I. Chute d'une balle de ping-pong (6 pts)

1) Les valeurs du poids et de la poussée d'Archimède sont indépendantes de la durée de chute.
Par contre la valeur de la force de frottement est proportionnelle au carré de la vitesse.
A l'instant initial, la vitesse est nulle donc F = 0, ceci correspond au schéma de Benoît.
En comparant la longueur du vecteur $\vec{F}$, on constate que $\vec{F}$ a une valeur F plus grande sur le schéma d'Amélie par rapport au schéma d'Adrien. Donc le schéma d'Amélie correspond à un temps de chute plus grand et celui d'Adrien correspond à un temps de chute quelconque.

2) $P = m_{balle}.g$

$$\Pi = m_{fluide}.g = \rho_{air}.V_S.g = \rho_{air}.\frac{4}{3}\pi r^3.g$$

$$\frac{P}{\Pi} = \frac{3m_{balle}}{4\rho_{air}.\pi.r^3}$$

$$\frac{P}{\Pi} = \frac{3 \times 2{,}3.10^{-3}}{4 \times 1{,}3 \times \pi \times (1{,}9.10^{-2})^3} = \mathbf{62}$$

Benoît a raison, la poussée d'Archimède a une valeur 62 fois plus faible que la valeur du poids.

3) Système = {balle de ping-pong} Référentiel = {le sol} (terrestre supposé galiléen)
Inventaire des forces : poids et frottement de l'air
(poussée d'Archimède négligée face à ces 2 forces)

D'après la deuxième loi de Newton: $\vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}$

Par projection sur un axe vertical orienté positivement vers le bas :

$$m.g - F = m\frac{dv}{dt} \qquad \textbf{équation (1)}$$

4) à t = 0, v = 0 donc la courbe 2 représente v(t) et la courbe 1 représente a(t).

5) Pour t > 2 s, alors v = $\mathbf{v_{lim} = 8{,}0\ m.s^{-1}}$

Pour t > 2s, les forces de frottement compensent la force poids donc $a = 0 = \frac{dv}{dt}$

L'équation (1) devient $m.g - F = 0$

$m.g - k.v_{lim}^2 = 0$

$k = \frac{m.g}{v_{lim}^2}$ D'où : $k = \frac{2{,}3.10^{-3} \times 9{,}8}{8{,}0^2} = \mathbf{3{,}5.10^{-4}\ SI}$

Retrouvons l'équation (2) :

d'après l'équation (1) $m.g - F = m\frac{dv}{dt}$

$$m.g - k.v^2 = m\frac{dv}{dt}$$

$$g - \frac{k}{m}.v^2 = \frac{dv}{dt}$$

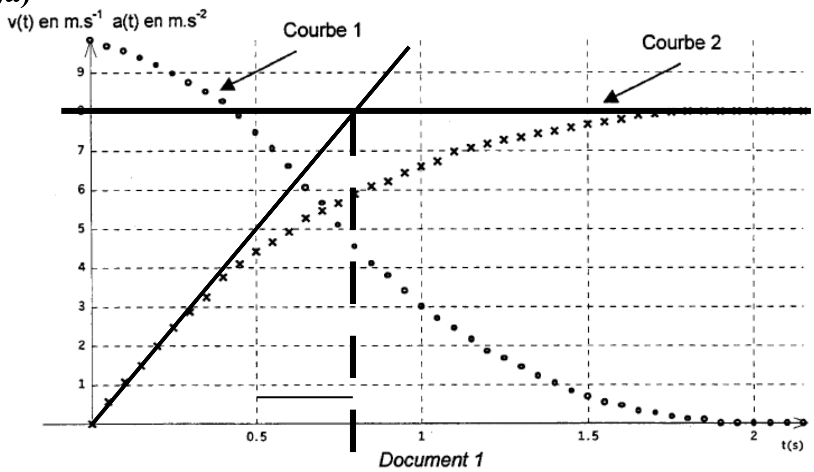
En remplaçant k par son expression: $g - \frac{m.g}{m.v_{lim}^2}.v^2 = \frac{dv}{dt}$

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{g}{v_{lim}^2}.v^2$$

$$\frac{dv}{dt} = 9{,}8 - \frac{9{,}8}{8{,}0^2}.v^2 = \mathbf{9{,}8 - 0{,}15.v^2} \qquad \textbf{équation (2)}$$

6) $k_t = 0{,}22.\pi.\rho.r^2$
$k_t = 0{,}22 \times \pi \times 1{,}3 \times (1{,}9.10^{-2})^2 = 3{,}2.10^{-4}$.
Pour k on a obtenu $k = 3{,}5.10^{-4}$, les valeurs de k et k_t sont assez proches.

