

# Les peintures et les gravures de la grotte Chauvet

**Enseignement scientifique première**

**Durée 1h – 10 points – Thème « Une longue histoire de la matière »**

La grotte Chauvet, découverte en décembre 1994, s'ouvre au pied d'une falaise bordant les gorges de l'Ardèche. Elle contient de nombreuses peintures et gravures mais ne semble pas avoir servi d'habitat car les outils de silex et les restes de faune apportés par les humains sont rares.

Document 1. Photographies de deux œuvres de la grotte Chauvet

1-a Peintures de chevaux,aurochs et rhinocéros



1-b Gravure du hibou moyen-duc



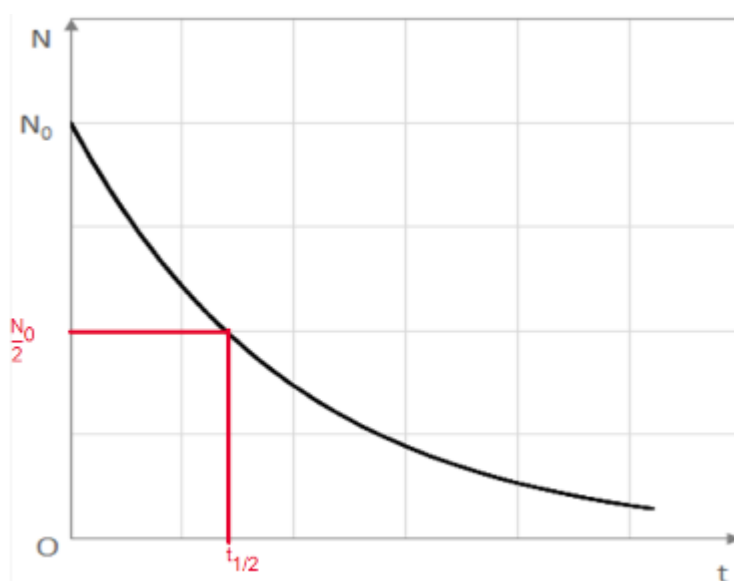
Source : wikipedia

On cherche à associer la peinture de chevaux, aurochs et rhinocéros (document 1-a) à l'une des phases d'occupation de la grotte. Pour cela, on utilise une méthode de datation basée sur la désintégration des noyaux radioactifs.

L'évolution du nombre de noyaux radioactifs d'une composition donnée au cours du temps suit une loi de décroissance représentée dans le document réponse à rendre avec la copie.

**1 –** Rappeler la définition de la demi-vie  $t_{1/2}$  associée à cette désintégration radioactive. Sur le document réponse, faire apparaître la construction graphique permettant de repérer la valeur de la demi-vie du noyau.

La demi-vie d'un élément radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents se soient désintégrés.



La grotte a connu deux phases d'occupation, l'une à l'Aurignacien (entre 37 000 et 33 500 années avant aujourd'hui), l'autre au Gravettien (31 000 à 28 000 années avant aujourd'hui).

Il existe de nombreux noyaux radioactifs mais leur demi-vie est différente (quelques exemples sont donnés dans le document 2).

## Document 2. Différents noyaux radioactifs et leur demi-vie

Noyaux radioactifs	Demi-vie (années)
Uranium 238	$4,4688 \times 10^9$
Uranium 235	$7,03 \times 10^8$
Potassium 40	$1,248 \times 10^9$
Carbone 14	$5,568 \times 10^3$
Iode 131	$2 \times 10^{-2}$

2- Déterminer le noyau radioactif dont la demi-vie est la mieux adaptée pour dater l'occupation de la grotte. Justifier.

Les noyaux d'Uranium 238, d'Uranium 235 et de Potassium 40 ont des demi-vies de l'ordre de  $10^9$  ans. Ces temps sont très grands en comparaison à l'âge de la grotte donc pas adaptés.

Le noyau d'Iode 131 a une demi-vie de l'ordre de  $10^{-2}$  ans. Ce temps sont trop petit en comparaison à l'âge de la grotte donc pas adapté.

Au-delà de 8 demi-vie, la quantité de  $^{14}\text{C}$  présente dans l'échantillon, inférieure à 1 %, est trop faible pour que la méthode puisse être utilisée pour dater un événement.

$$8t_{1/2} = 8 \times 5,568 \cdot 10^3 = 4,454 \cdot 10^4 \text{ ans}$$




Le noyau de carbone 14 est adapté pour dater l'occupation de la grotte.

Le charbon de bois est obtenu à partir du bois, qui est un matériau d'origine végétale. La peinture des chevaux (document 1-a) a été réalisée sur les parois de la grotte avec du charbon de bois.

On rappelle que le carbone radioactif ( $^{14}\text{C}$ ) est présent naturellement dans le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) atmosphérique.

