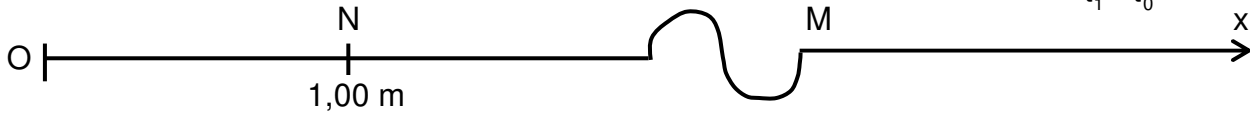


**I. Modélisation des ondes sismiques.**

**1.1.** Pour les ondes mécaniques P, la direction de la perturbation et la direction de la propagation est la même, il s'agit d'une onde **longitudinale**. Par contre pour les ondes S, la direction de la propagation est perpendiculaire à la direction de la perturbation, il s'agit d'une onde **transversale**.

**1.2.** Dans le texte, on nous dit que les ondes P sont plus rapides que les ondes S, la **célérité** peut être une grandeur à utiliser pour comparer la propagation des deux ondes.

**2.1.** La perturbation a parcouru la distance OM, en une durée  $\Delta t = t_1 - t_0$ . Alors  $v = \frac{OM}{t_1 - t_0}$ .



1,00 m correspond à 4,0 cm sur le schéma

OM = ? m correspond à 10,0 cm sur le schéma

Ainsi OM = 10,0 / 4,0 = 2,5 m.

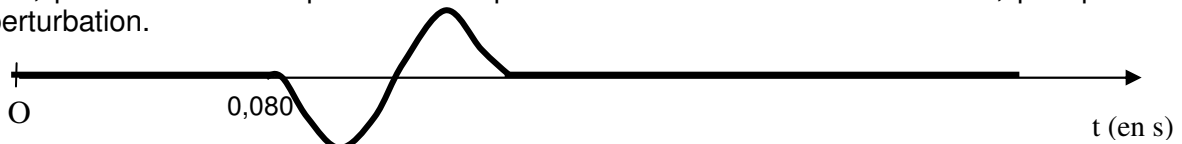
$$v = \frac{2,5}{0,20} = 12,5 \text{ m.s}^{-1} \quad (12,5 \text{ arrondi avec 2 chiffres significatifs} = 13)$$

**2.2.** La célérité dépend du milieu de propagation, la tension de la corde va modifier ce milieu, donc la célérité de l'onde dépend de la tension de la corde mais pas de l'amplitude de la perturbation.

**2.3.**  $\tau = \frac{ON}{v}$

$$\tau = \frac{1,00}{12,5} = 0,080 \text{ s} \quad (\text{calcul effectué avec la valeur non arrondie de } v)$$

**2.4.** Observons le point M : à l'instant  $t = 0,20$  s, le front de la perturbation atteint ce point M. Il va descendre, puis remonter. Le point N a eu précédemment ce même mouvement, puisqu'il a subi la même perturbation.



**3.**  $T = \frac{1}{f}$

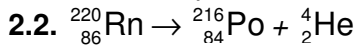
$$T = \frac{1}{100} = 1,00 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

