leur formation, puis leurs relation avec la tectoniques des plaques.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - les principales caractéristiques des chaînes de subduction :

- Activité volcanique (volcanisme andésitique) et sismique (plan de Bénéioff) importante liée à une marge active située dans la limite de deux plaques lithosphériques ;
- Présence d'une fosse océanique parallèle à la marge active ;
- Présence d'une chaîne de montagnes parallèle à la marge active ;
- Existence de déformations tectoniques (failles inverses, ...)

2 - La limite des plaques où se situe une chaîne de subduction est une zone de convergence, parce qu'il s'agit de deux plaques qui convergent, l'une s'enfonce sous l'autre, dans le manteau.

3 - La marge occidentale de l'Amérique du Sud est une marge active car elle est affectée par une forte déformation accompagnée de séismes très forts et d'un important volcanisme.

4 - Les phases de la formation des Andes :

- Convergence lithosphérique entre une plaque océanique et une plaque continentale ;
- Subduction de la plaque océanique sous la plaque continentale ;
- Formation d'une chaîne de subduction.

Le relief et les déformations tectoniques sont dus aux forces de compression liées aux mouvements des plaques convergentes.

Séquence 4 Les chaînes de collision : Exemple de l'Himalaya

Dans cette séquence, on va mettre en évidence les chaînes de collision, définir leurs caractéristiques et les étapes de leur formation, puis leurs rapport avec la tectonique des plaques.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Les caractéristiques tectoniques d'une chaîne de collision :
 - Une chaîne de collision est le résultat de la collision entre deux plaques lithosphériques continentales.
 - Disparition d'un océan (lithosphère océanique) suite à une subduction.
 - Convergence lithosphérique entre deux blocs continentaux aboutissant à la formation du relief et à des déformations tectoniques très importantes (failles inverses, plis...).
- 2 - La vitesse du rapprochement entre l'Inde et l'Eurasie :
 $v = d/t$; $d = 9 \text{ cm} \times E = 252 \times 10^6$; $t = 71 \times 10^6 \text{ an}$
 $v = 252/71 = 3,55 \text{ cm/an}$
- 3 - Les phases de la formation de l'Himalaya :
 - Disparition d'un paléo-océan entre la plaque indienne et la plaque eurasiatique, par subduction.
 - Collision des deux plaques.
 - Raccourcissement, empilement des terrains de la plaque indienne, déplacement des nappes de charriage.
 - Remontée de magma granitique.
 - Lithosphère océanique portée en altitude (ophiolites).
 - Erosion de la chaîne révélant en altitude des plutons granitiques.

Séquence 5 Un rift continental et un océan jeune

Dans cette séquence, on traitera la naissance d'un océan et ses étapes de formation, à savoir : Stade rift continental, Stade océan étroit (type mer Rouge), Stade océan large.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - La présence de failles normales dans le rift ouest Africain montre bien un amincissement de la croûte terrestre pour créer un nouvel océan. Cet amincissement est accompagné de séismes et de volcanisme, et donne lieu à un affaissement de la croûte qui permet aux deux morceaux de chaque côté de s'éloigner l'un de l'autre (zone de divergence).
- 2 - Les volcans de la région du rift africain et de la mer Rouge ressemblent aux volcans effusifs localisés au niveau des rifts médio-océaniques.
- 3 - le stade (a) représente le stade «rift continental», tandis que le stade b représente le stade «océan étroit» (équivalent de la mer Rouge).
- 4 - Les étapes de formation d'un océan :
 - Etirement et amincissement de la croûte continentale entraîne l'apparition de failles normales et de blocs basculés et ainsi se forme un fossé d'effondrement ou rift.

Le fossé ainsi créé peut se remplir d'eau => formation d'une mer peu profonde.

- L'amincissement de la lithosphère continentale se poursuit jusqu'à déchirure complète de cette lithosphère continentale : c'est le phénomène d'océanisation.
- Apparition d'une dorsale et il se crée de part et d'autre de celle-ci une nouvelle croûte océanique.

La vallée du rift ouest africain et la mer Rouge sont qualifiées de zones de divergence car aujourd'hui un océan est en train de naître en Ethiopie au niveau du rift est africain dans la région de l'Afar. Ce qui laisse à penser que la mer Rouge va s'agrandir dans les prochains millions d'années et devenir un océan.

Le rift est-africain s'étend sur plusieurs milliers de kilomètres : des zones de dépression nombreuses près des grands lacs africains sont marquées par un volcanisme important générant du basalte. Des études sismiques ont montré que la lithosphère continentale s'est amincie dans cette région. Une croûte océanique est en formation, encadrée par les deux blocs de croûte continentale. C'est véritablement la partie émergée d'une nouvelle dorsale qui se met en place et se prolonge dans la mer Rouge.

Séquence 6 Formation et disparition des océans : Un phénomène cyclique

Dans cette séquence on établira le lien entre la naissance et la disparition des océans. Autrement dit, la relation entre l'accrétion lithosphérique et la subduction qui mène à terme à la collision. On aboutira donc à mettre le lien entre la dérive des continents et la tectonique des plaques. On insistera aussi sur l'aspect cyclique des phénomènes de la géodynamique interne.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - Le couple Accrétion - Subduction :

Le rift est le siège de volcanisme basaltique. L'accrétion permet la remontée des péridotites (roches solides de l'asthénosphère) vers la surface. Au cours de leur remontée, ces roches fondent et donnent un magma basaltique.

- Au niveau des rifts des dorsales océaniques, l'accrétion:
 - produit de la lithosphère à partir du magma provenant de l'asthénosphère.
 - entraîne l'expansion océanique.
 - provoque une activité tectonique intense : séismes et volcanismes (basaltique).
- Au niveau des fosses océaniques situées en bordure des autres océans (Pacifique, Indien, Méditerranéen), la subduction :
 - fait disparaître de la lithosphère océanique qui s'enfonce pour rejoindre l'asthénosphère.
 - compense l'expansion océanique.
 - provoque une activité tectonique intense : séismes et volcanismes (à andésite).

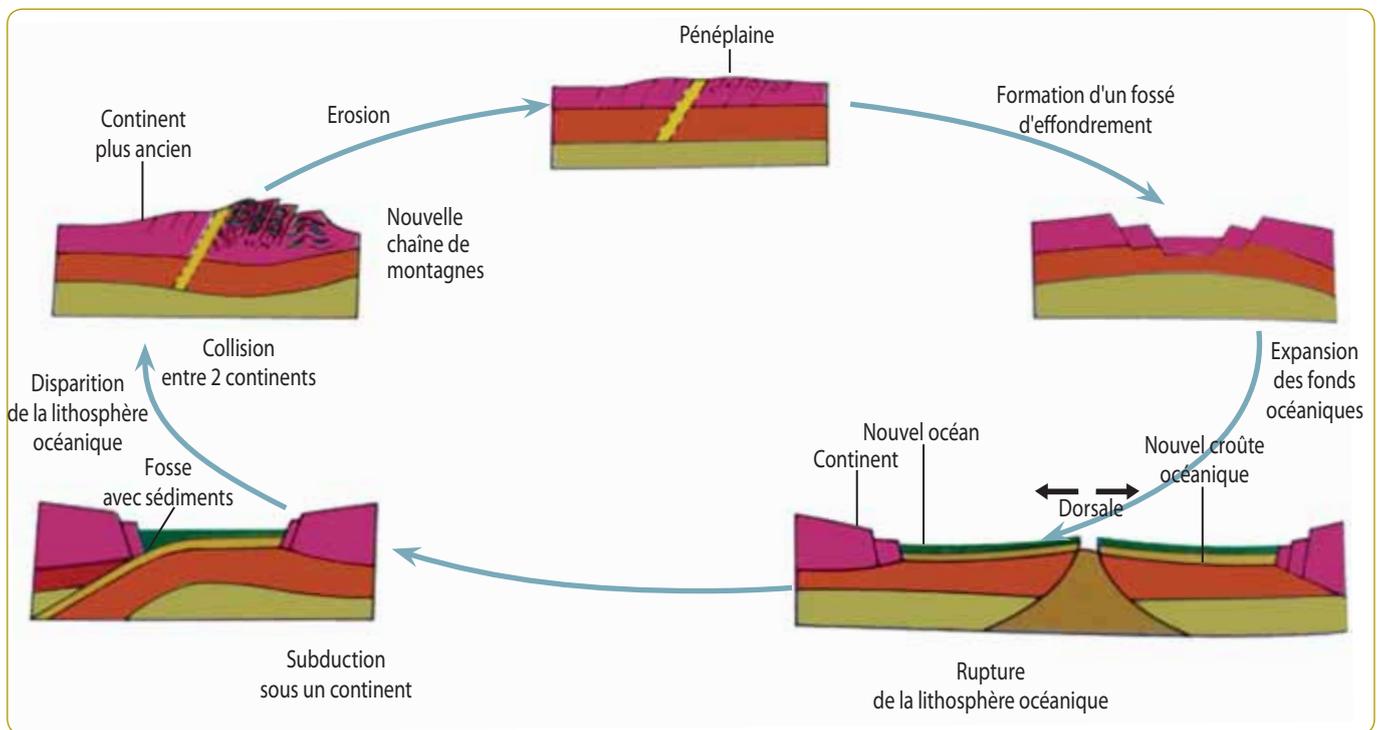
Les plaques lithosphériques dérivent les unes par rapport aux autres entraînées par les mouvements de convection dans l'asthénosphère. Leurs frontières sont le siège d'activités tectoniques variées : sismicité, volcanisme et orogénèse (formation de chaînes de montagnes).

2 - Sous l'effet de l'érosion, le relief de la chaîne de montagnes disparaît progressivement pour aboutir à un continent à relief faible (pénéplaine).

3 - Evolution de la surface de la terre durant les derniers 250 MA :

- Dislocation d'un unique continent il y a environ 600 millions d'année en trois blocs,
- Regroupement progressif de ces trois blocs pour reformer un continent unique, la Pangée,
- Séparation de la Pangée en deux il y a environ 140 millions d'années : la Laurasia, constitué de l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie et le Gondwana, comprenant l'Antarctique, l'Amérique du Sud, l'Afrique, l'Australie, l'Inde,
- Détachement de l'Inde il y a environ 70 millions d'années et dérive vers le nord, suivi par l'Australie 20 millions d'années plus tard. Le bloc restant se dirige vers le pôle Sud,
- Enfin, l'Antarctique se retrouve isolé et centré sur le Pôle Sud suite au détachement successif de l'Afrique et de l'Amérique du Sud il y a environ 40 millions d'années.

4 - L'évolution cyclique de la surface de la terre engendrée par les phénomènes de la géodynamique internes est représenté par le cycle suivant :



Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I-

Éléments du groupe 1	1	2	3	4	5	6
Lettres convenables du groupe 2	c	e	d	a	f	b

II - Les propositions correctes : c, d.

Correction des propositions fausses :

a - Les failles normales sont généralement associées aux limites de plaques divergentes.

b - Les plis sont liés à des forces compressives, alors que les failles sont liées à des forces distensives et compressives.

e - La lithosphère continentale est moins dense que la lithosphère océanique.

III - Légende du schéma :

1 - Croûte continentale.

5 - Graine.

2 - Dorsale médio-atlantique.

6 - Noyau externe.

3 - Croûte océanique.

7 - Manteau inférieur.

4 - Zone de subduction.

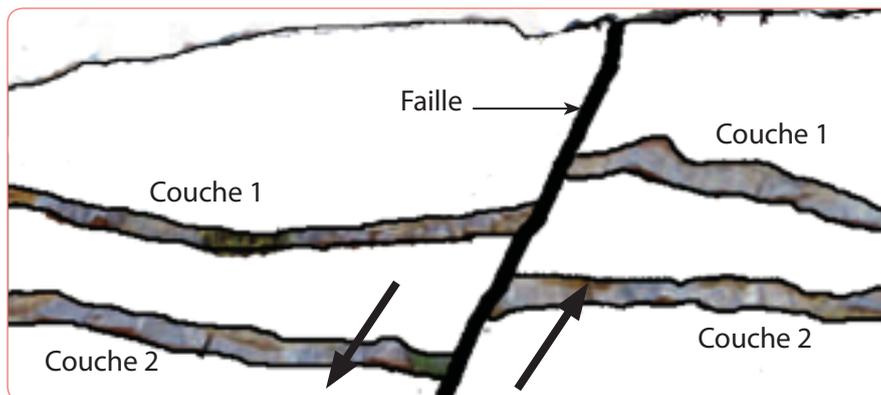
8 - Manteau supérieur.

