

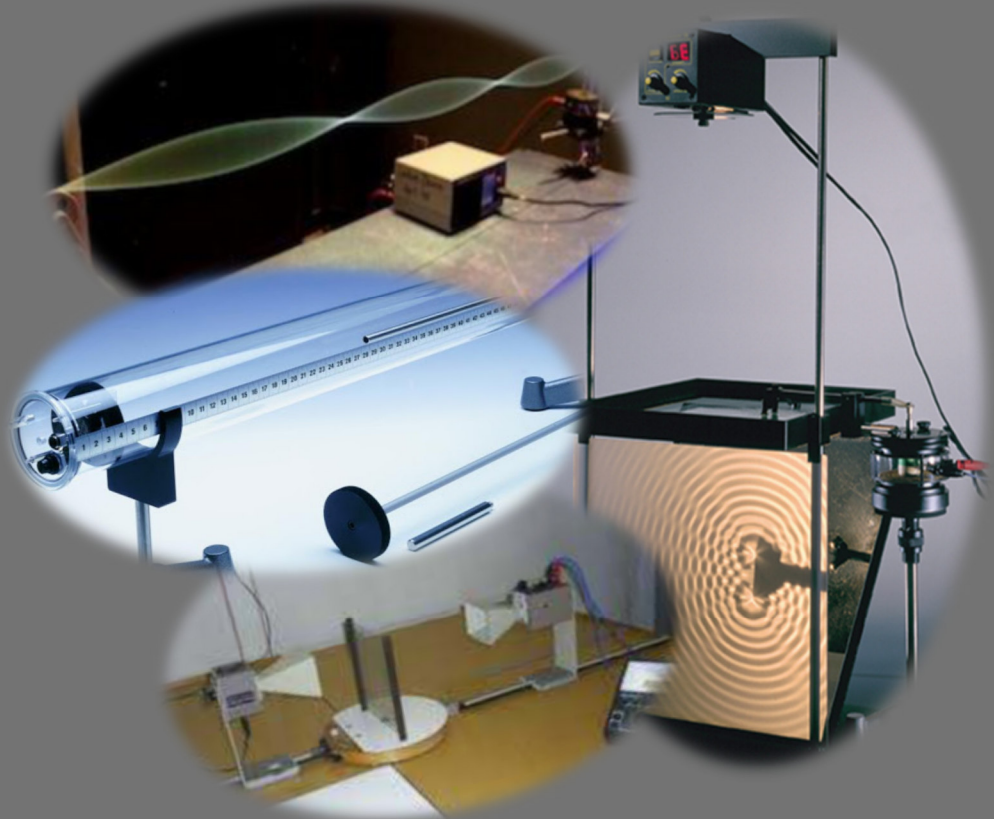
2020

E
S G
E E
O

Travaux pratiques

Ondes et Vibrations

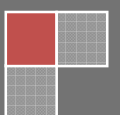
Physique 4
Semestre 4



K. KHELLOUFI

M. CHAHI

A. BRAHMI



Organisation des Travaux Pratiques

- ❖ Les travaux pratiques « TP » sont obligatoires et la durée de chaque séance de TP est 1h30.
- ❖ Le port du tablier est obligatoire.
- ❖ L'étudiant doit préparer la partie théorique de chaque TP.
- ❖ Le rapport de TP doit être propre et présentable.
- ❖ Les comptes rendus doivent contenir tous les tableaux des mesures, courbes tracées sur papier millimétrique, partie théorique, conclusion et résultats interprétés.

TP N° 01 : *Vibrations Mécaniques « Ondes Stationnaires »*

La corde vibrante

But de TP :

- Étude de l'effet de la tension de la corde, et de la masse spécifique sur la longueur d'ondes stationnaires.

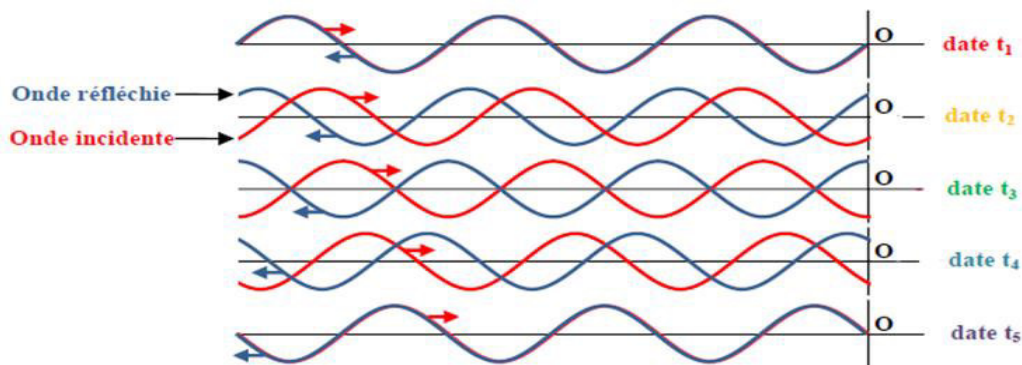
Introduction :

1. Définition :

Une onde est une perturbation produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales du milieu. La propagation de cette perturbation décrit l'évolution et la progression de l'onde au sein du milieu physique caractérisé par sa célérité (vitesse de propagation).

La direction de propagation de l'onde dans l'espace distingue deux types d'ondes : longitudinales, et transversales, or que le milieu de propagation discrimine trois types d'onde : mécanique, électromagnétique et gravitationnel

Une onde est dite progressive si la perturbation locale propagé dans un milieu matérielle ne transport pas de matière mais uniquement de l'énergie. Elle se retrouve toujours identique à elle-même après une durée T et à une distance spatiale spécifique dites longueur d'onde.



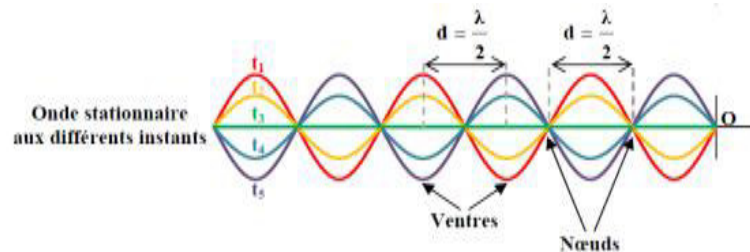
2. Mode de vibration d'onde progressive sinusoïdal stationnaire:

Une onde progressive sinusoïdale de fréquence f , se propageant à la célérité v et par la longueur d'onde λ . Telle que $v = \lambda f$.

