

## DST SVT n°3

Durée 1h15

### Synthèse

Le soleil peut avoir des « bouffées » : éruption, éjection de masse coronale... Ce sont les tempêtes solaires. Au cours de ces tempêtes, des myriades de particules électriquement chargées sont propulsées dans l'espace. En atteignant la Terre, elles forment dans l'atmosphère un surplus de carbone 14. Et si la quantité de matière éjectée est colossale, il se peut que ce  $^{14}\text{C}$  surnuméraire soit si abondant qu'on le détecte dans le bois. C'est ainsi qu'en étudiant du bois, une équipe franco-britannique a publié le 9 octobre 2023 une étonnante découverte : une exceptionnelle tempête solaire, indétectée jusqu'alors, s'est produite il y a 14 300 ans.

Extrait de <https://www.lemonde.fr>, 16 octobre 2023

Le carbone 14 peut aussi être utilisé pour dater la matière organique morte. C'est d'ailleurs l'utilisation la plus courante.

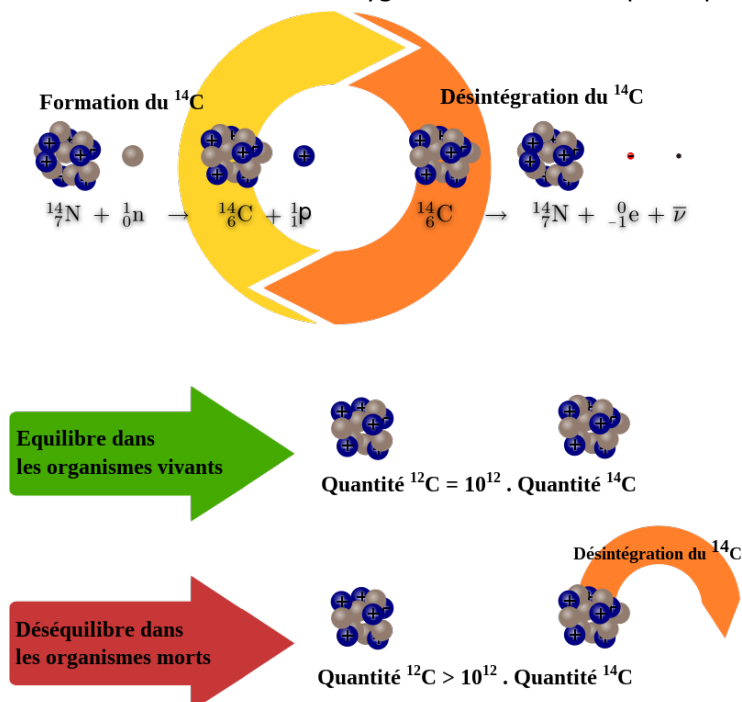
**Expliquer comment, à partir du  $^{14}\text{C}$  formé dans l'atmosphère, il est possible de donner un âge à la matière organique du bois des végétaux morts.**

*Vous rédigerez un texte argumenté. On attend des expériences, des observations, des exemples pour appuyer votre exposé et argumenter votre propos.*

*Le document est conçu comme une aide : il peut vous permettre d'illustrer votre exposé mais son analyse n'est pas attendue.*

### Document. Le principe physique (désintégration et formation) de la méthode du radiocarbone pour la détermination de l'âge

Le carbone 14 est radioactif, et est présent de manière à peu près stable dans l'atmosphère : sa désintégration progressive est en permanence compensée par la formation de nouveaux atomes, grâce aux rayons cosmiques qui atteignent la Terre constamment. Au terme d'une cascade de réactions, des atomes d'azote voient un neutron prendre la place d'un proton dans leur noyau, ce qui les transmute en atomes de carbone 14. Le carbone 14 se combine alors avec l'oxygène de notre atmosphère pour former du  $^{14}\text{CO}_2$ .



Demi-vie du  $^{14}\text{C}$  : 5730 ans

D'après <https://fr.wikipedia.org>, consulté le 9 novembre 2023

## Attendu

### Compréhension globale.

Le carbone 14 intégré dans le CO<sub>2</sub> atmosphérique est assimilé par les plantes lors du processus de photosynthèse. On le retrouve donc dans les molécules organiques du bois.

