

### EXERCICE 1 (4 points)

Toutes les solutions aqueuses sont à 25°C.

1. On dispose d'une solution  $S_A$  d'acide éthanóique  $CH_3COOH$  de concentration  $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et de  $pH = 3,4$ .

- Rappeler la définition d'un acide au sens de Brønsted.
- L'acide éthanóique est un acide faible ( $\tau < 1$ ). Justifier cette affirmation par un calcul.
- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanóique avec l'eau.
- Donner l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  associée au couple acide éthanóique / ion éthanóate.

2. On dispose de deux solutions de bases faibles :

- une solution  $S_{B1}$  d'ammoniac  $NH_3$  ;
- une solution  $S_{B2}$  de méthylamine  $CH_3NH_2$ .

L'ammoniac est-elle une base plus faible que la méthylamine ?

Justifier la réponse en utilisant les données.

3. On mélange un volume  $V_A = 10 \text{ mL}$  de solution  $S_A$  d'acide éthanóique à un volume  $V_{B2} = 20 \text{ mL}$  de la solution  $S_{B2}$  de méthylamine de concentration  $C_{B2} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- Calculer les quantités de matière d'acide éthanóique et de méthylamine avant toute réaction.
- Écrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit. Montrer que cette réaction peut être considérée comme totale.
- Calculer les quantités de matière de chaque espèce après réaction et en déduire leur concentration molaire dans le mélange.
- En utilisant le  $pK_a$  du couple  $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$ , calculer le  $pH$  de la solution.

couple  $CH_3COOH/CH_3COO^-$  :  $pK_{a1} = 4,7$

couple  $NH_4^+/NH_3$  :  $pK_{a2} = 9,2$

couple  $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$  :  $pK_{a3} = 10,7$

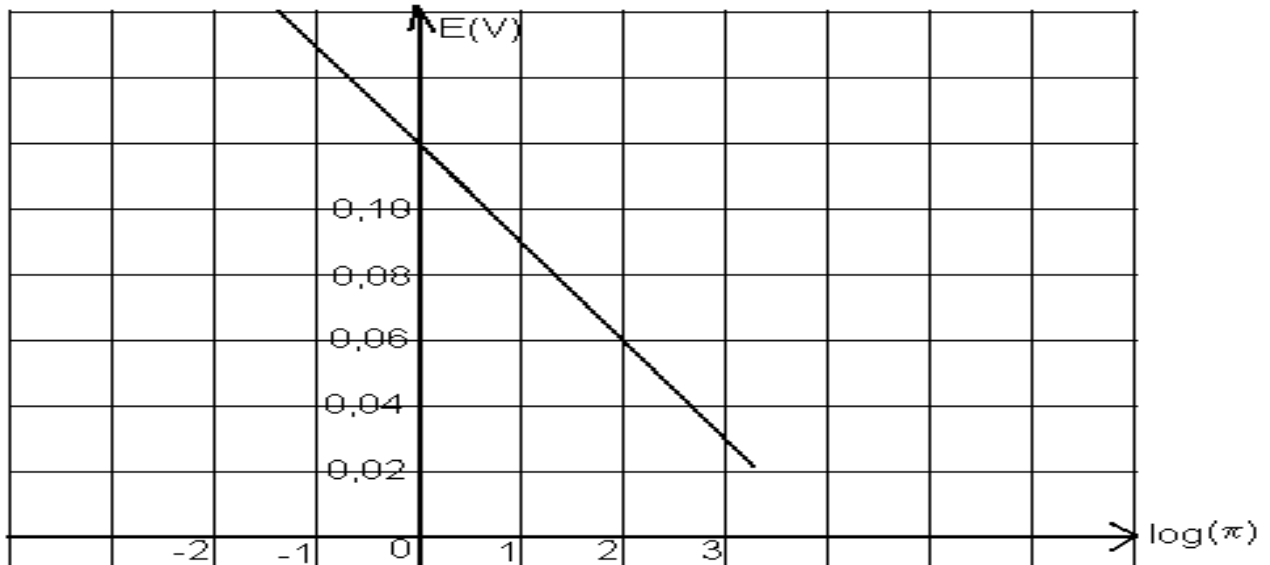
masses molaires atomiques:  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$