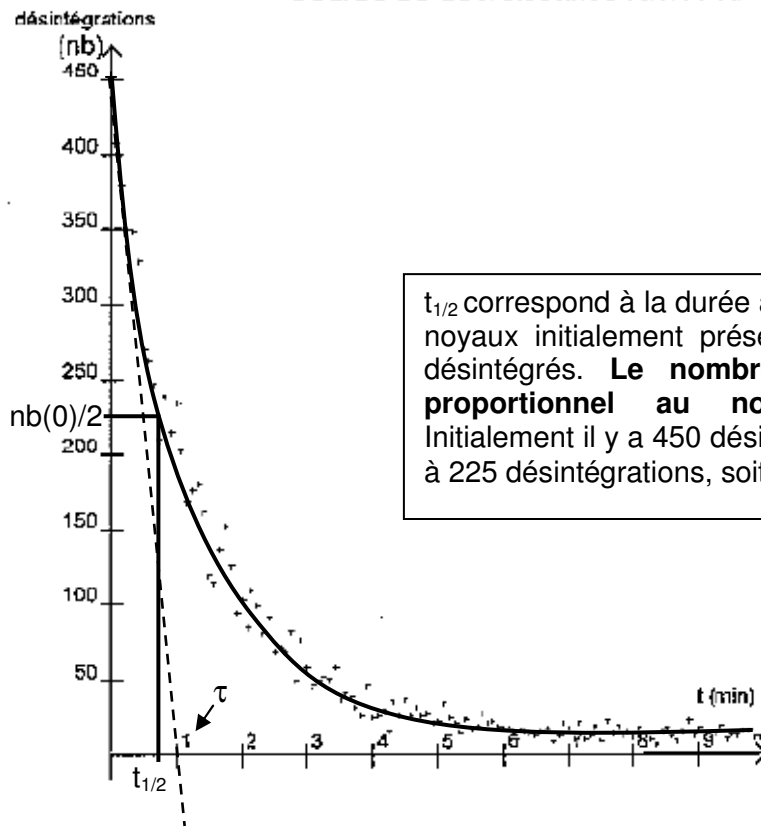
$$\lambda = \frac{12,5}{100} = 0,125 \text{ m} = 0,13 \text{ m}$$

## II. Modélisation de la décroissance radioactive.

2.1. Le radon 220 a un numéro atomique  $Z = 86$ , il possède donc **86 protons**. Son nombre de nucléons est  $A = 220$ , il possède donc  $220 - 86 = 134$  neutrons.



2.3. Courbe de décroissance radioactive du Radon 220



$t_{1/2}$  correspond à la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans l'échantillon se sont désintégrés. **Le nombre de noyaux présents est proportionnel au nombre de désintégrations.** Initialement il y a 450 désintégrations,  $t_{1/2}$  va correspondre à 225 désintégrations, soit  $t_{1/2} = 0,8$  min.

2.4. On trace la tangente à la courbe à la date  $t = 0$  s, elle coupe l'axe des abscisses pour  $t = \tau$ .  
On lit  $\tau = 1,0$  min.

$$\lambda = \frac{1}{\tau} \quad \lambda = \frac{1}{1,0 \times 60} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

2.5. D'après la loi de décroissance radioactive, on a  $n(t) = n_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ . La modélisation donne  $n(t) = 450 \cdot e^{-0,012 \cdot t}$  avec  $t$  en s.

Par identification  $\lambda = 1,2 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

2.6.  $n(t_{1/2}) = n_0/2 = n_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$

$$1/2 = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$$

$$\ln(1/2) = \ln(e^{-\lambda \cdot t_{1/2}})$$

$$-\ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2}$$

$$\text{Soit } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

Par mesure graphique on avait  $t_{1/2} = 0,8$  min,

$$\lambda = \frac{\ln 2}{0,8 \times 60} = 1,4 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

Bilan : méthode graphique de la tangente à l'origine :  $\lambda = 1,7 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,

modélisation par l'ordinateur :  $\lambda = 1,2 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,

méthode graphique avec  $t_{1/2}$  :  $\lambda = 1,4 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Les trois méthodes donnent des valeurs différentes, mais du même ordre de grandeur.

(L'ordinateur donne la valeur la plus proche de la réalité. La méthode graphique de la tangente à l'origine est la moins précise).

2.7. L'activité d'un échantillon est le nombre moyen de désintégrations qu'il produit par seconde. Elle s'exprime en **becquerel (Bq)**.

