

## Activité n°3 : Applications de la radioactivité

*La radioactivité est un phénomène naturel découvert à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle par des scientifiques français. Dans les esprits la radioactivité est uniquement dangereuse et peut causer la mort mais elle offre aussi beaucoup d'applications.*

### Application 1 : datation au Carbone-14

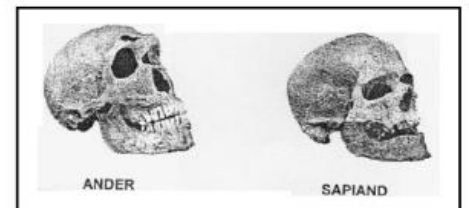
*La datation par le carbone 14 permet d'estimer l'âge de vestiges archéologiques, peintures rupestres, sédiments... Son principe : utiliser les propriétés de décroissance radioactive de l'isotope  $^{14}\text{C}$ , atome présent dans toute matière organique et dans les carbonates. Cette technique est utilisée pour dater des objets de quelques centaines d'années à 50 000 ans environ.*



**Objectif :** comprendre le principe de la datation au carbone 14 et élucider un homicide.

### Enquête sur un homicide

Deux squelettes ont été retrouvés à 2 mètres l'un de l'autre lors de travaux de construction d'un parc aquatique. Ils ont été baptisés Sapiand et Ander. Sapiand présente manifestement les signes crâniens d'une mort violente et les spécialistes s'interrogent : Ander a-t-il massacré Sapiand ? Il semble qu'ils aient tous les deux vécus au même endroit, mais y étaient-ils en même temps ? Ont-ils pu se rencontrer ?



À vous d'aider les enquêteurs à répondre à ces questions en utilisant la méthode de la datation au carbone 14 ! Votre réponse devra être détaillée et clairement justifiée.

### Document : Le carbone contenu dans les êtres vivants

Dans le cycle du carbone, l'élément carbone est présent sous forme de :

- Deux isotopes stables : le carbone 12 (majoritaire), le carbone 13 (minoritaire) ;
- Un isotope instable : le carbone 14 (très minoritaire).

Le temps de demi-vie du carbone 14 est de l'ordre de 5530 ans. Il est continuellement produit dans la haute atmosphère grâce à des réactions nucléaires entre les noyaux des atomes d'azote 14 de l'air et des neutrons d'origine cosmique.

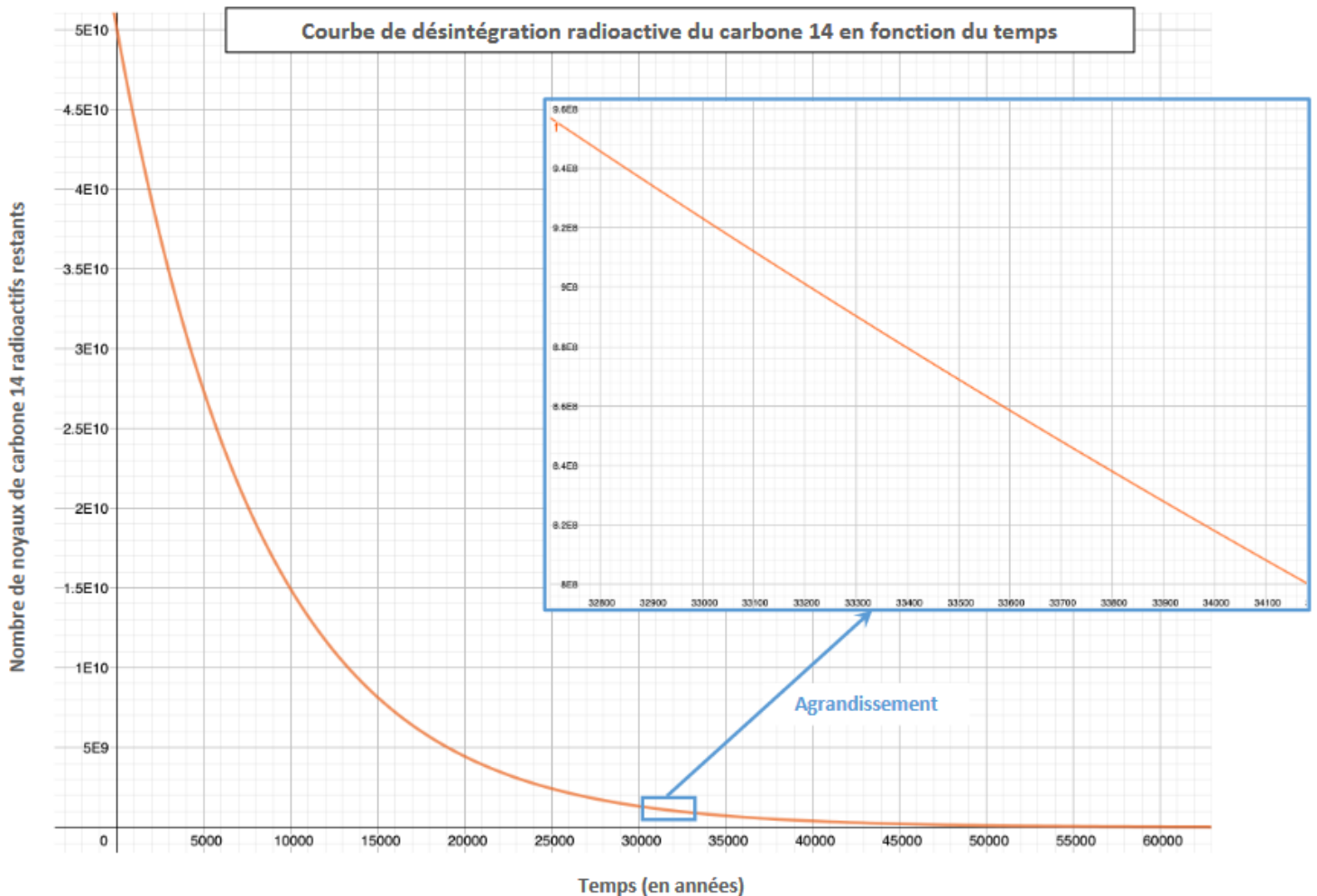
Le carbone 14 formé réagit rapidement avec le dioxygène de l'air pour former du dioxyde de carbone,  $\text{CO}_2$ . Tous les organismes vivants échangent du dioxyde de carbone avec l'atmosphère par la respiration et l'alimentation. Ils fixent le carbone 14 dans leurs tissus jusqu'à leur mort, à une teneur égale à celle de l'atmosphère.

