

Partie I : L'origine des déchetsI.A) La radioactivité :

$$I.A.1) \quad \frac{dC_r(t)}{dt} = -\lambda C_r(t) \quad P_n \frac{C_r(t)}{C_0} = -\lambda t$$

$$C_r(t) = C_r(0) e^{-\lambda t}$$

$$I.A.2) \quad \frac{1}{2} \text{ vie}$$

$$C_r(T) = C_r(0) / 2$$

$$C_r(0) = C_r(0) e^{-\lambda T}$$

$$P_n 2 = \lambda T$$

$$I.A.3)$$

$$C_{r298} = C_r(0) e^{-P_n 2 \frac{t_{\text{eau}}}{T_{298}}}$$

$t_{\text{eau}} = \text{âge de la terre.}$

$$C_{r235} = C_r(0) e^{-P_n 2 \frac{t_{\text{eau}}}{T_{235}}}$$

$$\frac{C_{r298}}{C_{r235}} = \exp - P_n 2 t_{\text{eau}} \left(\frac{1}{T_{298}} - \frac{1}{T_{235}} \right)$$

$$P_n \frac{993}{7} = - P_n 2 t_{\text{eau}} \left(\frac{1}{4,5 \cdot 10^9} - \frac{1}{0,7 \cdot 10^9} \right)$$

$$t_{\text{eau}} = \frac{1}{P_n 2} \cdot P_n \frac{993}{7} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{0,7 \cdot 10^9} - \frac{1}{4,5 \cdot 10^9} \right)}$$

$$t_{\text{eau}} = \frac{1}{P_n 2} \cdot P_n \frac{993}{7} \cdot 10^9 \frac{4,5 \cdot 0,7}{4,5 - 0,7} = 5,92 \cdot 10^9 \text{ ans.}$$

$$I.A.4) \quad \begin{array}{l} 1 \text{ atome } U_{235} \text{ fibre } 200 \text{ MeV} \\ 1 \text{ mole d'atome } U_{235} \text{ fibre } 200 \times N_A \text{ MeV} : \text{ c'est à dire } \\ 235 \text{ g d' } U_{235} \end{array}$$

$$1 \text{ g d' } U_{235} \text{ fibre } \frac{200 \times 6,02 \cdot 10^{23}}{235} \text{ MeV} =$$

$$\frac{200}{235} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10^6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 8,2 \cdot 10^{10} \text{ J} \\ = 8,2 \cdot 10^4 \text{ MJ}$$

$$I.A.5) \quad \begin{array}{l} 1 \text{ mole d'octane} \\ M = 8 \times 12 + 18 \text{ g} \\ M_T \rightarrow 8,2 \cdot 10^4 \\ M \rightarrow 5,4 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Fibre (5 RJ) (texte)} \\ \text{Erreur: il s'agit de 5,4 MJ} \end{array}$$

L'énoncé d'énoncé n'a aucune conséquence
 $\Rightarrow n_T = (18 + 12 \times 8) 10 \times \frac{8,2 \cdot 10^4}{5,4}$

$$n_T = 1730 \text{ kg avec la (valeur utile 5,4 MJ)}$$

I.B Modélisation du réacteur :

$$I.B.1) \quad m=0 \quad c = \frac{R_2}{1+\beta p} c^* \quad \text{et } c^* = R_1 c$$

$$c(1+\beta p) = R_1 R_2 c$$

$$c(1 - R_1 R_2) + \beta \frac{dc}{dt} = 0$$

$$I.B.2) \quad \text{si } c \rightarrow 0 \text{ avec } t \\ \text{alors le système est stable } \Rightarrow 1 - R_1 R_2 > 0 \Rightarrow R_1 R_2 < 1 = R_c \\ \text{La réaction de fission ne peut alors être entretenue.} \\ \text{(disparition des centres actifs).}$$

IB 3) $m \neq 0$

$$\left. \begin{aligned} \underline{c} &= \frac{c^* R_2}{1 + \tau_2 p} - \underline{m} \\ \underline{c}^* &= R_1 \underline{c} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \underline{c} \left(1 - \frac{R_1 R_2}{1 + \tau_2 p} \right) = - \underline{m}$$

$$\underline{H}(p) = \frac{\underline{c}}{\underline{m}} = - \frac{1 + \tau_2 p}{(1 - R) + \tau_2 p}$$