### EXERCICE 2 (3 points)

A 25°C, l'étude de la variation de la f.é.m.  $E$  de la pile  $Ni|Ni^{2+}||Sn^{2+}|Sn$ , a permis de tracer la courbe ci-dessous :

- Déterminer l'équation de cette courbe.
- Ecrire l'équation associée à la pile.
  - En utilisant le graphique, montrer que la constante d'équilibre relative à l'équation associée est  $K=10^4$ .

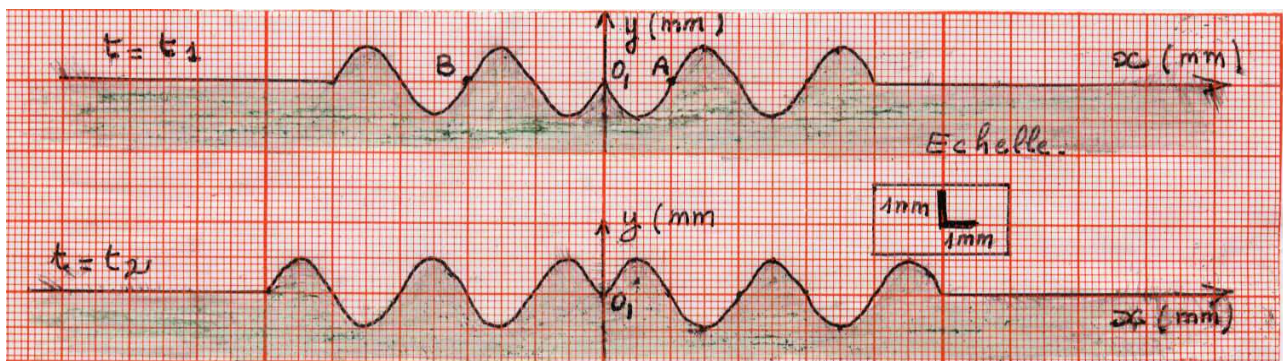
- 3) Lorsque la f.é.m. de la pile est  $E = 0,06V$ , on relie les électrodes de la pile par un récepteur.
- Donner avec justification le sens du courant qui circule dans le circuit extérieur de la pile. Ecrire l'équation de la réaction spontanée.
  - Déterminer graphiquement la fonction des concentrations  $\pi$ .
  - Calculer dans ce cas, la concentration des ions  $Ni^{2+}$  sachant que la concentration des ions  $Sn^{2+}$  est  $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .



**PHYSIQUE (13 points)**

**EXERCICE 1 (5 points)**

L'extrémité d'un stylet  $S_1$  animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de fréquence  $N$  frappe la surface d'une nappe d'eau initialement au repos, en un point  $O_1$ . Le mouvement de  $O_1$  débute à l'instant de date  $t = 0$  en allant dans le sens des elongations positives (sens ascendant). L'aspect de la surface de l'eau, suivant une coupe par un plan vertical passant par le point  $O_1$ , à deux instants de dates  $t_1$  et  $t_2$  données telles que  $t_2 - t_1 = 0,01 \text{ s}$  est schématisé par les deux figures suivantes :



Dans la suite on négligera tout amortissement

- S'agit-il d'une onde transversale ? Justifier la réponse
- Déterminer la longueur d'onde, la célérité de propagation  $v$ , et la fréquence  $N$  ?
- Calculer les dates  $t_1$  et  $t_2$  .
- a/ Établir l'équation horaire du mouvement du point source  $O_1$ .

b/ Établir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau atteint par l'onde et situé à la distance  $O_1M = x$ .