7)a)



Document 1

τ temps caractéristique: La tangente à la courbe représentative de v = f(t), en t = 0 s, coupe l'asymptote horizontale d'équation $v = v_{lim}$ pour $t = \tau$.

On lit τ = 0,8 s.

7)b) <u>Calcul de a_1 :</u>

D'après l'équation (2) $\dfrac{dv}{dt}$ = **9,8 – 0,15.v²**

$$a_1 = \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t_1} = 9{,}8 - 0{,}15.v_1^2$$

$a_1 = 9{,}8 - 0{,}15 \times (0{,}49)^2$

$\mathbf{a_1 = 9{,}76\ m.s^{-2}}$

<u>Calcul de v_2 :</u>

En considérant $\dfrac{dv}{dt} \approx \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$

$\Delta v = v_2 - v_1 = (9{,}8 - 0{,}15.v_1^2).\Delta t$

$v_2 = (9{,}8 - 0{,}15.v_1^2).\Delta t + v_1$

$v_2 = (9{,}8 - 0{,}15 \times 0{,}49^2) \times 0{,}05 + 0{,}49$

$\mathbf{v_2 = 0{,}98\ m.s^{-1}}$

<u>Calcul de a_3 :</u>

$$a_3 = \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t_3} = 9{,}8 - 0{,}15.v_3^2$$

$a_3 = 9{,}8 - 0{,}15 \times (1{,}4610227)^2$

$\mathbf{a_3 = 9{,}48\ m.s^{-2}}$

Temps	Vitesse	Accélération
t(s)	v (m/s)	dv/dt (m/s²)
t_0 = 0	0	9,8
t_1 = 0,05	0,49	$a_1 = 9{,}76$
t_2 = 0,1	$v_2 = 0{,}98$	9,65646893
t_3 = 0,15	1,4610227	$a_3 = 9{,}48$
t_4 = 0,2	1,93501329	9,23835853
t_5 = 0,25	2,39693122	8,93820811

7)c) Amélie : *"Mais tous ces chiffres après la virgule, ça me fait bien rire !"*
On ne peut conserver autant de chiffres significatifs car pour g on a seulement 2 chiffres significatifs.