Lorsque cette onde incidente rencontre un obstacle fixe (point O) il se crée une onde progressive réfléchissante sinusoïdale de même fréquence f , de même vitesse v et de même longueur d'onde λ que celle incidente.

A chaque instant t , l'onde résultante correspondant à la superposition des ondes incidentes et réfléchies semble à se gonfler et se dégonfler sur place et que certains points semblent restés immobiles formant des ventres de longueur d .

Le nombre des ventres créent par la propagation des ondes dépend essentiellement du milieu de propagation et la fréquence d'oscillation.



3. Principe général :

La corde vibrante est le modèle physique permettant d'étudier le phénomène d'onde stationnaire, il permet la compréhension des sons émis par les instruments à cordes, mais aussi les mouvements qui peuvent agiter les structures mécaniques comme les câbles, caténaire et élingues.

Le mouvement d'une corde tendue à une de ces extrémités par une force dans la direction x est décrit par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{F}{\rho S} \frac{d^2y}{dx^2}$$

Etant que : S et ρ sont respectivement la section et la densité de la corde, et que y est l'écart spatiale dans la direction Y à l'instant t .

La solution de cette équation est une fonction à deux variable spatiale et temporelle, elle est généralement de la forme : $\Phi = f(y \pm ct)$ avec « c » la vitesse de propagation.

Par substitution, on trouve que la vitesse de propagation vaut $c = \sqrt{\frac{F}{\rho S}}$ et la longueur d'onde soit $\lambda = \frac{c}{f}$; Et donc, on définit la relation entre la vitesse de propagation et la fréquence d'oscillation par : $c = \lambda f$

Sachant que la densité volumique de la corde peut être calculée par la connaissance de la masse et le volume de la corde : $\rho = \frac{M}{V}$, la longueur d'ondes caractéristique des vibrations de

la corde dépend essentiellement de la masse spécifique μ (linéique) : $\lambda = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{Fl}{M}} = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

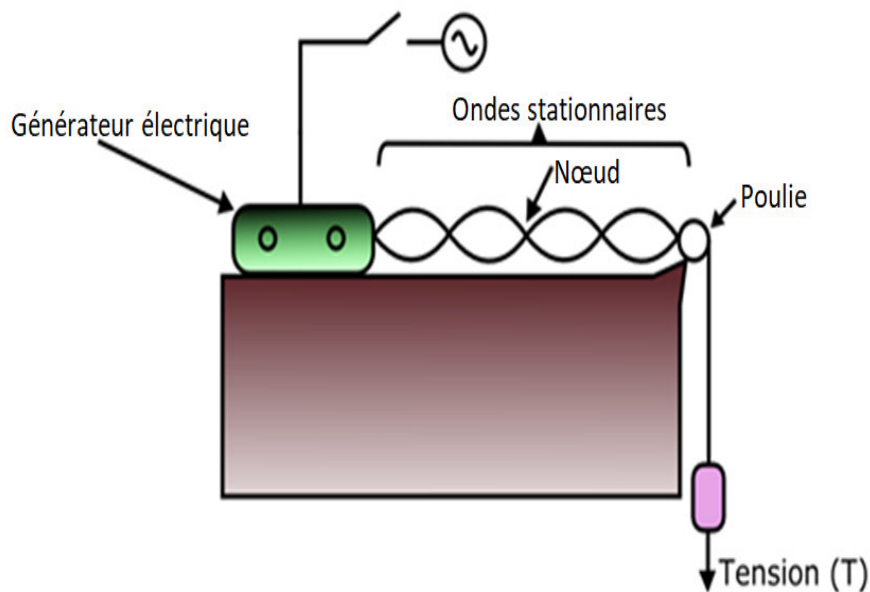
4. Matériels utilisés

- Module d'ondes transversales
- Règle
- Fils (élastique et non élastique)
- Générateur
- Excitateur

5. Objectif et manipulation :

Notre dispositif permet de réaliser l'expérience de Melde, pour l'étude de la propagation d'ondes transversales le long d'une corde (élastique et non élastique) tendue à une de ces extrémités par une masse variable.

L'appareil sert de produire des ondes transversales stationnaires à une fréquence f constante, mais de longueur d'ondes différente selon la tension T déduite à partir des masses raccroché.



La création des ondes progressive périodique se fait lorsqu'on tourne l'excentrique du moteur à une fréquence constante.

L'onde incidente et réfléchi interfèrent et produisent des ondes stationnaires caractérisé par un certain nombre de ventres et nœuds selon la masse attaché à l'autre extrémité de la corde.

6. Etude théorique :

- Donner en détails l'équation différentielle décrivant la propagation d'une onde transversale dans la corde avec une vitesse constante v .

7. Etude expérimentale :

➤ Placer la corde inélastique dans le dispositif du TP à une longueur $l = 48.5 \text{ Cm}$, puis lancer le moteur vibratoire à la fréquence $f = 27.39 \text{ Hz}$ avec tension $V = 5.2 \text{ Volt}$.

➤ Varier la tension de la corde à l'autre extrémité en changeant les masses attachées de tel sort le nombre des ventres créés changent.

➤ Remplir le tableau suivant étant que $g = 9.8 \text{ m/s}^2$:

N ^{bre} de Ventres (n)	La masse M (g)	La tension T(N)	La longueur d'ondes λ (m)	λ^2 (m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

➤ Tracer le graphe $\lambda^2 = f(T)$ et déduit la masse spécifique de la corde.