IB 4) $p \leftrightarrow \frac{d}{dt}$

$$(1 - R) \underline{c} + \tau_2 \frac{d\underline{c}}{dt} = - \underline{m} - \tau_2 \frac{d\underline{m}}{dt} = - \underline{m}_0$$

$\begin{cases} m = m_0 = \text{cte} \\ c(0) = c_0 \end{cases}$

$$\underline{c}_{\text{pu}} = - \frac{m_0}{1 - R}$$

$$\underline{c} = - \frac{m_0}{1 - R} + c_0 e^{-\frac{t(1-R)}{\tau_2}}$$

$$c(0) = - \frac{m_0}{1 - R} + c_0 = c_0 \Rightarrow \underline{c} = - \frac{m_0}{1 - R} + \left(c_0 + \frac{m_0}{1 - R} \right) e^{-\frac{t(1-R)}{\tau_2}}$$

IB 5) $\begin{matrix} R > 0 \\ R > 1 \end{matrix}$

$$e^{-\frac{t(1-R)}{\tau_2}} \rightarrow +\infty \text{ avec } t \rightarrow +\infty$$

$$\left. \begin{aligned} c_0 + \frac{m_0}{1 - R} > 0 &\Rightarrow c_0 > - \frac{m_0}{1 - R} = \frac{m_0}{R - 1} = m_c \\ m_0 < (R - 1) c_0 = m_c \end{aligned} \right\} \underline{c}(t) \rightarrow +\infty \text{ cas b}$$

$$c_0 + \frac{m_0}{1 - R} < 0 \Rightarrow m_0 > (R - 1) c_0 \quad \underline{c}(t) \rightarrow -\infty \text{ cas a}$$

IB 6) cas a : L'action modératrice est trop forte, compte tenu de la concentration initiale : le système s'épuise [si $m_0 > m_c \rightarrow$ contrôle possible]

IB 7) cas b : Le système s'emballe (danger d'explosion).

IB 8) $\tau = \frac{\tau_2}{R - 1} = \frac{10^{-4}}{1,001 - 1} = \frac{10^{-4}}{10^{-3}} = 10^{-1} \text{ s}$ (assez rapide) (trop ?)

IB 9) $\underline{c} = R_2 \underline{c}^* - \underline{m}$

$$\underline{c}^* = \underline{c} R_1 \left(1 - \beta + \frac{\beta}{1 + \tau_4 p} \right)$$

$$\underline{c} + \underline{m} = \underline{c} R (1 - \beta) + \underline{c} R \beta / (1 + \tau_4 p)$$

$$\underline{c} (1 + \tau_4 p) + \underline{m} (1 + \tau_4 p) = \underline{c} (R(1 - \beta)(1 + \tau_4 p) + R\beta)$$

$$\underline{m} (1 + \tau_4 p) = \underline{c} (R + R\tau_4 p - R\beta\tau_4 p)$$

$$\underline{m} (1 + \tau_4 p) = \underline{c} (R - 1 + (R - 1)\tau_4 p - R\beta\tau_4 p)$$

$$\underline{\frac{c}{m}} = \frac{1 + \tau_4 p}{R - 1 + (R - 1 - R\beta)\tau_4 p}$$