Les végétaux fixent le carbone atmosphérique au sein de leur matière organique grâce à la photosynthèse. Après leur mort ou leur prélèvement par l'être humain, ils n'échangent plus de carbone avec l'atmosphère.

**3-a** Compléter le document réponse représentant la désintégration de  $^{14}\text{C}$  au sein du charbon de bois.

Age	0 ans	5570 ans	11140 ans
			
Pourcentage de $^{14}\text{C}$ par rapport au $^{14}\text{C}$ initial	100%	50%	25%

**3-b** Indiquer si, en principe, la datation pourrait être réalisée avec un échantillon comprenant initialement *un seul* noyau de  $^{14}\text{C}$ , en admettant que l'on dispose d'appareils susceptibles de détecter la présence d'un seul noyau de  $^{14}\text{C}$ .

Nous ne pouvons prédire le moment où un seul noyau de  $^{14}\text{C}$  se désintégrera. De plus la courbe le représentant ne nous donnera aucune indication sur le temps écoulé. En effet : si il est présent nous ne savons pas depuis quand et si il est désintégré nous ne savons pas depuis quand.

En admettant que l'on dispose d'appareils susceptibles de détecter la présence d'un seul noyau de  $^{14}\text{C}$ , la datation ne pourrait pas être réalisée avec un échantillon comprenant initialement un seul noyau de  $^{14}\text{C}$

**4-a** Sachant qu'il ne reste que 2,34 % du  $^{14}\text{C}$  initial dans le charbon de la peinture, donner un encadrement en nombres entiers de demi-vies de la date de la mort du bois qui a servi – sous forme de charbon de bois – à réaliser la peinture.

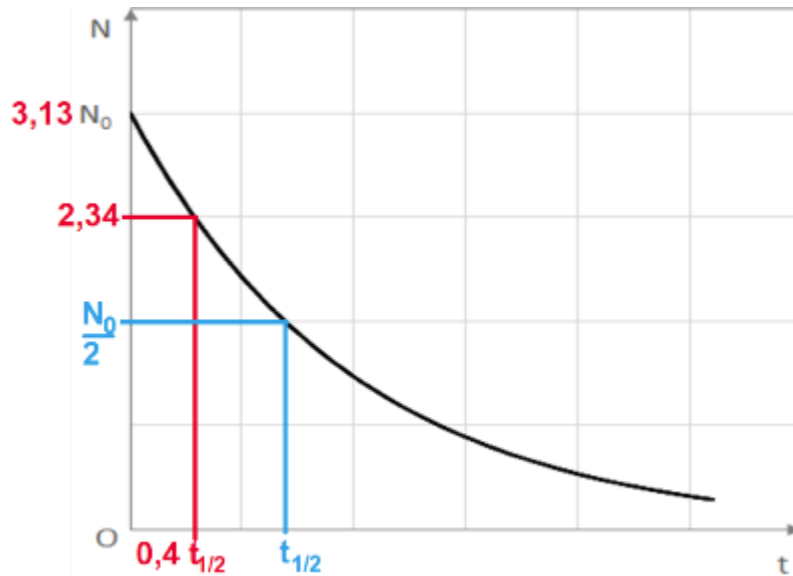
Nombre de demi-vie	Age du charbon (en années)	Pourcentage restant
1	$5,568 \cdot 10^3 = 5568$	100%
2	$2 \times 5568 = 11\,136$	$100/2 = 50\%$
3	$3 \times 5568 = 16\,704$	$50/2 = 25\%$
4	$4 \times 5568 = 22\,272$	$25/2 = 12,5\%$
5	$5 \times 5568 = 27\,840$	$12,5/2 = 6,25\%$
6	$6 \times 5568 = 33\,408$	$6,25/2 = 3,13\%$
7	$7 \times 5568 = 38\,976$	$3,13/2 = 1,57\%$

$$1,57\% < 2,34\% < 3,13\%$$

$$6t_{1/2} < t < 7t_{1/2}$$

La date de la mort du bois qui a servi – sous forme de charbon de bois – à réaliser la peinture est comprise entre 6 et 7 demi-vies.

**4-b** On utilise la figure 1 du document réponse dans laquelle on prend comme origine des âges l'instant correspondant à 5 demi-vies du  $^{14}\text{C}$ , pour lequel  $N_0$  représente 3,13 % du nombre initial de noyaux de  $^{14}\text{C}$  présents dans le charbon de la peinture. Déterminer graphiquement en années la durée nécessaire pour que le pourcentage de  $^{14}\text{C}$  restant dans le charbon de bois passe de 3,13 % à 2,34 %.



la durée nécessaire pour que le pourcentage de  $^{14}\text{C}$  restant dans le charbon de bois passe de 3,13 % à 2,34 % est de  $0,4 t_{1/2}$ .

