



**Document 3 : l'analyse des gaz contenus dans les météorites.**



Les **chondrites** sont des météorites qualifiées d'indifférenciées : elles proviennent d'astéroïdes de trop petite taille pour avoir subi une différenciation lors de leur formation. On pense donc qu'elles reflètent la composition originelle de la Terre primitive.

En chauffant fortement des chondrites, on provoque leur dégazage. Le *tableau* présente les résultats obtenus.

**Gaz obtenus par chauffage d'une chondrite (en %)**

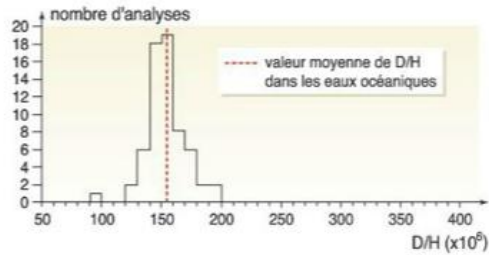
H <sub>2</sub> O .....	80
CO <sub>2</sub> .....	12
N <sub>2</sub> .....	5
Autres gaz (SO <sub>2</sub> ...) .....	3
O <sub>2</sub> .....	0

**Document 4 : La formation des océans.**

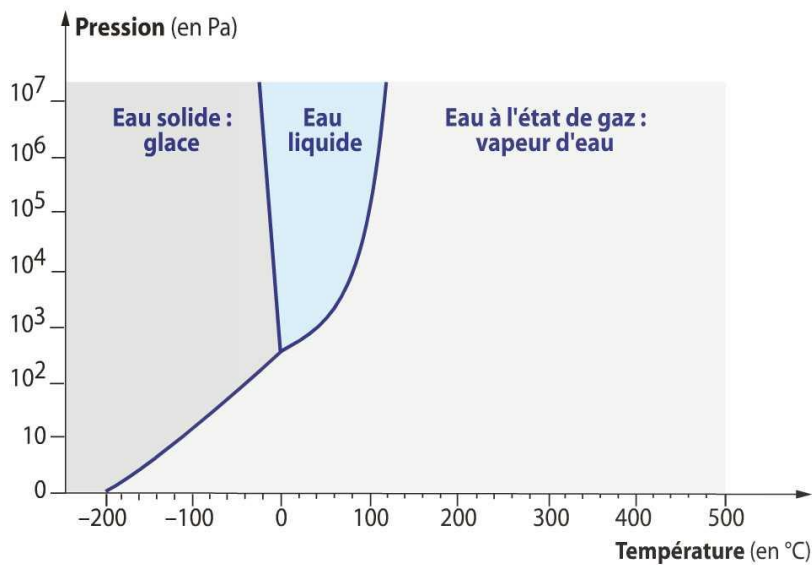


- Des mesures de la proportion des isotopes de l'hydrogène, H et D (deutérium), dans des météorites que l'on récolte actuellement sur Terre (*graphe ci-dessous*) confirment cet apport d'eau extraterrestre. Les spécialistes pensent que la formation des océans a été « rapide ». Que la vapeur d'eau ait été libérée directement lors des collisions de météorites ou secondairement par dégazage intense du manteau supérieur, cette vapeur d'eau a pu se condenser en pluies diluviennes lorsque la température de surface est devenue suffisamment faible. Certains arguments suggèrent qu'un ou des océans existaient déjà quelques 150 Ma après la formation de la Terre.

- La Terre s'étant formée par accréation d'objets célestes, l'eau a nécessairement été apportée par ces objets : les **comètes** (de « grosses boules de neige sale »), les **astéroïdes** et les **météorites**.



**Document 5 : Diagramme d'états de l'eau et évolution de la pression et de la température moyenne sur Terre depuis l'Hadéen.**



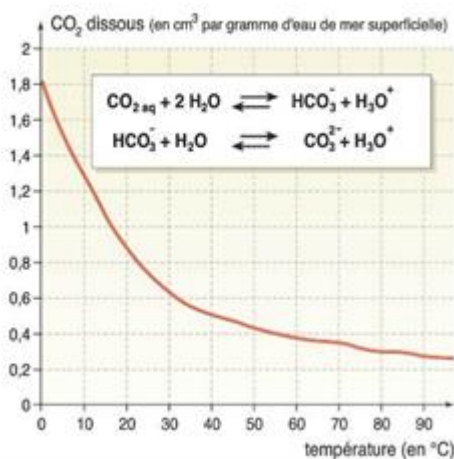
Âge terrestre (Ga)	Température de surface (°C)	Pression atmosphérique (Pa)	Etats de l'eau à compléter
- 4,6	> 1500	$2,6 \cdot 10^7$	
- 4,4	350	$2,18 \cdot 10^7$	
-4,1	250	$10^6$	
-3,3	100	$4 \cdot 10^5$	
(0) Actuel	15	$10^5$	

Déterminer l'état physique de l'eau pour une température et une pression donnée à partir de son diagramme d'état

### Document 6 : Le piégeage massif du CO<sub>2</sub> dans les océans primitifs.

- Le CO<sub>2</sub> est soluble dans l'eau liquide ; cette solubilité dépend notamment de la température de l'eau (*graphique ci-contre*). Dissous dans l'eau, le CO<sub>2</sub> (aq : aqueux) est en fait en équilibre avec des ions hydrogénocarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> d'une part, des ions carbonates CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> d'autre part. Finalement, dans les conditions habituelles de l'eau de mer, CO<sub>2</sub> (aq) ne représente que 1 à 2 % du total, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> représentant 75 à 95 % (suivant le pH). Enfin, en présence d'ions Ca<sup>2+</sup>, se forme du carbonate de calcium CO<sub>3</sub>Ca peu soluble qui précipite et constitue donc une forme de stockage du CO<sub>2</sub>

- Les géologues pensent que ces propriétés du CO<sub>2</sub> vis-à-vis de l'eau ont été déterminantes pour l'évolution de l'atmosphère. Le dégazage initial du manteau a produit une atmosphère très riche en dioxyde de carbone, mais une partie importante de ce gaz a été piégée dès la mise en place de masses d'eau liquide. Il faut remarquer enfin que si le CO<sub>2</sub> atmosphérique a eu un effet de serre important au début de l'histoire de la Terre, son piégeage a contribué à atténuer cet effet et donc à permettre un abaissement de la température.



Devenir de l'eau et du CO<sub>2</sub> atmosphérique identifié.

NB : les carbonates sont des minéraux. Ils rentrent par exemple dans la composition des coquilles calcaires des êtres vivants animaux ou végétaux et peuvent être piégés dans les roches sédimentaires (quand l'être vivant meurt sa coquille tombe au fond de l'eau et l'accumulation forme une roche sédimentaire).