



L'érosion des berges des lacs est un phénomène naturel. Cependant, des études récentes ont montré que ce phénomène pouvait être accentué par des activités nautiques importantes. Au Québec, des chercheurs ont mis en évidence l'effet des activités comme le *wakeboard* et le *wakesurf* sur les lacs de Memphrémagog et Lovering.

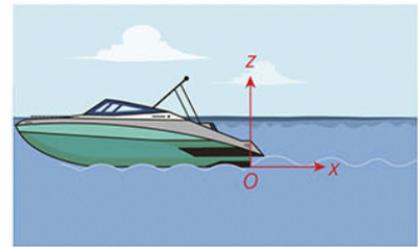


Comment les caractéristiques des ondes provoquées par les bateaux participent-elles à l'érosion des berges des lacs ?

1 Hypothèses

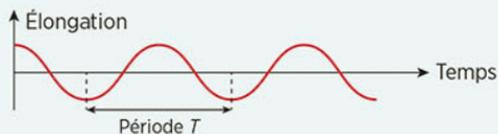
On modélise par des ondes mécaniques périodiques les vagues créées par les bateaux. On note A l'amplitude de ces ondes suivant l'axe z des altitudes.

On étudie l'altitude z à la date t d'un point M de la surface de l'eau suivant une direction x . L'origine $z = 0$ correspond à l'altitude de l'eau dans le lac lorsqu'aucune onde ne se propage. Les points de la surface du lac étudiés sont repérés par leur abscisse x .

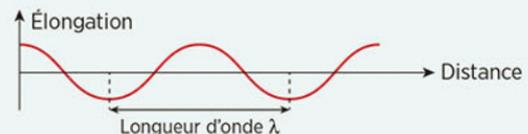


Période, longueur d'onde et célérité : cas d'une onde sinusoïdale

Représentation temporelle d'une onde sinusoïdale



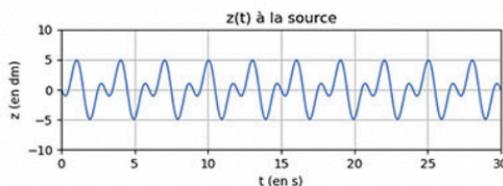
Représentation spatiale d'une onde sinusoïdale



• Une onde périodique est caractérisée par sa **période temporelle** (appelée période T) et sa **période spatiale** (appelée _____).

• La **célérité v** (en _____) d'une onde est liée à sa longueur d'onde λ (en m) et à sa période T (en s) : _____

2 Graphique de l'évolution de $z(t)$ à la source (bateau), obtenu grâce au programme Python 3



Vocabulaire

Deux points sont dits **en phase** s'ils sont à tout instant dans le même état vibratoire (à des sommets de vagues en même temps par exemple).

3 Étude de l'onde formée par le bateau

Pour tracer l'onde formée par le bateau en $x = 0$ m et en $x = x_M$, exécuter :

1 Importation de la bibliothèque

4 à 6 Définition des données modifiables :

9 à 12 Définition des données non modifiables

15 à 17 Définition de la variable et de la fonction

20 et 21 Création des zones de graphique

24 à 31 Construction du en , choix des titres des axes et format du graphique

33 à 40 Construction du graphique en , choix des titres des axes et format du graphique

42

```

1  from pylab import *
2
3  # Données modifiables
4  A = ..... # amplitude suivant z, en dm (entre 0 et Amax)
5  T = ..... # période de l'onde en s (entre 2 et 10)
6  xM = ..... # abscisse de M en km (entre 0 et L)
7
8  # Données non modifiables
9  v = 10 # célérité en m/s
10 L = 0.040 # distance bateau-berge suivant x en km
11 tmax = 30 # date de fin en s
12 Amax = 10 # amplitude maximale en dm
13
14 # Définition de t (500 points) et de la fonction périodique
15 t = linspace(0, tmax, 500)
16 def z(t):
17     return 0.56*A*(sin(2*pi*t/T) - sin(4*pi*t/T))
18
19 # Définition des graphiques
20 fig = figure()
21 gcf().subplots_adjust(hspace = 0.7)
22
23 # Graphiques
24 fig.add_subplot(2, 1, 1) # en x = 0
25 plot(t, z(t))
26 title("z(t) à la source")
27 xlabel("t (en s)")
28 ylabel("z (en dm)")
29 grid(True)
30 ylim(-Amax, Amax)
31 xlim(0, tmax)
32
33 fig.add_subplot(2, 1, 2) # en xM
34 plot(t, z(t - 1000*xM/v))
35 title("z(t) à xM = "+ str(xM)+" km de la source")
36 xlabel("t (en s)")
37 ylabel("z (en dm)")
38 grid(True)
39 ylim(-Amax, Amax)
40 xlim(0, tmax)
41
42 show() # affichage
    
```

 def fonction ():
définit une fonction.
Pour écrire les instructions, ne pas oublier après le retour à la ligne

 fig = figure()
crée

 gcf().subplots_ adjust
(hspace = 0.7)
permet de
..... pour un
ou plusieurs graphes.

 ylim(-Amax, Amax)
et xlim(0, tmax)
définissent

.....
respectivement de l'axe
des ordonnées et de
l'axe des abscisses.

 str(nombre)
transforme
en pour
permettre un affichage
par exemple.

➔ Voir cours Partie 1

QUESTIONS

1. Indiquer sur le graphique 2/ la période T et l'amplitude A de l'onde. APP, RÉA
2. Compléter les lignes 4, 5 et 6 du programme Python 3/, en choisissant une période $T = 3$ s, une amplitude $A = 5$ dm et une abscisse du point M $x_M = 10$ m. RÉA
3. Exécuter le programme 3/ pour différentes valeurs de T et de A . Décrire l'influence de ces paramètres sur l'aspect des courbes obtenues. RÉA, ANA-RAIS
4. En revenant aux paramètres initiaux pour A et T , faire varier x_M et décrire les changements observés. RÉA, ANA-RAIS

5. Trouver plusieurs valeurs de x_M pour lesquelles les deux signaux sont en phase. APP, RÉA
6. Déterminer la période spatiale de l'onde étudiée. RÉA, ANA-RAIS
7. L'accélération de l'érosion peut être en partie expliquée par l'énergie provoquée par l'impact des vagues sur la rive. Déterminer, dans les conditions de la question 2., le nombre de vagues qui touchent la rive en 1 min. RÉA, ANA-RAIS
8. Conclure en donnant les différentes caractéristiques d'une onde mécanique progressive périodique, modèle utilisé ici pour la propagation des vagues provoquées par un bateau. COM, ANA-RAIS