Titre : Coupe schématique du globe terrestre selon l'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques.

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 - **a** - Pli (Pli droit), **b** - Faille (Faille normale)

2 - Schéma d'une faille du document 1 b.



3 - La nature des contraintes respectives responsables de chacune des deux déformations (figures a et b) :

a - Contraintes compressives pour les plis ;

b - Contraintes distensives.

II - 1 - Légende des deux schémas :

- Figure a : 1 : croûte continentale, 2 : croûte océanique, 3 : manteau supérieur, 4 : manteau inférieur, 5 : chambre magmatique.
- Figure b : 1 : croûte continentale, 3 : manteau supérieur, 5 : roches magmatiques (granitoïdes).

2 - Les types de chaînes de montagnes qui correspondent respectivement :

- La figure (a) du document 2 : Chaînes de subduction.
- La figure (b) du document 2 : Chaînes de collision.

3 - a - Roche magmatique associée aux chaînes de montagnes du type représenté dans la figure (a) : Andésite.

b - Roche magmatique associée aux chaînes de montagnes du type représenté dans la figure (b) : granite.

A partir d'exemples pertinents, on va mettre en évidence les caractéristiques générales de la reproduction sexuée : Intervention des mâles et des femelles avec des gamètes, fécondation et développement de la cellule-œuf pour donner un nouvel individu. Le lieu de rencontre des gamètes et les modalités du développement de la cellule-œuf vont permettre de relever les concepts opposés suivants :

Animal ovipare \neq Animal vivipare.

Fécondation interne \neq Fécondation externe.

Développement direct \neq Développement indirect.

Séquence 1 La reproduction sexuée chez l'oursin

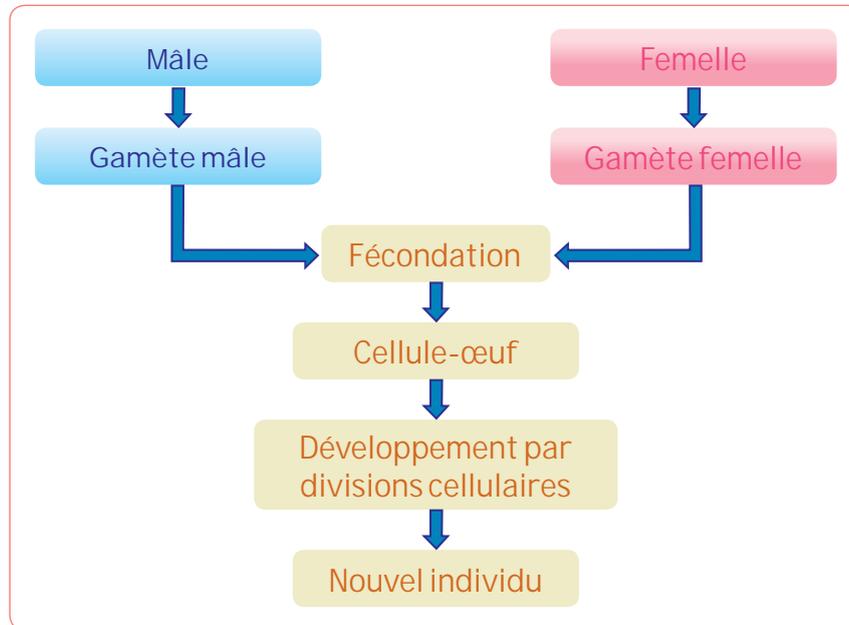
On va commencer par l'exemple de l'oursin, vu sa simplicité. Il sera donc exploité pour mettre en évidence les éléments de base de la reproduction sexuée :

- Nécessité d'un mâle et d'une femelle qui produisent les gamètes respectivement au niveau des testicules et des ovaires.
- La fécondation et le développement de la cellule-œuf pour donner un nouvel individu.

L'oursin est un animal ovipare à fécondation externe et développement indirect. On insistera sur la notion de larve et de métamorphose.

Éléments de réponse aux questions des activités :

- 1 - Chez l'oursin, le mâle et la femelle possèdent chacun cinq glandes génitales. On parle de testicules pour le mâle, et d'ovaires pour la femelle. Les testicules produisent des cellules reproductrices appelées gamètes mâles ou spermatozoïdes. Les ovaires produisent des cellules reproductrices appelées gamètes femelles ou ovules. Les gamètes mâles et les gamètes femelles sont libérés dans l'eau de mer.
- 2 - La rencontre entre les gamètes mâles et les gamètes femelles a lieu dans l'eau de mer, et aboutit à la fécondation. Cette dernière s'effectue donc en dehors du corps de la femelle. C'est pour cela qu'on parle de fécondation externe.
- 3 -
 - Formation de la cellule-œuf : Au cours de la fécondation, un spermatozoïde introduit son noyau dans le cytoplasme d'un ovule. La fusion des deux noyaux mâle et femelle aboutit à la formation d'une cellule appelée «cellule-œuf».
 - Devenir de la cellule œuf : L'oursin est un animal pluricellulaire. La cellule-œuf, étant une cellule unique, se développe par une succession de divisions cellulaires. Elle donne dans un premier temps une larve dite «larve nageuse», et puis une deuxième larve «larve Pluteus», avant d'aboutir à un oursin adulte. Les transformations des larves sont appelées «métamorphose». L'existence de larves qui ne ressemblent pas aux adultes permet de dire que le développement chez l'oursin est un développement indirect.
- 4 - On peut présenter les principaux événements de la reproduction sexuée par le schéma suivant :



Séquence 2 Comparer les cycles de vie de l'oursin et de la grenouille

La comparaison des cycles de vie respectifs de l'oursin et de la grenouille permet de montrer qu'il s'agit dans les deux cas d'espèces ovipares, à fécondation externe et développement indirect (présence de larves).

Éléments de réponses aux questions des activités.

1 - Cycle de vie de la grenouille :

- Au cours de l'accouplement, la femelle rejette les ovules dans le milieu extérieur, et le mâle les arrose de son sperme qui contient les spermatozoïdes (gamètes mâles).
- La fécondation a lieu en dehors du corps de la femelle. C'est une fécondation externe.
- L'embryon se développe à l'intérieur de l'œuf.
- L'éclosion donne des têtards (larves) qui se transforment progressivement en grenouilles adultes par métamorphose.
- Les têtards et les grenouilles adultes sont différents sur le plan de la morphologie, le mode de respiration, de déplacement et de nutrition. Il s'agit d'un développement indirect.

2 - Il existe une grande similitude entre les cycles de vie respectifs de l'oursin et de la grenouille : Reproduction sexuée, animal ovipare, fécondation externe et développement indirect.

L'expulsion des gamètes par le mâle et la femelle de la grenouille nécessite un accouplement. Chez l'oursin, le mâle et la femelle rejettent leurs gamètes respectifs dans l'eau de mer, sans accouplement.

Séquence 3 La reproduction sexuée chez les poissons

Dans cette séquence, on va présenter un autre exemple d'espèce ovipare à fécondation externe et développement indirect. C'est le cas des poissons.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - Etapes du cycle de vie chez les poissons :

- La parade nuptiale aboutit à l'accouplement entre un mâle adulte et une femelle adulte.
- La femelle rejette les ovules dans le milieu extérieur, et le mâle les arrose de son sperme.
- La fécondation est une fécondation externe.
- La cellule-œuf se développe à l'intérieur de l'œuf.
- L'éclosion des œufs libère des larves.
- Plusieurs larves se succèdent à travers plusieurs métamorphoses. La dernière aboutit à un adulte mâle ou femelle.

2 -

Caractéristiques du cycle	Éléments de justification
Oviparité	<ul style="list-style-type: none"> • La femelle rejette dans le milieu extérieur des ovules non fécondés • Le développement de la cellule-œuf, après la fécondation, s'effectue dans le milieu extérieur, en dehors du corps de la femelle.
Fécondation externe	La fécondation a lieu dans le milieu extérieur, en dehors du corps de la femelle.
Développement indirect	Existence de larves qui ne ressemblent pas aux adultes.

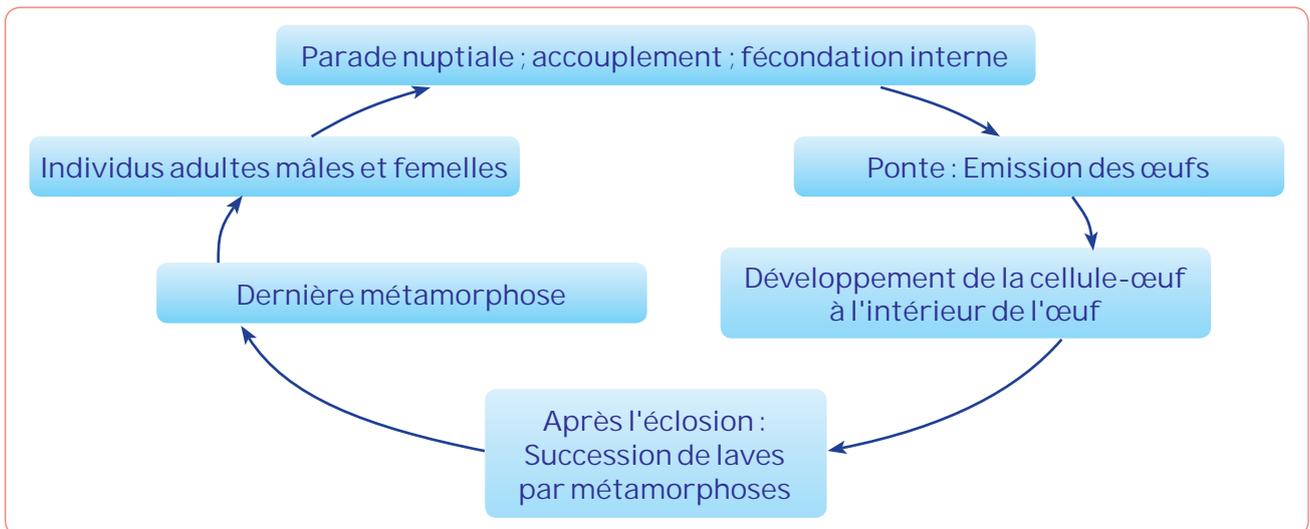
Séquence 4 Comparer le cycle de vie d'un insecte et de l'escargot

L'étude comparée des cycles de vie respectifs des insectes et de l'escargot permet de relever des ressemblances et des dissemblances. En effet, ce sont deux espèces ovipares à fécondation interne. Les insectes ont un développement indirect ; l'escargot a un développement direct.

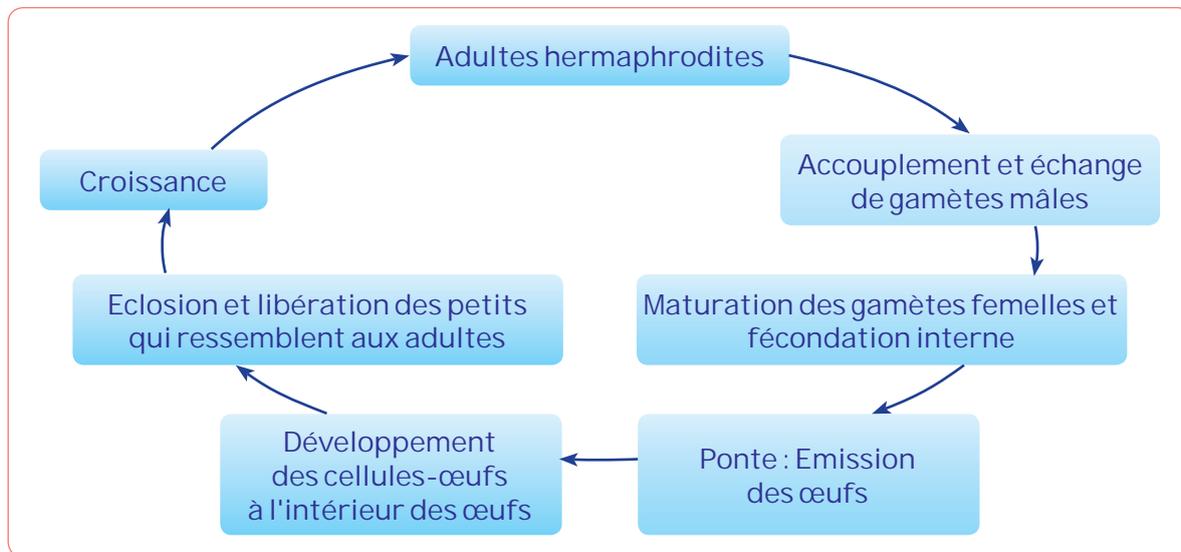
L'exemple de l'escargot est intéressant pour présenter le phénomène de l'hermaphrodisme.