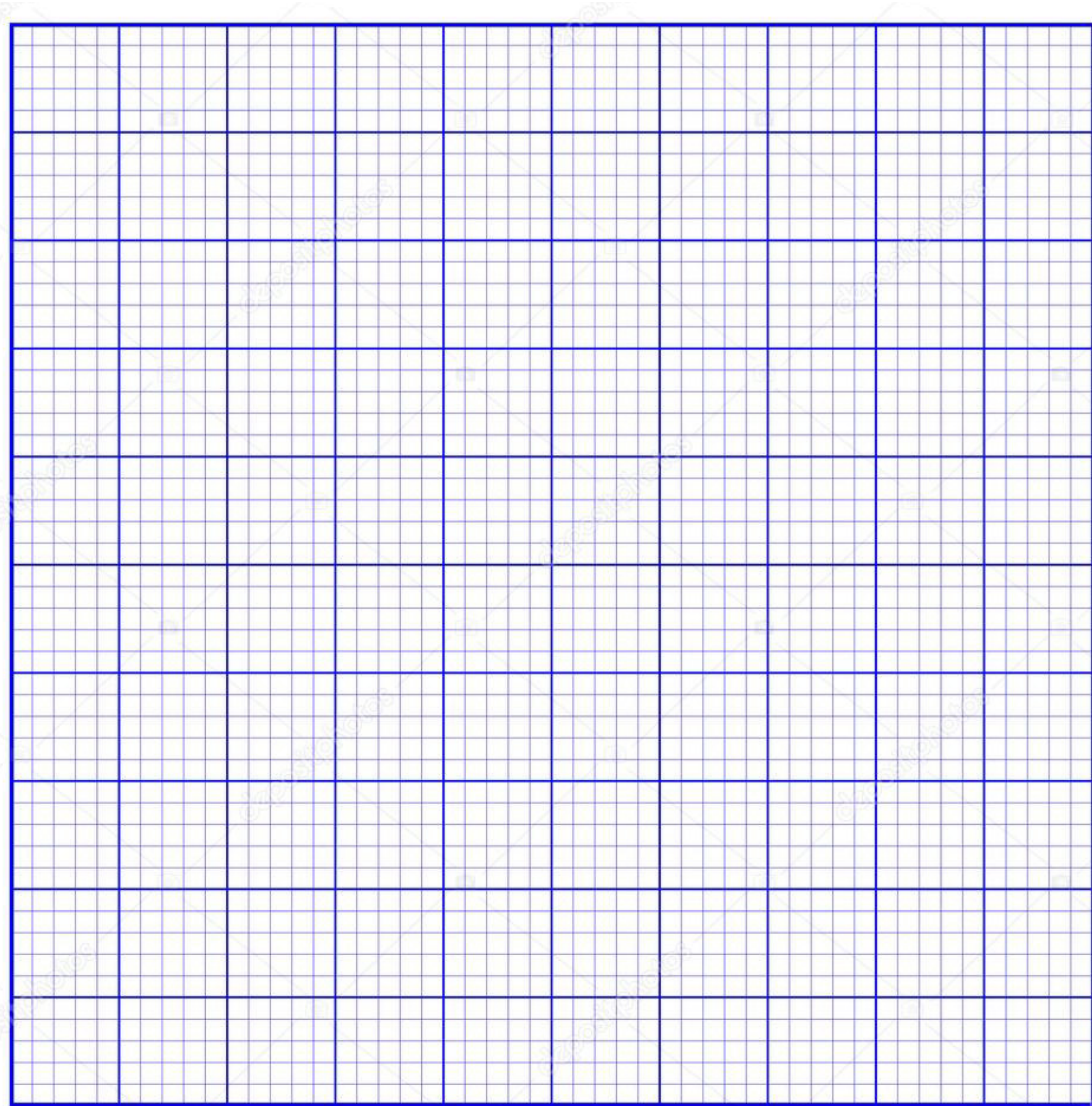
➤ Refaire la même expérience en utilisant maintenant la corde élastique ($l = 152 \text{ Cm}$), et remplir le tableau suivant :

➤ Tracer le graphe $\lambda^2 = f(T)$ et déduit la masse spécifique de la corde.

➤ Comparer les masses spécifiques des deux cordes.

➤ Conclure

➤ Graphe :

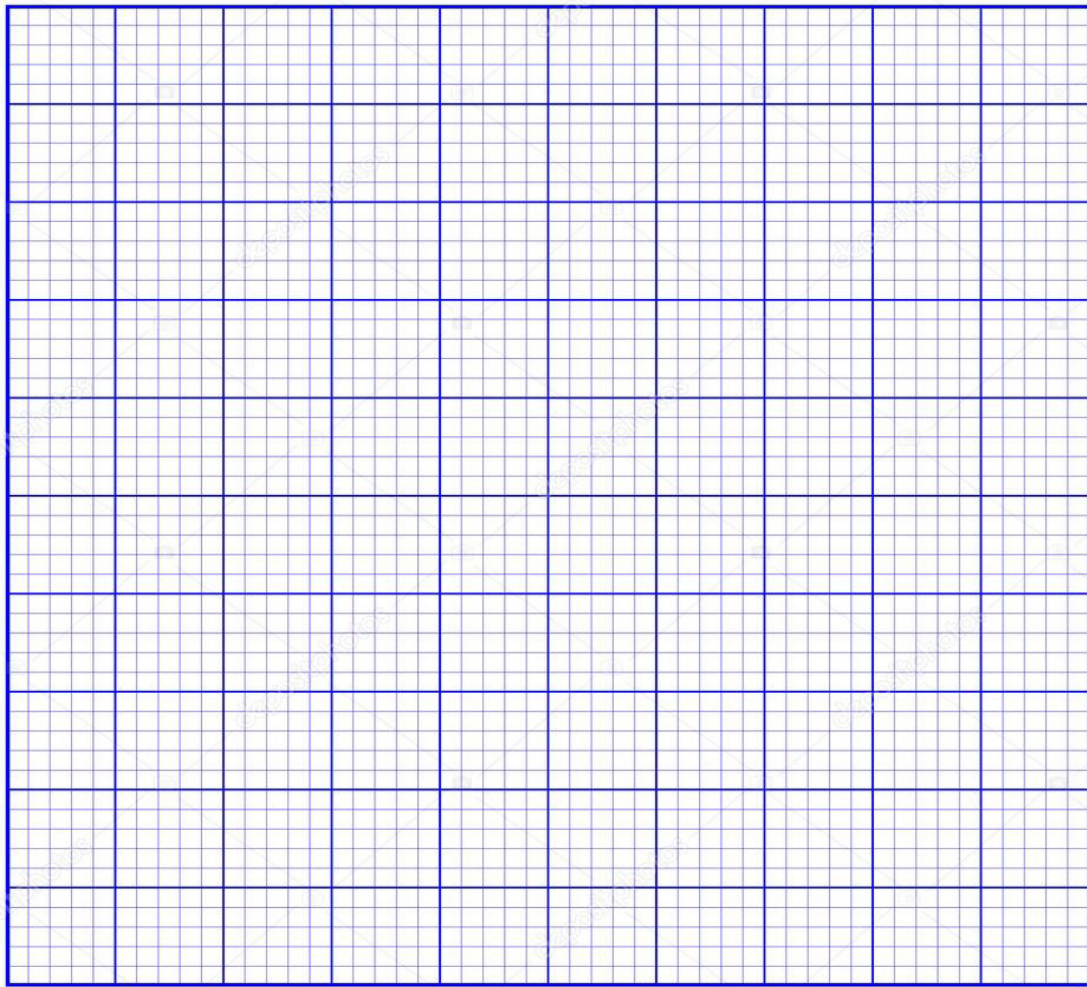


La masse spécifique de la corde. :

➤ Tableau des tensions et des masses pour la corde élastique:

N^{bre} de Ventres (n)	La masse M (Kg)	La tension T(N)	La longueur d'ondes (m)	(m²)
4				
5				
6				
7				
8				

➤ Graphe :



La masse spécifique de la corde :

➤ Comparer les masses spécifiques des deux cordes.