### III. Modélisation de la charge d'un condensateur.

3.1. L'armature A du condensateur est chargée positivement :  $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$

3.2. Par définition de la tension aux bornes d'un condensateur, on a :  $q(t) = C.u(t)$ .

3.3. En appliquant la loi d'additivité des tensions dans le circuit ci-contre, on a  $E = u_R + u$

En appliquant la loi d'Ohm :  $E = R.i + u$

$$E = R. \frac{dq}{dt} + u$$

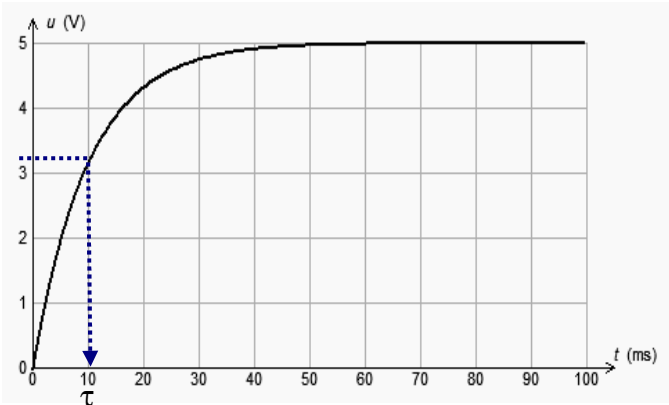
Or  $q(t) = C.u(t)$ , donc  $\frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u)}{dt} = C. \frac{du}{dt}$  car  $C = \text{Cte}$ .

Il vient alors :  $E = R.C. \frac{du}{dt} + u$

3.4. Une solution de cette équation est de la forme :  $u(t) = E.(1 - e^{-t/\tau})$

Par identification  $E = 5,0 \text{ V}$  et  $1/\tau = 1 / R.C = 100 \text{ s}^{-1}$

3.5.



Pour  $t = \tau$ ,  $u(\tau) = E.(1 - e^{-\tau/\tau}) = E.(1 - e^{-1})$

$u(\tau) = 5,0 \times 0,63 = 3,2 \text{ V}$

$\tau$  correspond au point d'ordonnée 3,2 V

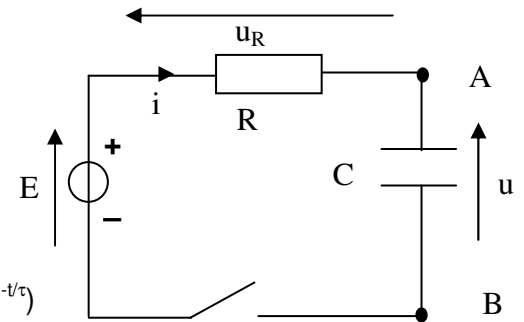
**$\tau = 10 \text{ ms}$ .**

Valeur théorique :  **$\tau = R.C$**

$\tau = 1,0 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6}$

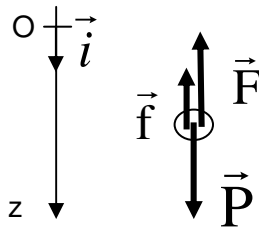
$\tau = 1,0 \times 10^{-2} \text{ s} = 10 \text{ ms}$

Les deux valeurs sont cohérentes.



#### IV. Modélisation d'une chute avec frottement.

4.1. Dans le référentiel du laboratoire, supposé galiléen, la bille est soumise à son poids  $\vec{P}$ , à la poussée d'Archimède  $\vec{F}$  et aux forces de frottement  $\vec{f}$ .



Remarque : les forces sont représentées sans souci d'échelle et décalées afin de mieux les distinguer.

4.2. Appliquons la deuxième loi de Newton au système :

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$$

Soit  $\vec{i}$  le vecteur unitaire sur l'axe (Oz),

$$P \cdot \vec{i} - F \cdot \vec{i} - f \cdot \vec{i} = m \cdot a \vec{i}$$

Par projection sur (Oz) :

$$m \cdot g - \rho \cdot V \cdot g - k \cdot v = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$g - \frac{\rho \cdot V}{m} \cdot g - \frac{k}{m} \cdot v = \frac{dv}{dt}$$

$$g \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right) - \frac{k}{m} \cdot v = \frac{dv}{dt}$$

Avec  $a = g \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right)$  et  $b = \frac{k}{m}$ , on a effectivement l'équation différentielle de la forme  $a - b \cdot v = \frac{dv}{dt}$ .

