|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T STL | Physique-chimie et mathématiques | RP |  |
| **La technique de datation au carbone 14** | | |

|  |
| --- |
| **T STI2D** |
|  |

|  |
| --- |
| **T STL** |
|  |

**Activité : La grotte de Lascaux**

|  |  |
| --- | --- |
| **Objectifs** |  |
| * Comprendre la datation par décroissance radioactive. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Prérequis** |  |
| * Activité(s) réalisée(s) avec votre professeur de mathématiques. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Problématique** |  |
| |  |  | | --- | --- | | La **grotte de Lascaux** est l'une des plus importantes [grottes ornées](https://fr.wikipedia.org/wiki/Grotte_orn%C3%A9e) du [Paléolithique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A9olithique) par le nombre et la qualité esthétique de ses œuvres. Elle est parfois surnommée « la [chapelle Sixtine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chapelle_Sixtine) de l'[art pariétal](https://fr.wikipedia.org/wiki/Art_pari%C3%A9tal) ».  Pour déterminer à quelle époque cette grotte a été occupée, les scientifiques ont utilisé la technique de datation au carbone 14 sur des objets découverts dans celle-ci. Cette technique consiste à comparer la quantité de carbone 14 présent dans un organisme ancien avec celle présente dans un organisme similaire vivant, de même masse.  **A quelle époque les peintures de la grotte de Lascaux ont-elles été réalisées ?** |  | | |

**Documents :**

|  |
| --- |
| **Document n°1 : *la datation par le carbone 14 en vidéo (jusqu’à 3min00s, pas après)***  <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/datation-carbone-14.aspx> |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Document n°2 : *production de carbone 14 et évolution de sa teneur***   |  |  | | --- | --- | | Continuellement bombardée par des rayons cosmiques, l’atmosphère est en permanence le siège de réactions nucléaires qui libèrent des neutrons. Ceux-ci réagissent alors, notamment, avec de l’azote pour donner du carbone 14 noté 14C.  Cet isotope radioactif, instable, se transforme alors pour fournir de l’azote 14 suivant la réaction :  Un équilibre entre formation et désintégration du 14C s’établit ainsi. Pour un atome de 14C dans l’atmosphère, on décompte environ mille milliards d’atomes de 12C (isotope stable) : *le rapport 14C/12C vaut donc 1 x 10-12*. | 14C comme 12C sont présents dans l’atmosphère sous forme de dioxyde de carbone, qui est assimilé par les plantes et se dissout dans les lacs et océans. Au cours de sa vie, un être vivant absorbe indifféremment les deux isotopes de carbone. Tant qu’il reste vivant, il présente donc la même proportion de 14C que l’atmosphère. Mais lorsqu’il meurt, les échangent cessent et il n’assimile plus de carbone atmosphérique. Le 14C qu’il contient se désintègre et sa quantité diminue. | |

|  |
| --- |
| **Document n°3 :** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Document n°4 : *la grotte de Lascaux***   |  |  | | --- | --- | | Un échantillon de bois de renne trouvé dans la grotte de Lascaux est analysé par spectrométrie de masse.  L’analyse indique que cet échantillon contient 21 noyaux de carbone 14 pour 2 x 1014 noyaux de carbone 12. |  | |

**Questions :**

1. D’après le doc.2, indiquez quelle est la valeur du rapport 14C/12C dans un organisme vivant ?

Après la mort de cet organisme, indiquez comment évolue la quantité de carbone 12 qu’il contient ? et celle de carbone 14 ?

*Justifiez vos réponses, en une phrase ou deux, à l’aide d’éléments du texte du doc.2.*

1. Si l’on représente les variations du rapport 14C/12C dans un organisme mort au cours du temps, on obtient la courbe de décroissance présentée dans le doc.3 :

* expliquez à quel évènement correspond l’instant t = 0 ;
* évaluez, en justifiant, la demi-vie du carbone 14.

