

**1. Du chlore dans les eaux souterraines**

**1.1.(0,25)** 35 et 37 représentent les nombres de masses. C'est à dire le **nombre de nucléons** (protons + neutrons) présents dans ces noyaux isotopes.

**1.2. (0,25)** Des noyaux isotopes possèdent le **même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent**.

**1.3. (0,25)** Le noyau  ${}^{36}_{17}\text{Cl}$  contient **17 protons** et  $36 - 17 =$  **19 neutrons**.

**1.4. (0,5)**  $E_{L1} = \Delta m \cdot c^2$  où  $\Delta m$  représente le défaut de masse du noyau  ${}^{36}_{17}\text{Cl}$

défaut de masse = somme des masses des nucléons pris séparément – masse du noyau

$\Delta m = (Z \times m_p + (A-Z) \times m_n) - m_X$  où  $m_p$  = masse d'un proton,  $m_n$  masse d'un neutron et  $m_X$  masse du noyau de chlore 36.

$$E_{L1} = [(Z \times m_p + (A-Z) \times m_n) - m_X] \cdot c^2$$

$$E_{L1} = [17 \times 1,67262 + 19 \times 1,67492 - 59,71128] \times 10^{-27} \times (2,998.10^8)^2$$

$$E_{L1} = 0,54674 \times 10^{-27} \times (2,998.10^8)^2$$

$$E_{L1} = 4,914.10^{-11} \text{ J}$$

$$E_{L1} (\text{Mev}) = E_{L1}(\text{J}) / 1,602.10^{-13}$$

$$E_{L1} = \mathbf{306,7 \text{ MeV}}$$

**1.5. (0,25)** Au cours d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre de charges et du nombre de nucléons.

On obtient  ${}^{36}_{17}\text{Cl} \rightarrow {}^{36}_{18}\text{Ar} + {}^0_{-1}e$ .

**(0,25)** Un électron est libéré au cours de cette désintégration, il s'agit de **radioactivité de type  $\beta^-$** .

**1.6.(0,25)** Soit  $N_0$  le nombre de noyaux de chlore 36, initialement présents dans un échantillon.

Au bout d'une durée de  $t_{1/2} = 301 \times 10^3$  ans,  $N_0/2$  noyaux se seront désintégrés. L'échantillon contiendra encore  $N_0/2$  noyaux de chlore 36.

**1.7.1. (0,25)** D'après les données:  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ , donc  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

$$[\lambda] = \frac{\ln 2}{[t_{1/2}]} = \frac{1}{T} \quad [\lambda] = T^{-1} \text{ donc } \lambda \text{ s'exprime en } s^{-1}$$

$$\mathbf{1.7.2. (0,25)} \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{301 \times 10^3 \times 3,156 \times 10^7}$$

$$\lambda = \mathbf{7,30 \times 10^{-14} \text{ s}^{-1}} \quad (7,29662 \times 10^{-14} \text{ arrondi à 3 chiffres significatifs comme } t_{1/2})$$

$$\mathbf{1.8.1.(0,5)} n = \frac{m}{M(\text{Cl})} \quad \text{et } c_m = \frac{m}{V} \text{ soit } m = c_m \cdot V$$

$$\text{donc } n = \frac{c_m \cdot V}{M(\text{Cl})} = \frac{13,5.10^{-3} \times 1,5}{35,5} = \mathbf{5,7 \times 10^{-4} \text{ mol}}$$
 d'ions chlorure dans l'eau d'un bouteille de 1,5 L

**1.8.2.(0,25)** Soit  $N_T$  le nombre total de noyaux de chlore dans la bouteille.

$$N_T = n \cdot N_A$$

"Le rapport du nombre de noyaux de Cl-36 au nombre total de noyaux de Cl présents dans l'environnement est de  $7,0 \times 10^{-13}$  actuellement."

$$\text{soit } \frac{N}{N_T} = 7,0 \times 10^{-13} \quad \text{donc } N = 7,0 \times 10^{-13} \times N_T$$

$$N = 7,0 \times 10^{-13} \times n \times N_A$$

on utilise la valeur non arrondie de n pour effectuer ce calcul,  $N = 2,4 \times 10^8$  noyaux

$$1.8.3. (0,25) A(t) = \lambda \cdot N(t) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot N(t)$$

$$A(t) = \frac{\ln 2}{301 \cdot 10^3 \times 3,156 \cdot 10^7} \times 2,4 \times 10^8$$

$A(t) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  Bq ceci représente le nombre moyen de désintégrations de noyaux de chlore par seconde.

1.8.4.(0,25) Soit D le nombre de désintégrations de noyaux de « chlore 36 » par jour:

$$D = A(t) \times 24 \times 3600$$

**D = 1,5** Ce nombre peut ne pas être entier puisqu'il s'agit d'une moyenne.

$$(autre\ méthode\ possible\ D = n = \lambda \cdot \Delta t \cdot N(t) = 7,30 \times 10^{-14} \times 24 \times 3600 \times 2,4 \times 10^8 = 1,5)$$

On a considéré que pour une durée de 24h, l'activité de l'eau de la bouteille est restée la même. Ce qui est convenable, puisque sur  $2,4 \times 10^8$  noyaux présents à  $t = 0s$ , seul en moyenne 1,5 noyau se désintègre en 24h.

