

MP29 - Ondes : propagation et conditions aux limites.

1 Décembre 2017 - Présenté par Florence Pollet

Correction : V. De Zotti¹, J. Ferrand²

Rapports du jury

2014 Ce montage est riche car l'existence de conditions aux limites permet l'apparition de phénomènes aussi variés que la réflexion, la réfraction, la diffraction, les interférences... Dans ce contexte, on veillera à bien distinguer ondes stationnaires et ondes stationnaires résonantes. Notons enfin que la notion d'impédance caractéristique n'est pas limitée au câble coaxial.

2010 à 2013 L'existence de conditions aux limites permet aussi l'apparition de phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, interférence, propagation guidée... La notion d'impédance caractéristique n'est pas limitée au câble coaxial.

Commentaires généraux

Le montage présenté est de bonne qualité surtout pour un premier montage de ce type. Les expériences choisies sont pertinentes et permettent de mettre en évidence tous les aspects des ondes. Il est nécessaire de faire de la propagation libre puis de mettre des conditions aux limites et de montrer ce que cela change.

Les points à améliorer sont des petits détails qui sont listés ici. De manière générale, il faut mieux introduire vos expériences et les motiver en expliquant pourquoi vous les faites. La comparaison avec des valeurs tabulées ou mesurées autrement est important surtout dans ce genre de montage. Cela a été discuté pendant la correction et nous redonnons des éléments ici.

Les points non abordés pendant le montage et qui aurait pu être abordés :

- Ondes lumineuses
- Fabry-Pérot avec des ondes lumineuses ou des ondes hyperfréquences (Fabry-Pérot centimétrique)

Retour sur la montage présenté

Introduction : L'introduction d'un montage est en général assez courte et permet juste de placer le montage dans son contexte. Il faut savoir que le fil rouge d'un montage et les transitions n'ont pas besoin d'être très travaillés car le jury attend avant tout de vous voir manipuler et faire des mesures. Par contre une introduction de montage peut comporter des manipulations qualitatives et démonstratives pour introduire le sujet. Pour le montage présenté, il y aurait été bien de présenter la démarche de montage : propagation libre et l'effet des conditions aux limites et du confinement.

1 Propagation libre

1.1 Propagation dans l'air et dans l'eau

Cette première partie est simple et permet de bien introduire le sujet. Mettre une manip simple en premier permet de s'assurer de son bon fonctionnement et de vous mettre en confiance. Néanmoins il aurait été bien de mieux expliquer quel type d'onde se propage dans ce cas et pourquoi compter 10 périodes sur l'oscilloscope avant de se retourner en phase permet de mesurer la longueur d'onde de l'onde. Même si la manip est très simple il faut savoir tout expliquer : quel est l'onde qui sort des émetteurs, pourquoi le signal est plus brouillé pour l'eau dans une cuve étroite, pourquoi il y a deux types de capteurs... Enfin la mesure de la vitesse dans l'eau était trop écartée de la valeur tabulée. Il faut vraiment être conscient de la dépendance avec la température de nombreux paramètres physiques. La vitesse du son en est un. Pensez toujours à avoir un thermomètre dans la pièce dans ces cas là.

1. vincent.de_zotti@ens-lyon.fr

2. jeremy.ferrand@ens-lyon.fr

1.2 Cuve à onde

Cette manip a sa place ici car il s'agit d'une propagation libre d'onde de surface dont la relation de dispersion n'est pas simple. Il faut expliquer pourquoi on obtient des franges sombres et brillantes avant de faire la manip et ne pas attendre les questions. Il faut effectivement savoir que la relation de dispersion présentée n'est valable que pour les eaux profondes. C'est pourquoi il faut remplir au maximum la cuve et essayer d'estimer la tangente hyperbolique pour montrer qu'elle vaut toujours 1.

Dans cette expérience, on vérifie la relation de dispersion et on regarde si les coefficients devant correspondent bien à la théorie. Nous avons pu voir que la valeur de la constante de gravité était déterminée avec une trop grande incertitude. Ainsi, il est possible de fixer la valeur et de laisser uniquement la pente libre. Cette pente permet alors de remonter à la tension de surface du fluide. Si vous ne connaissez pas la valeur de la tension de surface de votre fluide il n'est pas possible de conclure. Prenez donc de l'eau distillée (qu'on peut supposer tabulée) ou mesurer la tension de surface avec une autre méthode (anneau de platine par exemple).

2 Corde de Melde

Cette expérience est assez démonstrative et facile à mettre en place et permet de mettre en évidence l'apparition de modes résonant dans un système avec des conditions aux limites. Deux points qui peuvent expliquer un écart entre la valeur expérimentale trouvée et la théorie : la corde choisie n'est pas forcément très homogène donc la valeur de μ n'est pas forcément bien déterminée ; la théorie suppose que la corde a une longueur L entre un point qui oscille verticalement et un point fixe. La position du point fixe n'est pas forcément bien déterminé avec une poulie, une barre d'erreur plus grande est peut-être nécessaire. Enfin, nous n'en avons pas parlé pendant la correction mais le calcul suppose que l'amplitude des oscillations est faible, il est donc peut-être nécessaire de baisser l'amplitude ou de vérifier que les conditions sont respectées.

3 Propagation guidée : banc hyperfréquence

Sortir le banc pour cette manip est un vrai plus car il permet de faire de jolies manips et résultats sur la propagation guidée. Néanmoins, il faut bien présenter chaque étage et à quoi cela sert dans le système. La mesure de la relation de dispersion est un peu compliquée, il faut être le plus minutieux possible. La valeur de la vitesse de la lumière qu'on trouve est en général trop faible mais l'ordre de grandeur est le bon. Les résultats sont meilleurs avec l'ancien banc hyperfréquence mais légèrement plus compliqué à régler. L'onde est bien plus puissante que dans le nouveau mais les normes ont changées et il n'est plus possible d'acheter des bancs aussi puissant que l'ancien. Essayez donc de faire les mesures avec l'ancien s'il fonctionne toujours.

4 Condition aux limites

Cette mesure est intéressante même si elle est un peu longue. Il faut uniquement en faire une et dire que si on change cela change le TOS et le coefficient de réflexion. Il faut alors parler d'impédance et d'adaptation d'impédance. Si vous utilisez les émetteurs hyperfréquences avec l'eau et l'air vous pouvez rebondir sur cette expérience en disant que les émetteurs et récepteurs sont adaptés. Si vous utilisez le banc hyperfréquence comme émetteur (pour faire du Fabry Pérot par exemple), vous allez mettre le cône et vous expliquez à la fin pourquoi vous avez choisi ce cornet.

Conclusion

Il faut effectivement résumer les mises en évidences expérimentales et ouvrir sur autre chose. Ici, le retour sur la première expérience avec la notion d'impédance permet de faire une jolie conclusion.

Questions

- Est-ce que la mesure par temps de vol avec une impulsion est plus ou moins précise pour mesurer la longueur d'onde ?
- Pourquoi il y a deux émetteurs et récepteurs à ultrasons ? Est-ce que si on place l'émetteur et récepteur pour l'eau dans l'air, cela fonctionne ?

- Pourquoi le signal dans l'eau est plus brouillé ?
- Comment être sûr que la fréquence du stroboscope n'est pas un multiple ou un sous-multiple de la bonne fréquence pour arrêter les franges ?
- Quels sont les conditions aux limites pour la corde de Melde ?
- Comment fonctionne la diode Gunn ?
- D'où provient la formule pour mesurer le TOS ?
- Pourquoi un cornet permet une meilleure adaptation d'impédance ?