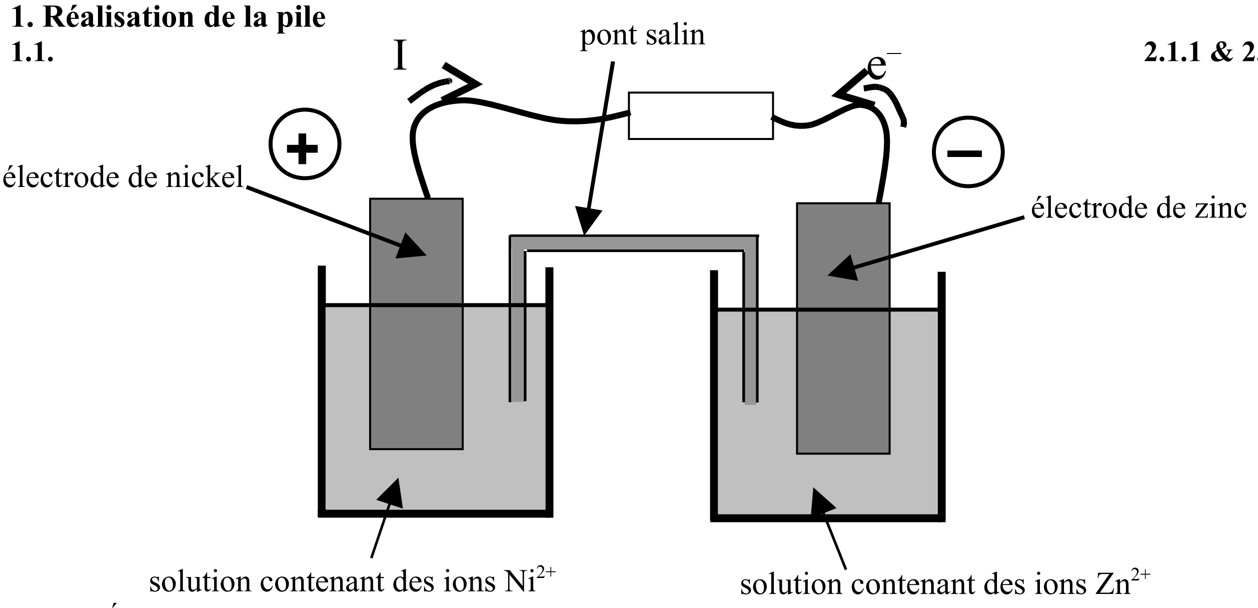
8)a) On obtient pour la vitesse des courbes théorique (courbe 3) et expérimentale (courbe 2) très similaires. Par contre pour l'accélération, le modèle théorique (Euler) donne un accélération non nulle pour t > 2s.

8)c) On peut utiliser comme modèle une force de frottement proportionnelle à la vitesse.
L'équation 2 devient : dv/dt = 9,8 – K.v avec K différent de k.

II. Réalisation d'une pile nickel-zinc (6 points)

1. Réalisation de la pile

1.1. **2.1.1 & 2.1.2**



1.2. Équation des réactions.

- Demi-équations des réactions se produisant aux électrodes:

à l'électrode + , il y a consommation d'électrons, donc une **réduction**: **$Ni^{2+}(aq) + 2\ e^- = Ni\ (s)$**

à l'électrode -, il y a libération d'électrons, donc une **oxydation**: **$Zn\ (s) = Zn^{2+}\ (aq) + 2\ e^-$**

- Équation de la réaction globale qui intervient quand la pile débite:

$$\mathbf{Ni^{2+}(aq) + Zn\ (s) = Zn^{2+}\ (aq) + Ni\ (s)}$$

- Valeur du quotient réactionnel initial $Q_{r,i}$:

$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}_{(aq)}]_i}{[Ni^{2+}_{(aq)}]_i} = \mathbf{1{,}0}$$

Donc $Q_{r,i} << K$, la réaction a lieu en sens direct ce qui est conforme avec la polarité de la pile.

2. Étude de la pile

2.1.1. *ajout de la résistance sur la figure 1.*
2.1.2. *ajout sens courant, sens e^- dans circuit extérieur*

2.2. Les ions nickel (II) sont consommés donc **$[Ni^{2+}(aq)]$ diminue**, tandis que des ions zinc (II) sont formés donc **$[Zn^{2+}\ (aq)]$ augmente**.

Or $Q_r = \dfrac{[Zn^{2+}_{(aq)}]}{[Ni^{2+}_{(aq)}]}$ donc au cours de la réaction **Q_r augmente**.

2.3. La pile s'arrêtera de débiter lorsque l'état d'équilibre du système sera atteint.
Alors $Q_r = Q_{r,éq} = K = 10^{18}$.

2.4. Si la réaction est totale, le réactif limitant la transformation est Ni^{2+} (« Sachant que la masse des électrodes ne limite pas la réaction »).

$$n_{Ni^{2+}\ initiale} - x_{max} = 0$$
$$x_{max} = C.V = 5{,}0.10^{-2} \times 0{,}100$$
$$\mathbf{x_{max} = 5{,}0.10^{-3}\ mol}$$

2.5. $Q = n(e^-).F$

Au niveau microscopique : A chaque fois que la réaction a lieu une fois, deux électrons sont transférés au circuit extérieur. Alors au niveau macroscopique: $n(e^-) = 2x_{max}$