### 1.9. Datation d'une eau souterraine

$$1.9.1.(0,25) N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{(\ln 2) \cdot t}{t_{1/2}}}$$

$$1.9.2. (0,5) N(t) = \frac{38}{100} N_0 \quad \text{donc} \quad \frac{N(t)}{N_0} = 0,38$$

$$e^{-\frac{(\ln 2) \cdot t}{t_{1/2}}} = \frac{N(t)}{N_0}$$

$$-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t = \ln \frac{N(t)}{N_0}$$

$$t = -\ln \frac{N(t)}{N_0} \cdot \frac{t_{1/2}}{\ln 2}$$

$$t = -\ln(0,38) \times \frac{301 \times 10^3}{\ln 2}$$

$$t = 4,2 \times 10^5 \text{ ans}$$

(0,25) Le carbone 14 possède une demi-vie plus courte que le chlore 36. L'eau étant très ancienne, on peut penser qu'elle ne contiendrait plus assez de carbone 14 pour que celui-ci soit détecté de manière satisfaisante.

## 2. Du chlore dans l'eau de Javel

### 2.1. Solution commerciale $S_0$

$c_0$

$V_0$  mL prélevés

### Solution fille $S_1$

$c_1 = \frac{c_0}{10}$  car  $S_1$  est dix fois moins concentrée que  $S_0$

$V = 250$  mL

Au cours d'une dilution, la quantité de matière de soluté se conserve soit  $c_0 \cdot V_0 = c_1 \cdot V$ , alors  $c_0 \cdot V_0 = \frac{c_0}{10} \cdot V$

finalement  $V_0 = \frac{V}{10} = 25$  mL de solution commerciale à prélever.

(0,25) On utilise une pipette jaugée de 25 mL pour prélever le volume  $V_0$ . On effectue la dilution dans une fiole jaugée de 250 mL.

### 2.2. Avancement de la réaction 2.2.1.(0,25)

Équation de la réaction		$2 \text{ ClO}^- (\text{aq})$	$=$	$2 \text{ Cl}^- (\text{aq})$	$+$	$\text{O}_2 (\text{g})$
État du système	Avancement (mol)	$n_{\text{ClO}^-}$ (mol)		$n_{\text{Cl}^-}$ (mol)		$n_{\text{O}_2}$ (mol)
État initial	0	$n_1$		$n_2$		$n_3$
Au cours de la transformation	$x$	$n_1 - 2x$		$n_2 + 2x$		$n_3 + x$

2.2.2.(0,25)  $x(t_1) = \frac{[p(t_1) - p(t_0 = 0)] \cdot V_0}{R \cdot T}$       convertir  $V_0$  en  $m^3$

$x(t_1) = \frac{[1084 \times 10^2 - 1020 \times 10^2] \times 275 \times 10^{-6}}{8,314 \times 296} = 7,15 \times 10^{-4} \text{ mol}$

Il faut penser à vérifier cette valeur sur le graphe  $x = f(t)$ .

2.3. Exploitation des résultats

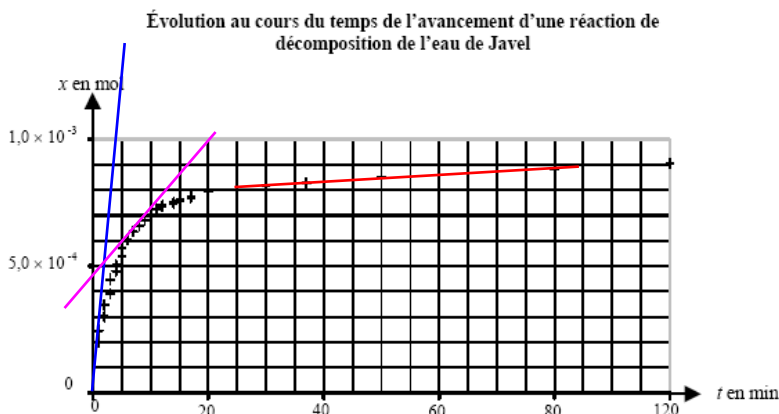
2.3.1.(0,25) Vitesse volumique de réaction:  $v = \frac{1}{V_1} \cdot \frac{dx}{dt}$  où  $V_1$  est le volume réactionnel supposé constant,

et  $x$  est l'avancement chimique.

2.3.2.(0,25) Le terme  $\frac{dx}{dt}$  est égal au coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de la fonction  $x = f(t)$  à la date  $t$ .

Donc la vitesse est proportionnelle à ce coefficient directeur.

On constate que ce coefficient diminue au cours du temps, donc  $v$  **diminue**.



2.3.3.(0,25) Au cours du temps, la concentration en ions  $\text{ClO}^-$  diminue puisqu'ils sont décomposés.

La **concentration en réactifs** est, ici, le facteur cinétique responsable de la diminution de  $v(t)$ .

2.3.4.(0,25) Temps de demi réaction: Il s'agit de la durée nécessaire pour que l'avancement  $x$  atteigne la moitié de sa valeur finale.  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{final}}{2}$ .

Cette transformation est totale, donc  $x_{final} = x_{max}$ . Donc  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$ .

2.3.5.(0,25)  $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{1,04 \times 10^{-3}}{2} = 5,2 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$t_{1/2} = 5 \text{ min}$

Évolution au cours du temps de l'avancement d'une réaction de décomposition de l'eau de Javel

