

La formation de l'atmosphère et de l'hydrosphère terrestres**Point de départ :**

Depuis sa formation concomitante avec celle du Soleil et des autres planètes, il y a 4,5 Milliards d'années, la Terre a connu une évolution de ses différentes enveloppes notamment de l'atmosphère.

De nombreux indices témoignent d'une composition initiale de l'atmosphère terrestre très différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

Quelles sont les grandes variations de la composition de l'atmosphère terrestre depuis sa composition primitive jusqu'à sa composition actuelle ?

Consignes pour votre mission :**- Phase de préparation (20 minutes) :**

La classe est séparée en deux groupes : chaque groupe prépare au brouillon l'exploitation orale des documents proposés.

- Phase d'exposé oral (10 minutes maximum) :

Un représentant tiré au sort dans chaque groupe présente les conclusions tirées des documents au reste de la classe qui prend des notes et il répond aux éventuelles questions.

- Phase de construction du schéma :

Les différents binômes des 2 groupes devront, pour la semaine prochaine, rédiger un court texte illustré d'un schéma qui résume d'un côté les caractéristiques de l'atmosphère primitive et la chronologie de l'évolution de l'atmosphère terrestre.

Compétences	Indicateurs d'évaluation	Auto-évaluation	Evaluation enseignant
C1 : Communiquer sur ses démarches, ses résultats et ses choix, en argumentant (à l'oral)	<ul style="list-style-type: none"> - Le discours est pertinent (en lien avec le problème à résoudre) et les informations données sont justes. - Le discours est structuré en phrases qui ont du sens. - L'expression est correcte et la voix est forte et claire. - Des connecteurs logiques sont utilisés à bon escient et le minutage est respecté. 	A B C D	A B C D
A3 : Recenser, extraire, organiser et exploiter des informations	<ul style="list-style-type: none"> - Les informations communiquées sont pertinentes (et justifiées) - Les informations communiquées sont organisées - Les informations communiquées sont complètes et justes 	A B C D	A B C D

A : 3 indicateurs réussis ; B : 2 indicateurs réussis ; C : 1 indicateur réussi ; D : aucun indicateur réussi

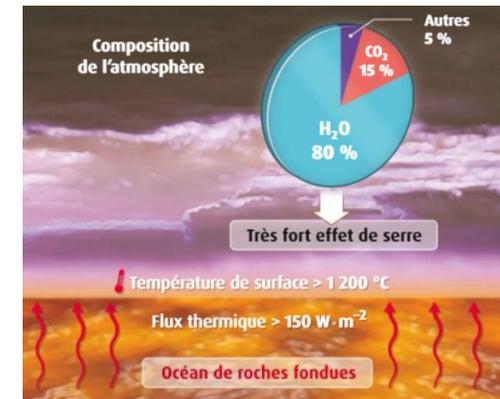
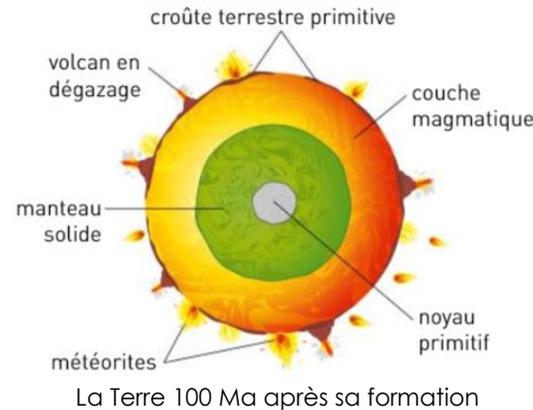
Groupe 1 : l'atmosphère primitive	Groupe 2 : l'évolution de l'atmosphère primitive
<p>À partir de l'exploitation des ressources du dossier documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Expliquer l'origine de l'atmosphère primitive. ✓ Préciser sa composition. ✓ Identifier l'origine de la forte teneur en eau de l'atmosphère primitive et son état physique. ✓ En déduire les conséquences sur la température de la Terre. 	<p>À partir de l'exploitation des ressources du dossier documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifier les preuves de l'évolution de l'état physique de l'eau sur Terre. ✓ Expliquer l'origine de l'évolution de l'état physique de l'eau sur Terre. ✓ Dater le début de la formation des océans terrestres. ✓ Expliquer l'origine de l'hydrosphère terrestre et ses conséquences.