.....
.....
.....

➤ Conclure

.....
.....
.....
.....
.....

TP N° 02 : Vibration Mécanique « Ondes Progressives Surfaceutiques »
Propagation d'onde à la surface d'eau

But de TP :

- Étude de la vitesse de phase et de groupe d'une onde progressive propageant dans un milieu dispersif « eau ».

Introduction :

1. Définition :

Depuis les rides à la surface d'une flaque jusqu'aux déferlantes sur la plage nous avons tous déjà vu le phénomène de formation d'onde à la surface d'un fluide. Lorsque ces oscillations de l'interface air-eau sont maintenues par un échange entre énergie cinétique et énergie potentielle gravitationnelle, elles sont appelées tout naturellement *ondes de gravité*.

Si la gravité est la force qui entretient les oscillations des ondes les plus longues, une autre force vient la relayer dès que la courbure de la surface est importante, ce qui n'arrive que lorsque sont présentes des ondes d'une longueur d'onde de quelques centimètres ou moins. Cette tension de surface explique, par exemple, que les gouttes d'eau sont rondes, et ces vagues très courtes sont appelées *ondes capillaires*.

Dans le cas général d'une couche de fluide d'épaisseur h , une onde de la forme $\phi(x, t) = e^{i(\omega t + kx)}$ se propage dans la direction (x) suivant la relation de dispersion :

$$\omega = \left(gk + \frac{\gamma k^3}{\rho} \right) \tanh(kh)$$

Etant que : ω la pulsation, k le nombre d'onde ($k = 2\pi/\lambda$), ρ la densité du fluide et γ la tension superficielle du fluide.

2. Vitesse de phase et de groupe :

Une onde sinusoïdale propageant dans un milieu physique est essentiellement caractérisée par sa fréquence ou sa pulsation (ω), et son vecteur d'onde (\vec{k}) qui définissent deux vitesses caractéristiques de la propagation :

A) Vitesse de phase :

La vitesse de phase v_ϕ d'une onde est la vitesse à laquelle la phase de l'onde se propage dans l'espace. Elle s'exprime en fonction de la pulsation ω et du vecteur d'onde \vec{k} :

$$v_\phi = \frac{\omega}{\text{Re}(k)}$$

Pour une onde monochromatique, le plan de surface de l'onde se propage par la vitesse de phase :

$$v_{\phi} = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k}$$

Etant que k réel

B) Vitesse du groupe :

La vitesse du groupe décrit la vitesse sur la quelle se propage un paquet d'onde, ce terme désigne la superposition d'ondes, en général planes et monochromatiques, de longueurs d'onde et de directions de propagation voisines.

Un paquet d'ondes $\Phi(x, t)$ se propageant dans une direction Δx est représenté mathématiquement par l'intégrale de $c(k) \sin(kx - \omega t)$ prise sur un intervalle Δk centré en k_0 .

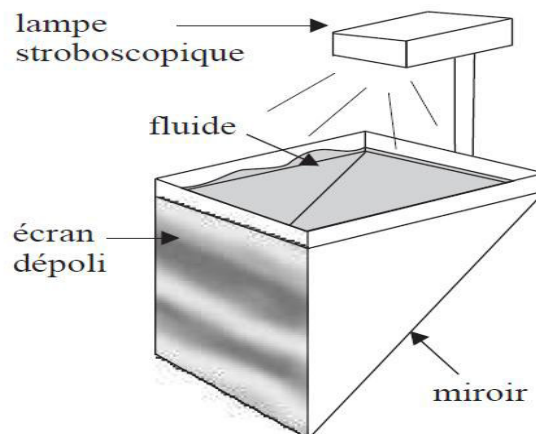
La vitesse du groupe correspondante au déplacement de l'énergie du l'enveloppe Δk est donné par :

$$V_g = \frac{\partial \omega}{\partial k} = \frac{\omega_n - \omega_{n-1}}{k_n - k_{n-1}}$$

Les vitesses du groupe et de phase dépend essentiellement du type du milieu de propagation, elles sont égales si le milieu est non dispersif (ne dépend pas de k)

3. Principe général :

La cuve à ondes est un outil permettant d'analyser la formation et la propagation d'ondes à la surface d'un fluide. La lumière émise par une lampe stroboscopique est renvoyée par un miroir sur un écran dépoli (voir la Figure). Les courbures à l'interface air-liquide agissent comme des lentilles et on observe alors sur l'écran une image dont le contraste correspond aux déformations de la surface du fluide.

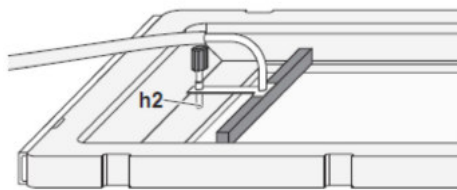


4. Matériels utilisés

- Cuve à onde transparente
- Excitateur à onde plane
- Alimentation du boîtier de commande intégrale
- Stroboscope

5. Objectif et manipulation :

Disposer le vibreur sur l'emplacement prévu du bâti (figure). Le connecter au pupitre de commande. Verser une quantité d'eau, la plus pure possible pour éviter les dépôts de calcaire, suffisante dans la cuve. Mettre en marche le boîtier de commande.



Brancher le Stroboscope avec l'interrupteur pour observer les ondes stationnaires et vérifier que le disc stroboscopique est dans la bonne direction par rapport aux rayons.

En fait, le Stroboscope s'utilise pour l'observation des phénomènes périodiques dont les fréquences sont trop élevées pour l'œil humain ne pouvant percevoir la discontinuité.

L'une des principales utilités du Stroboscope se trouve dans l'industrie automobile lors de la simulation d'accidents par les fabricants (Crash Tests)

6. Etude théorique :

- A. Donner la fonction mathématique $\phi(x, t)$ de propagation d'un paquet d'onde constitué par la superposition de deux ondes plane de pulsation voisines ω_1 et ω_2 et d'amplitude constante $C_1 = C_2 = C = 1$.