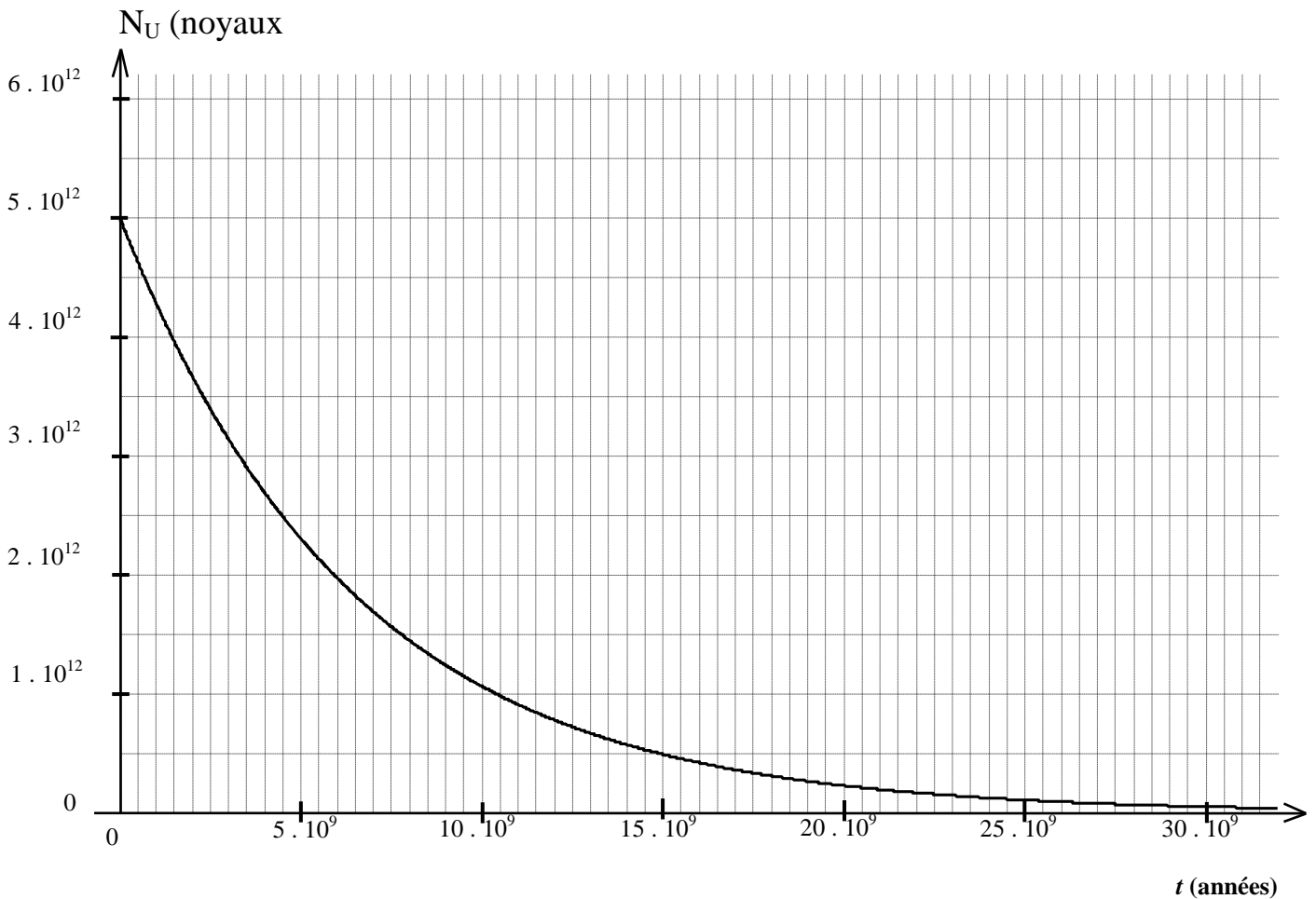
5° a/ A quel instant  $t_0$  le point A ( voir figure ) se met-il à vibrer ? Y-a-il d'autres points de la nappe d'eau qui commencent à vibrer en même temps que A ? Si oui préciser leur emplacement.

b/ Comment vibre le point A par rapport au point B (voir figure ).