Supports de travail : les deux annexes de documents « ressource » pour les 2 groupes.

Annexe activité 1 documents ressources du **groupe 1** : L'atmosphère primitive

Ressource 1 : La formation de la Terre

Il y a 4,57 Milliards d'année (Ga) la Terre commence à se former par agglomération de gaz, poussières et éléments de toutes tailles présents dans l'environnement du Soleil. Durant les 50 à 100 premiers millions d'années, un intense bombardement de météorites a lieu conduisant à une importante libération d'énergie thermique et à la fusion de la jeune planète ; Une couche magmatique se forme. Ce magma dégaze alors les éléments volatils à l'origine de l'atmosphère initiale. Son refroidissement entraîne ensuite la formation d'une croûte basaltique et d'un manteau solides. Ces enveloppes via une intense activité volcanique poursuivent leur dégazage et enrichissent l'atmosphère primitive en différents gaz.



Ressource 2 : L'analyse des chondrites*

Évaluer la composition de l'atmosphère primitive terrestre se heurte à un problème majeur : l'absence d'archives géologiques permettant de retrouver ce qu'elle fut. La connaissance du fonctionnement des volcans et l'analyse des restes météorites vont permettre d'en faire une estimation. Les plus vieilles roches du système solaire sont les météorites (4.5Ga). Parmi celles-ci, les chondrites sont apparues en même temps que le reste du système solaire et, étant de petite taille, elles n'ont subi aucune évolution notable. On peut donc considérer qu'elles sont les survivantes des objets qui, lors de l'accrétion*, ont donné naissance à notre planète.



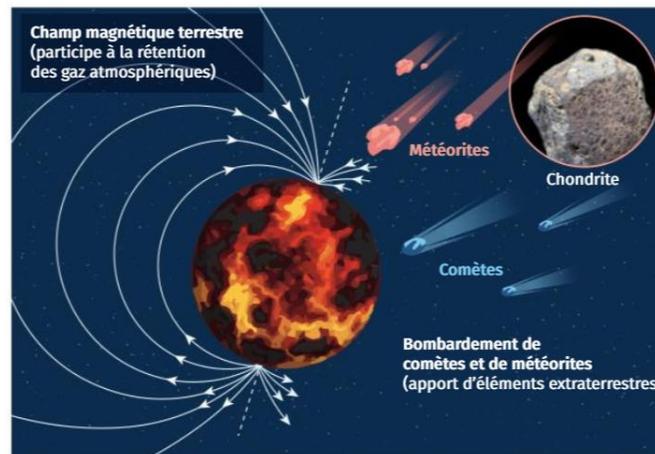
Cette chondrite a l'âge de la Terre : 4,57 Ga.

Dans un volcan, lors de la remontée du magma, les gaz qui y étaient dissous depuis sa formation dans le manteau terrestre sont libérés et rejetés dans l'atmosphère. N'ayant subi ni différenciation ni dégazage significatifs, les chondrites ont une composition chimique semblable à la composition globale de la Terre avant son dégazage. En laboratoire, on peut extraire et analyser les éléments volatils de ces météorites afin d'estimer la composition chimique probable de l'atmosphère primitive de la Terre.

	Vapeur d'eau	CO ₂	N ₂ et autres gaz	O ₂
Gaz volcaniques terrestres (en %)	83 ± 3	12 ± 4	5 ± 3	0
Gaz contenus dans les chondrites (en %)	80 ± 10	19 ± 10	1 ± 5	0

Ressource 3 : Le bombardement météoritique

Au début de son histoire, la Terre a subi un important bombardement de météorites et de comètes. Ces objets cosmiques ont apporté des éléments qui ont influencé la composition de l'atmosphère primitive terrestre.