Éléments de réponses aux questions des activités.

1 - • Cycle de vie de la piéride :



- Cycle de vie de l'escargot :



- 2 - • Points de ressemblance entre les cycles de vie des insectes et de l'escargot :

Propriétés	Éléments de justification
Oviparité	Ponte = Emission d'œufs où se développe les cellules-œufs.
Fécondation interne	La fécondation a lieu dans les voies génitales femelles pour les insectes et dans les voies génitales des individus hermaphrodites pour l'escargot.

- Points de dissemblance :

Propriétés	Éléments de justification
Développement indirect chez les insectes	Existence de plusieurs étapes larvaire (chenille, chrysalide...).
Développement direct chez l'escargot	Les petits ressemblent aux adultes (pas de stade larvaire).

Remarque : Chez l'escargot les individus sont hermaphrodites.

Séquence 5 La reproduction sexuée chez les oiseaux

Avec le cas des oiseaux, on va présenter la fécondation interne comme une adaptation à la vie terrestre. Cette adaptation est liée aussi au développement de l'embryon à l'intérieur de l'œuf qui lui assure une bonne protection. Le jaune de l'œuf constitue une source de nutriments pour l'embryon.

Comme pour tous les exemples précédents, on met en évidence les caractéristiques générales de la reproduction sexuée, en plus des particularités de chaque cas. Pour le cas des oiseaux, il s'agit d'espèces ovipares à fécondation interne et développement direct.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - Le déplacement et la rencontre des gamètes nécessite un milieu aqueux. Le milieu terrestre (aérien) n'assure pas ces conditions. Ce qui explique l'importance de la fécondation interne comme une adaptation à la vie sur les continents.

2 - • Appareil génital mâle :

Testicules	Production des spermatozoïdes (gamètes mâles).
Canaux déférents	Evacuer les spermatozoïdes des testicules vers le cloaque.
Cloaque	Sortie des gamètes mâles vers le cloaque de la femelle au cours de l'accouplement.
Spermatozoïde	Cellule reproductrice, ou gamète mâle, qui va féconder un ovule dans les voies génitales femelles.

• Appareil génital femelle :

Ovaire	Production des ovules. Le jaune est une cellule reproductrice (gamète femelle) dont le cytoplasme, avant la fécondation, est riche en réserves nutritives qui serviront, après la fécondation, à nourrir l'embryon au cours de son développement.
Pavillon	Recueillir le «jaune».
Oviducte	Déplacement du jaune autour duquel se forment progressivement le blanc et la membrane coquillière.
Utérus	Formation de la coquille.
Vagin et cloaque	<ul style="list-style-type: none"> • Reçoit les gamètes mâles au cours de l'accouplement. • Expulsion de l'œuf fécondé ou non fécondé au cours de la ponte.

Remarque : Le blanc de l'œuf et la coquille assurent une protection pour l'embryon.

3 - Particularités de la reproduction chez les oiseaux :

Caractéristiques	Éléments de justification
Oviparité	Au moment de la ponte, la femelle expulse un œuf fécondé ou non.
Fécondation interne	La rencontre des gamètes et la fécondation ont lieu dans les voies génitales femelles.
Développement direct	Les petits qui sortent des œufs au moment de l'éclosion ressemblent aux adultes (pas de stade larvaire).

Séquence 6 La reproduction chez les mammifères

Avec les mammifères, un autre élément accentue l'adaptation à la vie en milieu terrestre. C'est la viviparité. En effet, en plus de la fécondation interne, l'embryon se développe à l'intérieur de l'utérus maternel. À la naissance, les petits ressemblent aux adultes. Il s'agit donc d'un développement direct. Chez les mammifères, les petits entretiennent une relation étroite avec la mère, notamment pour l'allaitement. L'étude de la reproduction chez les mammifères va nous permettre d'aborder plus facilement la reproduction chez l'Homme dans le chapitre 3 de cette unité.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - • Appareil reproducteur mâle :

Vésicules séminales et prostate	Production de sécrétions qui se mélangent avec les spermatozoïdes pour constituer le sperme.
Epididyme	Passage et séjour des spermatozoïdes.
Testicules	Production des spermatozoïdes, cellules reproductrices mâles, c'est-à-dire gamètes mâles.
Canal déférent	Evacuation des spermatozoïdes qui quittent le testicule.
Pénis	Organe d'accouplement traversé par l'urètre par lequel le sperme sort au moment de l'éjaculation.
Glandes de Tyson	Elles secrètent des substances odorantes qui interviennent dans l'attraction entre le mâle et la femelle au cours de l'accouplement (phéromones).

Remarque : L'extrémité du pénis porte un orifice dit orifice urogénital, car il a un double-rôle : la sortie du sperme et des urines.

• Appareil reproducteur femelle :

Ovaire	Production des ovules (gamètes femelles).
Oviducte	Lieu de rencontre des gamètes et de fécondation.
Utérus	Abrite les embryons et les fœtus au cours de la gestation.
Vagin	<ul style="list-style-type: none">• Recevoir le pénis et le sperme au cours de l'accouplement.• Sortie du fœtus au cours de la mise-bas.
Vulve	Organe d'accouplement féminin situé à l'entrée du vagin.

2 - La viviparité chez les mammifères se caractérise par les éléments suivants :

- Fécondation interne.
- L'embryon, issu de la cellule-œuf, et qui évolue en fœtus, se développe au sein de l'utérus maternel.
- Durant la gestation, l'embryon puis le fœtus se nourrissent aux dépens de la mère à travers le placenta.
- Au cours de la mise-bas, la mère met au monde des petits qui ressemblent aux adultes. On parle de développement direct.
- La relation entre la mère et les petits se poursuit après la mise-bas, notamment durant la période de l'allaitement.

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définitions :

- Gamète mâle : Cellule reproductrice mâle qui intervient dans la fécondation.
- Ovule : Cellule reproductrice femelle ou gamète femelle. L'ovule intervient dans la fécondation
- Fécondation : Fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle aboutissant à une cellule unique appelée «cellule-œuf».
- Cellule-œuf : C'est la cellule qui résulte de la fécondation.
- Ovipare : Modalités de reproduction sexuée d'une espèce animale où les femelles pondent des œufs fécondés ou non, et le développement de l'embryon se termine hors de l'organisme maternel.
- Vivipare : La viviparité est un mode de reproduction sexuée chez les animaux. La cellule-œuf se développe à l'intérieur du corps maternel où l'embryon reçoit des apports nutritifs.
- Fécondation interne : On parle de fécondation interne lorsque la fécondation se déroule à l'intérieur de l'organisme femelle.

II - a - Faux : On parle de développement indirect lorsque l'éclosion libère une larve qui ne ressemble pas à l'animal adulte.

b - Faux : L'oursin est un animal ovipare à fécondation externe. L'escargot est un animal ovipare à fécondation interne.

c - Vrai.

d - faux : Pour les animaux aquatiques, certaines espèces ont une fécondation externe. D'autres ont une fécondation interne.

e - Faux : Pour les animaux ovipares, le développement s'effectue en milieu aquatique (cas de l'oursin par exemple), ou en milieu terrestre (cas des oiseaux par exemple).

f - Faux : L'accouplement n'est pas toujours lié à la fécondation interne.

g - faux : l'escargot est un animal hermaphrodite ovipare à fécondation interne.

h - Vrai.

i - Vrai.

j - Faux : Les animaux vivipares produisent des ovules.

k - Vrai.

l - Faux : Chez les animaux vivipares, la fécondation est interne.

m - Vrai.

n - Vrai.

III - a - Pour certaines espèces, la parade nuptiale est un prélude pour l'accouplement qui aboutit à la rencontre des gamètes ; d'où l'importance pour la reproduction sexuée. C'est le cas par exemple de plusieurs espèces d'oiseaux et de poissons.

b - Le déplacement et la rencontre des gamètes nécessitent un milieu aqueux. En milieu terrestre, la fécondation interne constitue une adaptation au milieu aérien sec (oiseaux, mammifères, insectes ...).

c - Chez les animaux vivipares, l'embryon achève son développement au sein du corps maternel où il est nourrit et protégé contre les effets du milieu.

- IV - a** - La rencontre des gamètes hors du corps de la femelle, est une adaptation à la vie aquatique.
- b** - La rencontre des gamètes et la fécondation à l'intérieur des voies génitales femelles constituent une adaptation à la vie terrestre.
- c** - L'accouplement n'est pas lié dans tous les cas à la fécondation interne.
- d** - Chez la grenouille, la fécondation aboutit à la formation d'une cellule-œuf qui se développe pour donner une larve qui se transforme en adulte par métamorphose.
- e** - Chez les espèces hermaphrodites, le même individu produit à la fois les gamètes mâles et les gamètes femelles.
- f** - Les testicules produisent des gamètes.
- g** - Chez les animaux vivipares comme chez les animaux ovipares, l'ovaire produit les ovules.

V -

	Ovipare : O Vivipare : V	Fécondation : Interne : I Externe : E	Hermaphrodite : H Sexes séparés : S
Escargot	O	I	H
Poule	O	I	S
Souris	V	I	S
Papillon	O	I	S
Oursin	O	E	S

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 - L'accouplement permet la rencontre des gamètes qui aboutit à la fécondation.

2 -

Caractéristiques	Éléments de justification
a - Ovipare	Au cours de la ponte, la femelle dépose des œufs fécondés.
b - Fécondation interne	La fécondation a lieu dans les voies génitales femelles.
c - Développement indirect	Existence de plusieurs stades larvaires.

3 - Au cours de la reproduction sexuée chez les animaux, le mâle et la femelle produisent respectivement les gamètes mâles et les gamètes femelles. La rencontre d'un gamète mâle et d'un gamète femelle donne une cellule-œuf qui se développe pour donner un nouvel individu.

II - 1 - Les étapes du cycle de vie du calmar :

- Accouplement entre un mâle et une femelle aboutissant à une fécondation interne.
- Au cours de la ponte, la femelle dépose des œufs fécondés.
- L'éclosion libère des petits qui ressemblent aux adultes (développement direct).
- Après la croissance, les petits donnent de nouveaux adultes mâles et femelles.

2 - Comparaison des cycles de vie du moustique et du calmar.

Moustique	Calmar
Reproduction sexuée	Reproduction sexuée
Animal ovipare : La femelle dépose des œufs fécondés au moment de la ponte	Animal ovipare : La femelle dépose des œufs fécondés au moment de la ponte
Fécondation interne	Fécondation interne
Développement indirect	Développement direct

L'étude de la reproduction sexuée chez les végétaux va mettre en évidence les caractéristiques de base de ce type de reproduction qui sont les mêmes dans le monde animal et le monde végétal. Au sein de ces caractéristiques communes, on va découvrir les spécificités du monde végétal. On va insister, à partir d'exemples pertinents, sur la différence entre les plantes à fleurs et les plantes sans fleurs.

