

MESURES DE LONGUEURS

I INTRODUCTION

Ce montage ne présente pas de difficulté particulière quant au contenu. De nombreuses manipulations déjà vues dans d'autres montages peuvent être présentées. Les expériences étant classiques, il faut porter son attention sur la précision des résultats obtenus et effectuer une analyse critique des résultats (c'est toujours valable mais ça l'est encore plus ici).

II MESURE DE PETITES LONGUEURS

On peut utiliser une méthode interférométrique.

II.1 Diamètre d'un fil de cuivre

On dispose d'un fil de cuivre très fin calibré en diamètre ($\varnothing = 40 \mu\text{m}$ à $\pm 3 \%$) mais on peut aussi utiliser un cheveu à défaut. Se reporter au montage « Diffraction » pour plus d'explications. Deux montages sont possibles :

- placer directement le fil dans le faisceau d'un laser assez puissant et observer suffisamment loin (quelques mètres) pour mesurer la tache centrale de diffraction. C'est le montage le plus simple à mettre en place.

- faire un montage rigoureux (avec lentille) pour observer la diffraction de Fraunhofer et utiliser une caméra CCD pour mesurer précisément la tache centrale de diffraction.

On peut comparer la précision du résultat obtenu avec une mesure à l'aide d'un palmer (attention à ne pas écraser le fil). Si on dispose d'une mire micrométrique, on peut aussi faire une mesure par comparaison à l'aide du microscope. On peut rendre l'expérience visible en fixant une webcam sur l'oculaire de l'appareil pour projeter l'image sur un écran. On mesure la distance entre deux traits sur l'image de la mire micrométrique pour en déduire le grossissement de l'observation. On remplace la mire par le fil, on mesure la taille de son image et on en déduit sa taille réelle. On peut comparer ces résultats à la donnée constructeur pour le diamètre du fil.

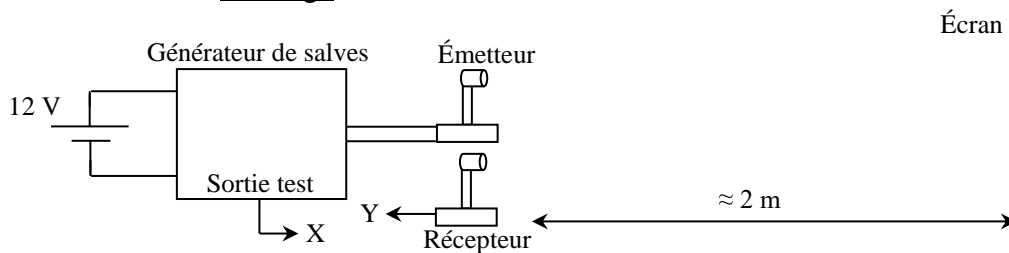
II.2 Mesure du diamètre des spores de Lycopodes

Se reporter là aussi au montage sur la diffraction. On peut, de la même façon que précédemment, comparer le résultat à une mesure effectuée à l'aide d'un microscope et d'une mire étalon. On peut faire une étude statistique pour déterminer le diamètre moyen des spores de lycopodes ainsi qu'un encadrement sur cette valeur.

III PRINCIPE D'UN TELEMETRE

Ce système facilement trouvable dans le commerce est particulièrement pratique pour mesurer des longueurs assez grandes (taille d'une pièce par exemple). Le principe consiste à envoyer un train d'onde ultrasonore sur un obstacle réfléchissant. On récupère le faisceau réfléchi et la mesure du temps mis par l'onde pour faire un aller-retour permet de connaître la distance entre l'appareil et l'écran. On peut montrer le principe de ce type d'appareil avec des transducteurs ultrasonores d'enseignement (ce sont les mêmes que ceux présents dans les télémètres). On conseille d'utiliser un oscilloscope à curseur avec une fonction zoom pour faire une mesure précise.