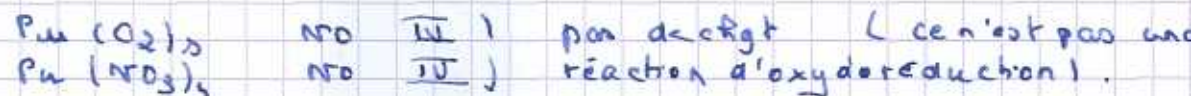
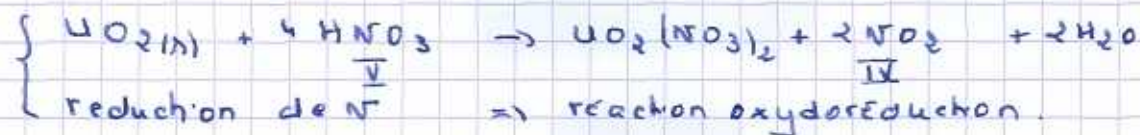
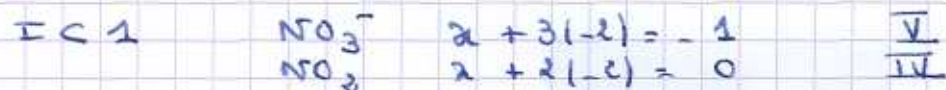
IB 10) $\tau' = \left| \frac{R - 1 - R\beta}{R - 1} \tau_4 \right| = \frac{10^{-3} - 1,001 \times 0,65 \cdot 10^{-2}}{10^{-3}} \cdot 12 = 66 \text{ s}$

$\tau' \gg \tau$ rapport 2000

IB 11) τ' devient trop grand et il n'y a plus assez d' U_{235} .

Rq: les systèmes sont divergents (τ et τ' < 0) à exponentielle croissante, il faut une exponentielle faiblement croissante pour contrôler le réacteur.

IC - Le retraitement :



IC 3) $[Pu(Aq)]_0 = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$ de A_0 (solution aqueuse).

$$\left. \begin{array}{l} \frac{10^{-2}}{11} = [Pu(Aq)]_1 + [Pu(org)]_1 \\ \text{or } 10^{-2} = \frac{[Pu(org)]_1}{[Pu(Aq)]_1} \end{array} \right\} \Rightarrow [Pu(Aq)]_1 = \frac{10^{-2}}{11(1+10^2)} \approx 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$$

Les défauts de Pu passent de la solution organique.

$$IC 4) \quad [Pu(Aq)]_2 = \frac{1}{11(1+10^2)} \times \frac{2}{11(1+10^2)} \times 10^{-2} \approx 10^{-9} \text{ mol. L}^{-1}$$

IC 5) Les défauts de Pu sont donc passés en phase organique. Les défauts ultimes (actinides mineurs) sont restés de la phase aqueuse.

IC 6) Le plutonium $+IV$ qui est essentiel en phase organique en passant en plutonium $+III$, va passer en phase aqueuse compte tenu des coefficients de partage.

Partie II : Le stockage des déchets.

4/

II A) Aspect thermique :

II A 1) vecteur densité de flux conductif d'énergie thermique en $W \cdot m^{-2}$

II A 2) 1^{er} principe "système $S dx$ " entre t et $t+dt$

$$U(t+dt) - U(t) = \dot{Q}(z)_{entrant} - \dot{Q}(z+dz)_{sortant} + \left(\dot{W} \right)_{=0}$$

$$\rho_a c_a S dx \frac{\partial T}{\partial t} dt = j_T(z) S dt - j_T(z+dz) S dt$$

$$\boxed{\rho_a c_a \frac{\partial T}{\partial t} = - \frac{\partial j_T}{\partial z} = + K_a \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}}$$

II A 3) $D_T = \frac{K_a}{\rho_a c_a}$ diffusivité thermique.

II A 4) $t \rightarrow -t$ $-\frac{\partial D}{\partial t} = D_T \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$ IRRÉVERSIBILITÉ
(ce n'est pas la même équation)

II A 5) $T(z, 0) = T_0$ condition initiale (T uniforme).
 $T(P, t) = T_0$ condition aux limites en L (P très grand)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial T}{\partial z}(0, t) = - \frac{N_p(t)}{2 K_a S} \\ \text{(facteur } \frac{1}{2} : \text{ les cotés dégagent de la chaleur sur les 2 faces supérieure et inférieure).} \\ - K_a \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)_{z=0} S = \frac{N_p(t)}{2} \end{array} \right.$$

la chaleur dégagée par les cotés est transformée en flux thermique (parfait).

II A 6) $\left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)_{z=0} = - \frac{N_p e^{-t/\tau}}{2 K_a S} < 0$ pente négative.

