18 Préambule manipulatoire

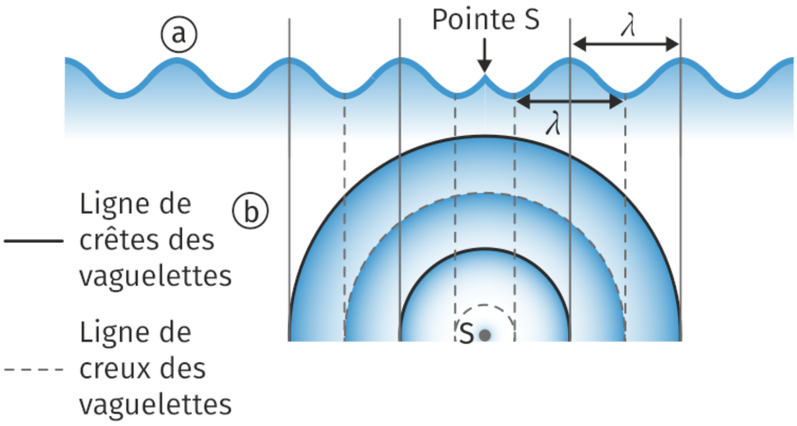
CN

Objectif

• Tester les conditions d'interférences constructives ou destructives à la surface de l'eau dans le cas de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase.

Matériel disponible

• Cuve à onde avec stroboscope synchronisé.



Travail à effectuer

• Réaliser des interférences à l'aide du double vibreur, et synchroniser le stroboscope. On observe :
↳ Des lignes grisées qui correspondent à une immobilité de la surface de l'eau. En ces points des interférences destructives ont lieu.
↳ Des lignes où alternent des points blancs (sommets) et noir (creux) où la surface de l'eau est agitée. En ces points des interférences constructives ont lieu.
Ces lignes s'appellent des franges d'interférences.

• Placer un papier calque à la bonne dimension (12 × 12 cm) sur la cuve à onde.
↳ Repérer les sources S_1 et S_2.
↳ Repérer les points d'interférences destructives D_1, D_2, D_3 etc. ..., et constructives C_1, C_2, C_3 etc. ..., éloignés des sources.
↳ Déterminer la longueur d'onde en mesurant la distance radiale depuis une source, entre 4 ou 5 cercles lumineux concentriques : 3 ou 4 λ.