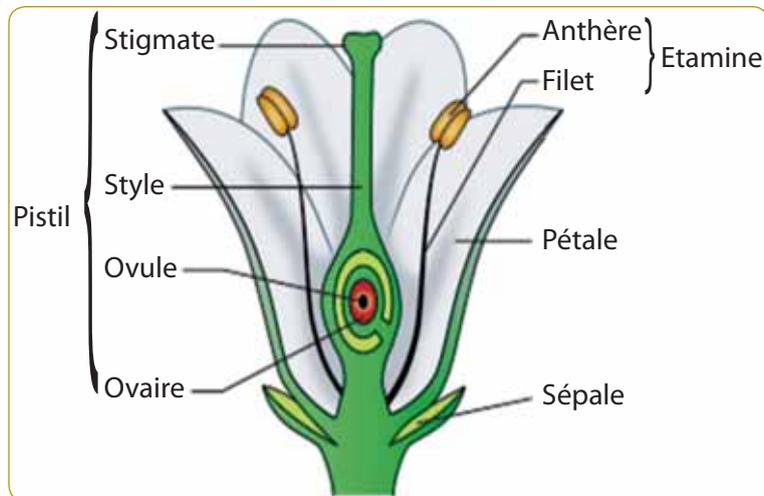
Chez les végétaux, la reproduction asexuée (multiplication végétative) va de pair avec la reproduction sexuée. Elle a une grande importance car elle permet à l'espèce végétale d'exploiter au maximum ses capacités de dissémination et de colonisation du milieu. Dans le domaine agricole, la multiplication végétative permet de produire des plantes en quantités importantes.

Séquence 1 Les plantes à fleurs : Les organes reproducteurs

Dans cette séquence, on va étudier une fleur typique d'angiosperme ; c'est la fleur bisexuée qui comporte à la fois les éléments mâles (les étamines) et l'élément femelle (le pistil). Avec la présentation de la structure du grain de pollen et du sac embryonnaire, on va insister sur les cellules qui constituent respectivement les gamètes mâles et les gamètes femelles. L'étude de la pollinisation et la germination du grain de pollen va mettre en évidence les particularités et les conditions de la rencontre des gamètes chez les Angiospermes.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - Schéma d'une fleur :



2 - Le grain de pollen est constitué de deux cellules : Une cellule végétative et une cellule spermatogène. Cette dernière va donner le gamète mâle. Le sac embryonnaire est constitué de plusieurs cellules dont l'une est le gamète femelle (oosphère). Ces données montrent que le grain de pollen et le sac embryonnaire constituent des éléments qui interviennent dans la reproduction sexuée.

3 - La pollinisation et la germination du grain de pollen :

- La pollinisation par le vent, les insectes ou autres facteurs va amener le grain de pollen à la surface du stigmate. Ce grain de pollen émet un tube qui traverse le style pour atteindre le sac embryonnaire au sein de l'ovule, lui-même contenu dans l'ovaire.

- La cellule spermatogène engendre le gamète mâle qui va féconder l'oosphère (gamète femelle).
- Comme pour tous les cas de reproduction sexuée, la fécondation donne une cellule-œuf qui se développe par une succession de divisions cellulaires pour donner un embryon.

Séquence 2 La fécondation et la formation du fruit - Cycle de vie des plantes à fleurs

Après la pollinisation et la fécondation, on assiste au déclenchement d'une batterie de transformations qui vont mener de la fleur au fruit. A travers la description de ces transformations, on va insister sur le devenir de l'embryon comme élément important de la graine contenue dans le fruit. Avec la germination de la graine, et l'apparition d'une nouvelle plantule, on boucle le cycle de vie des Angiospermes. Ce cycle est décrit dans le document 4.

Éléments de réponse aux questions des activités :

1 - Lorsque le tube pollinique atteint le sac embryonnaire, la rencontre d'un gamète mâle et de l'oosphère (gamète femelle) mène à la fécondation qui donne une cellule-œuf. Suite au développement de la cellule-œuf, le sac embryonnaire cède de la place à l'embryon.

2 - Devenir des constituants de la fleur après la fécondation.

Sépales, pétales, étamines style du pistil	Régression importante.
Ovaire	Croissance importante de la paroi de l'ovaire ; ainsi l'ovaire se transforme en un fruit (changement de couleur et de consistance).
Sac embryonnaire	Le sac embryonnaire disparaît et cède la place à l'embryon.
L'ovule	L'ovule se transforme en une graine qui comporte un embryon, des réserves nutritives et des enveloppes protectrices.

3 - La germination de la graine :

- L'embryon comporte deux petites feuilles, une tigelle (petite tige) et une radicule (petite racine).
- Au cours de la germination, la graine absorbe une grande quantité d'eau et passe d'une vie ralentie à une vie active.
- L'embryon poursuit son développement et sa croissance en consommant les réserves nutritives de la graine.
- La croissance de la tigelle, de la radicule et les feuilles donne naissance à une plantule.
- Avec le développement des feuilles et des racines, la nouvelle plantule devient autonome pour sa nourriture.

4 - Cycle de vie d'une angiosperme :

- Chez les Angiospermes, la fleur est l'organe reproducteur qui peut comporter les éléments mâles, les étamines et l'élément femelle, le pistil.
- Les étamines libèrent les grains de pollen. Le pistil comporte un ovaire qui contient des ovules contenant eux-mêmes chacun un sac embryonnaire. Le sac embryonnaire contient l'oosphère (gamète femelle).
- Après la pollinisation, la germination du grain de pollen aboutit à la fécondation qui a lieu au sein du sac embryonnaire.
- Après la fécondation, les pièces florales régressent, l'ovaire se transforme en fruit, les ovules se transforment en graines.
- La graine contient un embryon et des réserves nutritives ; le tout est entouré par des enveloppes protectrices.
- Après une période de vie ralentie, la germination de la graine donne une nouvelle plantule issue de la croissance de l'embryon.

Les graines assurent la dissémination de l'espèce.

Les éléments qui indiquent qu'il s'agit d'une reproduction sexuée sont les suivants : Production de gamètes mâles et de gamètes femelles, fécondation et développement de la cellule-œuf pour donner un embryon contenu dans la graine.

Séquence 3 La reproduction sexuée chez une algue : Le Fucus

Avec l'exemple du Fucus, on revient à un exemple relativement simple de reproduction sexuée. En effet, les sexes sont séparés et le pied mâle et le pied femelle produisent respectivement les gamètes mâles et les gamètes femelles au niveau d'organes simples, les conceptacles. Les gamètes sont rejetés dans l'eau de mer où s'effectue la fécondation (fécondation externe). Le développement de la cellule-œuf donne un nouveau pied mâle ou femelle.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - **a** - Les gamètes mâles et les gamètes femelles sont rejetés dans l'eau de mer.
b - La fécondation a lieu aussi dans l'eau de mer.
c - Puisque la rencontre des gamètes et la fécondation s'effectuent dans l'eau de mer, on parle de fécondation externe.
- 2 - Les phases du cycle de vie du fucus :
 - Lors de la maturité sexuelle, le pied mâle et le pied femelle portent des renflements qui comportent des organes reproducteurs appelés conceptacles.
 - Les conceptacles sont des sortes de cavités qui communiquent avec l'eau de mer par des orifices.
 - Les conceptacles mâles et femelles contiennent des sacs qui, à maturité, libèrent respectivement les gamètes mâles et les gamètes femelles qui rejoignent l'eau de mer par les orifices.
 - Les spermatozoïdes portent chacun deux flagelles ; les ovules sont sphériques et plus volumineux.
 - La fécondation s'effectue dans l'eau de mer et donne naissance à une cellule-œuf qui se développe pour donner un nouveau pied mâle ou femelle.

Remarque : La cellule-œuf se développe par une succession de divisions cellulaires.

Séquence 4 La reproduction sexuée chez une plante sans fleurs : Le polypode

Le cas du polypode est un exemple de plante vasculaire sans fleurs. On montrera l'absence de fleurs, de graines et de fruits. Cette espèce végétale se caractérise par l'alternance de deux générations : le polypode et le prothalle. Le passage d'une génération à l'autre s'effectue par l'intermédiaire des spores et des gamètes. Les spores ont une importance particulière, car elles permettent, avec leur grand nombre et leur transport par le vent, la dissémination de l'espèce et la colonisation du milieu.

Bien évidemment, on insistera sur les éléments qui caractérisent la reproduction sexuée : Production de gamètes, fécondation, développement de la cellule-œuf.

Éléments de réponse aux questions des activités :

- 1 - Le prothalle et une lame verte qui vit en milieu aquatique (flaques d'eau lors de la saison des pluies). Le polypode possède les caractéristiques d'un végétal terrestre typique. Il est ancré dans le sol par une tige souterraine (rhizome) qui porte des racines. La partie aérienne est formée de feuilles découpées en lobes.
- 2 - Les gamètes mâles se déplacent dans le milieu aquatique pour rejoindre l'oosphère au sein de l'organe femelle où s'effectue la fécondation.

3 - Cycle de vie du polypode :

- A maturité, il apparaît sur la face inférieure des lobes des feuilles du polypode, des amas de sacs appelés sporanges.
- L'éclatement des sporanges libère des éléments reproducteurs appelés spores.
- Les spores qui sont des cellules entourées de parois épaisses sont transportées par le vent.
- Lorsque les conditions sont favorables, les spores germent et donnent des prothalles qui portent à la fois des organes reproducteurs mâles, produisant plusieurs spermatozoïdes, et des organes reproducteurs femelles comportant chacun une oosphère (gamète femelle).
- La fécondation donne naissance à une cellule-œuf qui se développe sur le prothalle qui disparaît progressivement cédant la place à un nouveau polypode.

Le cycle de vie du polypode se caractérise par l'alternance de deux organismes d'aspects différents : le polypode et le prothalle.

Les éléments qui indiquent qu'il s'agit d'une reproduction sexuée sont les suivants : Production de gamètes mâles et de gamètes femelles, fécondation et développement de la cellule-œuf pour donner un nouveau polypode.

Séquence 5 La reproduction asexuée (multiplication végétative) chez les végétaux

Dans la nature, la reproduction asexuée ou multiplication végétative est un mode de reproduction qui s'effectue parallèlement à la reproduction sexuée. Les deux phénomènes favorisent les capacités d'une plante à coloniser un milieu.

Dans le domaine agricole, la multiplication végétative contrôlée par l'Homme permet de produire des plantes en grandes quantités (amélioration de la production).

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - ● Une plante verte, notamment une angiosperme, comporte des éléments qui interviennent dans la reproduction sexuée, les fleurs, et des éléments non reproducteurs, les racines, les tiges, les feuilles, les tubercules, les bulbes ...
 - Au cours de la multiplication végétative, la nouvelle plantule se développe à partir d'un élément non reproducteur (tubercule, tige, stolon ...), sans passer par la formation des gamètes et la fécondation. Il s'agit donc d'une reproduction asexuée. C'est le cas des exemples cités dans les documents 1 à 4.
- 2 - Au cours du bouturage in vitro, on produit dans chaque étape des boutures qui se développent pour permettre la préparation d'autres boutures. La répétition de l'opération en plusieurs cycles durant 8 mois aboutit à la fin du processus à la production d'un très grand nombre de plantules. La production est donc nettement supérieure par rapport au bouturage traditionnel.
- 3 - La technique du greffage permet de bénéficier à la fois des qualités du greffon et du porte-greffe. Le porte-greffe peut représenter par exemple une variété résistante aux parasites et développant des racines solides qui permettent de bénéficier de l'eau et des sels minéraux du sol. Le greffon peut représenter une variété qui donne un produit de qualité et en grande quantité (fruits, graines...).