$t = 400 \text{ ans} \rightarrow$ régime stationnaire $\rightarrow$ linéaire.

$$\frac{\frac{\partial T}{\partial z}(10 \text{ ans})}{\frac{\partial T}{\partial z}(40 \text{ ans})} = \frac{\left(-\frac{10}{\tau} + \frac{40}{\tau} \right)}{e^{-\frac{30}{43}}} = e^{\frac{30}{43}} \approx 2$$

$$\frac{\partial T}{\partial z}(10 \text{ ans}) > \frac{\partial T}{\partial z}(40 \text{ ans}) \quad \text{avec } \frac{\partial T}{\partial z} < 0$$

$$\left| \frac{\partial T}{\partial z}(10 \text{ ans}) \right| < \left| \frac{\partial T}{\partial z}(40 \text{ ans}) \right|$$

(Rg: $T(0, t)$ croît avec t)

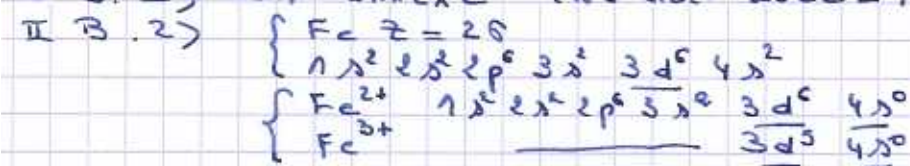
II A 7) $\left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)_{z=0}(40 \text{ ans}) = - \frac{82-25}{20} = - \frac{57}{20} = - \frac{36000 \cdot 10^3}{2 \times 1,55} e^{-\frac{40}{43}}$
(lecture du graphique) $0,4$

$$S = \frac{36 \cdot 10^6}{3 \times 57} \cdot 0,4 \times 20 \Rightarrow \begin{cases} S \approx 2 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \\ S \approx 2 \text{ km}^2 \end{cases}$$

II A 8) On attend 30 ans de plus $P_0 \rightarrow P_0 e^{-\frac{30}{43}}$
 $S' = 30 e^{-\frac{30}{43}} = 0,53 \approx 1 \text{ km}^2$

II B) Confinement des déchets

F.B. 1) Voir annexe (NO trait avec E)



II B. 3) $\text{Fe}^{2+}_{aq} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}(s)$

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_f^\circ(\text{Fe}) - \Delta_f^\circ(\text{Fe}^{2+}_{aq}) = -2 \cdot F \cdot E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}$$

Etat standard de référence (le plus stable).

$$E^0_{Fe^{4+}/Fe} = - \frac{95.103}{2 \times 96500} = -0,44 \text{ V} \quad (F = N_A e)$$

II B 4) Frontau Fe^{2+}/Fe

$$F = F^0 + 0,05 \log \frac{C}{C_0}$$

$$E = -0,44 + 0,06 \log c_r = -0,62$$

$$C_R = 10^{-8} \text{ mol. L}^{-1}$$

II B 5) Seuls P & Fe sont au degré d'oxydation 3.



$$E = E_0 + 0,05 \log \frac{P}{C_{A365}}$$

pH = $0,05 \times 8 \text{ pH} = 0,4 \text{ pH}$

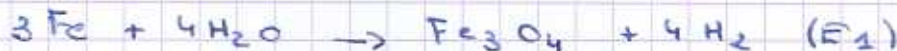
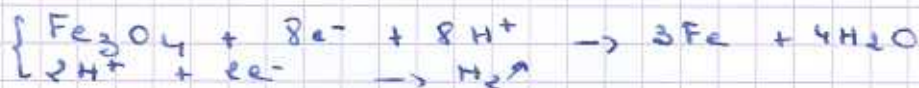
$$\text{II B c)} \quad \text{Concentrations de } \text{H}^+ = 0,98 - 0,24 \text{ pH} - \frac{0,06}{2} \times 3 \log c_k = -0,62$$

$\text{pH} = 8,9$

II B 7)
$$\begin{array}{l} \text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \\ 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} E = 1,23 - 0,06 \text{ pH} \\ E = -0,06 \text{ pH} \end{array}$$

II B 8) formation de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en présence de O_2