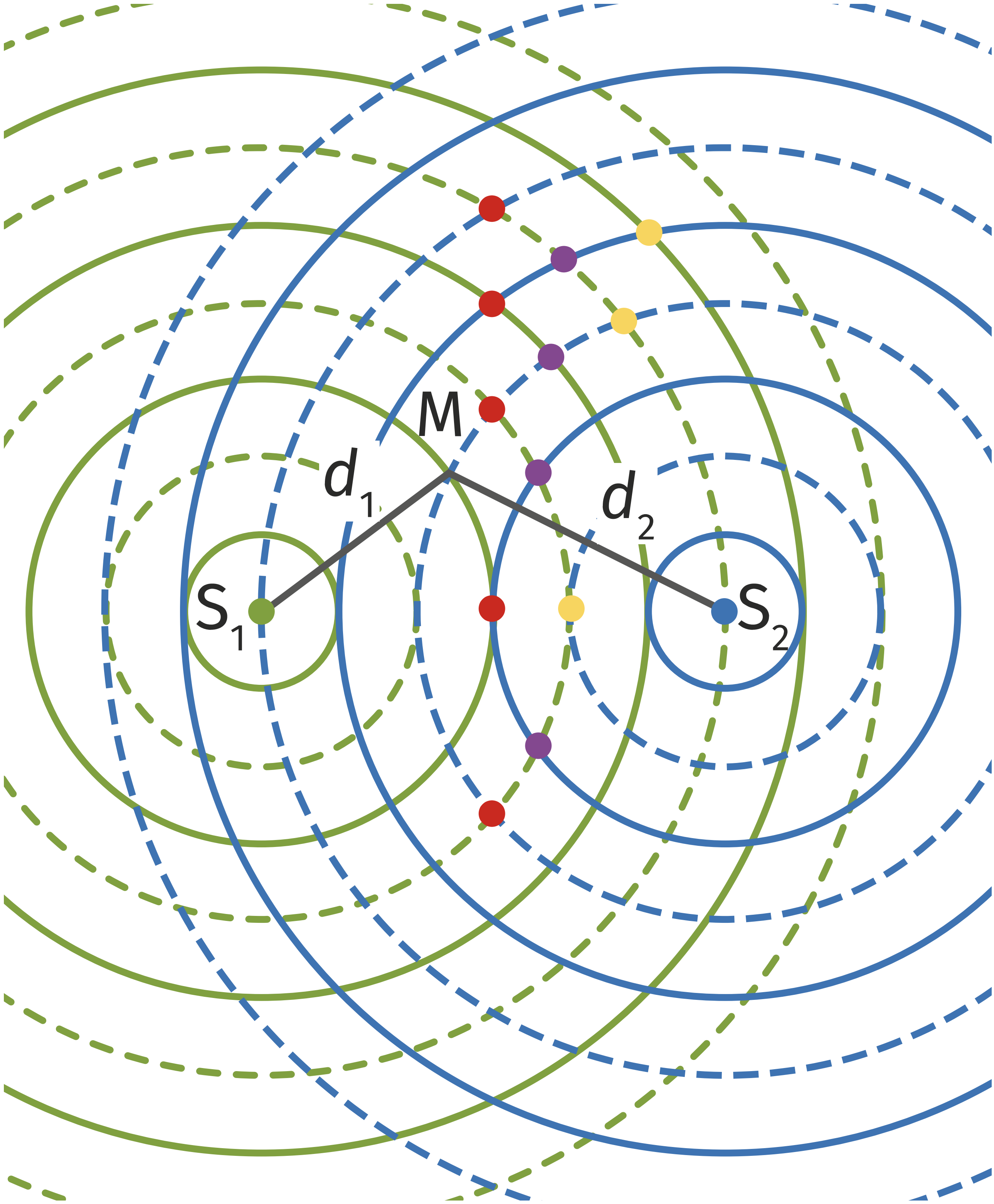
• Travailler sur le papier calque et déterminer la différence de marche pour chacun des points repérés.

Résultats

↳ La différence de marche vaut : $\delta = S_2P - S_1P$, où P est l'un des points repérés.
↳ La longueur d'onde choisie est λ = ... cm

Point	**C_1**	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**	**D_1**	**D_2**	**D_3**	**D_4**	**D_5**
Nature	Constructives					Destructives				
δ (cm)										
$\frac{\delta}{\lambda}$										

• En cas de difficultés avec le papier calque, il est possible d'utiliser le relevé de simulation ci-dessous.



18 Superposition de deux ondes progressives sinusoïdales synchrones

CN

Objectif

Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, la somme de deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones en faisant varier la phase à l'origine de l'un des deux.

Contrôle actif du bruit

• Le bruit est un son indésirable. Si une source secondaire émet un son « antibruit » les deux ondes se superposent pour donner le silence.

↳ Quelles sont les caractéristiques de cet antibruit ?

Représentation d'une onde progressive sinusoïdale

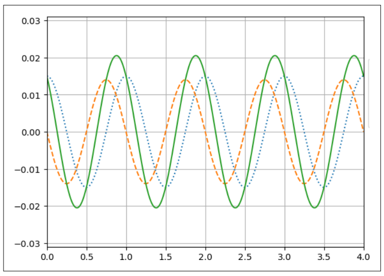
• On se place au point S, source d'une perturbation mécanique d'un milieu continu.

L'élongation y(t) du milieu en ce point, en fonction du temps s'exprime sous la forme : $y(t)=A\times\cos(2\pi\times\frac{t}{T}+\varphi)$.

↳ A : amplitude (valeur maximale) de l'onde en mètres (m)
↳ T : période de la perturbation en seconde (s)
↳ φ : phase à l'origine des temps en radians, $-\pi < \varphi \leqslant \pi$. La phase à l'origine se traduit par un décalage temporel du signal.

Python1. Faire varier l'amplitude A et la phase à l'origine φ. Observer les variations de l'élongation.