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définitions :

- Fleur : Organe reproducteur des plantes à fleurs.
- Fruit : Organe végétal contenant les graines. Il succède à la fleur suite à des transformations qui surviennent après la pollinisation et la fécondation.
- Spore : C'est une cellule entourée de parois protectrices. Elle intervient dans la dissémination et la reproduction de plusieurs plantes sans fleurs.
- Graine : Élément d'une plante à fleurs contenu dans le fruit. Sa germination donne une nouvelle plantule.
- Prothalle : Chez les fougères, c'est une petite lame verte issue de la germination d'une spore.
- Stolon : Tige rampante chez certaines plantes qui s'enracine en produisant de nouveaux pieds.
- Bouture : Jeune fragment du végétal, planté pour former une nouvelle plante.
- Tubercule : Organe souterrain assurant la survie de la plante au cours de la mauvaise saison. Les tubercules interviennent dans la multiplication végétative.
- Bulbe : Organe souterrain chez certaines plantes, assurant la survie durant la mauvaise saison et intervenant dans la multiplication végétative.
- Sac embryonnaire : Élément reproducteur femelle dans une fleur d'angiosperme. Il fait partie de l'ovule contenu dans l'ovaire. Il abrite le gamète femelle ou oosphère.
- Conceptacle : Élément reproducteur chez certaines algues. Il abrite des sacs qui produisent les gamètes.
- Grain de pollen : Élément reproducteur chez les Angiospermes. L'une de ces deux cellules génère le gamète mâle.
- Pollinisation : Transport des grains de pollen des organes reproducteur mâles vers les organes reproducteurs femelles.
- Ovaire : Chez les Angiospermes, c'est la partie de l'organe reproducteur femelle dans la fleur qui contient les ovules. Les ovules se transforment en graines après la fécondation.

II - a - Faux : Chez les plantes à fleurs, la fécondation succède à la pollinisation.

b - Vrai.

c - Faux : Le grain de pollen est constitué de deux cellules dont l'une génère le gamète mâle.

d - Vrai.

e - Vrai.

f - Faux : Au cours de la transformation de la fleur en fruit, l'ovaire s'accroît et les ovules se transforment en graines.

g - Faux : La stolonisation est un exemple de reproduction asexuée.

h - Faux : La fécondation chez le fucus est une fécondation externe.

i - vrai.

j - vrai.

- III - a** - Chez les plantes à fleurs, la pollinisation est assurée surtout par les insectes et le vent.
- b** - La cellule-œuf donne un organisme constitué de plusieurs cellules, par une succession de divisions cellulaires.
- c** - La multiplication végétative ne fait intervenir ni la formation des gamètes, ni la fécondation.
- d** - En plus des enveloppes et des réserves nutritives, la graine contient un embryon.
- e** - L'ovule contient le sac embryonnaire entouré de plusieurs couches de cellules (enveloppes).
- IV - a** - La germination d'une spore de fougère donne un prothalle.
- b** - Les conceptacles du fucus mâle et du fucus femelle produisent respectivement les gamètes mâles et les gamètes femelles.
- c** - L'ovule est constitué d'un sac embryonnaire entouré d'enveloppes (couches de cellules).
- d** - L'ovaire des angiospermes contient des ovules qui se transforment en graines, après la fécondation.
- e** - La reproduction sexuée se caractérise par la production de gamètes et par la fécondation.
- f** - Chez les angiospermes, la pollinisation s'effectue par le vent et les insectes.
- g** - Suite à la pollinisation, le grain de pollen se dépose sur le stigmate du pistil.
- h** - La germination de la graine donne une nouvelle plante.
- i** - L'élongation du tube pollinique achemine le gamète mâle vers le sac embryonnaire où s'effectue la fécondation.
- j** - Le bulbe permet à la plante de passer la mauvaise saison.
- V - a** - Les végétaux se reproduisent à la fois à travers la multiplication végétative et la reproduction sexuée.
- b** - La multiplication végétative peut s'effectuer dans le cadre naturel ou contrôlée par l'Homme.
- c** - Les éléments mâles de la fleur sont les étamines, l'élément femelle est le pistil, les pièces protectrices sont les sépales et les pétales.
- d** - Le grain de pollen est constitué d'une cellule végétative et d'une cellule spermatogène.
- e** - Le fruit est un organe végétal qui protège les graines.

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 - Cycle de vie des mousses :

- Lors de la maturité sexuelle, les pieds mâles et femelles développent à leurs extrémités des organes reproducteurs. Les organes reproducteurs mâles sont des sacs qui libèrent les spermatozoïdes. Les organes reproducteurs femelles sont des archégonies qui abritent chacune une oosphère (gamète femelle).
- Puisque les mousses vivent dans des milieux humides, les spermatozoïdes nagent dans l'eau pour rejoindre les oosphères à l'intérieur des archégonies, là où s'effectue la fécondation.
- La cellule-œuf se développe pour donner un organe qui parasite le pied femelle.
- A maturité cet organe développe des sacs qui libèrent des spores
- Transportées par le vent, les spores assurent la dissémination de l'espèce.
- La germination d'une spore donne un nouveau pied mâle ou femelle.

- 2** - Les éléments qui indiquent qu'il s'agit d'une reproduction sexuée sont les suivants : Production de gamètes mâles et de gamètes femelles, fécondation et développement de la cellule-œuf pour donner un embryon qui se développe pour donner l'organisme qui produit les spores.
- 3** - L'organe qui produit les spores vit aux dépens du pied femelle. Il en constitue une continuité dans la partie supérieure. On dit qu'il le parasite.
- II - 1** - La multiplication végétative est un mode de reproduction asexuée car elle ne fait intervenir ni la formation des gamètes, ni la fécondation.
- 2** - L'exemple du fraisier s'appelle stolonisation. C'est l'émission de tiges rampantes appelées stolon. Les stolons s'implantent dans le sol en plusieurs points et forment à chaque fois des racines sur lesquelles se développent de nouvelles plantules. C'est un mode de reproduction asexuée.
- 3** -
- La germination d'une pomme de terre donne lieu à des tiges qui sont découpées en de petites boutures qui sont mise en culture dans des tubes contenant des milieux de culture.
 - La croissance de ces boutures permet de développer d'autres boutures. Ainsi l'opération se répète en plusieurs cycles.
 - A la fin du processus, les plantules obtenues sont cultivées sur un sol ordinaire.
- Ce processus s'appelle le bouturage in vitro. Il permet de produire une plante en grande quantité.

Après la découverte de la reproduction chez les animaux et les végétaux, l'élève est bien préparé pour comprendre la reproduction chez l'espèce humaine. Après la présentation des manifestations de la puberté chez le garçon et la fille, on va aborder la structure et le fonctionnement des appareils reproducteurs chez les deux sexes. On insistera sur le rôle des testicules et des ovaires qui produisent respectivement les gamètes mâles et les gamètes femelles. Chez l'homme adulte, la production des gamètes est un phénomène continu. Le fonctionnement de l'appareil reproducteur féminin est cyclique au niveau de l'ovaire (ovulation) et au niveau de l'utérus (menstruation). Il faut aussi insister sur les caractéristiques de la viviparité chez l'espèce humaine et sur l'importance de l'allaitement. Le chapitre s'achèvera avec la présentation des principaux moyens contraceptifs.

Séquence 1 Appareil reproducteur masculin et production des gamètes mâles

Dans cette séquence, on va présenter les manifestations de la puberté chez le garçon, ainsi que la structure de l'appareil reproducteur masculin. Ensuite, on présentera le rôle du testicule, et précisément du tube séminifère, dans la production des gamètes mâles (spermatozoïdes).

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - A partir de la puberté, on devient capable de transmettre la vie, suite à la mise en fonction de l'appareil reproducteur.

2 - Éléments de l'appareil reproducteur masculin	Fonctions biologiques
Pénis	Organe intervenant dans le rapport sexuel
Orifice urogénital	Sortie du sperme lors de l'éjaculation
Vésicules séminales et prostate	Production de sécrétions qui s'ajoutent aux spermatozoïdes pour constituer le sperme
Canal déférent	Permet aux spermatozoïdes de quitter le testicule
Epididyme	Lieu de séjour des spermatozoïdes avant de quitter le testicule
Testicule ou précisément les tubes séminifères	Lieu de production des spermatozoïdes
Bourse	Prolongement de la peau constituant un sac protégeant les testicules

3 - Les gamètes mâles se forment au niveau des tubes séminifères à partir de cellules mères qui subissent une succession de divisions cellulaires. Dans la dernière étape, le spermatozoïde prend sa structure finale. Il est constitué d'une tête comportant le noyau cellulaire, d'une pièce intermédiaire et d'un flagelle.

4 - Le gamète mâle est une cellule, puisqu'il est constitué d'une membrane cytoplasmique, d'un noyau et du cytoplasme. Le flagelle permet au spermatozoïde de se déplacer.

Séquence 2 Appareil reproducteur féminin et production des gamètes femelles

Dans cette séquence, on va présenter les manifestations de la puberté chez la fille. Ensuite, on va aborder la structure de l'appareil reproducteur féminin. Le follicule ovarien est l'unité fonctionnelle de l'ovaire. Il contient un gamète femelle. L'ovulation est le phénomène cyclique par lequel l'ovaire expulse un gamète femelle dans la trompe.

Éléments de réponse aux questions des activités :

1 - A partir de la puberté on devient capable de transmettre la vie, c'est-à-dire de se reproduire. Ceci est lié à la mise en fonction de l'appareil reproducteur.

2 -

Eléments de l'appareil reproducteur féminin	Fonctions biologiques
Ovaire	Production cyclique des gamètes femelles.
Pavillon de la trompe et trompe	Recevoir le gamète femelle avant la fécondation.
Utérus	<ul style="list-style-type: none">• Transmettre les gamètes femelles du vagin vers la trompe où s'effectue la fécondation.• Abriter l'embryon et le fœtus durant la grossesse.
Col de l'utérus	<ul style="list-style-type: none">• Passage des gamètes mâles avant la fécondation.• Sortie des écoulements sanguins de la menstruation.• Sortie du bébé au cours de l'accouchement.
Vagin	<ul style="list-style-type: none">• Recevoir le pénis et les gamètes mâles au cours du rapport sexuel• Sortie des écoulements sanguins de la menstruation• Sortie du bébé au cours de l'accouchement
Vulve	Organe sexuel qui reçoit le pénis au cours du rapport sexuel.

3 - Les gamètes femelles se forment au niveau de l'ovaire et précisément au niveau des follicules ovariens. Les gamètes femelles sont issus de cellules-mères des gamètes qui subissent une succession de divisions cellulaires.

4 - Chez l'homme les testicules produisent les spermatozoïdes à partir de la puberté de façon continue, et durant toute la vie. Chez la femme et à partir de la puberté jusqu'à la ménopause, les gamètes femelles sont produits de façon cyclique. L'ovulation a lieu une fois tous les 28 jours environ (durée moyenne du cycle menstruel de la femme).

Séquence 3 L'activité cyclique de l'ovaire et de l'utérus

L'appareil reproducteur féminin se caractérise par un fonctionnement cyclique. En effet, au niveau de l'ovaire, l'ovulation a lieu au milieu de chaque cycle menstruel. Au niveau de l'utérus, la muqueuse utérine se développe périodiquement pour se préparer à recevoir éventuellement un embryon. En absence de fécondation, la destruction d'une partie de cette muqueuse provoque les règles ou menstruation. L'étude du fonctionnement coordonné entre l'ovaire et l'utérus permet de déterminer la période de fertilité chez la femme.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - L'ovulation a lieu en moyenne au 14e jour pour un cycle menstruel de 28 jours.
- 2 - Juste après la fin des règles, la muqueuse utérine entame une période de croissance qui se caractérise surtout par l'augmentation de l'épaisseur et le développement des vaisseaux sanguins.
Durant la phase post-ovulatoire, la muqueuse utérine atteint son maximum d'épaisseur. Sa destruction partielle vers la fin du cycle menstruel provoque l'écoulement sanguin des règles qui surviennent au début du cycle suivant (les cinq premiers jours environ).
- 3 - L'ovulation a lieu exactement quand la muqueuse utérine est assez épaisse donc capable de recevoir un embryon au cas où un rapport sexuel aboutit à la fécondation.
- 4 - Puisque l'ovulation a lieu le 14e jour, et en tenant compte des durées de vie respectives du gamète mâle et du gamète femelle, la période de fécondité dure environ du 10e jour au 16e jour du cycle menstruel.

Remarque : Ces calculs sont approximatifs vu que le cycle menstruel n'est pas régulier à 100%.

			Période de fertilité									
...	...	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	...
			Durée de vie du gamète mâle					Durée de vie du gamète femelle				

Séquence 4 La fécondation et le début du développement de l'embryon

Si un rapport sexuel a lieu dans la période de fertilité de la femme, il y a de fortes chances qu'il aboutisse à une fécondation. Dans cette séquence, on va présenter les modalités de rencontre des gamètes et les premiers stades du développement de la cellule-œuf, à partir de la fécondation et jusqu'à la nidation.