Les comètes sont en fait, des résidus de la formation du Système solaire. Elles sont constituées d'un noyau de quelques kilomètres de diamètre formé de roche, de neige, de gaz, et de poussière. Elles tournent autour du Soleil, dans une ceinture appelée la « ceinture de Kuiper ». La composition des comètes peut être déterminée par des observations depuis le sol terrestre dans tous les domaines de longueur d'onde et par l'analyse des poussières extra-terrestres collectées dans la haute atmosphère terrestre ou au sol. Ces observations ont permis de détecter plus de 20 molécules gazeuses. L'eau est la molécule gazeuse la plus abondante ; le dioxyde de carbone (CO₂) et le monoxyde de carbone (CO) présentent de fortes abondances de l'ordre de 10%. Ces molécules gazeuses présentent une grande diversité chimique.

Chondrites : météorites pierreuses formées de silicates avec quelques éléments métalliques.

Accrétion : constitution et l'accroissement d'un corps, d'une structure ou d'un objet, par apport et/ou agglomération de matière.

Ressource 1 : Des rides de courant fossilisées

L'actualisme est le principe qui postule que les lois qui régissent les phénomènes géologiques actuels sont les mêmes qui s'exerçaient dans le passé. Des rides de courants fossiles datant de l'Archéen (- 4Ga ; -2,5 Ga) ont été découvertes sur Terre



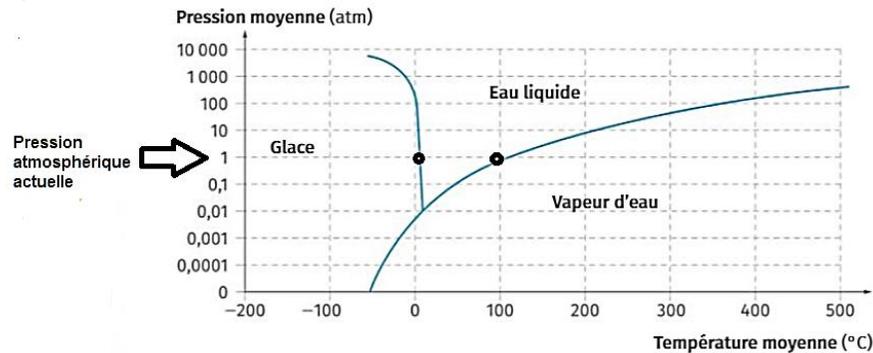
Rides de courant fossiles datées de - 2,7 Ga sur un littoral australien



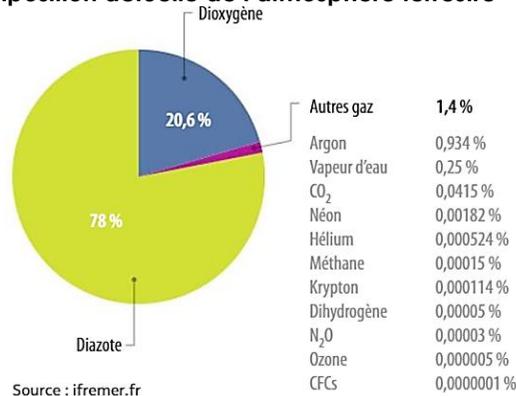
Rides de courant sur un littoral actuel en France

Ressource 3 : Les états de l'eau

Le diagramme suivant représente les états de l'eau selon les conditions de pression et de température



