

Partie :
santé



**La radioactivité,
Prévention et soins**

cours

		Date :
Partie : santé 	La radioactivité, Prévention et soins	cours

Livre Nathan pages 219 à 232

Faire l'activité évaluation diagnostic

A. LES NOYAUX ATOMIQUES

Faire l'activité n°1

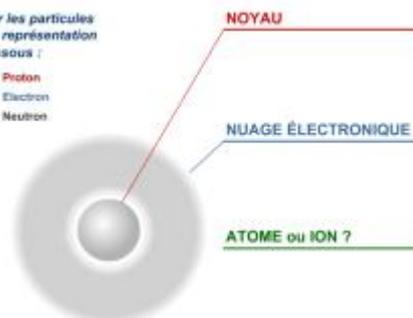
Voir l'animation :

http://www.ostralo.net/3_animations/swf/entite_monoatomique.swf

LES ENTITÉS CHIMIQUES MONO-ATOMIQUES

Placer les particules sur la représentation ci-dessous :

- Proton
- Electron
- Neutron



1. QUELQUES DEFINITIONS

En vous servant de vos connaissances, compléter le texte suivant :

L'atome est formé d'un et d' qui gravitent autour. Le noyau est chargé, les négativement. L'atome est électriquement

Le noyau est assimilable à une dont le diamètre est de 10000 à 100000 fois plus que celui de l'atome, mais il renferme la quasi totalité de la masse de l'atome (plus de 99,9 %).

Le noyau renferme des et des qui ont des voisines de $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Le porte une charge positive de valeur $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Le ne porte pas de charge électrique.

Les protons et les neutrons, comme constituant du noyau, sont appelés les Z, numéro, correspond au nombre de contenus dans le noyau., nombre de masse, correspond au nombre de contenus dans le noyau. Le nombre de neutrons contenus dans le noyau s'obtient par ; il vaut

Un nucléide regroupe un ensemble d'atomes possédant des noyaux identiques. Il est caractérisé par les deux nombres et On le note où X est le symbole de l' correspondant.

Un élément est constitué par des nucléides de même atomique Z.

On appelle, des nucléides qui ont même Z mais qui diffèrent par leurs valeurs de A.



Deux nucléides ont même nombre de, ils diffèrent par leurs nombres de Ils peuvent avoir des propriétés très différentes : l'un peut être stable alors que l'autre ne l'est pas. La stabilité dépend du nombre de nucléons

TERM STI2D	Physique Chimie	Date :
Partie : santé	La radioactivité, Prévention et soins	cours

2. EXERCICE D'APPLICATION

On donne les nucléides suivants identifiés par les couples (Z, A) :

(38, 94) ; (54, 139) ; (92, 235) ; (38, 95) ; (54, 140) ; (93, 238) ; (92, 238)

- 1) Préciser la signification des lettres Z et A.
- 2) Déterminer les nucléides isotopes.
- 3) En utilisant le tableau extrait de la classification périodique des éléments, identifier parmi les nucléides cités ceux qui sont isotopes de l'uranium U.

${}_{90}\text{Th}$	${}_{91}\text{Pa}$	${}_{92}\text{U}$	${}_{93}\text{Np}$	${}_{94}\text{Pu}$
Thorium	protactinium	uranium	neptunium	plutonium

4) Ecrire les symboles des nucléides correspondants et préciser la composition de leur noyau respectif.

5) Quel est l'isotope le plus léger ?

6) L'isotope le plus léger représente 0,7 % de l'uranium naturel, l'autre 99,3 %. Si l'on dispose de 2000 noyaux d'uranium naturel, combien de noyaux lourds a-t-on ? Combien de noyaux légers a-t-on ?

B. LA RADIOACTIVITE

1. UNE SURPRISE POUR UN PHYSICIEN DE LA FIN DU XIX^{ème} SIECLE ...

En 1896, le physicien français Henri Becquerel (1852-1908) avait rangé sa plaque photographique près de sels d'uranium qu'il était en train d'étudier. Quelle ne fut pas sa surprise quand il s'aperçut que le film photographique avait été impressionné sans avoir été exposé à la lumière. Il en déduit que l'uranium émettait des rayonnements invisibles ressemblant aux rayons X découverts, l'année précédente, par Wilhelm Roentgen, physicien allemand, et découvre ainsi la radioactivité.