**4-c** Indiquer si cette peinture a été faite lors de l'occupation à l'Aurignacien ou au Gravettien. Justifier.

La grotte a connu deux phases d'occupation, l'une à l'Aurignacien (entre 37 000 et 33 500 années avant aujourd'hui), l'autre au Gravettien (31 000 à 28 000 années avant aujourd'hui).

$$t = 6t_{1/2} + 0,4 t_{1/2}$$

$$t = 6,4 t_{1/2}$$

$$t = 6,4 \times 5568 \text{ t} = 35\,635 \text{ ans}$$

Cette peinture a été faite lors de l'occupation à l'Aurignacien.

**5** – Au sein de cette grotte, on trouve également des gravures réalisées dans le calcaire (exemple de la gravure du hibou moyen-duc du document 1-b). La méthode précédente ne peut pas être utilisée pour la dater. Proposer une explication.

La gravure du hibou moyen-duc du document 1-b est réalisée dans le calcaire. Or le calcaire ne contient pas de carbone 14.

La peinture des chevaux (document 1-a) a été réalisée sur les parois de la grotte avec du charbon de bois. Avec le carbone 14 nous datons l'âge du charbon de bois et ainsi l'âge de la peinture.

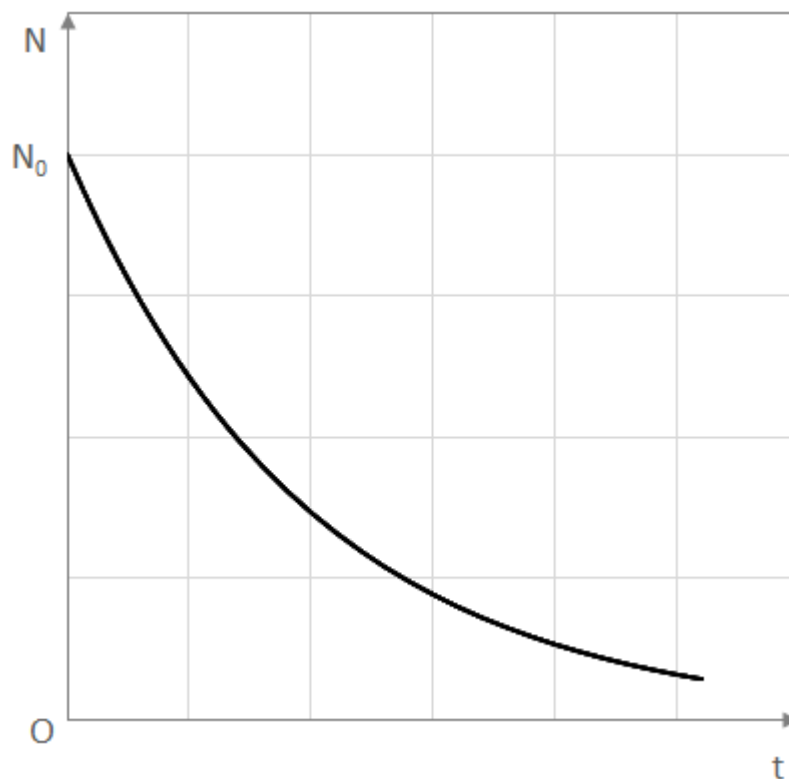
Cependant, la technique de la gravure consiste à retirer de la matière de la roche. En examinant la roche nous datons la roche et pas la gravure.

### **Document réponse à rendre avec la copie**

#### **Les peintures et les gravures de la grotte Chauvet**

#### **Questions 1 et 4-b**



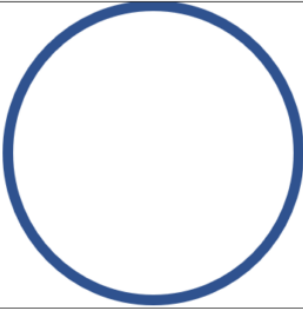
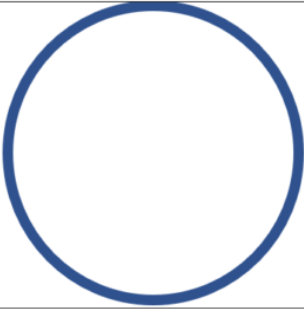
Figure 1. Évolution du nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps



#### **Question 3-a**

Évolution du nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$  dans le charbon de bois au cours du temps



Age	0 ans	5570 ans	11140 ans
Nombre de $^{14}\text{C}$ dans le charbon de bois 			
Pourcentage de $^{14}\text{C}$ par rapport au $^{14}\text{C}$ initial			

Dans la première ligne du tableau, chaque point représente un très grand nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$ .

Compléter cette première ligne avec les nombres de points appropriés.

Compléter la deuxième ligne en indiquant les pourcentages de  $^{14}\text{C}$  restant par rapport à la valeur initiale au moment de la mort.