7. Etude expérimentale :

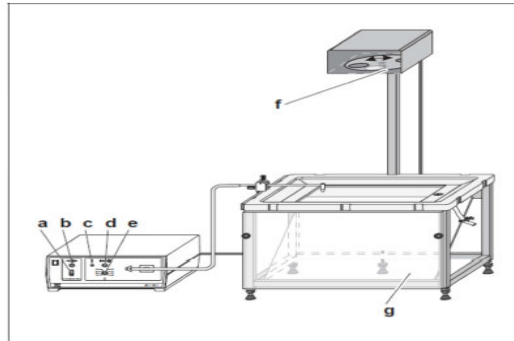
A) Vitesse de phase :

➤ Relier l'excitateur d'ondes rectilignes sur un des bornes de la cuve remplie par l'eau, puis coller une feuille millimétrée ou une feuille blanche sur l'écran de la cuve à onde pour indiquer les fronts d'onde lors de la propagation.

➤ Régler la fréquence à 20 Hz avec le bouton (e) et augmenter doucement l'amplitude d'excitation avec le bouton (d), jusqu'à apparition de fronts d'ondes nets.

➤ Brancher le Stroboscope avec l'interrupteur (a) pour observer les ondes stationnaires. Après un temps bref de démarrage, éventuellement refaire le réglage fin de la synchronisation

de la fréquence de l'excitateur et du stroboscope avec le bouton (b) jusqu'à obtention d'une image d'onde stationnaire.



➤ Varier la fréquence d'excitation [10,80Hz], et relever la longueur d'ondes correspondante à chaque fréquence.

➤ Calculer la vitesse de propagation des ondes à chaque fréquence et relever celle de phase

➤ Conclure

B) Vitesse du groupe :

➤ Pour mesurer la vitesse de propagation du groupe v_g , placer un tiroir de recouvrement, en tant que marquage sur la plaque de verre à une distance de $d = 20 \text{ Cm}$ de l'excitateur.

➤ Vérifier le contact total de l'excitateur avec la surface d'eau, et la visibilité des fronts d'ondes créés.

➤ Emettre un paquet d'onde unique de l'excitateur par l'activation du bouton « c » dans le générateur.

➤ Mesurer la période de propagation du paquet d'onde, et ceci par l'activation simultanée du chronomètre avec le bouton « c ».

➤ Refaire l'expérience 6 fois et calculer la période moyenne.

➤ Calculer l'écart quadratique moyen sur T, et déduire celui sur ω :

$$\Delta T = \frac{1}{n} \sqrt{(\overline{T^2}) - (\overline{T})^2}$$

➤ Calculer la vitesse de groupe v_g

➤ Conclure

Compte Rendue TP N°02 : Vibrations Mécaniques « Ondes Progressives Surfaiques »
Propagation d'onde à la surface d'eau

ESGEE, le.....

Groupe	Nom & Prénom	Notes & observations

But de TP :

- Étude de la vitesse de phase et de groupe d'une onde progressive propageant dans un milieu dispersif « eau ».

I Etude Théorique

1. La fonction mathématique de propagation d'un paquet d'onde constitué par la superposition de deux ondes plane de pulsation voisines ω_1 et ω_2 et d'amplitude constante .

L'onde totale caractérisant la superposition des deux ondes voisines de pulsation respectivement ω_1 et ω_2 est :

.....

Utilisant la formule de Simpson (transformation trigonométrique) :

.....

Lorsqu'on généralise la solution sur un paquet d'onde, seulement les pulsations et vecteur d'onde change de tel sort :

.....

II Etude expérimental

1. Vitesse de phase :

- Remplir le des longueurs d'ondes sachant que l'échelle d'agrandissement est de 1.75 :

							(m /s)
10							
20							
30							
40							
50							
60							
70							
80							

Conclure :

.....

2. Vitesse de Groupe :

➤ Tableau des périodes :

distance						
20 Cm						

➤ L'écart quadratique moyen sur T, et déduire celui sur :

➤ La vitesse de groupe

➤ Conclusion :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TP N° 03 : Vibrations Acoustiques
Propagation du Son

But de TP :

- Étude de la vitesse de propagation du son dans l'air.
- Étude de la longueur d'onde d'un signal à fréquence connue.

Introduction :

1. Onde acoustique :

Les ondes acoustiques sont un type de propagation d'énergie à travers un milieu par compression et décompression adiabatiques. Les quantités importantes pour décrire les ondes acoustiques sont la pression acoustique, la vitesse des particules, leur déplacement et leur intensité acoustique. Les ondes acoustiques se déplacent avec une vitesse acoustique caractéristique qui dépend du milieu qu'elles traversent. Certains exemples d'ondes acoustiques sont les sons audibles d'un haut-parleur (ondes se propageant dans l'air à la vitesse du son), les mouvements du sol d'un tremblement de terre (ondes se propageant dans le sol) ou les ultrasons utilisés pour l'imagerie médicale (ondes se propageant dans le corps).



Les ondes acoustiques sont des ondes élastiques qui présentent des phénomènes tels que la diffraction, la réflexion et les interférences, cependant, n'ont pas de polarisation puisqu'elles oscillent dans la même direction lorsqu'elles se déplacent.

La propagation des ondes sonores $u(x, t)$ suit l'équation différentielle de second degré :

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} - \frac{1}{c_s} \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = 0$$

Etant que : $c_s = \frac{\lambda}{T}$ la vitesse du son

La vitesse de propagation, ou vitesse acoustique, des ondes sonores dépend du milieu physique de propagation et du phénomène créé au sein de ce milieu.

En particulier, les ondes stationnaires pouvant se produire dans un résonateur ; l'onde incidente et réfléchissante se superpose, ce qui provoque des nœuds et des ventres de pression le long de tube résonant tel que :

$$\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}L\right) = 0 \Rightarrow \lambda_n = \frac{2L}{n}$$

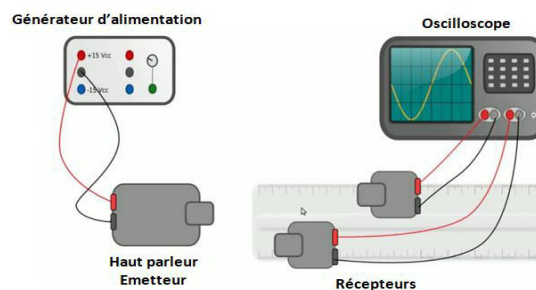
2. Principe général :

Le tube de Kundt est un dispositif inventé en 1866 par August Adolph Kundt, qui permet de mesurer la vitesse du son dans les gaz à partir des ondes acoustiques stationnaires qui y règnent.

La méthode consiste à créer une onde stationnaire dans un tube cylindrique et à mesurer le niveau sonore en différents points le long tube (voir figure). L'onde sonore est générée à une extrémité du tube par un haut-parleur alors que l'autre extrémité est occupée par un échantillon de matériau à tester.