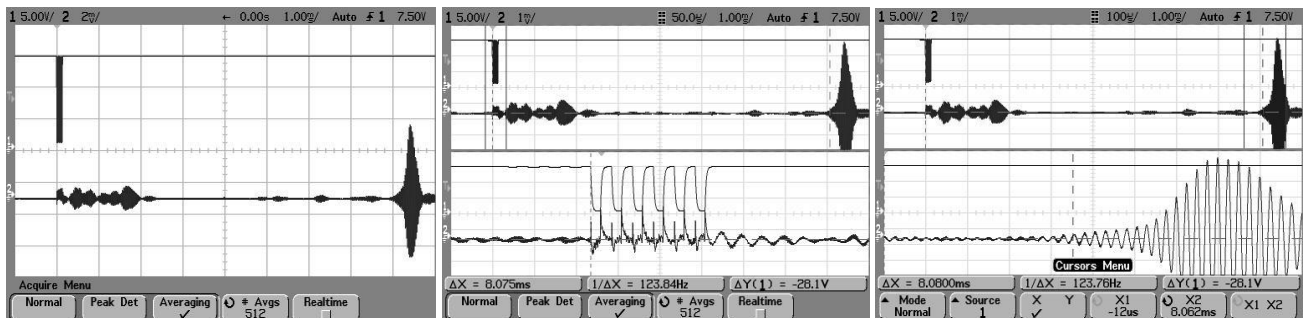
III.1.1 Montage



Émetteur, récepteur : éléments moduson de chez Jeulin par exemple

Générateur de salves : module EME 40 de chez électrome

On place l'émetteur et le récepteur proches l'un de l'autre à 1 ou 2 mètres d'un écran métallique. On envoie la sortie test du module EME 40 vers la voie X de l'oscilloscope. On règle le générateur en mode « salve » et « rapide » afin de créer des salves se répétant toutes les 15 ms environ (cette durée permet d'observer sans ambiguïté le signal de retour compte tenu de la vitesse des ultrasons). On ajuste le rapport cyclique du générateur pour avoir quelques pulses. Le signal de retour est alors très faible donc il faut utiliser la sensibilité maximum de l'oscilloscope et moyenner le signal. Voici à titre indicatif le résultat d'une acquisition :



La mesure du temps entre le signal émis et le signal renvoyé par écho se fait avec les curseurs de l'oscilloscope. On peut améliorer la précision en dilatant la figure si l'oscilloscope possède une fonction zoom (modèles HP ou Agilent par exemple). On peut alors pointer très précisément les débuts de l'émission et de la réception. La mesure de la durée d'un aller-retour Δt permet d'en déduire la distance séparant les transducteurs piézo électriques de l'écran connaissant la vitesse du son (consulter un Handbook).

III.1.2 Origine des distances et temps de réponse du système

La mesure de la distance entre l'écran et l'ensemble émetteur/récepteur se heurte à la difficulté de savoir où se trouvent précisément les transducteurs dans les boîtiers. Un autre souci concerne l'appréciation du moment où l'on considère que le signal est détecté sur le récepteur. Une solution pour éliminer ces biais consiste à faire une mesure préalable en mettant le récepteur en face de l'émetteur avec les boîtiers accolés l'un à l'autre. On règle ainsi le problème d'origine des distances (il suffit de faire la mesure à partir de la base des deux boîtiers alignés) et on peut se donner un niveau de seuil pour la mesure de l'instant de détection Δt_0 de l'onde retour identique à la mesure précédente. On retranche ensuite Δt_0 à Δt pour prendre en compte notre origine de position. Un point intéressant à noter est que si on converti Δt_0 en distance via la vitesse de l'onde, on trouve une valeur un peu plus grande que la distance apparente réelle entre les deux capteurs. Cet écart est dû entre autre au temps que met le capteur piezo à sortir un signal après avoir reçu une excitation mécanique. La mesure de Δt_0 permet aussi d'éliminer ce biais.

III.1.3 Prise en compte de la température dans les télémètres

Le principal inconvénient à l'utilisation d'ondes acoustiques en télémétrie est la dépendance en température de leur vitesse. Les appareils du commerce possèdent un système de mesure de la température ambiante pour tenir compte de ce problème. On peut le vérifier par l'expérience suivante :