Éléments de réponses aux questions des activités.

- 1 - A partir du document 1, on constate que la fécondation a lieu dans les voies génitales féminines. Il s'agit donc d'une fécondation interne.
- 2 - La fécondation a lieu dans la trompe.

3 - Le développement embryonnaire, de la fécondation à la nidation :

- Après un rapport sexuel fécond (période de fertilité de la femme), les spermatozoïdes se déplacent du vagin vers la trompe où ils rencontrent l'ovule expulsé par un ovaire au cours de l'ovulation.
- Un spermatozoïde féconde l'ovule. Ce qui aboutit à la formation d'une cellule-œuf.
- La cellule-œuf entame un mouvement de migration vers l'utérus, tout en subissant une série de divisions cellulaires (deux cellules ; 4 cellules ; 8 cellules . . .).
- La migration de l'embryon constitué de plusieurs cellules, l'emmène après six jours environ à la muqueuse utérine où il s'implante. C'est la nidation.

Séquence 5 Du développement embryonnaire et fœtal à l'accouchement

Après la nidation, le développement embryonnaire et fœtal se caractérise par deux phases : la phase embryonnaire et la phase fœtale. Durant la phase embryonnaire, la structure des organes n'est pas parfaite. Durant la phase fœtale, la structure du corps en général et des organes sont assez manifeste. Cette séquence traitera aussi l'importance du placenta et du cordon ombilical, et se termine par la description des phases de l'accouchement.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - • Pour l'embryon, la structure des organes n'est pas encore achevée, bien que le cœur commence à battre vers la fin de la phase embryonnaire.
 - Chez le fœtus, la structure des organes est presque définitive. La phase fœtale se caractérise surtout par une croissance importante.
- 2 - Le cordon ombilical et le placenta sont des structures d'échange entre le fœtus et sa mère. Le fœtus reçoit l'oxygène, les nutriments et les anticorps (protection contre les microbes). Il rejette en revanche le CO₂ et d'autres déchets.

Au niveau du placenta, le sang de la mère et celui du fœtus ne se mélangent pas. Ce sont surtout des molécules qui sont échangées entre les deux sangs.
- 3 - Les trois stades de l'accouchement :
 - Contraction des muscles de l'utérus, dilatation du col de l'utérus et rupture de l'amnios.
 - Expulsion du nouveau-né.
 - Délivrance : Retrait du placenta et du cordon ombilical.
- 4 - Les muscles de la paroi musculaire de l'utérus se contractent fortement et exercent des forces impressionnantes qui permettent d'expulser le fœtus au cours de l'accouchement.
- 5 - Les principaux changements accompagnant l'accouchement :

- Le bébé passe d'une vie dans le liquide amniotique vers une vie dans l'air.
- Les échanges gazeux respiratoires qui s'effectuaient à travers le placenta et le cordon ombilical, cèdent la place à une respiration pulmonaire aérienne.
- De la nutrition à travers le placenta et le cordon ombilical, on passe à la nutrition par le lait maternel.
- Le bébé doit aussi s'adapter aux changements de température.

Séquence 6 L'allaitement au sein - Les moyens contraceptifs

Dans cette séquence, on va présenter l'importance du lait maternel comme premier aliment consommé par le bébé. En effet, les médecins recommandent que le lait maternel doive être l'aliment exclusif durant les six premiers mois de la vie du bébé. Les moyens contraceptifs permettent aux couples d'espacer la naissance, et donc d'avoir une bonne planification familiale. Dans ce cadre, on va présenter les principes des trois moyens contraceptifs les plus utilisés.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1** - Le lait artificiel est légèrement plus riches en protides, lipides, sucres, et sels minéraux ; alors que le lait maternel est plus riche en vitamines, notamment la vitamine C. Le lait maternel est riche en anticorps qui sont absents dans le lait artificiel. Les anticorps protègent le bébé contre les microbes (renforcement de l'immunité). Toutes ces données donnent l'avantage au lait maternel.
- 2** - Le préservatif est un moyen contraceptif puisqu'il retient le sperme, et donc empêche la fécondation. Le sperme contient les gamètes mâles.
- 3** - Le dispositif intra-utérin empêche la fécondation et la nidation. La pilule bloque l'ovulation.

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définitions :

Puberté : Epoque du passage de l'enfance à l'adolescence. Les modifications physiologiques rendent le garçon et la fille capables de transmettre la vie (reproduction).

Appareil reproducteur : Ensemble d'organes qui interviennent dans la reproduction.

Ovulation : Emission d'un ovule par l'ovaire chez la femme.

Ménopause : Epoque de cessation des règles chez la femme.

Cycle menstruel : Ensemble de phénomènes physiologiques survenant de façon périodique au niveau de l'appareil reproducteur féminin, notamment au niveau de l'ovaire et de l'utérus.

Gamète : Cellule reproductrice mâle ou femelle intervenants dans la fécondation.

Menstruation : Ecoulement sanguin périodique évacué par le vagin chez la femme.

Nidation : Implantation de l'embryon dans la muqueuse utérine, 7 jours après la fécondation.

Fœtus : Futur bébé après le 3e mois de développement dans l'utérus.

Embryon : Futur bébé avant le 3e mois de développement dans l'utérus.

II - a - Faux : Les ovules sont produits par les ovaires.

b - Faux : Le premier jour des règles correspond au premier jour du cycle menstruel de la femme.

c - Vrai.

d - Vrai.

e - Faux : La fécondation a lieu dans la trompe.

III - Réponses brèves :

a - A partir de la puberté on devient apte à donner la vie (se reproduire).

b - L'équivalent du testicule chez la femme est l'ovaire.

c - L'émission du sperme à travers le pénis s'appelle, l'éjaculation.

d - Le placenta et le cordon ombilical assurent des échanges entre le fœtus et sa mère : apport de nutriments et d'oxygène ; rejet de CO₂ et des déchets.

e - L'espèce humaine est vivipare.

f - L'espèce humaine a une fécondation interne.

g - L'espèce humaine a un développement direct.

IV -

Premier schéma	Appareil reproducteur masculin
1 - Pénis	Organe sexuel.
2 - Vésicule séminale	Production de sécrétions.
3 - Prostate	Production de sécrétions.

4 - Canal déférent	Evacuation des spermatozoïdes.
5 - Testicule	Production des gamètes.
6 - Orifice urogénital	Sortie du sperme et des urines.

Deuxième schéma	Appareil reproducteur féminin
7 - Trompe	Lieu où se déroule la fécondation.
8 - Pavillon	Recevoir l'ovule après l'ovulation.
9 - Ovaire	Production des gamètes femelles.
10 - Vulve	Organe sexuel.
11 - Paroi musculaire de l'utérus	Contraction au cours de l'accouchement.
12 - Muqueuse utérine	Abrite l'embryon et le fœtus.
13 - Col de l'utérus	Entrée des gamètes mâles, sortie du bébé et des règles.
14 - Vagin	Recevoir le pénis et les gamètes mâles ; sortie des règles et du bébé.

RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

I - 1 et 2 : Ordre chronologique et titre.

F - Fécondation.

C - Cellule-œuf au premier jour.

A - Embryon de 2 jours.

B - Embryon de 3 jours.

E - Embryon de 4 jours.

D - Embryon de 5 jours.

II - ● Rapport sexuel : dépôt des spermatozoïdes dans le vagin

- Les spermatozoïdes se déplacent en traversant le col de l'utérus et l'utérus, avant de s'engager dans les trompes.
- Dans le dernier tiers de la trompe, plusieurs spermatozoïdes entourent un ovule expulsé par un ovaire.
- Un seul spermatozoïde féconde l'ovule. Ce qui donne une cellule-œuf.
- La cellule-œuf subit plusieurs divisions cellulaires et entame une migration vers l'utérus.
- Au 7e jour suivant la fécondation, l'embryon formé de plusieurs cellules s'implante dans la muqueuse utérine. C'est la nidation.

Ce chapitre constitue une introduction à la génétique en général, et la génétique humaine en particulier. Les chromosomes contenus dans le noyau cellulaire sont le support de l'information génétique qui contrôle les caractères héréditaires de l'individu. Le comportement des chromosomes au cours de la formation des gamètes et de la fécondation permet de suivre la transmission de certains caractères héréditaires d'une génération à l'autre.

On abordera sommairement la notion de dominance et de non dominance des allèles des gènes, à partir d'exemples de caractères à transmission gonosomale ou autosomale (étude d'arbres généalogiques).

On insistera sur l'effet de la consanguinité sur la fréquence des maladies héréditaires. Le chapitre s'achèvera par le traitement d'un exemple d'anomalie chromosomique, la trisomie 21.

Séquence 1 Localisation du programme génétique

Dans cette séquence, on va démontrer à partir de l'expérience du clonage, que le noyau détient le programme génétique qui détermine tous les caractères héréditaires de l'individu. On présentera par la suite les chromosomes comme filaments situés dans le noyau cellulaire, pour amener l'élève à proposer une hypothèse sur leur rôle comme support de l'information génétique.

Éléments de réponses aux questions des activités :

- 1 - La brebis Dolly ressemblera à la brebis donneuse du noyau cellulaire.
- 2 - On peut donc déduire que le programme génétique est localisé dans le noyau cellulaire.
- 3 - Les filaments colorables contenus dans le noyau sont les chromosomes.
- 4 - Les chromosomes sont le support de l'information génétique.

Séquence 2 Les chromosomes humains

Dans cette séquence, on présentera les caractéristiques d'un caryotype humain : nombre de chromosomes, leur répartition en paires de chromosomes homologues, la différence entre les chromosomes sexuels et les chromosomes non sexuels. Enfin, on présentera de façon simple la notion de gènes comme portions de chromosomes contrôlant des caractères héréditaires spécifiques.

Éléments de réponse aux questions des activités :

- 1 - Chez l'homme et la femme, le caryotype comporte 46 chromosomes répartis en 23 paires de chromosomes homologues.
- 2 - Le caryotype de l'homme et de la femme sont identiques pour 44 chromosomes, soit 22 paires de chromosomes homologues appelés chromosomes non sexuels. La différence entre les deux sexes réside dans la 23e paire de chromosomes dits chromosomes sexuels. On a XX pour la femme, et XY pour l'homme.
- 3 - Chaque chromosome comporte un certain nombre de gènes. L'ensemble des gènes portés par tous les chromosomes d'une cellule constitue le génome ; c'est-à-dire l'ensemble de l'information génétique de la cellule.

Séquence 3 Les chromosomes et la transmission du programme génétique

Les chromosomes constituent le support du programme génétique. L'étude de leur comportement au cours de la division cellulaire, la formation des gamètes et la fécondation, permet de comprendre le maintien et la transmission du programme génétique de génération en génération à travers la reproduction sexuée.

L'étude de schémas présentant la fécondation, va permettre de comprendre le rôle des chromosomes sexuels X et Y dans la détermination du sexe d'un nouvel individu. On insistera sur le fait que le sexe se détermine dès la formation de la cellule-œuf.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - La duplication des chromosomes et leur répartition équitable au cours de la division cellulaire, quantitativement et qualitativement montre que la division cellulaire conserve le programme génétique. En effet, dans les cellules filles, on a le même nombre de chromosome que la cellule mère. Tous les chromosomes sont représentés (qualité), et donc tous les gènes portés par ces chromosomes le sont aussi.

2 - En analysant la division spéciale qui aboutit à la formation des gamètes, on constate que dans ceux-ci, chaque paire de chromosome homologue est représentée par un chromosome unique. Donc le programme génétique est conservé malgré la diminution du nombre des chromosomes de 46 à 23. En effet, chaque gène est représenté en un seul exemplaire au lieu de deux.

La fécondation récupère le caryotype à 46 chromosomes, soit 23 paires de chromosomes homologues.

Conclusion : La reproduction sexuée conserve le programme génétique.

3 - Un gamète comporte uniquement 23 chromosomes simples ; alors que le caryotype d'un individu du sexe féminin comporte 46 chromosomes, soit 23 paires de chromosomes homologues.