Marie Curie (1867-1934) et Pierre Curie (1859-1906) se consacrent à l'étude de la radioactivité et découvrent deux corps radioactifs : le radium et le polonium. Ces travaux leur valent le prix Nobel de physique en 1903, qu'ils partagent avec Henri Becquerel. Marie Curie obtient encore le prix Nobel de chimie en 1911.



Marie Curie

TERM STI2D	Physique Chimie	Date :
Partie : santé 	La radioactivité, Prévention et soins	cours

2. QU'EST-CE-QUE LA RADIOACTIVITE ?

La radioactivité provient de la structure minuscule nichée au centre de l'atome : le noyau. La plupart du temps, ce noyau constitue un édifice stable. Mais pour certains d'entre eux l'équilibre est imparfait : ils changent d'état (on dit qu'ils se désintègrent), en rayonnant au passage une énergie considérable et une particule.

Les éléments constitués d'atomes ayant des noyaux instables sont des "éléments radioactifs" ou "radioéléments".

Des éléments radioactifs existent dans la nature ; le plus connu est l'uranium U que l'on extrait de certains gisements miniers mais qui se trouve à l'état de traces dans presque tous les sols. D'autres, moins connus sont pourtant très répandus dans la nature : c'est le cas du potassium ^{40}K que l'on trouve dans presque tous les organismes vivants.

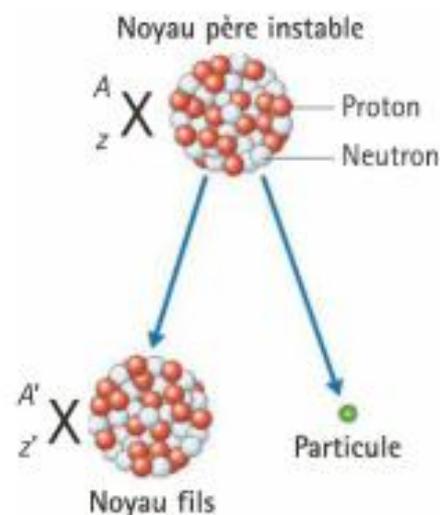
Il existe des éléments radioactifs qui sont produits artificiellement, en particulier dans les centrales nucléaires : c'est le cas de l'iode ^{131}I , du césium ^{137}Cs et du plutonium ^{239}Pu .

L'énergie produite par une désintégration radioactive peut être utilisée à différentes fins : production d'électricité, usage médical ou militaire... L'action des rayonnements sur les matériaux et sur l'homme peut avoir des effets désastreux.

3. LES PARTICULARITES DE LA RADIOACTIVITE

Pour un élément radioactif, la désintégration est un phénomène :

- **nucléaire** : c'est-à-dire ne concernant que le noyau de l'atome,
- **unique** : chaque noyau ne peut se désintégrer qu'une fois,
- **spontané** : la désintégration ne nécessite aucune intervention extérieure ,
- **incontrôlable** : il est impossible d'arrêter une désintégration,
- **aléatoire** : le moment où débute la désintégration d'un noyau est indéterminé.

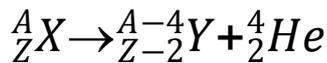
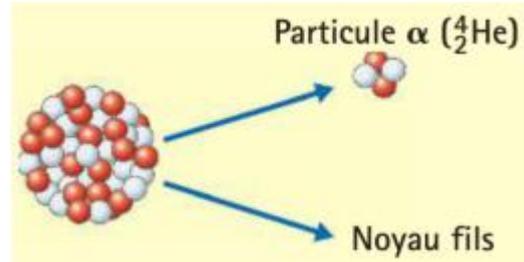




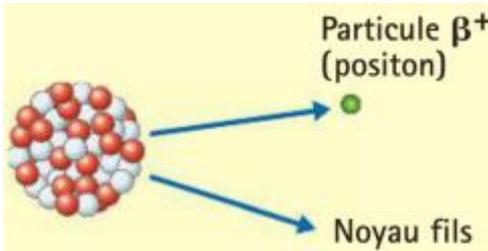
4. QUELLE EST LA NATURE DES RAYONNEMENTS RADIOACTIFS ?

Lors de sa désintégration, un noyau peut émettre différents types de rayonnements :

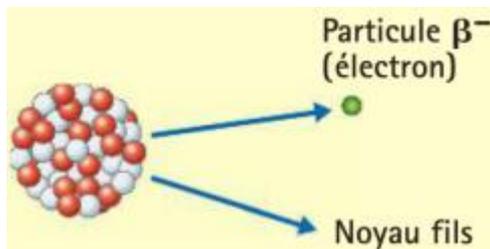
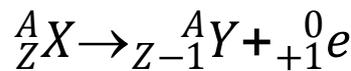
- le rayonnement alpha (α) : il se traduit par l'émission de deux protons et de deux neutrons formant un noyau d'hélium appelé particule α .



