France métropole 2006	**Exercice 1 : La radioactivité au service de l'archéologie**
Correction Labolycée ©	**Correction – 5,5 points**

1.1. Les deux noyaux de carbone sont appelés isotopes car ils possèdent le même numéro atomique ou nombre de protons (Z = 6) mais un nombre de masse différent (A = 12 ou 13) ; ce qui donne un nombre de neutrons différent (A – Z).

1.2. $^{14}_{6}C$ Z = 6 donc 6 protons

A = 14 donc A – Z = 8 neutrons

1.3. $^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$ Il y a formation d'un électron, c'est une émission β^-

2.1.

2.1.1.	La transformation radioactive d'un noyau possède un caractère **aléatoire** Mots proposés : • prévisible • aléatoire • périodique
2.1.2.	La désintégration d'un noyau **n'affecte pas** celle d'un noyau voisin Expressions proposées : • n'affecte pas • modifie • est perturbée par
2.1.3.	Un noyau « âgé » a **autant de chance** de se désintégrer qu'un noyau « jeune » Expressions proposées : • plus de chance • moins de chance • autant de chance
2.1.4.	L'évolution d'une population d'un grand nombre de noyaux radioactifs possède un caractère **prévisible** Mots proposés : • prévisible • aléatoire • périodique

2.2.1.

	N à t = 0	Limite de N quand t tend vers l'infini
(a) $N = N_0.e^{-\lambda t}$	$\mathbf{N_0}$	**0**
(b) $N = N_0 - \lambda t$	$\mathbf{N_0}$	**- ∞**
(c) $N = N_0.e^{\lambda t}$	$\mathbf{N_0}$	**+ ∞**

Le nombre de noyaux de carbone 14 restant dans l'échantillon diminue au cours du temps, et ne peut pas être négatif donc seule la formule (a) est acceptable.

2.2.2. L'activité A_0 représente l'activité de l'échantillon à la date initiale..

2.2.3. « …une activité due au ^{14}C voisine de 13,6 désintégrations par minute … », ce qui nous donne $A_0 = \frac{13,6}{60} = 0,227$ Bq

2.2.4. « L'âge zéro » cité dans le texte, correspond à une activité en ^{14}C de 13,6 désintégrations par minutes ce qui correspond à la mort de l'échantillon d'un être vivant.

3.1. Le temps de demi-vie $t_{1/2}$ correspond à la durée au bout de laquelle la population d'un échantillon de noyaux radioactifs a été divisée par deux.

3.2. $N(t_{1/2}) = N_0.e^{-\lambda t_{1/2}} = N_0 / 2$ soit $1/2 = e^{-\lambda t_{1/2}}$ $-\lambda.t_{1/2} = \ln(1/2) = -\ln(2)$

$\lambda.t_{1/2} = \ln 2$

3.3. $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ $\lambda = \frac{\ln 2}{5,73\times10^3} = 1,21\times10^{-4}$ an^{-1}

3.4. $A(t) = A_0.e^{-\lambda t}$ $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$ $\ln\frac{A(t)}{A_0} = -\lambda.t$ $-\ln\frac{A(t)}{A_0} = \lambda.t$

$$t = -\frac{1}{\lambda}\ln\frac{A(t)}{A_0}$$

$$t = -\frac{1}{1,21\times10^{-4}}\ln\frac{7,16}{13,6} = 5,30\times10^3 \text{ ans}$$

3.5. Le texte nous dit « Au bout de 40 millénaires, … teneur résiduelle négligeable .. »
Or 40 millénaires = $4{,}0\times10^4$ ans, le corail est encore plus vieux, la méthode au carbone 14 n'est donc pas adaptée.

4.1. Au bout de $t_{1/2}$, la population est $N_0/2$, il reste donc 50% des noyaux initialement présents.
Au bout de $2t_{1/2}$, la population est $N_0/4$, il reste donc 25% des noyaux initialement présents
Au bout de $3t_{1/2}$, la population est $N_0/8$, il reste donc 12,5% des noyaux initialement présents
Au bout de $4t_{1/2}$, la population est $\mathbf{N_0/16}$, il reste donc **6,25%** des noyaux initialement présents

4.2. $N = N_0.e^{-\lambda t}$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

Or d'après 3.2. on a $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$

soit $\dfrac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2.t}{t_{1/2}}}$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\ln 2.\left(\frac{4{,}5\times10^9}{1{,}3\times10^9}\right)}$$

$$\frac{N}{N_0} = 0{,}091 = 9{,}1\ \%$$

Cette méthode est adaptée à la mesure de l'âge de la Terre, le pourcentage de noyaux restants étant supérieur à 1%.