Or que la mesure de la vitesse des ultrasons, se réalise par un haut parleur ultrason et un récepteur dans l'air, l'onde acoustique propage librement dans l'air, elle ne dépend que des perturbations thermiques ou de pression



3. Matériels utilisés

- Tube Kundt
- Oscilloscope
- Générateur d'alimentation
- Haut parleur « ultrason »
- Capteurs du son « Récepteur »

4. Objectif et manipulation :

Une onde sonore est créée par l'haut parleur et qui se propage dans la direction (x). L'onde émise sera capturée par un récepteur relié par un oscilloscope qui décrit le mouvement harmonique des ondes acoustique dans le milieu physique.

En mesurant la distance entre le maximum et le minimum de pression (position des nœuds), on peut calculer la vitesse de propagation.

5. Etude expérimentale :

A) Tube de Kundt :

- Alimenter l'haut parleur par le générateur de fréquence en mode sinusoïdal.
- Relier la sonde microphone à l'oscilloscope et ajuster le bon calibrage.
- Ouvrir la deuxième extrémité du tube, et fixer la tension de générateur de fréquence à 0,25V pour une fréquence de 2700Hz.
- Placer la sonde au centre de l'extrémité du tube, et le déplacer délicatement en déterminant les positions des nœuds.
- Relever la longueur d'onde λ_{ouvert} , et déduire la vitesse du son $(C_s)_{ouvert}$.
- Fermer le tube de Kundt, et refaire la même procédure précédente.
- Relever la longueur d'onde $\lambda_{fermé}$, et déduire la vitesse du son $(C_s)_{fermé}$.
- Comparer les résultats obtenus de vitesse, que concluez-vous ?

B) Ultrason :

- Brancher la plaque électronique par l'alimentation à travers le transformateur.
- Brancher et les deux récepteurs à l'oscilloscope à travers la plaque électronique, et ajuster le calibrage des deux signaux.
- Positionner premièrement les récepteurs de tel sorte que les deux signaux soient en phase.
- Indiquer la position de démarrage (1^{er} position en phase) au papier millimétrique.
- Déplacer un des récepteurs parallèlement à la direction de propagation afin de déphaser les signaux et déduire la distance entre deux maxima /minimas successives.
- Relever la longueur d'onde, et la vitesse de propagation pour les différents ordres $n \in [1, 5, 10, 15]$:
- Déduire la vitesse de propagation des ultrasons :
- Que remarquez-vous
- Sachant que l'équation théorique de la vitesse du son est donnée par :

$$C_s = (C_s)_{T=0^\circ} \sqrt{\frac{T_{0^\circ} + T_{amb}}{T_{0^\circ}}} = 331,5 \sqrt{\frac{273 + T_{amb}}{273}}$$

➤ Mesurer la température de la salle et comparé les résultats obtenue dans les deux expériences avec la valeur théorique

➤ Conclure

Compte Rendue TP N°03 : Vibrations Acoustiques

« Propagation du Son »

ESGEE, le.....


Groupe	Nom & Prénom	Notes & observations

But de TP :

- Étude de la vitesse de propagation du son dans l'air.
- Étude de la longueur d'onde d'un signal à fréquence connue.

1. Etude expérimentale :

A) Tube de Kundt :


 **Tube ouvert :**

➤ La longueur d'onde:

.....
.....
.....

➤ la vitesse du son:

.....
.....
.....

 **Tube fermer :**

➤ La longueur d'onde:

.....
.....
.....

➤ La vitesse du son.

.....
.....
.....

➤ Comparaison et conclusion :

.....
.....
.....
.....
.....

B) Ultrason :

➤ Les longueurs d'onde associée à chaque ordre (n) :

01			
05			
10			
15			

➤ La vitesse de propagation des ultrasons :

.....
.....

➤ Discussion :

.....
.....
.....
.....

➤ Sachant que l'équation théorique de la vitesse du son est donné par :

➤ La vitesse du son théorique :

.....
.....
.....

➤ Conclusion :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

TP N° 04 : Vibrations Electromagnétiques
Propagation des ondes centimétriques

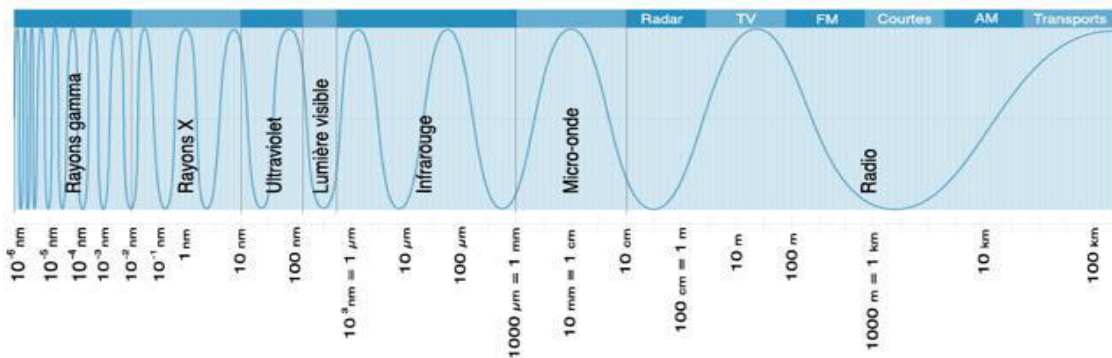
But de TP :

- Étude de la longueur d'onde d'une onde centimétrique (micro-onde).
- Étude des phénomènes de réflexion et de polarisation.
- Étude de la réflectance et la transmittance des matériaux solides.

Introduction :

1. Onde centimétrique (micro-onde) :

Les ondes centimétriques sont des radiations électromagnétiques ayant une longueur d'onde comprise entre 1 mm et 10 cm. Elles sont donc comprises entre l'infrarouge et les ondes radio. Lorsqu'elles traversent un matériau, elles génèrent des oscillations des ions de petite amplitude dont le mouvement provoque le réchauffement du matériau par frottement. On peut évidemment citer comme application le « four à micro-ondes », mais il y a également des applications en médecine (on peut réchauffer des zones limitées du corps humain pour soigner des arthrites, des déchirements musculaires, des dommages traumatiques en général).



Ces ondes centimétriques obéissent à la même théorie (Maxwell, 1865) que les ondes visibles et donnent lieu aux mêmes phénomènes physiques. En particulier, dans l'air, les ondes hertziennes peuvent être dirigées, focalisées, réfractées, polarisées, etc.