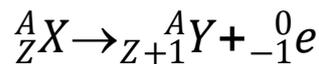
- le rayonnement bêta (β) : On distingue deux types de rayonnements β :



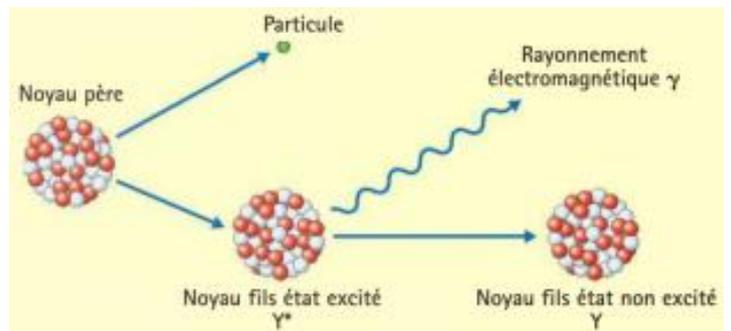
- le rayonnement β^+ : il se traduit par l'émission d'un positon qui provient de la transformation d'un de ses protons en neutron.



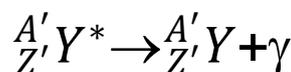
- le rayonnement β^- : il se traduit par l'émission d'un électron qui provient de la transformation d'un de ses neutrons en proton.



- le rayonnement gamma (γ) : il s'agit d'un rayonnement électromagnétique, de même nature que la lumière, les ondes radios ou les rayons X mais bien plus intense et énergétique. On peut lui associer un photon d'énergie ΔE



- Ces rayons γ sont produits à la suite d'une désintégration α ou β lorsque le noyau fils est dans un état excité et cède de l'énergie pour revenir à son état fondamental (non excité). La longueur d'onde (en m) émise est : $\lambda = h \frac{c}{\Delta E}$



[film](#) Faire l'activité l'uranium et ses descendants

		Date :
Partie : santé 	La radioactivité, Prévention et soins	cours

c) évolution de la radioactivité en fonction du temps

1) activité radioactive

L'activité d'une source radioactive correspond au nombre d'atomes radioactifs qui se désintègrent par unité de temps. Le becquerel (Bq) est l'unité pour l'activité d'une source. Un becquerel correspond à une désintégration par seconde. Ce nom a été donné en hommage au physicien français Antoine Henri César Becquerel (1852-1908).

2) demi-vie

la demi-vie est la durée notée $t_{1/2}$ au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs d'un échantillon s'est désintégrée. L'activité $A(t)$ de l'échantillon est alors divisée par 2.

Radionucléide	Demi-vie $t_{1/2}$
Uranium 238	$4,5 \times 10^9$ ans
Carbone 14	5 600 ans
Radium	1 620 ans
Césium 137	30 ans
Iode 131	8,1 jours
Polonium 212	3×10^{-7} s

▲ Exemple de valeurs de demi-vie.

3) loi de décroissance radioactive

L'activité d'un échantillon radioactif décroît au cours du temps de façon exponentielle :

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

Attention ! le λ dans cette formule n'a rien à voir avec la longueur d'onde !

Radionucléide	Constante radioactive λ
Uranium 238	$1,5 \times 10^{-10}$ an ⁻¹
Carbone 14	$1,2 \times 10^{-4}$ an ⁻¹
Radium	$6,2 \times 10^{-4}$ an ⁻¹
Césium 137	$2,3 \times 10^{-2}$ an ⁻¹
Iode 131	0,12 jour ⁻¹
Polonium 212	3×10^6 s ⁻¹

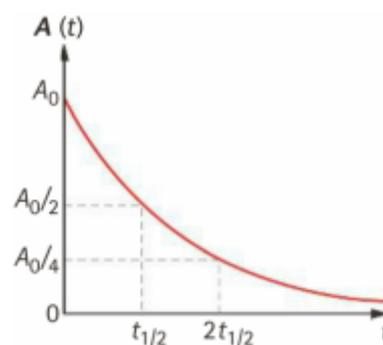
▲ Exemples de valeurs de constante radioactive.

le nombre moyen de noyaux radioactifs $N(t)$ d'un échantillon est lié à l'activité par la relation :

$$A(t) = \lambda \times N(t)$$

la demi-vie est égale à :

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$



faire l'activité Carbone14



D) LES DANGERS DE LA RADIOACTIVITE

Le corps humain peut être soumis aux rayonnements radioactifs par irradiation externe ou par contamination (inhalation ou ingestion de substances radioactives).