II B 9) $\text{pH} = 9$ Oxydant H_2O $\rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$
 $E = -0,3$



ii) B) a) $V_{\text{corrosion}}(20^{\circ}\text{C}) = < V_{\text{corrosion}}(25^{\circ}\text{C})$

$$R(180^\circ\text{C}) = A_0 e^{-\frac{E_A}{RT_1}}$$

$$k(25^\circ) = A_1 \cdot e^{-\frac{E_A}{RT_2}}$$

$$2 = \exp - \frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow E_A = 11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$E_R = R \frac{P_{n2}}{1 - \frac{1}{353}}$$

$$\text{II B 11)} \quad v_{\text{con}} = -\frac{de}{dt} \quad m_{Fe} = \rho_{Fe} \cdot e = n_{Fe} M_{Fe}$$

$$-\frac{de}{dt} = \frac{M_{Fe}}{\rho_{Fe} \cdot s} \left(-\frac{dn_{Fe}}{dt} \right)$$

$$8F\left(-\frac{1}{3}\frac{d}{dr}n_{Fe}\right) = j_s s \quad (i = n_{Fe}r)$$

$$\frac{8F}{3} \frac{j_{Fe}}{M_{Fe}} v_{corr} = j_s$$

$$v_{corr} = \frac{de}{dt} = \frac{3 j_s M_{Fe}}{8 F j_{Fe}} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{t_{corr}}$$

$$\begin{cases} t_{corr} = \frac{50 \cdot 8 \cdot 965 \cdot 769 \cdot 10^6}{6 \cdot 50} = 8,5(3) \cdot 10^{11} \text{ s} \\ t_{corr} \approx 29000 \text{ ans.} \end{cases}$$

$$\text{II B 12)} \quad \frac{1}{3} \frac{dn_{Fe}}{dt} = \frac{1}{4} \frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dj_s}{8F}$$

$$\frac{1}{3} \frac{dn_{Fe}}{dt} = \frac{1}{4} \frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dj_s}{8F}$$

$$\frac{dn_{H_2}}{dt} = \frac{dj_s}{2F}$$

$$\frac{dV_{H_2}}{dt} = \frac{RT_0}{P_0} \times \frac{dj_s}{2F}$$

$$\begin{cases} P_0 V = n_{H_2} R T_0 \\ \frac{dV}{dt} = \frac{RT_0}{P_0} \frac{dn_{H_2}}{dt} \end{cases}$$

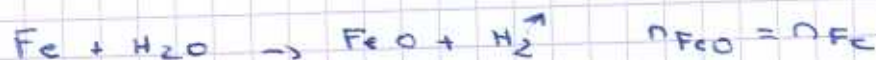
$$\left(V_{H_2} = \frac{RT_0}{P_0} \times \frac{dj_s}{2F} t_{corr} \right)$$

$$\frac{dV_{H_2}}{dt} = 8,1 \cdot L \cdot m^{-2} / an$$

II B 13) H_2 autour de Fe, domaine de coexistence
 $\Rightarrow$ immunité thermodynamique.

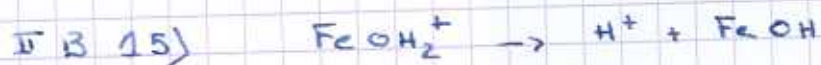
$$\text{II B 14)} \quad f = \frac{\text{Volume d'oxyde formé}}{\text{Volume de fer oxydé}} = \frac{m_{FeO} / \rho_{FeO}}{m_{Fe} / \rho_{Fe}}$$

$$f = \frac{\rho_{Fe} m_{FeO}}{\rho_{FeO} m_{Fe}} = \frac{\rho_{Fe} n_{FeO} M_{FeO}}{\rho_{FeO} n_{Fe} M_{Fe}}$$



$$f = \frac{\rho_{Fe} M_{FeO}}{\rho_{FeO} M_{Fe}} = 1,87 > 1$$

risque de fissuration du sol.



$$K_{a1} = \frac{R[FeOH]}{[FeOH_2^+]}$$



$$K_{a2} = \frac{R[FeO^-]}{[FeOH]}$$

Point de charge nulle : $[FeO^-] = [FeOH_2^+]$

$$\Rightarrow K_{a1} K_{a2} = R^2$$

$$pH_1 = \frac{1}{2} (pK_{a1} + pK_{a2})$$

$$\text{II B 16)} \quad K_{a1} K_{a2} = R^2 \frac{[FeO^-]}{[FeOH_2^+]}$$

$$pH = \frac{1}{2} (pK_{a1} + pK_{a2}) + \frac{1}{2} \log \frac{[Fe(OH)_2^+]}{[FeO^-]}$$

fixations des cations si $[Fe(OH)_2^+] > [FeO^-] \Rightarrow pH > pH_1$

II B 17) Am^{3+} et Cm^{3+} se fixe sur la magnétite si $pH > 5$.