Après la mort, l'absorption et le rejet de dioxyde de carbone s'arrêtent. Le carbone 14 qu'ils contiennent n'est plus renouvelé par ces échanges avec l'environnement, et sa quantité diminue suite au phénomène de désintégration radioactive. C'est la propriété qui est utilisée dans la datation au carbone 14.

Les résultats de l'analyse des ossements d'Ander et de Sapiand par la méthode du carbone 14 sont consignés dans le tableau ci-contre.

Nature des échantillons sélectionnés	Nombre de noyaux de carbone 14 restants
Ossements de Sapiand	$8,2 \times 10^8$
Ossements d'Ander	$9,4 \times 10^8$

E10 signifie « fois 10 puissance 10 » c'est-à-dire «  $\times 10^{10}$  »

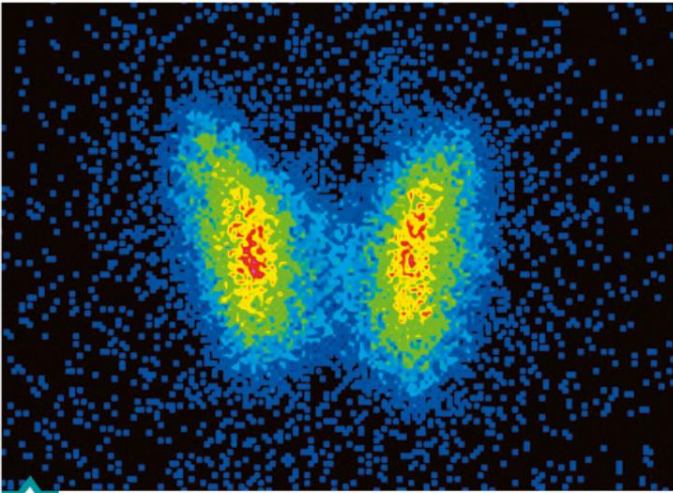


### Application 2 : Imagerie médicale

La thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier son fonctionnement on procède à une scintigraphie thyroïdienne. Il s'agit d'un examen d'imagerie médicale qui nécessite l'injection d'un produit radioactif.

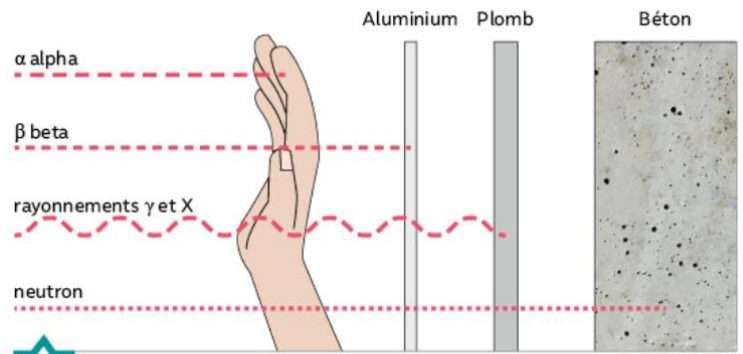
#### a. Principe de la scintigraphie

La radioactivité est très utilisée en imagerie médicale (radiographie, scintigraphie, tomographie...). Lors d'une scintigraphie, une faible dose de noyaux radioactifs peu irradiants est injectée au patient. Les noyaux injectés présentent une affinité avec l'organe à analyser et se fixent sur lui. Une caméra sensible aux rayonnements émis par les noyaux prend ensuite des clichés de l'organe.



**b. Scintigraphie de la glande thyroïde**

Lors de cet examen, une dose d'iode-123 contenant  $N_0 = 1,0 \times 10^{12}$  noyaux est injectée au patient. La demi-vie de l'iode-123 est  $t_{1/2} = 13,2$  heures.



**c. Pouvoir pénétrant des rayons radioactifs**

Les rayonnements  $\gamma$  sont plus pénétrants que les particules  $\alpha$  et  $\beta$ , mais moins ionisants donc moins dangereux pour l'être humain. Les rayonnements X et  $\gamma$  sont des ondes électromagnétiques, comme la lumière visible. Ils diffèrent par leurs valeurs des longueurs d'onde (comprises entre  $10^{-11}$  m et  $10^{-8}$  m pour le rayonnement X).

- 1) Préciser la nature du rayonnement détecté par la caméra lors d'une scintigraphie.
- 2) Comment peut-on se protéger des particules  $\beta$  ? Comment peut-on se protéger des rayonnements X et  $\gamma$  ?
- 3) Compléter les graduations des ordonnées et des abscisses du graphique ci-dessous en vous aidant des données du doc.b.
- 4) Combien de noyaux non désintégrés restent-ils au bout de deux jours environ ?
- 5) Citer les critères que doit remplir un élément chimique pour une scintigraphie.