Les micro-ondes peuvent être produites de diverses façons, que l'on peut classer en deux catégories :

- Les dispositifs à état solide : ils sont basés sur des semi-conducteurs et des transistors ou des diodes.

- Les tubes à vide : ils sont basés sur le mouvement balistique des électrons dans le vide sous l'influence de champs électriques ou magnétiques de contrôle (magnétron, klystron, gyrotron, ...).

Même si les micro-ondes sont largement utilisées depuis la moitié du XXème siècle, leur dangerosité est encore discutée. Ici, même si les ondes émises ne sont pas très intenses (de l'ordre de 10 mW), on évitera de regarder dans l'antenne émettrice, ceci pourrait provoquer des lésions aux yeux. L'antenne émettrice ne restera pas pointée contre un individu pendant un long moment.

2. Propagation des micro-ondes :

Les ondes centimétriques se propagent lorsque les champs électromagnétiques satisfont l'équation différentielle suivante :

$$\Delta \vec{E} - \frac{1}{C} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0 \quad , \quad \Delta \vec{B} - \frac{1}{C} \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = 0$$

Etant que :

- Les champs électrique et magnétique ont la forme d'une onde monochromatique plane :

$$\vec{E}(t, \vec{r}) = \vec{E}_0 \cos(\omega t + \vec{k} \cdot \vec{r}) , \vec{B}(t, \vec{r}) = \vec{B}_0 \cos(\omega t + \vec{k} \cdot \vec{r})$$

- La vitesse de propagation est celle de la lumière $C = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

3. Principe général :

L'analyse des ondes centimétriques pour leurs propriétés ondulatoires reproduit l'étude optique des ondes lumineuses. Cette correspondance se retrouve également dans les appareils utilisés, entre les différents éléments d'un montage d'optique et ceux du montage d'hyperfréquences que nous allons utiliser.

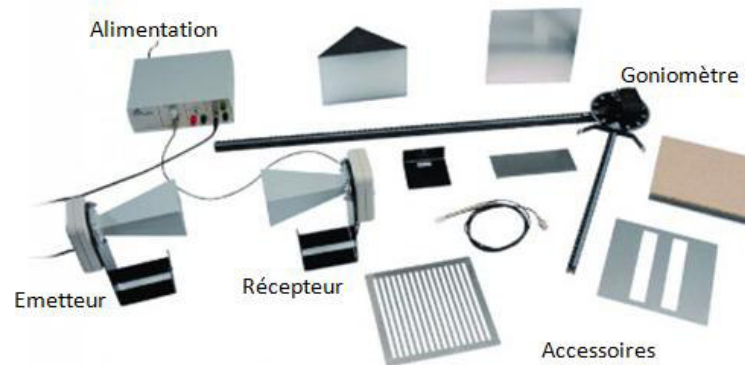
En effet, nous avons successivement :

➤ La partie émission : son alimentation jouera le rôle de la lampe source, elle émet directement un rayonnement polarisé rectilignement dont la direction du champ \vec{E} correspond au petit côté du cornet émetteur.

➤ Le goniomètre : c'est le dispositif qui permet d'orienter le récepteur dans une direction formant un angle θ avec l'axe d'émission de l'émetteur. Il fonctionne selon le même principe que le goniomètre optique.

➤ La partie réception (détection) : le cornet récepteur ainsi que le cristal détecteur qu'il contient feront fonction de lunette d'observation. La tension V aux bornes du cristal est proportionnelle à l'intensité I du rayonnement dans la direction du petit côté du cornet, c'est à dire qu'il se comporte comme un analyseur.

On mesurera en fait à l'aide d'un voltmètre (qui remplacera l'œil de l'observateur dans le visible) la tension V du récepteur après amplification.



4. Matériels utilisés

- Diode Emetteur
- Diode récepteur
- Voltmètre
- Goniomètre
- Générateur d'alimentation
- Accessoires

5. Objectif et manipulation :

Une onde centimétrique polarisé linéairement est créée par la diode émetteur et qui se propage dans la direction (x). L'onde émise sera capturée par un récepteur relié par voltmètre qui décrit la variation d'amplitude émise des micro-ondes.

En mesurant l'intensité des ondes émise selon le milieu physique et la position des diodes, on décrit les propriétés lumineuses des milieux physiques et la polarisation des ondes.

6. Etude expérimentale :

A) Effet de la distance:

- Alimenter l'émetteur par le générateur électrique.
- Régler le goniomètre de telle sorte soit linéaire (180°).
- Placer le récepteur sur le goniomètre en face de l'émetteur.

➤ Faire varier la distance entre les diodes émetteur et récepteur, et relever la variation de l'intensité reçues I_R pour chaque distance.

➤ Tracer le graphe $I_R = f(D^2)$

➤ Conclure

B) Type d'ondes

➤ Fixer le récepteur à une distance $D = C^{te}$

➤ Faire varier l'angle de réception $\theta = [0, \pi]$, en mesurant l'amplitude A .

➤ Que ce passe t'il à l'amplitude incidente ?

➤ Quelle est le type d'onde émis ?

C) Mesure de la longueur d'onde

➤ Ajusté le goniomètre à $\theta = \pi$ de tel sort les deux diodes soit en face.

➤ Rapprocher les deux diodes les un par rapport à l'autre.

➤ Enregistre la position initiale du récepteur ($d_{initial}$) ainsi l'amplitude d'onde à cette position (I_{R1}).

➤ Eloigner délicatement le récepteur de sa position initial tout en regardant l'amplitude d'onde.

➤ Arrêter le glissement du récepteur lorsque vous revenez à l'amplitude initiale (I_{R1}) passant par un maxima/minima.

➤ Enregistrer la nouvelle Positions, et déduire la longueur d'onde λ

➤ Refaire l'expérience sur un nombre d'essai $n = 5$, et remplir le tableau suivant :

➤ calculer λ_{moy}

D) Réflexion :

D.1) Phénomène de réflexion :

➤ Placer le matériau le plus réfléchissant entre les deux diodes.

➤ Fixer les diodes à une distance constante sur le goniomètre.

➤ Incliner l'émetteur d'un angle θ quelconque par rapport au repère 0

➤ Faire varie l'angle de réflexion (récepteur) en mesurant l'amplitude d'onde reçue correspondante.

➤ que remarquer vous ?

D.2) Indice de réflexion :

➤ Ajusté le goniomètre à $\theta = \pi$ de tel sort les deux diodes soit en face.