Ces rayonnements ionisants provoquent la mort des cellules irradiées et des modifications de l'ADN peuvent conduire à des cancers et des leucémies.

1) caractéristiques des particules radioactives

a) caractéristique de la radioactivité alpha

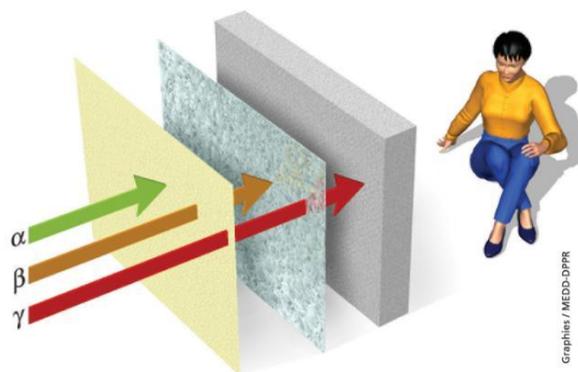
Les particules alpha sont très ionisantes et dangereuses mais pénètrent peu la matière et une feuille de papier permet de les arrêter.

b) caractéristique de la radioactivité bêta -

Les électrons éjectés ont une grande énergie mais une simple feuille d'aluminium les arrête. Ils ne peuvent parcourir que quelques mètres dans l'air.

c) caractéristique de la radioactivité bêta +

Le positon est l'antiparticule e^- de l'électron et s'annihile (disparaît) lorsqu'ils se rencontrent, e^- , donnant un rayonnement γ . Ainsi les particules β^+ sont rapidement absorbées dès leur émission. Seuls les radionucléides artificiels peuvent émettre des radiations β^+ .



Graphies / MEDD-DPFR

c) caractéristique des rayons γ

De très courte longueur d'onde ces rayons possèdent une très grande énergie, traversent le corps humain, et une grande épaisseur de béton ou de plomb. Il est nécessaire de s'en protéger

2) grandeurs utilisées pour la surveillance et la protection des personnes

La dose absorbée notée D est utilisée pour caractériser les expositions ponctuelles, accidentelles ou liées à un traitement médical :

$$D = \frac{E}{m}$$

D : dose absorbée en Gray (Gy)

E : énergie des rayonnements radioactifs reçue par un corps en Joule

m : masse du corps en kilogrammes

L'équivalent dose noté ED

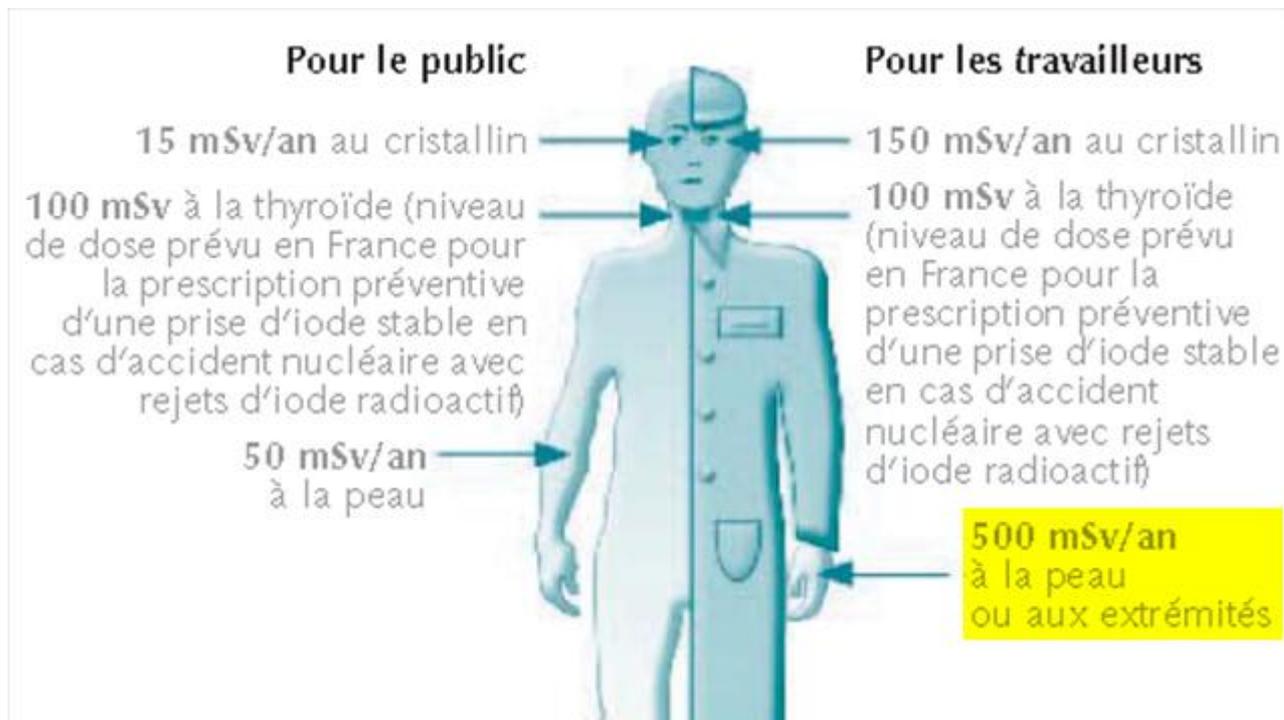
Cette grandeur permet de tenir compte de la nature des rayonnements et de leur effet sur les tissus du corps humain :