Vérifions les valeurs numériques de a et b :

$$a = 9,81 \times \left(1 - \frac{1,30 \times 10^3 \times 4,20 \times 10^{-6}}{32,6 \times 10^{-3}}\right) = 8,17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 8,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

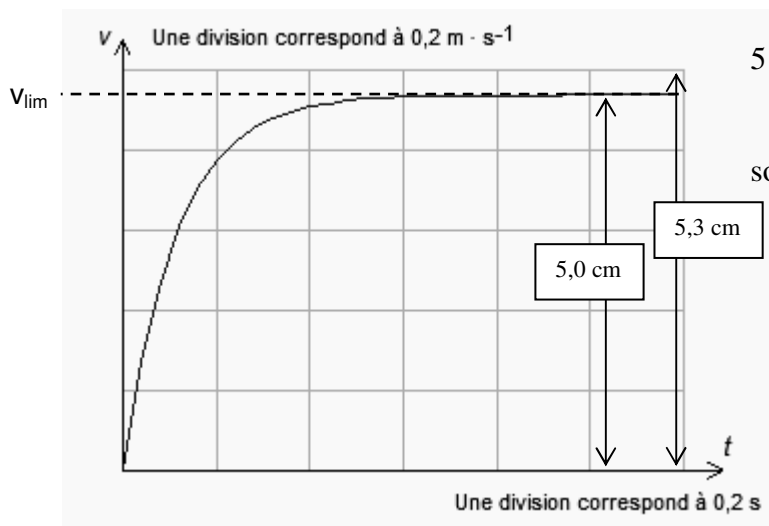
convertir V en m<sup>3</sup>

$$b = \frac{k}{m} = \frac{6\pi \cdot R \cdot \eta}{m}$$

$$b = \frac{6\pi \times 1,00 \times 10^{-2} \times 1,50}{32,6 \times 10^{-3}} = 8,67 \text{ s}^{-1} = 8,7 \text{ s}^{-1}$$

convertir R en m

4.3. On détermine la vitesse limite à l'aide du graphique.



$$5 \text{ div} \rightarrow 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow 5,3 \text{ cm}$$

$$v_{\text{lim}} \rightarrow 5,0 \text{ cm}$$

$$\text{soit } v_{\text{lim}} = 5,0/5,3 = \mathbf{0,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Lorsque la vitesse limite est atteinte, la vitesse est constante donc  $\frac{dv}{dt} = 0$ .

D'après l'équation différentielle, on a  $a - b \cdot v_{\text{lim}} = 0$ . Donc  $v_{\text{lim}} = \frac{a}{b}$ .

$$v_{\text{lim}} = \frac{8,2}{8,7} = \mathbf{0,94 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Les deux valeurs obtenues pour la vitesse limite sont égales.

## V. Modélisation et longitude.

$$5.1. v = \sqrt{\frac{G.M_T}{R_T+h}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{(6380 + 2,0 \times 10^4) \times 10^3}}$$

$$v = 3,89 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = \mathbf{3,89 \text{ km.s}^{-1}}$$

Le satellite parcourt son orbite de périmètre  $2\pi(R_T+h)$  en une durée égale à sa période T.

$$v = \frac{2\pi(R_T+h)}{T}, \text{ donc } \boxed{T = \frac{2\pi(R_T+h)}{v}}$$

$$T = \frac{2\pi \times (6380 + 2,0 \times 10^4)}{3,89} = \mathbf{4,26 \times 10^4 \text{ s}}$$

5.2. Le récepteur GPS est situé au niveau du sol, les ondes parcourent la distance h, à la célérité c :

$$c = \frac{h}{t}, \text{ donc } \boxed{t = \frac{h}{c}}$$

$$t = \frac{2,0 \times 10^4 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} = \mathbf{6,7 \times 10^{-2} \text{ s}}$$

5.3. Pour parcourir une distance d'un centimètre, les ondes mettent une durée  $\Delta t$ .

$$c = \frac{d}{\Delta t}, \text{ soit } \Delta t = \frac{d}{c}.$$

$$\Delta t = \frac{1 \times 10^{-2}}{3,00 \times 10^8} = \mathbf{3 \times 10^{-11} \text{ s}}, \text{ cette valeur est supérieure à la « précision » des horloges qui est de } 10^{-12} \text{ s. La précision est suffisante.}$$

5.4.  $\boxed{E = h \cdot \nu}$

$$E = 6,63 \cdot 10^{-34} \times 9192631770$$

$$E = \mathbf{6,09 \times 10^{-24} \text{ J.}}$$