1. En vous mettant dans la peau d’un scientifique chargé de dater l’échantillon de charbon de bois du doc.4, réalisez un « compte-rendu » d’une dizaine de lignes dans lequel :

* vous détaillerez toutes les étapes du protocole expérimental à mettre en œuvre dans la technique de datation au carbone 14 ;
* vous appliquerez ce protocole pour répondre à la problématique posée.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Niveaux de réussite | | | |
|  | A | B | C | D |
| **S’approprier** | *Extraire l’information utile*  *Exploiter un graphique* |  |  |  |  |
| **Analyser/raisonner** | *Établir une stratégie de résolution* |  |  |  |  |
| **Réaliser** | *Effectuer un calcul numérique* |  |  |  |  |
| **Valider** | *Comparer la date estimée à celle communiquée par le professeur en fin d’activité* |  |  |  |  |
| **Communiquer** | *La communication est claire, cohérente avec un vocabulaire scientifique précis*  *Les hypothèses retenues sont clairement explicitées*  *Les étapes de la démarche sont clairement identifiables* |  |  |  |  |
| **Autonomie, travail en groupe** | *Le groupe travaille en autonomie*  *Tous les élèves du groupe sont concernés* |  |  |  |  |

**A quelle époque les peintures de la grotte de Lascaux ont-elles été réalisées ?**

**Réponses :**

1. D’après le doc.2, la valeur du rapport 14C/12C dans un organisme vivant est le même que dans l’atmosphère. Il vaut donc 1 x 10-12.

Après la mort de cet organisme, la quantité de carbone 12 qu’il contient reste la même puisque le carbone 12 est un isotope stable.

La quantité de carbone 14 par contre diminue puisque le carbone 14 est un isotope radioactif instable.

1. Analyse de la courbe de décroissance du 14C (doc.3) :

* L’instant t = 0 correspond à l’instant où l’organisme meurt. C’est à partir de cet instant que le nombre de noyaux de carbone 14 dans l’organisme diminue.
* Lorsque le nombre de noyaux de carbone 14 dans l’organisme aura diminué de moitié, le rapport 14C/12C aura lui aussi été divisé par deux (la quantité de carbone 12 reste constante).

D’après la courbe, la demi-vie du carbone 14 est : t1/2 = 5750 ans environ.

1. Compte-rendu scientifique - détermination de l’époque à laquelle les peintures de la grotte de Lascaux ont été réalisées :

|  |
| --- |
| *La méthode de datation d’un échantillon repose sur la mesure du rapport 14C/12C dans cet échantillon.*  *Le protocole expérimental à mettre en œuvre est le suivant :*   * *déterminer expérimentalement le nombre de noyaux de carbone 14 et le nombre de noyaux de carbone 12 dans l’échantillon étudié (spectrométrie de masse) ;* * *calculer le rapport 14C/12C correspondant ;* * *reporter cette valeur sur la courbe de décroissance du carbone 14 afin de déterminer graphiquement l’âge de l’échantillon.*   *Application : datation de l’échantillon de bois de renne trouvé dans la grotte de Lascaux*  *D’après le doc.3, à l’instant où l’analyse est effectuée, le rapport 14C/12C vaut :*  *Reportons cette valeur sur la courbe de décroissance du carbone 14 :*    *En faisant l’hypothèse que les peintures de la grotte de Lascaux ont été réalisées à l’époque où ce renne est mort (repas des hommes qui habitaient la grotte), on peut estimer qu’elles ont environ 19 000 ans.* |

*Remarques :*

* *l’âge déterminé est en réalité « l’âge carbone 14 » mais pas l’âge réel de l’objet (cf. vidéo doc.1 après 3min00) ;*
* *j’ai décidé de ne pas introduire cette notion pour simplifier l’étude ;*
* *D’après Wikipedia, « L'****âge*** *des peintures et des gravures qu'elle renferme est estimé à environ 18 000 ans ».*