**EXERCICE 2 (5 points)**

L'équation globale du processus de transformation d'un noyau d'uranium 238 en un noyau de plomb 206 est :  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 6 {}_{-1}^0e + 8 {}_2^4\text{He}$

On considère la courbe de décroissance radioactive du nombre  $N_U(t)$  de noyaux d'uranium 238 dans un échantillon de roche ancienne.



- 1) Quelle est la quantité initiale  $N_0$  de noyaux d'uranium.
- 2) Définir la période radioactive.
- 3) Déterminer graphiquement et avec justification, la valeur de la période radioactive de l'uranium 238.
- 4) Donner l'expression de  $N_U(t)$ , nombre de noyaux radioactifs présents en fonction du temps  $t$  et  $N_0$ .
- 5) Calculer le nombre de noyaux d'uranium 238 qui restent dans la roche à la date  $t_1 = 1,5 \cdot 10^9$  années.
- 6) La quantité de plomb mesurée dans la roche à la date  $t$ , notée  $N(\text{Pb})$ , est égale à  $2,7 \cdot 10^{12}$  atomes.

- Établir la relation entre  $N(U)$ ,  $N_O$  et  $N(Pb)$ . Calculer la quantité  $N(U)$  de noyaux d'uranium.
- Déterminer l'âge  $t$  de la de l'échantillon de roche.
- Exprimer le nombre d'atomes de plomb en fonction du temps  $N(Pb)=f(t)$ .
- Représenter les allures des courbes  $N(Pb)$  et  $N(U)$  en fonction du temps sur un même système d'axe en précisant les coordonnées du point d'intersection.

### EXERCICE 3 (étude de texte) (3 points)

#### TSUNAMI

Tsunami, mot d'origine japonaise signifie littéralement "vague de port". Le terme 'tsu' signifie 'port', tandis que 'nami' signifie 'vague'.

On peut donc considérer une vague comme une onde mécanique qui se propage à la surface de contact entre deux fluides : l'eau et l'air. Comme toute onde digne de ce nom, elle est caractérisée par : Amplitude :  $A$ , vitesse de propagation :  $V$ , période :  $T$ , longueur d'onde :  $\lambda$ , et profondeur de l'eau :  $H$

Un tsunami possède deux paramètres fondamentaux: l'énergie mécanique  $E$  libérée et sa période  $T$ .

La vitesse du tsunami au large est définie ainsi :  $V = (g \cdot H)^{1/2}$  avec  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

On voit donc que la vitesse du tsunami est liée à la profondeur de l'eau: plus l'eau est profonde plus le tsunami est rapide.

Lorsque le tsunami approche des côtes, il devient dangereux. En effet, en approchant des côtes, il y a diminution de la profondeur à cause de la morphologie océanique et, de ce fait, la vague perd de sa vitesse. La vitesse va diminuer, mais comme le flux d'énergie est constant, l'amplitude va augmenter. La vague se contracte et prend de la hauteur. (on gagne en hauteur ce qu'on perd en largeur).

- Que constituent, les vagues créées à la surface de la mer ?
- Quelles sont les grandeurs qui caractérisent ce phénomène ?
- Relever du texte ce qui prouve que les vagues deviennent dangereuses dans les côtes ?
- Dans l'océan, une onde se propage au large (très loin des côtes) avec une vitesse  $v = 720 \text{ km.h}^{-1}$ . La distance entre deux vagues (crêtes) est 100 km.

- Calculer la période de cette onde et sa fréquence.
- Calculer la profondeur de l'océan à ce niveau  $H$ .



Vitesse des vague au large	Jusqu'à 800 km/h
Vitesse des vagues près des côtes	20 à 40 km/h
Longueur d'onde au large	Quelques dizaines à 300 km
Longueur d'onde près des côtes	Quelques mètres
Hauteur de la vague au large	Imperceptibles
Hauteur de la vague près des côtes	De quelques mètres à 30 mètres

# Correction (Rhaoulia Tarek)

## CHIMIE

### EXERCICE 1

1 a) Un acide est toute entité chimique chargée ou neutre capable de libérer des proton  $H^+$  au cours d'une réaction chimique.