On place un régllet métallique de 1 m sur une pailleasse entre un écran et l'extrémité du télémètre servant de référence à la mesure (attention, on peut choisir cette référence par rapport à une extrémité ou l'autre de l'appareil). On effectue une première mesure à l'ambiante. Si tout se passe bien, le résultat doit concorder avec l'indication de la règle. On chauffe ensuite modérément le télémètre avec un sèche-cheveux en l'éloignant de l'espace de mesure, puis on relance une mesure en remettant le télémètre à la même place. La nouvelle valeur doit alors être supérieure à la précédente. Cet écart s'explique par le fait qu'on « trompe » l'appareil en le chauffant. Si l'air dans l'espace de mesure est toujours à l'ambiante, le temps d'un aller-retour est inchangé. Mais comme le télémètre a un capteur de température, il pense qu'il fait plus chaud donc il calcule la distance à partir d'une valeur de la vitesse plus élevée d'où la distance affichée plus importante ($d = v \times t$).

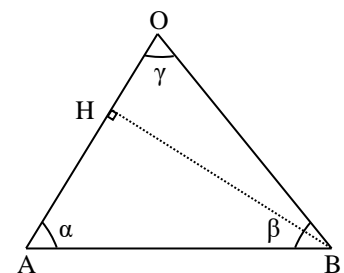
IV PRINCIPE D'UNE MESURE PAR TRIANGULATION

C'est sur ce principe que fonctionne le système GPS. On propose ici une illustration simple dans un plan. Dans ce cas, la triangulation consiste à déterminer la position d'un point O à partir des deux références A et B dont la position est connue. On considère O comme le troisième sommet d'un triangle ABO dont la longueur du côté AB est connue et les angles \widehat{ABO} et \widehat{BAO} sont mesurés. Cette technique est particulièrement adaptée à la mesure de grandes longueurs pour lesquelles l'utilisation des techniques courantes (mètre ruban par exemple) est délicate, voire impossible.

IV.1 Principe de la mesure

On considère un triangle quelconque et on note α , β et γ les angles des trois sommets de ce triangle :

Soit H la base d'une des hauteurs du triangle correspondant à un des sommets pris comme point de référence (B dans notre exemple).



On peut alors écrire les relations suivantes :

$$\left. \begin{array}{l} \text{- Triangle ABH : } \sin \alpha = BH/AB \rightarrow BH = AB \sin \alpha \\ \text{- Triangle OBH : } \sin \gamma = BH/OB \rightarrow BH = OB \sin \gamma \end{array} \right\} \rightarrow AB \sin \alpha = OB \sin \gamma$$

On obtient l'amorce de la loi des sinus dans un triangle : côté/(sinus de l'angle opposé) = constante = 2 R avec R le rayon du cercle dans lequel est inscrit le triangle.

Les points A et B sont des références et on cherche à déterminer la distance à laquelle se situe le point O par rapport à ces points en mesurant les angles α et β . On peut remplacer dans l'expression obtenue

précédemment l'angle γ sachant qu'on a $\alpha + \beta + \gamma = \pi$ dans un triangle et exprimer la distance OB. On a :

$$OB = \frac{\sin \alpha}{\sin[\pi - (\alpha + \beta)]} AB$$

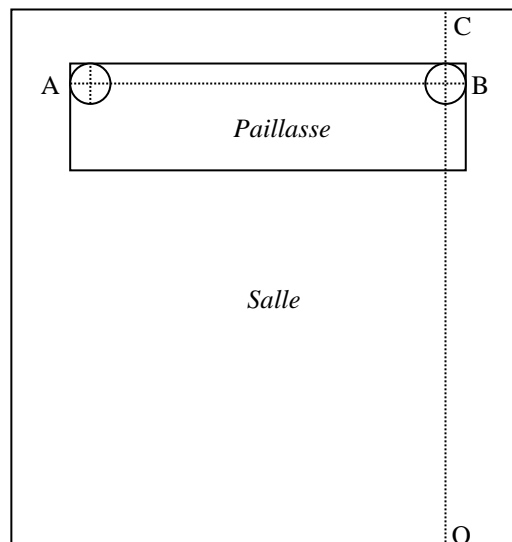
Comme on a aussi $\sin(\pi - a) = \sin(a)$, on obtient finalement :

$$OB = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} AB$$

IV.2 Montage

On propose de mesurer la longueur d'une salle de cours à l'aide d'une mesure par triangulation. Les points A et B de référence seront pris aux deux extrémités d'une paillasse et le point O à repérer sera constitué d'une croix dessinée sur une feuille de papier accroché sur le mur opposé de la paillasse. Selon le matériel dont on dispose, la mesure des angles peut se faire avec des goniomètres ou, à défaut, avec des spectroscopes à prisme sur lesquels on aura enlevé l'élément dispersif.