$$ED = Fq \times D$$

ED : équivalent dose en Sievert (Sv)

Fq : facteur de pondération (1 pour les rayons gamma, 20 pour les particules alpha)

D : dose absorbée en Gray (Gy)



3) La protection des personnes

Des mesures de protection permettent de limiter les risques d'irradiation dangereuse :

-se tenir éloignés des sources de rayonnements car leur intensité diminue avec la distance.

-Disposer des écrans protecteurs entre la source de rayonnements et les personnes, comme des murs de béton, des parois en plomb, des vitres spéciales.

-Diminuer au maximum la durée de l'exposition au rayonnement.

-Mesurer et suivre la dose annuelle reçue par les personnes exposées avec des dosimètres.

	Physique Chimie	Date :
Partie : santé 	La radioactivité, Prévention et soins	cours

E) Utilisations de la radioactivité.

1) La scintigraphie

La scintigraphie ou gammagraphie est un examen qui permet de visualiser un organe (comme le cœur, les poumons, la thyroïde ou les reins), mais aussi et surtout de contrôler son fonctionnement en repérant dans l'organisme un produit émetteur de rayon gamma qui se fixe sur un tissu particulier.



Elle est complémentaire d'autres examens comme l'échographie et l'IRM et permet aux médecins de compléter leur diagnostic.

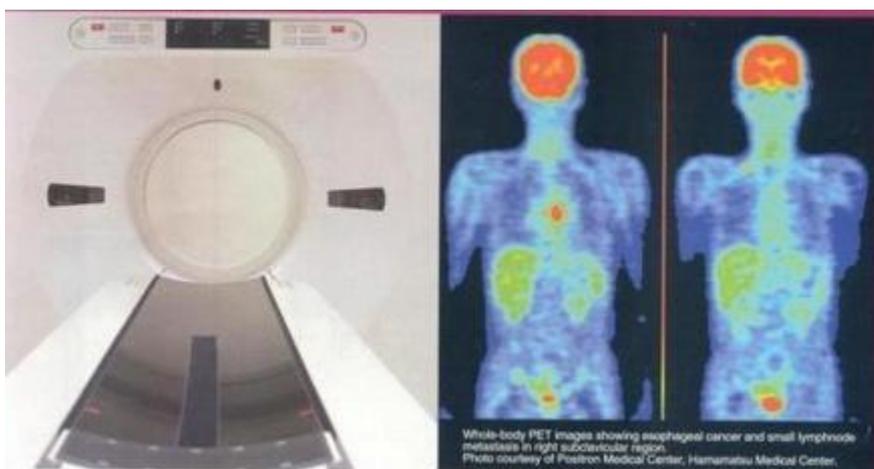
La scintigraphie se déroule de la façon suivante :
On vous injecte une faible dose de produit radioactif ou "radiotraceur" émetteur de rayons gamma. Vous attendez un certain temps entre l'injection et la prise de cliché ; ce délai peut varier de quelques minutes à plusieurs heures voire plusieurs jours
On réalise les clichés de l'organe concerné grâce à un appareil appelé gamma caméra.