b) Si l'acide est fort, sa réaction sur l'eau est totale : la concentration des ions hydronium  $H_3O^+$  est égale à celle de l'acide. On aurait donc  $[H_3O^+] = C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Donc  $pH = 2$ . Or le  $pH$  n'est que de 3,4. Donc l'acide n'est pas totalement dissocié dans l'eau : c'est un acide faible.



d) 
$$K_a = \frac{[CH_3-COO^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[CH_3-COOH]_{\text{éq}}}$$

2) L'ammoniaque  $NH_3$  est une solution moins basique que  $CH_3-NH_2$  car  $pK_{a2} < pK_{a3}$

3) a)  $n_{CH_3COOH} = 10^{-4} \text{ mol}$  et  $n_{CH_3NH_2} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

b)  $CH_3-COOH + CH_3-NH_2 \rightarrow CH_3-COO^- + CH_3-NH_3^+ \quad K = K_{a1} / K_{a2} = 10^{-4.7} / 10^{-10.7} = 10^6$  Comme  $K \gg 10^4$  la réaction est supposée totale.

c) En fin de réaction on obtient : ( volume final  $V_f = 10 + 20 = 30 \text{ mL}$  ) et  $n_{CH_3COOH} = 0 \text{ mol}$  ( réactif limitant ) Donc  $[CH_3-COOH]_f = n_{CH_3COOH} / V_f = 0 / 0,03 = 0 \text{ mol.L}^{-1}$

$$n_{CH_3NH_2} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{et} \quad [CH_3NH_2]_f = n_{CH_3NH_2} / V_f = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{et} \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-]_f = n_{\text{CH}_3\text{COO}^-} / V_f = 3,33 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{NH}_3^+} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{et} \quad [\text{CH}_3\text{NH}_3^+]_f = n_{\text{CH}_3\text{NH}_3^+} / V_f = 3,33 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$d) \text{pH} = \text{pK}_a + \log [\text{CH}_3\text{-NH}_2] / [\text{CH}_3\text{-NH}_3^+] = 10,7 + \log(2). \text{ D'où } \text{pH} = 11,0$$

## EXERCICE 2

- 1)  $E = 0,12 - 0,03 \times \log(\pi)$
- 2) a)  $\text{Ni} + \text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{Sn}$   
b) A l'équilibre  $E=0$ , par prolongement de la courbe pour  $E=0$ , on a  $\log \pi_{\text{eq}} = 4$ ,  $\pi_{\text{eq}} = K = 10^4$ .
- 3) a)  $E = 0,06 \text{ V} > 0$ ,  $i$  : Sn vers Ni et  $e^-$  : de Ni vers Sn. Le sens direct de est spontané :  $\text{Ni} + \text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{Sn}$   
b)  $E = 0,06 \text{ V}$ , à partir de la courbe  $\log \pi = 2$ ,  $\pi = 10^2$ .  
c)  $\pi = [\text{Ni}^{2+}] / [\text{Sn}^{2+}] = [\text{Ni}^{2+}] = \pi \cdot [\text{Sn}^{2+}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