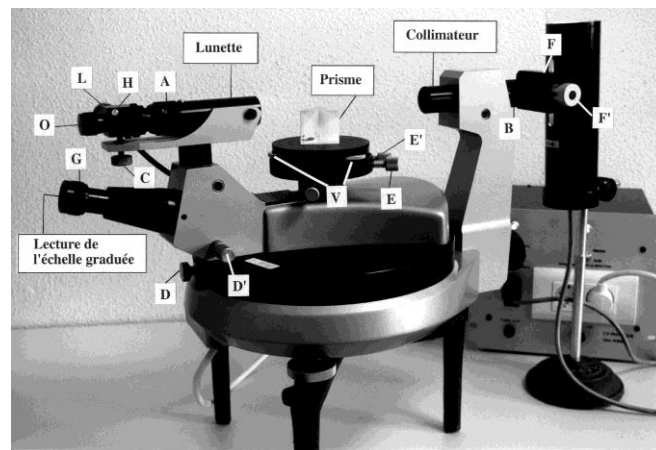
Mise en place des différents éléments :



On installe deux goniomètres aux extrémités de la paillasse en les alignant sur un des bords. Un repère est placé au centre du plateau des deux appareils (on peut prendre par exemple des supports d'aiguille aimanté de boussole de démonstration). Ces repères constituent les points A et B de notre triangle ABO. On accroche une feuille avec une croix (point O) sur le mur opposé à la paillasse de façon à obtenir au mieux un axe OB perpendiculaire à ce mur (on peut s'aider d'un laser placé en B et d'un miroir plaqué contre le mur en O pour affiner ce réglage : le rayon réfléchi doit retourner sur le laser lorsque l'axe OB est perpendiculaire au mur, si le miroir est bien plaqué au mur). Les plateaux des goniomètres doivent être horizontaux, situés à la même hauteur et le point central de la croix (point O) doit être au même niveau pour que la mesure des angles se fasse dans le plan du triangle ABO.

Mesure des angles avec un goniomètre :

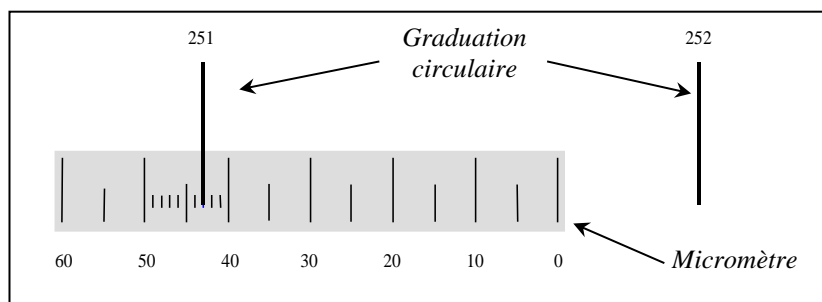
L'appareil est représenté sur la photographie suivante. Le collimateur ne servant pas ici, il faut ajuster la position du goniomètre afin qu'il ne gêne pas la mesure des angles.



On ajuste l'horizontalité de l'appareil avec les vis situées sous le goniomètre en s'aidant d'un niveau à bulle. La mesure des angles s'effectue avec la lunette et l'oculaire de visé des angles :

- A** : tirage du tube portant l'oculaire de la lunette (bague de réglage de la lunette)
- C** : réglage de l'inclinaison de la lunette (ne pas modifier)
- D** : blocage de la plate-forme de la lunette
- D'** : vis micrométrique déplaçant le support de lunette le long du cercle gradué
- G** : mise au point pour la lecture du vernier
- H** : basculement de la lame semi-transparente (ou semi-réfléchissante) inclinée à 45°
- L** : lampe éclairant le réticule
- O** : bague de réglage de l'oculaire