La pile fournit une quantité totale d'électricité **$Q = 2\ x_{max}\ .\ F$**

$Q = 2\times 5{,}0.10^{-3} \times 96\ 500$

$Q = 9{,}65.10^2\ C = 9{,}7.10^2\ C$

3. Décharge partielle de la pile

3.1.1. D'après l'équation chimique, on a $n_{disp}(Ni^{2+}) = n_{formée}(Ni)$

$$n_{disp}(Ni^{2+}) = \frac{\Delta m}{M_{Ni}} = \frac{0,100}{58,7}$$

$n_{disp}(Ni^{2+}) =$ **$1,70.10^{-3}$ mol**

3.1.2. On a $n_{disp}(Ni^{2+}) = x_{max}$ donc $Q = 2\ n_{disp}(Ni^{2+}).F$

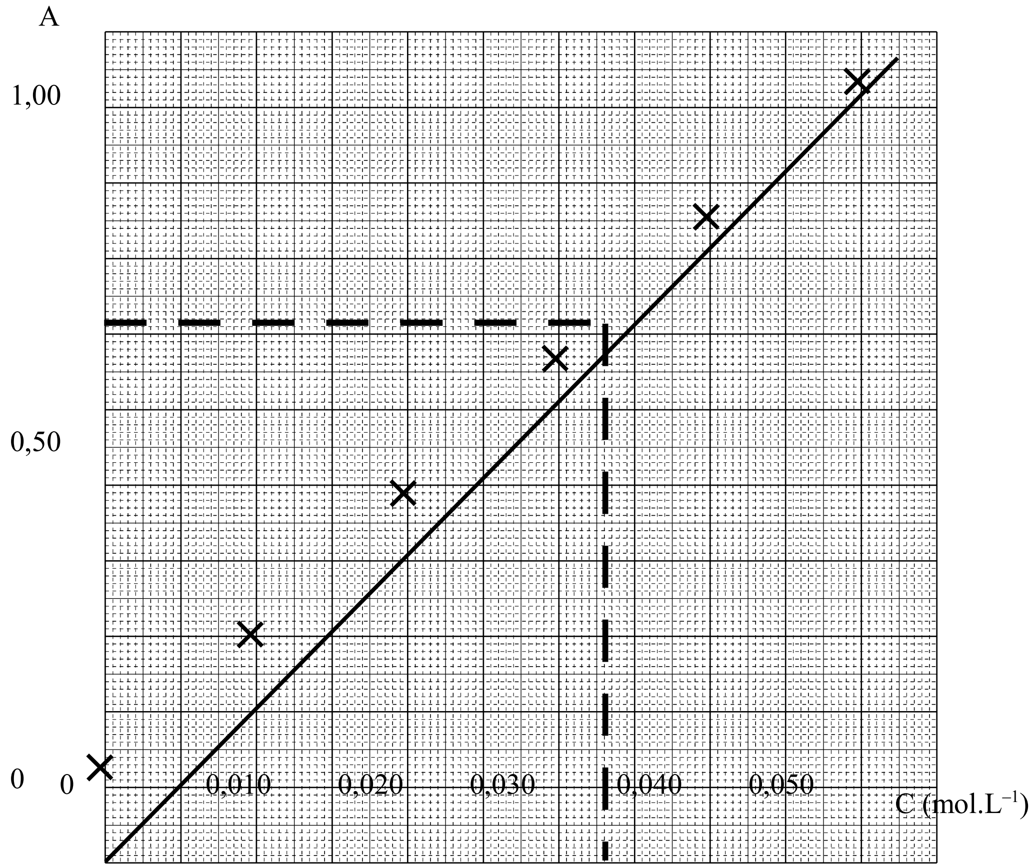
$$Q = 2\times\frac{\Delta m}{M_{Ni}}\times F = \mathbf{329\ C}$$

valeur de l'intensité du courant:

$Q = I.\Delta t$

donc $I = \dfrac{Q}{\Delta t} =$ **91,3 mA**

3.2.