## PHYSIQUE

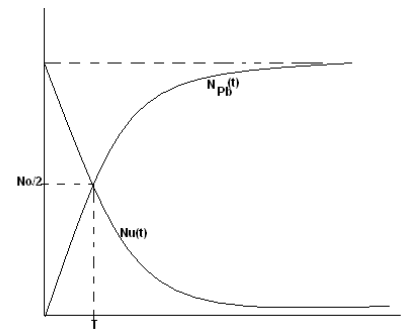
### EXERCICE 1

- 1) La direction de propagation (horizontale) de l'onde et la direction du mouvement d'un point (verticale) sont perpendiculaire. L'onde est transversale.
- 2) .
  - ✓ La longueur d'onde est la période spatiale (longueur d'une sinusoïde) :  $\lambda = 4 \times 1 \text{ mm} = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$ .
  - ✓  $x_1 = vt_1$ ,  $x_2 = vt_2 \Rightarrow x_2 - x_1 = v(t_2 - t_1) = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow v = 2 \times 10^{-3} / 0,01 = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$ .
  - ✓  $N = v / \lambda = 0,2 / 4 \times 10^{-3} = 50 \text{ Hz}$
- 3)  $t_1 = x_1 / v = 8 \times 10^{-3} / 0,2 = 40 \times 10^{-3} \text{ s} = 2T$ .  $t_2 = x_2 / v = 10 \times 10^{-3} / 0,2 = 50 \times 10^{-3} \text{ s} = 2,5T$
- 4) a)  $y_{O1}(t) = a \sin(\omega t + \varphi)$ .  $a = 1 \text{ mm}$ ,  $\omega = 2\pi N = 100 \text{ rad.s}^{-1}$ .

- $y_{O1}(t_1)=0 \Rightarrow \sin(4\pi+\varphi)=0 \Rightarrow \sin(\varphi)=0 \Rightarrow \varphi=0$  ou  $\varphi=\pi$  or  $O_1$  débute son mouvement dans le sens positif  $dy_{O1}(t)/dt>0$  à l'instant  $t=0 \Rightarrow a\omega\cos(\varphi)>0 \Rightarrow \varphi=0$   
d'où  $y_{O1}(t)=10^{-3}\times\sin(100\pi t)$  m
- 5) a)  $x_A = \lambda/2 \Rightarrow \theta_A = x_A/v = T/2 = 10^{-2}$ s.  
tous les points qui se trouvent sur le même rayon  $r=x_A = 2$  mm commencent à vibrer en même temps que A.  
b)  $\varphi_A - \varphi_B = -\omega(\theta_A - \theta_B) = -(2\pi/T)(T/2 - T) = \pi \Rightarrow$  A et B vibrent en opposition de phase.

## EXERCICE 2

- 1)  $N_0 = 5 \cdot 10^{12}$  noyaux
- 2) La période radioactive ou demi-vie est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents se désintègrent.
- 3) Graphiquement  $N=N_0/2$  pour  $t=T = 4,5 \cdot 10^9$  ans.
- 4)  $Nu(t) = N_0 \cdot e^{-(\ln 2/T) \times t}$ .
- 5)  $t = 1,5 \cdot 10^9$  ans, AN :  $Nu = 3,97 \cdot 10^{12}$  noyaux
- 6)
  - a)  $Nu = N_0 - N_{(Pb)} = 2,3 \cdot 10^{12}$  atomes
  - b)  $t = -[(\ln(N/N_0))/(\ln 2)] \cdot T = 5 \cdot 10^9$  ans
  - c)  $N_{(Pb)} = N_0(1 - e^{-(\ln 2/T) \times t})$ .
  - d)  $N_{(Pb)}(0) = 0$ , point d'intersection :  $N_{Pb} = Nu$  or  $N_{(Pb)} = N_0 - Nu$  d'où  $N_{Pb} = Nu = N_0/2$  soit pour  $t=T$ .



## EXERCICE 3

- 1) Les vagues créées à la surface de la mer constituent une onde mécanique.
- 2) Les grandeurs qui caractérisent cette onde sont : l'amplitude, la vitesse de propagation, la longueur d'onde et la profondeur de la mer.
- 3) Lorsque le tsunami approche des côtes, il devient dangereux. En effet, en approchant des côtes, il y a diminution de la profondeur à cause de la morphologie océanique et, de ce fait, la vague perd de sa vitesse. La vitesse va diminuer, mais comme le flux d'énergie est constant, l'amplitude va augmenter. La vague se contracte et prend de la hauteur. (on gagne en hauteur ce qu'on perd en largeur).
- 4) a)  $\lambda = 100$  km =  $10^5$  m.  $v = 720$  kmh $^{-1} = 72 \times 10^4 / 3600 = 200$  m.s $^{-1}$ .  $\Rightarrow T = \lambda/v = 500$ s.  
 $N = 1/T = 1/500 = 2 \times 10^{-3}$  Hz.
- b)  $H = v^2/|g| = (2 \times 10^2)^2 / 10 = 4 \times 10^3$  m = 4 km.