II C) Dernière géologique:

$$C_t(x,t) = \underbrace{c(x,t)}_{\text{mobiles}} + \underbrace{c_p(x,t)}_{\text{fixes}}$$

$$c_p(x,t) = K_g c(x,t)$$

II C.1)

$$N_t(t+dt) - N_t(t) = \frac{d}{dt} (c(x,t) + c_p(x,t)) S dx dt$$

$$= \int_c(x) S dx dt - \int_c(x+dx) S dx dt$$

$$\frac{dc}{dt} + K_g \frac{dc}{dt} = - \frac{d}{dx} c = \frac{d^2 c}{dx^2}$$

$$(1+K_g) \frac{dc}{dt} = D \frac{d^2 c}{dx^2}$$

$$D' = \frac{D}{1+K_g}$$

II C.2)

$$\frac{\partial c}{\partial t} = 0 \quad \text{stationnaire} \quad c_0(x) = c_0 \left(1 - \frac{x}{\ell}\right)$$

II C.3)

$$c(x,t) = c_0(x) - c'(x,t)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = - \frac{\partial c'}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = - \frac{\partial^2 c'}{\partial x^2}$$

c' vérifie la même équation que c.

$$\begin{cases} c'(0,t) = c_0 - c(0,t) = c_0 - c_0 = 0 \\ c'(\ell,t) = 0 - c(\ell,t) = 0 - 0 = 0 \\ c'(x,0) = c_0(x) - c(x,0) = c_0(x) = c_0 \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \end{cases}$$

II C.4)

$$c'(x,t) = f(x) g(t)$$

$$f(x) \frac{dg}{dt} = g(t) \frac{d^2 f}{dx^2}$$

$$\underbrace{\frac{1}{g} \frac{dg}{dt}}_{f_c(t)} = \underbrace{\frac{1}{f} \frac{d^2 f}{dx^2}}_{f_c(x)} = \text{cte} = -\frac{1}{\tau}$$

$$\tau > 0$$

$$g = A \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

$[\tau < 0 \quad g(t) \nearrow \text{irréalisable}]$

II C.5)

$$\frac{d^2 f}{dx^2} = - \frac{1}{\tau D'} f(x)$$

$$\frac{d^2 f}{dx^2} + \frac{1}{\tau D'} f(x) = 0$$

$$f(x) = A_1 \cos \omega x + A_2 \sin \omega x$$

$$c'(0,t) = 0 = A e^{-t/\tau} A_1 \Rightarrow A_1 = 0$$

$$c'(\ell,t) = 0 = A e^{-t/\tau} A_2 \sin \omega \ell = 0$$

$$\forall t \quad c'(\ell,t) = 0 \Rightarrow \sin \frac{\ell}{\sqrt{\tau D'}} = 0$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{\tau D'}}$$

$$\exists n \in \mathbb{N}^* \quad \frac{\ell}{\sqrt{\tau_n D'}} = n \pi$$

$$\tau_n = \frac{\ell^2}{n^2 \pi^2 D'} \quad \tau_0 = \frac{\ell^2}{\pi^2 D'}$$

II C.6)

$$c(x,t) = c_0 \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) - \underbrace{\frac{2c_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin(n\pi \frac{x}{\ell}) \exp\left(-\frac{t}{\tau_n}\right)}_{c'(x,t)}$$

$$c'(0,t) = 0$$

$$c'(\ell,t) = 0$$

$$c'(x,0) = c_0(x) \quad (\text{cf. texte})$$

Il faut encore vérifier $\frac{\partial c}{\partial t} = D' \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{2c_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n\tau_n} \sin(n\pi \frac{x}{\ell}) \exp(-\frac{t}{\tau_n})$$

$$D' \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \frac{2c_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n^2 \pi^2 D'}{\ell^2} \right) \sin(n\pi \frac{x}{\ell}) \exp(-\frac{t}{\tau_n})$$