A la mort de l'organisme, le système se ferme (le <sup>14</sup>C n'est plus renouvelé), et la désintégration commence. La mesure du <sup>14</sup>C restant dans la matière organique des végétaux morts donne un âge au bois mort.

### Éléments de correction.

- Le carbone 14 est un isotope radioactif du carbone qui se forme en permanence dans la haute atmosphère de la Terre à partir de l'azote 14. Sa période (demi-vie) radioactive est de 5 730 ans. Une fois formé, il se combine à l'oxygène pour former du <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>. (indiqué dans le sujet)
- Le CO<sub>2</sub> est ensuite utilisé par les plantes lors de la photosynthèse. Il entre dans la feuille par les stomates, structures foliaires à ouverture variable. Il est possible de visualiser ces stomates au microscope photonique via la réalisation d'empreintes stomatiques ou d'épidermes. Il est aussi possible de corréliser l'ouverture des stomates à l'incorporation de CO<sub>2</sub> dans les molécules organiques.
- Dans la feuille, le CO<sub>2</sub> pénètre dans les cellules du parenchyme foliaire, où il va être réduit lors de la deuxième phase de la photosynthèse, la phase chimique, qui a lieu dans le stroma des chloroplastes. C'est ainsi que cette phase qui se déroule sous forme de cycle (cycle de Benson Calvin) utilise des produits synthétisés lors de la première phase de la photosynthèse (phase photochimique, utilisation de coenzymes réduits et d'ATP synthétisés grâce à l'énergie lumineuse), et aboutit à la synthèse de molécules organiques (glucose par exemple). On peut l'illustrer avec le dispositif Lollipop qui utilise justement du <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> pour marquer les molécules organiques produites (APG puis glucose par exemple). Les molécules organiques synthétisées vont donc aussi naturellement incorporer du <sup>14</sup>C en faible quantité à partir du <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> atmosphérique.
- Le glucose va ensuite servir à synthétiser la cellulose (polymère de glucose) qui constitue la paroi végétale des cellules, et donc celle du bois, ainsi que des métabolites secondaires comme la lignine (synthétisée à partir de phénylalanine elle-même issue des produits de la photosynthèse), qui elle aussi constitue le bois. Ce dernier contiendra donc aussi du <sup>14</sup>C.
- Une fois l'organisme mort, le métabolisme cesse : il n'y a plus d'échange avec le milieu extérieur : le <sup>14</sup>C n'est plus renouvelé. Le système est alors fermé. La décroissance de la quantité de <sup>14</sup>C contenue dans la matière organique débute de manière continue et irréversible en suivant une loi exponentielle  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$  (que l'on peut traduire sous forme de courbe). Le stock de <sup>14</sup>C est ainsi divisé par 2 tous les 5 730 ans : c'est la demi-vie.
- Il est alors possible de dater le bois (plus exactement les molécules organiques du bois) en mesurant la quantité restante de <sup>14</sup>C (ou du rapport <sup>12</sup>C/<sup>14</sup>C), par exemple par spectrométrie de masse.
- On peut dater jusqu'à environ 10 demi-vies, soit 50 000 ans.

### Grille de notation (8 points) : rédaction d'un texte argumenté répondant à la question scientifique posée

Construction scientifique complète (les grandes parties sont présentes) et logique par rapport au sujet		Construction scientifique logique mais incomplète par rapport au sujet		Construction scientifique non logique et incomplète par rapport au sujet	
<b>Connaissances complètes et exactes</b> ; arguments exacts, suffisants et pertinents (bien associés ou à propos).	<b>Connaissances complètes et exactes</b> étayées par des arguments exacts mais avec des arguments manquants ou erreurs dans les arguments présentés OU <b>Connaissances incomplètes mais exactes</b> et associées à des arguments recevables (exactes et à propos)	<b>Connaissances incomplètes</b> et toutes ne sont pas étayées par des arguments OU les arguments ne sont pas exacts ou pertinents (non ou mal associés ou non à propos)	De rares éléments exacts pour répondre à la question posée (Connaissances et arguments)	Aucun élément (connaissances et arguments) pour répondre correctement à la question	
<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
				<b>2</b>	<b>1</b>
					<b>0</b>

La qualité de l'exposé permet de discriminer les points attribués.