Somme des élongations de deux ondes sinusoïdales synchrones en un même point



• On se place en un même point S où deux élongations sinusoïdales $y_1(t)$ et $y_2(t)$ se superposent :

$$y_1(t)=A_1\times\cos(\frac{2\pi}{T}\times t)$$

$$y_2(t)=A_2\times\cos(\frac{2\pi}{T}\times t+\varphi_2)$$

↳ A_1 et A_2 sont les amplitudes (valeur maximale) des ondes en mètres (m)
↳ Les ondes possèdent la même période T.
↳ La phase à l'origine du signal y_1 est nulle $\varphi_1 = 0$. Le signal y_2 possède une phase à l'origine φ_2 nulle au début, puis que l'on fera varier.

• La somme vaut : $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$

$$y(t)=A_1\times\cos(\frac{2\pi}{T}\times t)+A_2\times\cos(\frac{2\pi}{T}\times t+\varphi_2)$$

Python2.

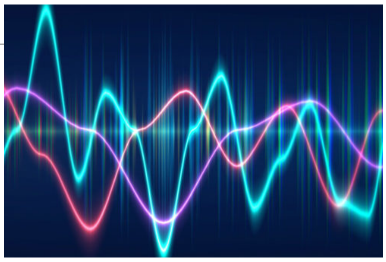
• Compléter le code fourni pour représenter la somme de deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones, en faisant varier la phase à l'origine du second.

• Exécuter le code pour étudier l'influence de la phase a l'origine du signal $y_2(t)$ sur la somme des deux signaux, notamment lorsque φ_2 vaut 0, $\frac{\pi}{2}$ et $k \times \pi$.

• De même, étudier l'influence des amplitudes des signaux A_1 et A_2 sur la somme lorsque φ_2 vaut 0, $\frac{\pi}{2}$ et $k \times \pi$.
↳ Noter les valeurs de la phase à l'origine de $y_2(t)$ permettant d'obtenir la plus grande atténuation possible.
↳ Préciser la condition supplémentaire sur les amplitudes permettant d'avoir une somme de signaux nulle.

• Conclure en utilisant les termes suivants : en phase, en opposition de phase, amplitude, maximum, minimum.

Cas particulier des ondes lumineuses



• Dans le cas des ondes lumineuses, l'élongation s'appelle la « grandeur lumineuse » ou l'« amplitude lumineuse » et est noté a(t) Si les conditions sont réunies, les grandeurs lumineuses peuvent interférer.

• Cependant, les récepteurs lumineux ne peuvent afficher que l'intensité lumineuse : c'est la moyenne temporelle, du carré de la grandeur lumineuse.

Python3.

• Compléter le code fourni pour représenter le carré de la somme des grandeurs lumineuses

• Exécuter le code pour étudier l'influence de la phase a l'origine de la grandeur lumineuse $a_2(t)$ sur l'intensité lumineuse reçue, notamment lorsque φ_2 vaut 0, $\frac{\pi}{2}$ et $k \times \pi$.
• De même, étudier l'influence des amplitudes des grandeurs lumineuses A_1 et A_2 sur l'intensité lumineuse lorsque φ_2 vaut 0, $\frac{\pi}{2}$ et $k \times \pi$.
↳ Noter les valeurs de la phase à l'origine de $a_2(t)$ permettant d'obtenir la plus grande extinction possible.
↳ Préciser la condition supplémentaire sur les amplitudes permettant d'avoir une extinction totale.

Python4. Amplitude dans la cuve à onde en fonction de φ_2

• En utilisant le code de la question **Q2**, écrire une fonction de φ_2 qui renvoie le maximum de la somme $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$ avec $A = A_1 = A_2$.
• À l'aide d'une boucle, tracer alors les variations de ce maximum pour des valeurs de φ_2 comprises entre $-2 \times \pi$ et $2 \times \pi$.

• Comparer la courbe obtenue avec celle de la fonction suivante : $A(\varphi_2) = 2A\cos(\frac{\varphi_2}{2})$. $(\varphi_2 = \frac{2\pi\delta}{\lambda})$

Python5. Intensité lumineuse en fonction de φ_2

• En utilisant le code de la question **Q3**, écrire une fonction de φ_2 qui renvoie l'intensité lumineuse avec $A = A_1 = A_2$.
• À l'aide d'une boucle, Tracer alors les variations de ce maximum pour des valeurs de φ_2 comprises entre $-2 \times \pi$ et $2 \times \pi$.

• Comparer la courbe obtenue avec celle de la fonction suivante : $I(\varphi_2) = A^2(1+\cos(\varphi_2))$. $(\varphi_2 = \frac{2\pi\delta}{\lambda})$