$\downarrow \frac{1}{\tau_n}$

II c 7)

$$\phi(x, t) = -D \frac{\partial c}{\partial x}$$

$$\phi(x, t) = D S \left[\frac{c_0}{\ell} + \frac{2c_0}{\ell} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n e^{-\frac{t}{\tau_n}} \right]$$

$$\phi(x, t) = D S \frac{c_0}{\ell} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n e^{-\frac{t}{\tau_n}} \right]$$

II c 8)

$$N(t) = \int_0^{\ell} \phi(x, t) dx$$

$$= \frac{D S c_0}{\ell} \left[t + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \int_0^{\ell} e^{-\frac{t}{\tau_n}} dx \right]$$

$$N(t) = \frac{D S c_0}{\ell} \left[t - \tau_1 \frac{\pi^2}{6} - 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\ell^2}{n^2} e^{-\frac{t}{\tau_n}} \right]$$

II c 9)

$$t \gg \tau_1 \quad N(t) \sim \frac{D S c_0}{\ell} \left[t - \tau_1 \frac{\pi^2}{6} \right]$$

$$= \frac{D S c_0}{\ell} t - \frac{D S c_0}{\ell} \times \frac{\ell^2 (1+K_3) \pi^2}{6}$$

faute $\frac{D S c_0}{\ell} \rightarrow D$

ordonnée à l'origine

$$\frac{D S c_0}{\ell} \times \frac{\ell^2}{\ell^2 D'} \times \frac{\ell^2}{6}$$

$\rightarrow D'$

II c 10)

$$\text{faute} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{40 \times 24 \times 3600} = \frac{D \cdot 38 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot 10^3}{0,5 \cdot 10^{-8}}$$

$$D = \frac{10^{-3}}{3 \times 40 \times 24 \times 3600} = 3,5 \cdot 10^{-14} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$\tau_1 = 20 \times 24 \times 3600 = \frac{\pi^2}{6} \times \frac{\ell^2}{D'}$$

$$D' = \frac{(0,5)^2 \cdot 10^{-4}}{6 \times 20 \times 24 \times 3600} = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$D' = \frac{D}{1+K_3} \Rightarrow 1+K_3 = \frac{D}{D'} \Rightarrow K_3 = 39$$

II c 11)

ordre de grandeur des phénomènes de diffusion

$$\frac{c}{c_{\text{som}}} = \frac{D'}{\ell^2} \Rightarrow \tau_{\text{som}} = \frac{\ell^2}{D'} = 1,03 \cdot 10^{15} \text{ s}$$