La lunette est constituée d'un objectif, d'un oculaire et d'un réticule (deux fils fins perpendiculaires). On modifie la mise au point avec la bague **A** pour voir nettement le point que l'on vise. Cette lunette peut tourner autour de l'axe vertical du goniomètre et sa direction angulaire est déterminée à l'aide d'une graduation circulaire fixe observable avec l'oculaire de visé des angles **G**. Cette graduation circulaire, visible à travers l'oculaire **G** du goniomètre, est graduée en degrés. Un micromètre solidaire de la lunette, gradué en minutes d'arc (symbole : ' ; $1^\circ = 60'$) se déplace devant cette échelle. La position de la lunette est donnée, pour les degrés, par le chiffre de la **graduation principale** se trouvant **dans la plage** du micromètre et, pour les minutes, par la division du micromètre **coïncident** avec cette même graduation. Ainsi sur la figure ci-dessous, la valeur lue sera $\theta = 251^\circ 43'$:



On peut noter que dans le cas où les deux graduations principales visibles dans l'oculaire **G** coïncident chacune avec une extrémité de la plage du micromètre, on a alors deux lectures possibles $251^\circ 60'$ ou $252^\circ 00'$ mais elles sont évidemment équivalentes.

Manipulation :

On mesure précisément la distance **AB** avec un mètre ruban et les angles \widehat{ABO} et \widehat{BAO} avec les goniomètres. On en déduit la distance **OB** avec la relation du § I.1 (on peut éventuellement mesurer la distance **BC** avec un mètre ruban ou un télémètre à Ultrason pour en déduire la longueur de la salle). On peut comparer le résultat obtenu avec une mesure au télémètre à ultrasons.

Calcul d'incertitude :

La mesure de la distance OB dépend des angles α et β ainsi que de la distance AB \rightarrow On a $OB = f(AB, \alpha, \beta)$. Si on suppose les incertitudes indépendantes, on a :

$$dOB = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial AB}\right)^2 (dAB)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)^2 (d\alpha)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)^2 (d\beta)^2}$$

$$dOB = \sqrt{\left(\frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} dAB\right)^2 + AB^2 \left[\left(\frac{\cos \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta) - \sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)}\right)^2 (d\alpha)^2 + \left(\frac{\sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)}\right)^2 (d\beta)^2 \right]}$$

Or, $\sin(a)\cos(b) - \sin(b)\cos(a) = \sin(a - b)$, d'où :

$$dOB = \sqrt{\left(\frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} dAB\right)^2 + AB^2 \left[\frac{\sin^2 \beta \cdot (d\alpha)^2 + \sin^2 \alpha \cdot \cos^2(\alpha + \beta) \cdot (d\beta)^2}{\sin^4(\alpha + \beta)} \right]}$$

Soit, avec l'expression de OB :

$$\frac{dOB}{OB} = \sqrt{\left(\frac{dAB}{AB}\right)^2 + \left(\frac{\sin \beta \cdot d\alpha}{\sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta)}\right)^2 + \left(\frac{d\beta}{\tan(\alpha + \beta)}\right)^2}$$

On a $\sin \beta = 1$ si on a exactement $\beta = \pi/2$ dans notre montage. On a aussi $\sin(\alpha + \beta) = \sin(\alpha + \pi/2) = \cos \alpha$ et $\tan(\alpha + \beta) = \tan(\alpha + \pi/2) = -1/\tan \alpha$, d'où :

$$\frac{dOB}{OB} = \sqrt{\left(\frac{dAB}{AB}\right)^2 + \left(\frac{d\alpha}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}\right)^2 + (\tan \alpha \cdot d\beta)^2} = \sqrt{\left(\frac{dAB}{AB}\right)^2 + \left(\frac{2 \cdot d\alpha}{\sin 2\alpha}\right)^2 + (\tan \alpha \cdot d\beta)^2}$$

Si, de plus, on considère que les incertitudes de mesure sur les deux angles α et β sont identiques ($\Delta \alpha = \Delta \beta$), on obtient finalement :

$$\boxed{\frac{\Delta OB}{OB} = \sqrt{\left(\frac{\Delta AB}{AB}\right)^2 + \left(\frac{4}{\sin^2 2\alpha} + \tan^2 \alpha\right) (\Delta \alpha)^2}}$$

On rappelle que cette formule n'est valable que pour un angle $\beta = \pi/2$ et avec des incertitudes de mesures identiques sur les deux angles α et β exprimées en radians.