4 - Les gamètes femelles comportent tous le chromosome X comme chromosome sexuel ; alors que 50% des gamètes mâles portent X, et 50% portent Y.

Selon le type de gamète mâle qui intervient dans la fécondation, on aura soit une fille, soit un garçon. XX donne une fille, et XY donne un garçon.

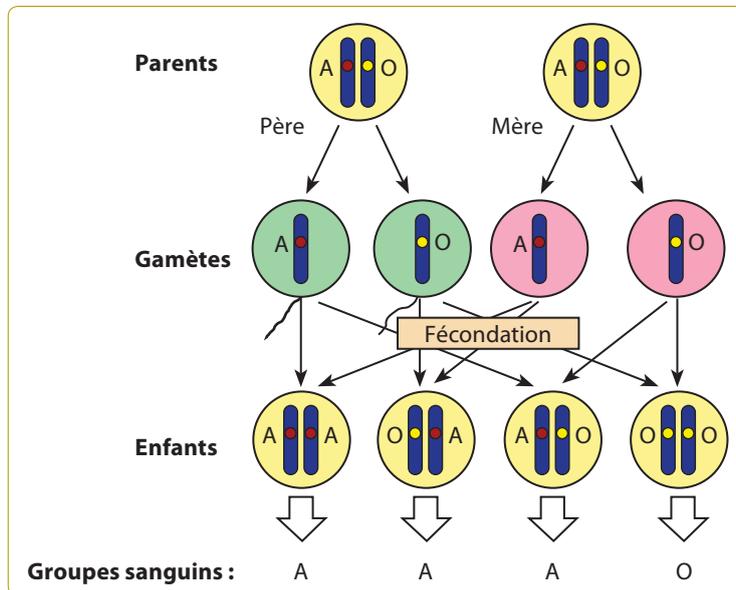
Séquence 4 La transmission d'un caractère héréditaire : le groupe sanguin ABO

L'exemple du groupe sanguin va nous permettre d'élucider la notion de dominance et de non dominance. Le concept de codominance va être exprimé de façon simple en indiquant que les deux allèles s'expriment à la fois. Avec des schémas simples représentant la formation des gamètes et la fécondation, on va amener l'élève à comprendre pourquoi l'aspect d'un caractère peut varier entre les parents et les enfants. Ce principe va permettre par la suite de comprendre la transmission d'autres caractères héréditaires comme certaines maladies héréditaires.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - Le couple d'allèles portés par l'individu	Groupe sanguin et justification
AA	Groupe sanguin A : Expression d'un seul allèle.
AO	Groupe sanguin A : Vu que A est dominant et O est non dominant (il ne s'exprime pas).
BB	Groupe sanguin B : Expression d'un seul allèle.
BO	Groupe sanguin B : Vu que B est dominant et O est non dominant (il ne s'exprime pas).
AB	Groupe sanguin AB : Les deux allèles s'expriment à la fois. Ils sont tous les deux dominants.
OO	Groupe sanguin O : L'allèle «O» s'exprime bien qu'il n'est pas dominant, vu qu'il est présent seul.

2 - Les deux parents II-1 et II-2 sont du groupe sanguin A, et ils ont donné un enfant du groupe sanguin O. Ils sont donc chacun porteur d'un couple d'allèles AO. Les cas probables pour le fœtus III-2 sont présentés dans le schéma suivant :



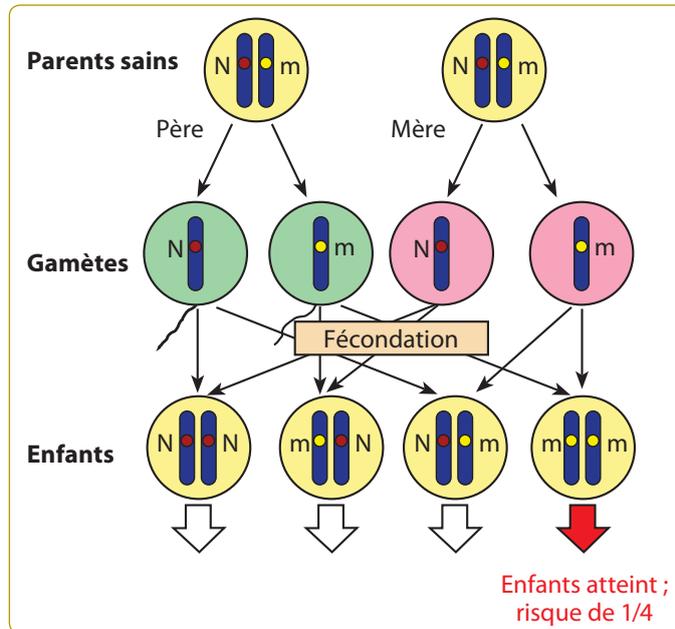
On a une probabilité de 25% pour chaque cas.

Séquence 5 Maladies héréditaires, anomalies chromosomiques et mariage consanguin

Dans cette séquence, on va exploiter les acquis des séquences précédentes pour interpréter le mode de transmission d'une maladie héréditaire liée à un chromosome non sexuel, et une autre maladie liée au chromosome X. On insistera sur le danger du mariage consanguin. Enfin on traitera un exemple d'anomalie chromosomique, la trisomie 21.

Éléments de réponses aux questions des activités :

1 - On va représenter l'allèle dominant normal avec le symbole «N», et l'allèle non dominant responsable de la maladie avec «m». On va expliquer la naissance d'un enfant atteint issu de parents sains avec le schéma suivant :



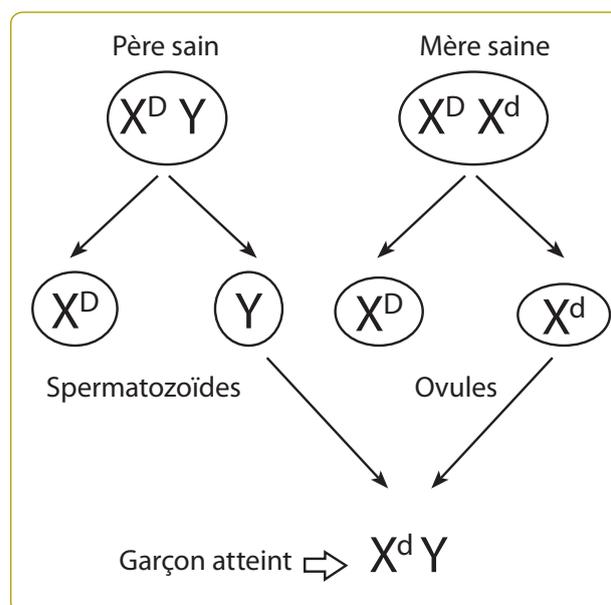
2 - Le risque d'apparition des maladies héréditaires augmente avec le mariage consanguin, car c'est une situation qui favorise la rencontre de deux copies d'un allèle non dominant responsable d'une maladie.

3 - Interprétation chromosomique.

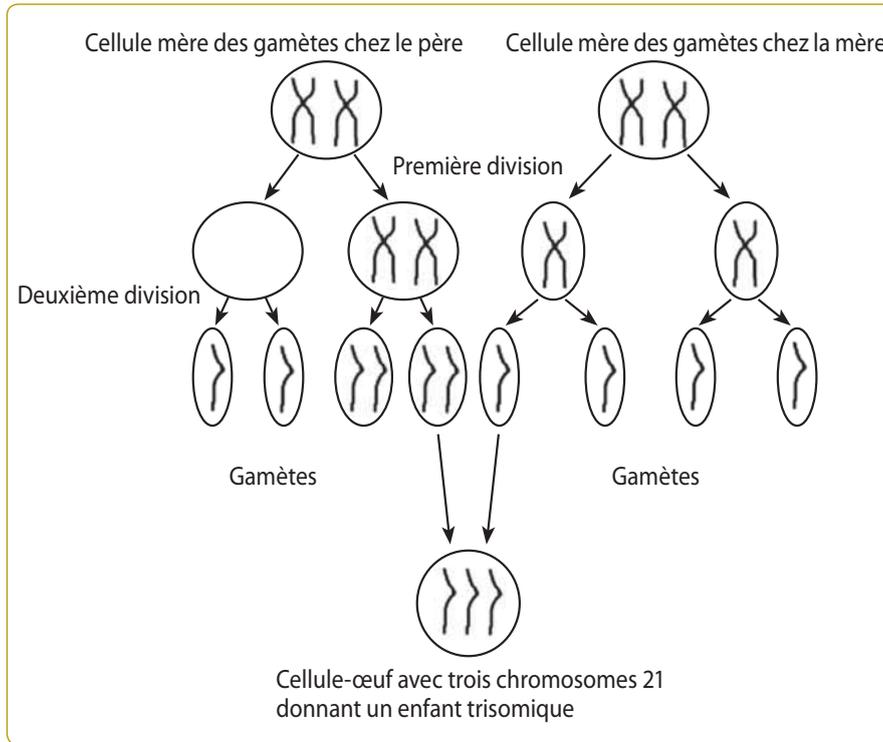
a - Le père I-1 est daltonien ; il porte donc un allèle responsable de la maladie sur le chromosome X. Le chromosome Y ne portant pas le gène en question. On peut donc représenter ces chromosomes sexuels comme suit : (Xd Y). d étant l'allèle non dominant responsable de la maladie ; D est l'allèle normal dominant.

La mère saine porte au moins sur l'un des deux chromosomes X, un allèle normal. Elle peut donc donner un gamète femelle contenant XD. La cellule-œuf à l'origine de la fille II-3 peut donc réunir les deux chromosomes suivant : (XD Xd). Elle est saine vu la dominance de l'allèle normal D.

b - on peut expliquer le cas du garçon III-1 par le schéma ci-dessous :



4 - a - Un enfant trisomique naît suite à un défaut de migration de la paire de chromosomes homologues n° 21 au cours de la formation des gamètes de l'un des deux parents. On peut expliquer cela par le schéma suivant :



b - On dit que la trisomie 21 n'est pas forcément héréditaire car une personne peut produire par méiose une faible quantité de gamètes anormaux alors que son caryotype hérité à partir de sa cellule-œuf ne présente aucune anomalie.

Corrigés des exercices d'évaluation

RESTITUTION DES CONNAISSANCES

I - Définitions :

- Caractère héréditaire : Toute propriété d'un organisme, transmise d'une génération à l'autre à travers la reproduction sexuée ou asexuée.
- Programme génétique : Ensemble d'informations génétiques déterminant tous les caractères héréditaires d'une cellule ou d'un organisme.
- Chromosomes : Filaments colorables contenus dans le noyau de la cellule. Ils sont le support du programme génétique.
- Caryotype : Arrangement standard des chromosomes d'une cellule. Les chromosomes sont photographiés et rangés par ordre de taille décroissant et selon la forme.
- Anomalie chromosomique : Aberration touchant le nombre ou la structure des chromosomes d'un individu.
- Gène : Partie d'un chromosome contrôlant un caractère héréditaire.
- Allèle : Version d'un gène qui peut varier d'un individu à l'autre.
- Expression d'un gène : Ensemble de processus biologiques permettant la lecture de l'information génétique et menant à la manifestation d'un caractère héréditaire.
- Gamète : Cellule reproductrice dont le rôle biologique est la fécondation.
- Fécondation : Union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle aboutissant à la formation d'une cellule-œuf.

II - a - vrai ;

b - Vrai ;

c - Vrai ;

d - Faux : Le nombre de chromosomes est le même chez les deux sexes.

e - Faux : Les chromosomes sexuels sont XX chez la femme et XY chez l'homme.

f - Faux : Le programme génétique est contenu dans toutes les cellules nucléées de l'organisme.

g - Faux : Dans l'expérience du clonage de Dolly, celle-ci ressemble à la brebis donneuse de noyaux.

h - Vrai

i - Faux : Un chromosome est constitué de deux chromatides.

j - Vrai ;

k - Vrai.

l - Faux : Au cours de la formation des gamètes, des cellules mères à 46 chromosomes donnent des gamètes à 23 chromosomes.

m - Faux : Au cours de la fécondation, c'est le gamète mâle qui détermine le sexe du futur bébé.

n - Vrai

o - Faux : Un allèle non dominant ne s'exprime que s'il est seul.