33 millions d'années $= \tau_{\text{som}} = 2,8 \text{ millions d'années}$

* sans sorphon

$$\tau_{\text{som}}' = \frac{\ell^2}{(1+K_3)D'} = \frac{\tau_{\text{som}}}{40}$$

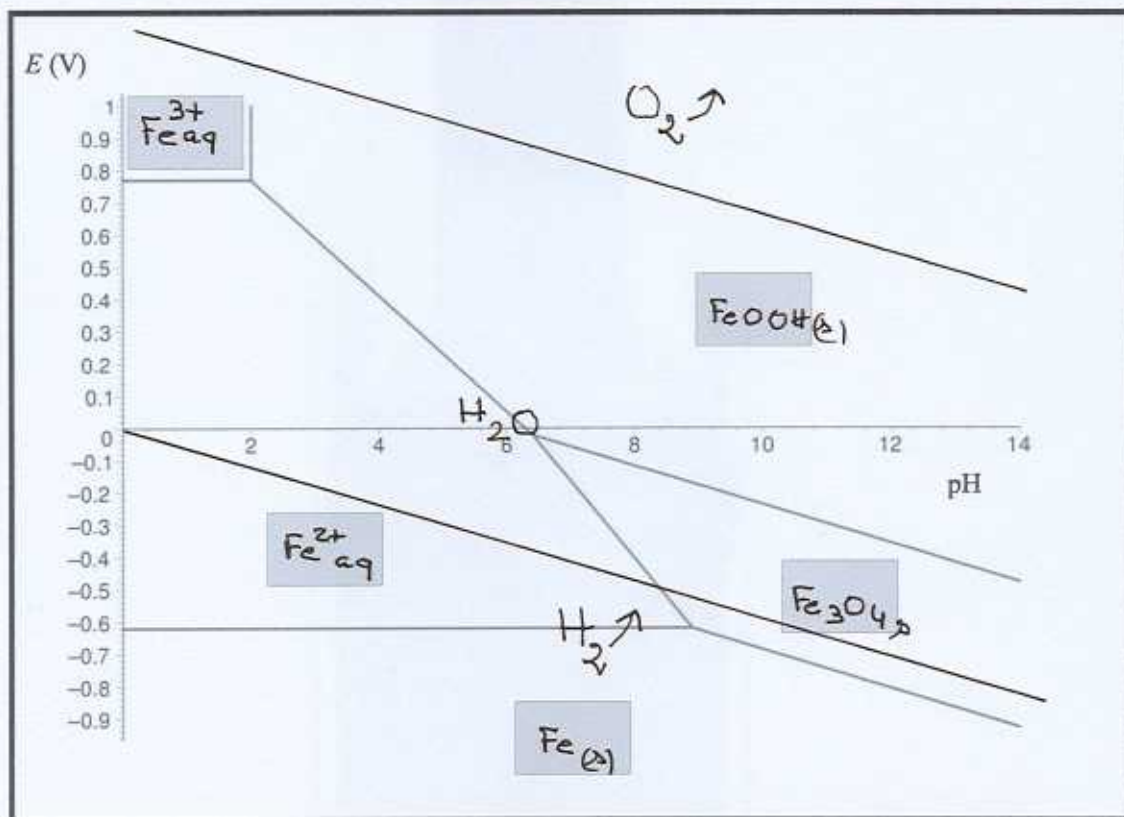
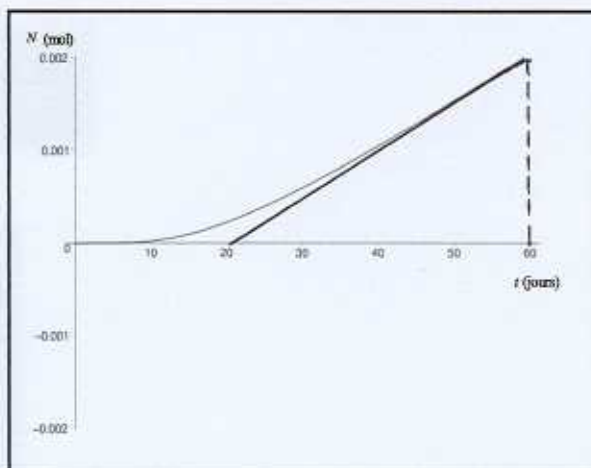
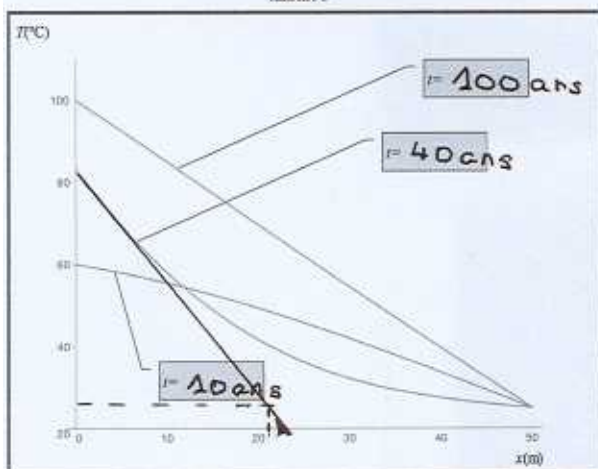
0,8 millions d'années $= \tau_{\text{som}}' = 2,8 \text{ millions d'années}$

Annexe du sujet de physique-chimie

Annexe 1

Annexe3

Annexe 1



Annexe 2