V MESURES DE LONGUEURS D'ONDES

On présente quelques manipulations possibles par branche de la physique. Une autre méthode consiste à effectuer une présentation par rapport à la méthode de mesure (par déphasage, à l'aide d'ondes stationnaires, par interférences, ...). Si vous choisissez la première méthode de présentation, il peut être bon de signaler la méthode de mesure que vous utilisez. Une présentation peut aussi s'articuler autour des différents facteurs susceptibles d'influencer la longueur d'onde : le milieu, la dispersion éventuelle et les conditions aux limites dans le cas d'une propagation guidée.

V.1 En mécanique

V.1.1 Ondes à la surface de l'eau

La mesure d'une longueur d'onde peut se

faire de trois façons :

- avec une onde progressive → cf. montage sur les ondes.
- avec une onde stationnaire → cf. même montage.
- à l'aide d'une figure d'interférence → cf. montage sur les phénomènes de surface.

Remarque :

Les ondes à la surface de l'eau présentent un phénomène de dispersion → On peut mesurer la vitesse de propagation des ondes à deux longueurs d'ondes différentes pour mettre en évidence une modification de la vitesse (cf. montage sur les ondes).

V.1.2 Corde de Melde

On peut présenter la corde de Melde en travaillant à fréquence constante et en faisant varier la tension ou la longueur (la deuxième solution est plus simple). On peut en déduire la masse linéique de la corde utilisée → cf. montages « Mesures de fréquences temporelles » et « Résonance » pour la manipulation.

V.2 Ondes acoustiques

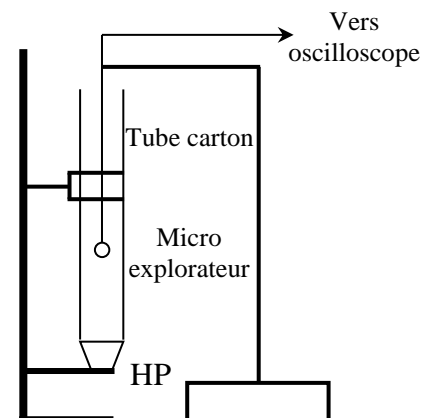
V.2.1 Ondes sonores

On peut utiliser des ondes stationnaires, une figure d'interférences ou une méthode par déphasage. On indique trois manipulations possibles utilisant un système d'ondes stationnaires : la première consiste simplement à placer un écran métallique devant une onde incidente, la deuxième utilise le tube de Kundt → se reporter au § II.2.4 du montage « Ondes Acoustiques » pour ces manipulations. La troisième solution consiste à observer la répartition des pressions dans un tuyau sonore. C'est la manipulation que l'on propose ici.

Montage :

[1], p. 358

On conseille de prendre un GBF numérique pour régler finement et simplement la fréquence. On peut faire passer au préalable le signal issu du micro par un amplificateur pour avoir un signal plus fort (c'est un plus s'il peut aussi filtrer le signal).



Principe :

Le bas du tube étant au niveau du haut-parleur, on a dans ce plan une amplitude de vibration correspondant à celle du HP → le déplacement des tranches de fluide et leur vitesse est maximum, la surpression p est minimum. Le haut du tube étant ouvert, on peut supposer en première approximation qu'il y règne une pression égale à la pression atmosphérique → la surpression p est nulle, le déplacement des tranches de fluide et leur vitesse est maximum. Le phénomène d'ondes stationnaire est par conséquent maximum lorsque l'on a :

$$L = k\lambda/2$$

La vitesse du son à 20 °C vaut 343 ms⁻¹. Le tube de l'expérience mesurant 75 cm, on a résonance pour des fréquences proches des valeurs suivantes :

k	1	2	3	4	5	6	7
fréquence (Hz)	229	457	686	915	1143	1372	1600

On conseille de faire une observation avec $k = 4$ au moins pour observer plusieurs minimums. On peut repérer la distance séparant plusieurs minimums, en déduire λ ($\lambda/2 =$ distance entre 3 minimums successifs) puis la vitesse du son.