Ressource 5 : La composition actuelle de l'atmosphère terrestre

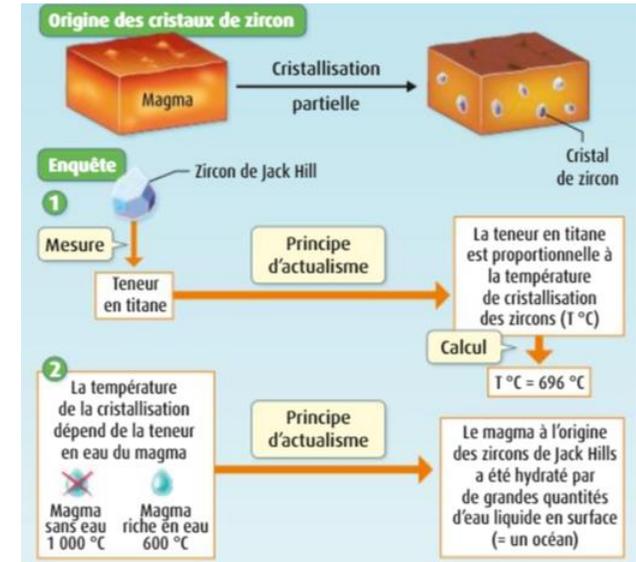


Ressource 1 : Les secrets des zircons

Dans la région de Jack Hills en Australie, on trouve des roches sédimentaires âgées de 3,3 Milliards d'années contenant des minéraux vieux de 4,4 milliards d'années : des zircons. Ce sont les plus anciens matériaux connus à la surface de la Terre. En analysant la teneur en titane de ces zircons, et en utilisant le principe de l'actualisme, il est possible d'en déduire des informations sur leur environnement de formation



Un zircon



Ressource 4 : Évolution de la pression et de la température moyenne depuis l'Hadéen*

Âge terrestre en Ga	Température de surface en °C	Pression atmosphérique en Bar
-4,6	>1500	260
-4,4	350	218
-4,1	250	<10
-3,3	100	4
actuel	15	1

Actuellement les océans ne représentent que 0,025% de la masse totale de la Terre mais ils couvrent 70% de sa surface d'où le nom de « planète bleue » qu'on lui attribue. Leur formation est associée à l'évolution de la composition de l'atmosphère. Même si les conditions qui ont permis la condensation de l'eau restent incertaines, le diagramme des états de l'eau permet d'envisager une hypothèse. Cette hypothèse reste modifiable, dans le futur, en fonction des indices géologiques découverts

Hadéen : Il y a 4,6 milliards d'années, la Terre achève sa formation. Débute alors la première ère géologique.

Chap.1 - Activité 1 – Éléments de correction

Groupe 1 : L'atmosphère primitive.

- ✓ La Terre s'est formée par l'accrétion de gaz et d'éléments de toutes tailles. L'atmosphère primitive provient du dégazage de la Terre.
- ✓ La composition de l'atmosphère primitive peut être déduite de l'analyse des chondrites ou des gaz volcaniques : elle montre une forte teneur en eau (80%) et en dioxyde de carbone (12%), une absence de dioxygène et 5% de diazote. Les comètes et les météorites ont modifié, par leurs apports, la composition de cette atmosphère primitive.
- ✓ La forte teneur en eau de l'atmosphère primitive pourrait provenir de comètes. L'eau de l'atmosphère primitive était à l'état vapeur (donc gazeux).
- ✓ Cette forte teneur en eau, par effet de serre, a dû entretenir une température élevée.

Groupe 2 : L'évolution de l'atmosphère primitive

- ✓ Des zircons de 4.4 Ga ont montré qu'ils n'ont pu se former qu'à partir d'un magma riche en eau. Des rides de courant datées de 2.5 à 4 Ga montrent que de l'eau liquide existait à cette époque. Ce sont des preuves de la présence d'eau à l'état liquide sur Terre
- ✓ Les diminutions de P et de T ont permis à la vapeur d'eau atmosphérique de se condenser sous forme liquide.
- ✓ L'apparition d'eau liquide est datée de 4,4 Ga.

Les précipitations abondantes sont à l'origine de l'hydrosphère (formation des océans) : celle-ci va ensuite permettre la modification de la composition atmosphérique.