3.3. On constate que le graphique représentant A = f(C) est une droite passant par l'origine.
Donc l'absorbance est proportionnelle à la concentration (Loi de Beer-Lambert).
Graphiquement pour A = 0,67, on a **C_{1h} = 0,033 mol.L^{-1}** concentration des ions Ni^{2+} restant en solution.

Après 1 heure: $C_{1h} = \dfrac{n_{initiale}(Ni^{2+}) - n_{disp}(Ni^{2+})}{V} = 0,033\ mol.L^{-1}$

$n_{disp}(Ni^{2+}) = n_{initiale}(Ni^{2+}) - C_{1h}.V$

$n_{disp}(Ni^{2+}) = C.V - C_{1h}.V = V.(C - C_{1h})$

$n_{disp}(Ni^{2+}) = 0,100\times(5,0.10^{-2} - 3,3.10^{-2})$

$n_{disp}(Ni^{2+}) = 1,7.10^{-3}$ mol

Ce résultat est **conforme** au calcul effectué dans le **3.1.1.**

III. Onde le long d'une corde tendue (4 points)

1) $F = m.g = 225.10^{-3}.9,81 \approx$ **2,21 N**

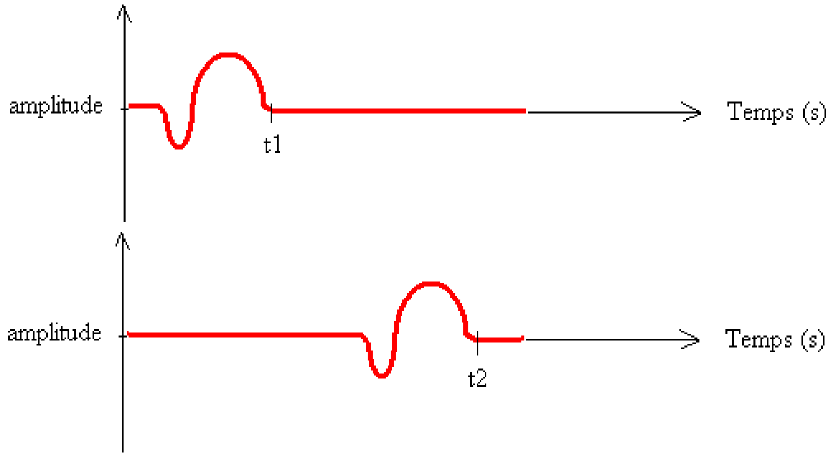
2) $\sqrt{\dfrac{[F]}{[\mu]}} = \sqrt{\dfrac{kg.m.s^{-2}}{kg.m^{-1}}} = \sqrt{m^2.s^{-2}} = m.s^{-1}$

   On a $\mu = \dfrac{m}{l} = \dfrac{176.10^{-3}}{11} \approx$ **$1,6.10^{-2}$ kg.m^{-1}** Et donc $c \approx$ **12 m.s^{-1}**

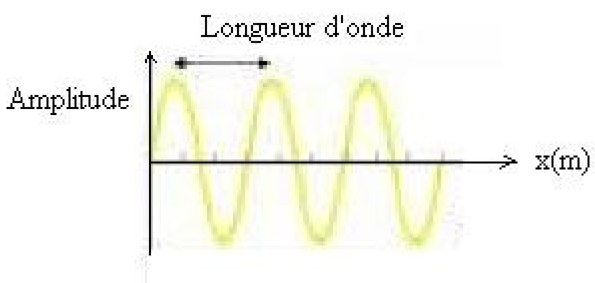
3) D'après l'expression de c, on constate que c est une fonction croissante de m.
   Donc pour modifier la valeur de c, il suffit de modifier la valeur de m.

4) $c = \dfrac{d}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \dfrac{d}{c}$ Donc **$\Delta t \approx 6,8.10^{-1}$ s**

5)
   Evolution de la perturbation : en A puis en B



6) Représentation spatiale de l'onde :



7) A et B vibrent en phase si et seulement si : **d = n.λ** (avec n un entier naturel non nul)
   On a **c = λ.f** D'où λ ≈ **$2,4.10^{-1}$ m.**
   Or, le rapport d/λ n'est pas égal à un entier, donc **A et B ne vibrent pas en phase.**