➤ Rapprocher les deux diodes les un par rapport à l'autre jusqu'à l'obtention d'un maximum d'intensité reçue

- Enregistré cette distance (d_{Max}) et l'intensité reçue ($I_{R_{Max}}$)
- Déposer maintenant les deux diodes au même niveau linéaire (un à coté de l'autre)
- Placer le matériau physique parallèlement aux diodes
- Relever l'intensité d'onde reçue en déplaçant le matériau par rapport la position des diodes.

- Détecter l'intensité maximale de réflexion et la distance correspondante.

- Refaire la même expérience pour les différents matériaux physiques et calculer l'indice de réfraction $R = \frac{I_{Réfléchie}}{I_{émis}}$:

- Conclure

E) Polarisation :

- Tourner le récepteur où l'émetteur d'un angle $\beta = \frac{\pi}{2}$, où placer l'accessoire avec les fontes parallèlement aux diodes dans différents positions des fontes.

- Que ce passe t'il à l'amplitude reçue ?

- Expliquer le phénomène ?

Compte Rendue TP N°04 : Vibrations Electromagnétiques
Propagation des ondes centimétriques

ESGEE, le.....

Groupe	Nom & Prénom	Notes & observations

But de TP :

- Étude de la longueur d'onde d'une onde centimétrique (micro-onde).
- Étude des phénomènes de réflexion et de polarisation.
- Étude de la réflectance et la transmittance des matériaux solides.

1. Etude expérimentale :

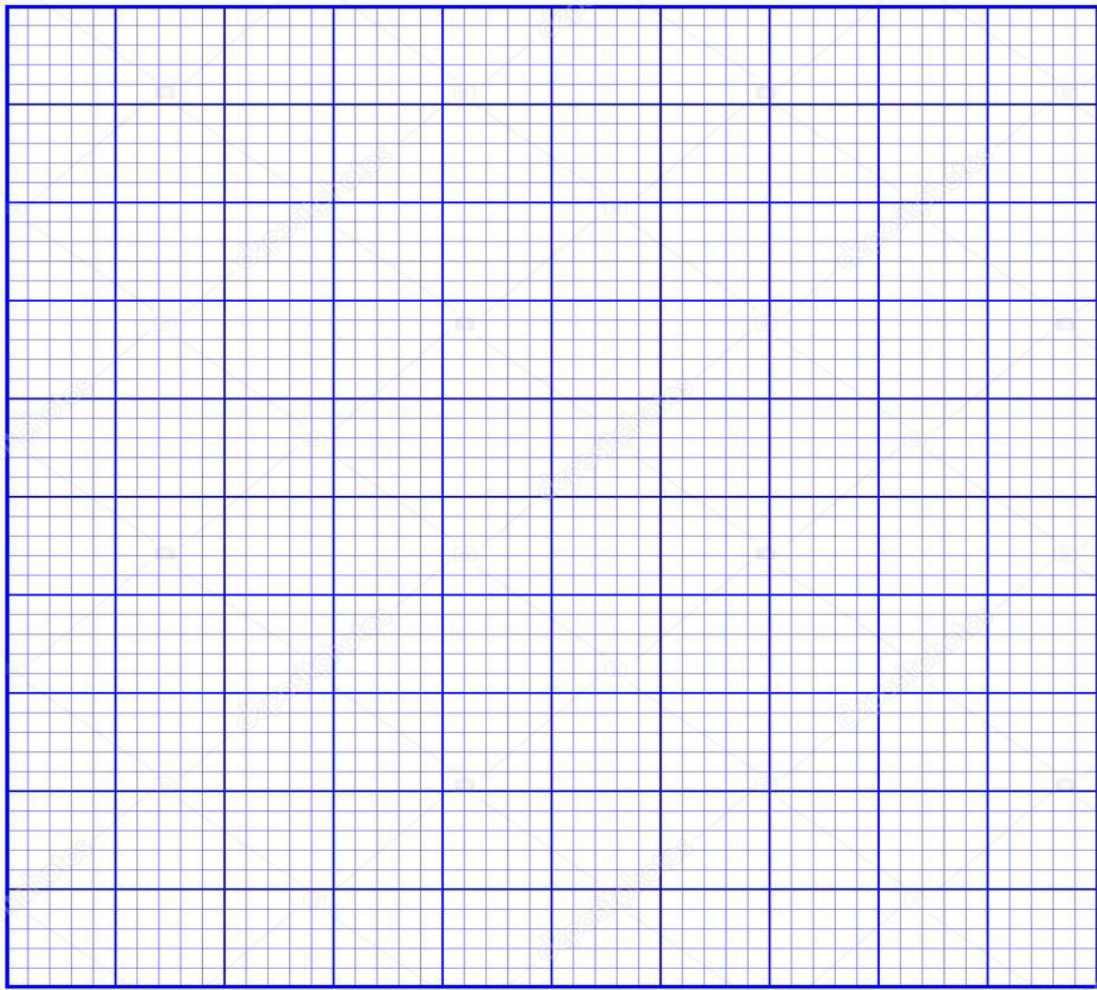
A) Effet de la distance:

➤ la variation de l'intensité reçues I_R à chaque distance séparant les diodes émetteur et récepteur :

D(Cm)	(A)	$D^2(Cm^2)$
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Repérage : le zéro est fixé à la distance 72,5 cm, l'intensité maximal et le Calibre=30

➤ Tracer le graphe



➤ Conclure :

.....
.....
.....
.....

B) Type d'ondes

➤ Que ce passe t'il à l'amplitude incidente ?

.....
.....

➤ Quelle est le type d'onde émis ?

.....
.....

C) Mesure de la longueur d'onde

➤ Position initiale du récepteur ainsi l'amplitude d'onde à cette position.

.....

.....
 ➤ Tableau des longueurs d'ondes associées à n Min/Max () : Calibre=30

n	d (cm)		
1			
2			
3			
4			
5			
6			

➤ calculer

.....

D) Réflexion

D.1) Phénomène de réflexion :

➤ Variation de l'amplitude d'onde reçue correspondante à chaque inclinaison.

L'angle choisi , Calibre=30

➤ que remarquer vous ?

.....

D.2) Indice de réflexion :

➤ Enregistré la distance à l'intensité Max

.....

.....
.....

➤ Les intensités de réflexion Maximal pour différents matériaux physiques et l'indice de réfraction : Calibre=10

Matériaux			
Métal			
Bois			
Polystyrène			

➤ Conclure

.....
.....
.....
.....

E) Polarisation :

➤ Que ce passe t'il à l'amplitude reçue ?

.....
.....
.....
.....
.....

➤ Expliquer le phénomène ?

.....
.....
.....
.....
.....