Observation :

Faire varier la fréquence du GBF autour des valeurs correspondant à $k = 5, 6$ ou 7 . Ecoutez à la sortie du tube \rightarrow le signal doit se renforcer pour une certaine fréquence. Si cela ne vous paraît pas convaincant, on peut repérer ce renforcement en plaçant un micro explorateur à la sortie du tube. Le micro utilisé étant sensible à la pression, remarquez alors que celle-ci n'est pas tout à fait nulle en ce point. De même, la fréquence ne correspond pas tout à fait à celle prévue. Déplacez le micro à l'intérieur du tube. Vous devez constater que le signal est très faible au niveau du HP (**attention à ne pas enfoncer le micro dedans !**) et qu'il est assez faible à la sortie du tube mais pas autant qu'un minimum à l'intérieur du tube.

Explication :

L'hypothèse d'une surpression nulle à la sortie ouverte du tube n'est qu'une première approximation. Elle suppose que l'onde rayonnée par l'ouverture est faible donc que l'énergie perdue est négligeable. Il faut noter à ce propos que si l'on avait effectivement une surpression p nulle en ce point, il n'y aurait pas production de son dans l'espace libre au-delà de la sortie du tube. L'expérience montre qu'il faut considérer que l'endroit où p est nulle est un peu en dehors du tube. Cela revient à considérer un tube un peu plus long qu'il ne l'est en réalité. Un critère empirique (cf. [3], p. 236) donne un ordre de grandeur pour la correction à apporter : la longueur à prendre en compte est de l'ordre de $L + D/3$ où D est le diamètre du tube.

V.2.2 Par déphasage

Le principe consiste à utiliser une onde progressive qu'on détecte avec deux micros, l'un fixe (A) et l'autre mobile (B). On mesure la distance d qui sépare A et B lorsque les signaux sont n fois de suite en coïncidence sur l'écran (passez en Lissajous au début et à la fin). On en déduit $\lambda = d/n$.

V.2.3 Par interférences

On peut utiliser le trombone de Koenig. Se reporter au montage sur les ondes acoustiques ou en [1], p. 352.

V.3 Ondes ultrasonores

On peut faire une mesure de dans l'air et dans l'eau pour comparer la différence de vitesse (cf. montage acoustique).

VI EN ELECTROMAGNETISME

VI.1 Optique

VI.1.1 Utilisation d'un monochromateur

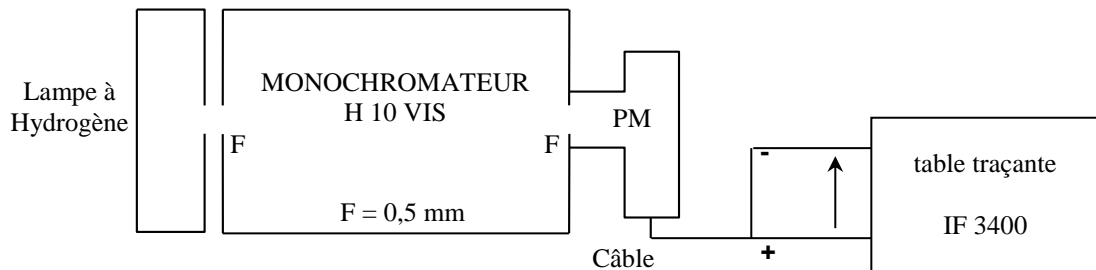
On peut étudier le spectre d'émission de l'hydrogène dans le visible. On observe alors la série de Balmer (transitions $p \rightarrow n = 2$) et les longueurs d'ondes émises vérifient la relation :

$$\frac{1}{\lambda} = \mathcal{R}_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{p^2} \right) \quad \text{avec } \mathcal{R}_H \text{ la constante de Rydberg}$$

Cf. [2], p. 4 pour leurs valeurs.

Montage :

[2], p. 228.



Le visible se situe entre 400 et 750 nm. Sachant que le vernier du monochromateur affiche un nombre $N = \lambda/1,5$, en déduire les limites du visible dans l'unité du vernier.