III - Réponses brèves :

a - Le noyau cellulaire détient le programme génétique de la cellule.

b - L'espèce humaine possède 46 chromosomes.

c - La différence entre les caryotypes respectifs des deux sexes réside dans les chromosomes sexuels. On a XX chez les femmes et XY chez les hommes.

d - Le caryotype correspondant à la trisomie 21 se caractérise par la présence d'un triplet de chromosomes n° 21 au lieu d'une paire.

e - Les gamètes chez l'espèce humaine comportent 23 chromosomes.

f - Un enfant hérite 23 chromosomes de la mère et 23 chromosomes du père.

g - Il est possible que deux parents du groupe sanguin A engendrent un enfant du groupe sanguin O.

h - Deux parents du groupe sanguin O ne peuvent pas engendrer un enfant du groupe sanguin A.

IV - **a** - Les chromosomes contenus dans le noyau cellulaire constituent le support du programme génétique.

b - Le caryotype humain comporte 22 paires de chromosomes non sexuels et une paire de chromosomes sexuels.

c - Un chromosome est constitué de deux chromatides reliés au niveau du centromère.

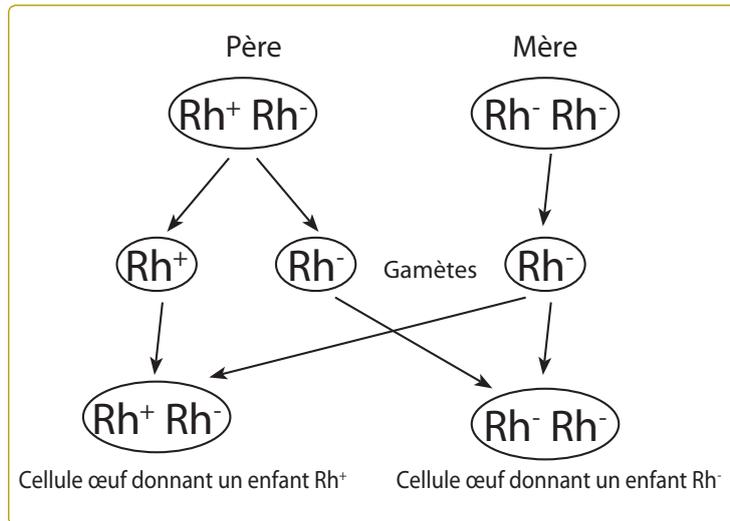
d - Un allèle dominant s'exprime toujours et un allèle non dominant ne s'exprime qu'en l'absence d'un allèle dominant.

e - Une maladie héréditaire est due à la présence d'un allèle défectueux à la place d'un allèle normal.

f - Les gènes occupent des emplacements précis au niveau des chromosomes.

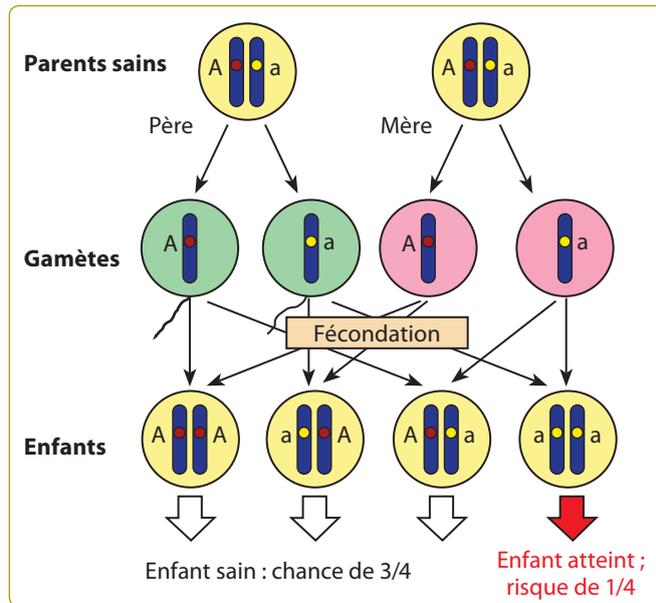
RAISONNEMENT SCIENTIFIQUE ET COMMUNICATION GRAPHIQUE

- I - 1 -** • I-1 porte un couple d'allèles (Rh^+ , Rh^-) puisque il a donné une fille du groupe (Rh^-).
- I-2 porte un couple d'allèles (Rh^+ , Rh^-) puisque Rh^- est non dominant.
 - II-1 porte un couple d'allèles (Rh^+ , Rh^-) puisque il doit obligatoirement hériter de la mère un gamète femelle pourtant Rh^- .
 - II-2 porte obligatoirement un couple d'allèles (Rh^+ , Rh^-) puisque l'allèle Rh^- est non dominant.
- 2 -** On peut montrer les cas probable pour le fœtus II-4 avec le schéma suivant :



Il existe donc 50% de probabilité que le fœtus II-4 soit du groupe Rh^+ et 50% pour le groupe Rh^- .

- II - 1 -** • I-1 : Il est sain, donc il porte un allèle normal sur le chromosome X, (XHY).
- I-2 : C'est une femme saine qui a donné un enfant atteint ; donc elle porte sur ces deux chromosomes XX respectivement l'allèle H et l'allèle «h» ($XH Xh$).
- 2 -** La femme II-2 est saine ; les deux cas probables pour les couples d'allèles son (XH,XH) et (XH,Xh).
- 3 -** Si le fœtus est du sexe féminin, il doit obligatoirement hériter un chromosome X du père sain ; donc un chromosome XH portant l'allèle normal dominant. Le fœtus sera donc sain quel que soit l'allèle porté par le gamète femelle.
- III - 1 -** L'allèle responsable de la maladie (a) est non dominant puisque un couple sain a donné une descendance malade. L'allèle normal (A) est dominant.
- 2 -** • Les parents I-1 et I-2 portent chacun un couple d'allèles (A,a).
- Les enfants II-3 et II-4 portent chacun un couple d'allèles (a,a).
- 3 -** On peut expliquer la différence entre les frères II-3 et II-2 par le schéma suivant :

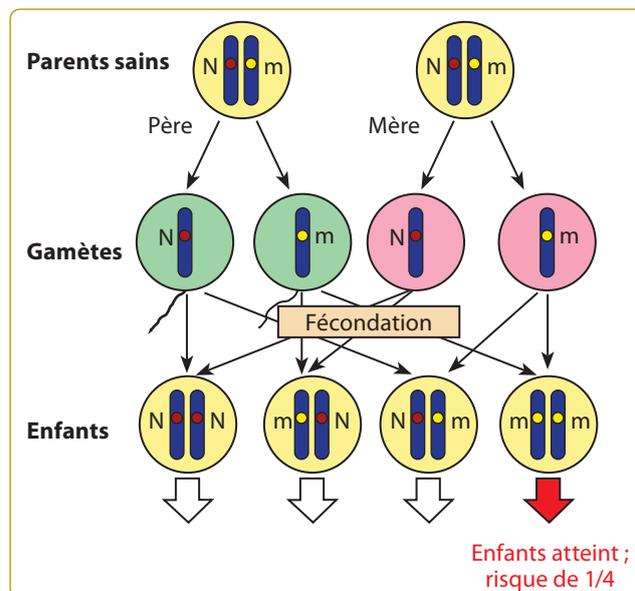


IV - 1 - La présence d'enfants atteints issus de parents sains montre que l'allèle responsable de la maladie est non dominant (m) ; l'allèle normal est dominant (N).

2 -

Individus	I-1	I-2	II-1	II-4	II-5	III-2
Couples d'allèles	(N, m)	(N, m)	(m, m)	(N, m)	(N, m)	(m, m)

3 -



Bibliographie

- Académie Nancy-Metz, Education nationale, enseignement supérieur, recherche, France.
- «On apprend bien que ce qui répond aux questions que l'on se pose» J.J Rousseau.
- [http://pedagogie.ac-limoges.fr/physique chimie/IMG/ppt/Demarche_d_investigation.ppt](http://pedagogie.ac-limoges.fr/physique_chimie/IMG/ppt/Demarche_d_investigation.ppt).
- http://svt-competences.spip.ac-rouen.fr/IMG/pdf/Demarche_d_investigation_-_D_ROJAT_IGEN_SVT.pdf.
- https://www2.espe.u-bourgogne.fr/doc/memoire/mem2004/04_0263305B.
- <http://slideplayer.fr/slide/2270603/>.
- <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11755/4-mise-en-œuvre-concrete-dune-demarche-dinvestigation>.
- Enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire : quelle démarche ?
- Moments DI.
- Fiche méthode n° 3 : La démarche d'investigation.
- L'Univers de SVT, Sciences de la Vie et de la Terre, 1^{ère} année du cycle secondaire collégial, manuel de l'élève, Collection MAARIF Collège, édition : Dar Nachr Al Maarifa, édition 2017, Rabat.

Sommaire

■ INTRODUCTION	3
■ PLAN DU GUIDE	4
■ PARTIE THEORIQUE ET PRATIQUE DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE D'INVESTIGATION	5
I - La démarche d'investigation scientifique	7
II - Canevas général d'une séquence de la démarche d'investigation	7
III - Démarche d'investigation (D.I.S) et rôle pédagogique de l'enseignant et activité de l'élève	10
IV - Mise en œuvre de la démarche d'investigation en classe	12
V - Exploitation des documents selon les principales méthodes pédagogiques en SVT	15
VI - Quelques techniques d'animation de la classe	17
VII - Fiche de préparation pédagogique relative à une leçon de SVT	18
■ SOLUTIONNAIRE DES ACTIVITES ET EXERCICES DU MANUEL	19
● UNITE 1 : Les phénomènes géologiques internes	21
Chapitre 1 : La théorie de la tectonique des plaques	21
Chapitre 2 : Les séismes et leur relation avec la tectonique des plaques	27
Chapitre 3 : Le volcanisme, les roches magmatiques et leurs relations avec la tectonique des plaques	34
Chapitre 4 : Les déformations tectoniques et la formation des chaînes de montagnes	41
● Unité 2 : La reproduction chez les êtres vivants et l'hérédité humaine	48
Chapitre 1 : La reproduction sexuée chez les animaux	48
Chapitre 2 : La reproduction sexuée et asexuée chez les végétaux	56
Chapitre 3 : La reproduction chez l'Homme	63
Chapitre 4 : L'hérédité humaine	70
■ BIBLIOGRAPHIE	79
■ SOMMAIRE	80

CAHIER D'ACTIVITÉS ET DOCUMENTS

Physique - Chimie



1^{er}, 2^e et 3^e année collège

SVT



1^{er}, 2^e et 3^e année collège

EXERCICES ET CORRIGÉS

Physique - Chimie



1^{er}, 2^e et 3^e année collège

Maths



1^{er}, 2^e et 3^e année collège

SVT



1^{er}, 2^e et 3^e année collège

EXERCICES ET CORRIGÉS

1^{er} année collège

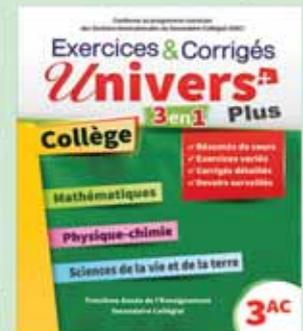
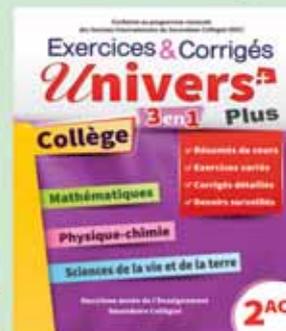
2^e année collège

3^e année collège

Maths

Physique
Chimie

SVT



DAR NACHR AL MAARIFA

10, Av. Al Fadila Q1. CYM - RABAT

Tél : (212) 05 37 79 57 02 - 05 37 79 69 14/38

Fax : (212) 05 37 79 03 43

E-mail : darnachrmaarifa@menara.ma / darnachrelmaarifa@gmail.com

Site web : www.darnachrmaalrifa.ma