2) La tomographie

Une tomographie par émission de positon (TEP) est un examen d'imagerie médicale adaptée au dépistage et au suivi des cancers. On injecte au patient, par voie intraveineuse, un traceur faiblement radioactif, le [18F]-fluorodésoxyglucose (FDG), molécule semblable au glucose, qui comporte un isotope du fluor émetteur de radioactivité bêta plus. Cette molécule va se fixer au niveau des tissus cancéreux dont la consommation cellulaire est en cause et augmentée. Le

traceur émet des positons qui s'annihilent avec les électrons du tissu biologique après un trajet de l'ordre du millimètre. Chaque annihilation produit deux photons gamma de même énergie chacun, qui s'éloignent l'un de l'autre en ligne droite dans des sens opposés. La détection de ces deux photons par une couronne de détecteur installé autour du patient permet de connaître la ligne droite sur laquelle s'est produite l'annihilation. La caméra TEP permet alors de construire une image tridimensionnelle qui fait apparaître en couleurs les zones de forte concentration du traceur.





3) le traitement des cancers

La radiothérapie est un traitement local des cancers. Elle consiste à utiliser des rayonnements pour détruire les cellules cancéreuses en bloquant leur capacité à se multiplier.

L'irradiation a pour but de détruire les cellules cancéreuses tout en préservant le mieux possible les tissus sains et les organes avoisinants.



Plus de la moitié des patients atteints d'un cancer sont traités par radiothérapie à une étape de leur parcours de soin.

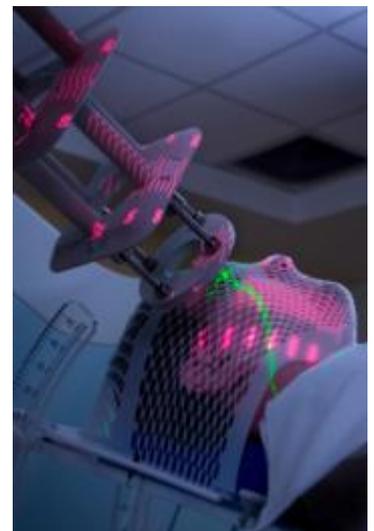
On distingue la radiothérapie externe, la curiethérapie et la radiothérapie métabolique :

- dans la radiothérapie externe, les rayons sont émis en faisceau par une machine située à proximité du patient ; ils traversent la peau pour atteindre la tumeur.
- dans la curiethérapie, des sources radioactives sont implantées directement à l'intérieur du corps de la personne malade.
- Il existe une troisième modalité de radiothérapie, la radiothérapie métabolique. Elle consiste à administrer, par voie orale (boisson ou capsule) ou par injection intraveineuse, une substance radioactive, qui se fixe préférentiellement sur les cellules cancéreuses pour les détruire.

La radiothérapie métabolique est utilisée pour traiter certains cancers de la thyroïde, la maladie de Vaquez et certaines métastases osseuses.



Image montrant un rayonnement de protons irradiant une tumeur du cerveau (cerclée de blanc)



TERM STI2D	Physique Chimie	Date :
Partie : santé 	La radioactivité, Prévention et soins	cours

4) La stérilisation

La radio stérilisation est un procédé de stérilisation très fiable et très intéressant. Il n'utilise pas de gaz toxiques, ni de vapeur, ni de chaleur, et il permet de traiter des quantités importantes d'objets à la fois. On l'utilise pour stériliser le matériel à usage chirurgical (stérilisation des scalpels et seringues jetables, des prothèses etc.) et aussi les produits alimentaires (stérilisation des épices, élimination des salmonelles des crevettes et des cuisses de grenouilles etc.). La stérilisation est réalisée avec des accélérateurs de particules ou avec des bombes au cobalt



5) La datation en archéologie

Principe de la datation par le carbone 14

Dans la haute atmosphère, les rayons cosmiques provoquent des réactions nucléaires qui libèrent des neutrons.

Ces neutrons, une fois ralentis, sont absorbés par des noyaux d'azote $^{14}_7\text{N}$, au cours d'une réaction qui donne naissance à du carbone $^{14}_6\text{C}$, et à une autre particule.

Le carbone 14 ainsi créé est radioactif.

Le carbone 14 est alors assimilé comme le carbone stable $^{12}_6\text{C}$, par les plantes au cours de la synthèse chlorophyllienne. Pendant toute leur vie, la proportion de carbone 14 reste très stable dans les plantes.

A leur mort, la quantité de carbone 14 décroît par radioactivité. Il suffit donc de mesurer l'activité du carbone 14 restant dans l'échantillon étudié pour dater sa mort.