Réglages :

Appliquez 5 V entre les bornes noire et rouge du potentiomètre multitour linéaire situé derrière le monochromateur → on aura entre les bornes noire et blanche un signal proportionnel à la longueur d'onde → l'envoyer sur la voie X de la table traçante (calibre ≈ 50 mV/div). Vissez le photomultiplicateur (PM) sur le monochromateur. Mesurez l'impédance d'entrée de la voie Y de la table traçante. Sachant que le courant débité par le PM ne doit pas dépasser 5 μ A, en déduire la tension maximum ne devant pas être dépassée sur la table traçante. Ajustez la sensibilité de la voie Y en conséquence. Alimentez le PM ($U \approx 150$ V pour commencer). Balayez le visible. Se placer sur la raie d'émission la plus intense. Ajustez la position de la lampe pour avoir un signal maximum puis augmentez la tension d'alimentation pour avoir un signal suffisamment fort sans qu'il dépasse toutefois la valeur maximum calculée précédemment. Réalisez l'enregistrement du spectre d'émission dans le visible. Une fois le spectre obtenu, repassez sur les différentes raies et notez sur le vernier la valeur précise de la graduation correspondant au signal maximum.

VI.1.2 Spectrographe à Réseau

Une alternative à la manipulation précédente consiste à faire une projection de spectre et réaliser un étalonnage avec une lampe spectrale en supposant connues les longueurs d'ondes de la lampe. Une fois l'étalonnage effectué, on peut en déduire les longueurs d'onde d'une autre source.

Montages :

On peut s'inspirer des expériences présentées dans les montages sur la spectrométrie optique ou la diffraction pour mesurer la longueur d'onde d'un laser à semi-conducteur (celle d'un He Ne est parfaitement connue, celle d'un laser à SC l'est moins). On peut aussi mesurer la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium, la partie qui suit permettant de mesurer l'écart entre les deux longueurs d'ondes de ce doublet. On peut éventuellement montrer l'influence de la largeur de la fente source sur la résolution du spectromètre.

VI.1.3 Spectroscopie interférentielle

On peut mesurer un écart entre deux raies ou estimer une largeur de raie à l'aide d'un interféromètre de Michelson utilisé en anneaux. La mesure de l'écart du doublet du sodium est assez simple à faire (cf. [2], p. 239).

VI.1.4 Par l'étude d'une figure de diffraction ou d'interférences

Ce type de figure peut éventuellement permettre la détermination de la longueur d'onde d'une source monochromatique (cf. montage sur la diffraction ou [2]).

VI.2 En hyperfréquences

Pour l'emploi et des explications sur le banc d'ondes centimétriques, se reporter au montage sur les ondes. Les notices des constructeurs (Oritel ou Philips) sont aussi de bonnes sources d'informations. Ce banc d'onde coûte très cher → respectez les consignes de prudence indiquées !

VI.2.1 Propagation libre

La mesure de la longueur d'onde λ_0 dans l'air peut se faire en réalisant un interféromètre de Michelson ou un Pérot-Fabry. On conseille pour des raisons d'encombrement de réaliser un interféromètre de Pérot-Fabry.

Montage :

Se reporter au montage sur la mesure des fréquences temporelles. Laissez une plaque fixe et déplacez l'autre ; le signal capté passe par des maximum et des minimum. On peut repérer la position de plusieurs minimums et en déduire la longueur d'onde des ondes centimétriques ($\lambda/2$ entre deux minimums successifs).

Remarque :

On peut comparer le résultat obtenu à celui que l'on peut déduire de la mesure effectuée avec l'ondemètre OND 100 (cf. montage sur les ondes pour la manipulation). Une fois obtenue la fréquence à l'aide de la courbe d'étalonnage, on peut en déduire la longueur d'onde λ_0 dans l'air à l'aide de la vitesse de la lumière (l'indice de l'air est très proche de 1). Il faut noter que la mesure se fait ici sur la longueur d'onde dans le guide et que l'on en déduit celle dans l'air (la vitesse n'est pas la même suivant le type de propagation).

VI.2.2 Propagation guidée

La mesure de la longueur d'onde dans le guide peut s'effectuer en utilisant un système d'ondes stationnaires → se reporter au montage sur les ondes pour le protocole. On peut mesurer la valeur de λ_g et vérifier la relation entre λ_g et λ_0 .

Bibliographie :

- [1] : Quaranta I
- [2] : Sextant ; Optique Expérimentale
- [3] : Faroux Renault : Mécanique des fluides et ondes mécaniques