

Quelques idées pour mesurer la célérité du son dans l'air en classe de seconde

par E. PIGANNEAU et B. VELAY
Comité de Rédaction du B.U.P.

Nous avons déjà publié dans le B.U.P. des protocoles de mesures de la célérité du son dans l'air. On trouvera en bibliographie certains de ces articles plus ou moins récents. Dans cet esprit, nous proposons quelques nouvelles versions, que nous avons choisies de citer intégralement afin qu'elles puissent servir d'exemples pour l'emploi de matériels plus techniques. Vous voudrez bien excuser les inévitables répétitions.

Les protocoles proposés peuvent être classés en trois catégories :

1. LA MÉTHODE DIRECTE

On applique la définition d'une vitesse moyenne en mesurant la distance parcourue et la durée de parcours. C'est la méthode la plus simple conceptuellement puisqu'il n'y a pas à évoquer a priori la structure de l'onde.

On consultera dans ce numéro les articles de G. CATROUX ; J.-L. COLAS ; T. DULAURAUS ; P. MARTIN.

Voir aussi ceux de J.-L. DAVY : B.U.P. de mai 1993 ; C. HERMANDEZ : B.U.P. d'octobre 1989 ; A. GROSSE : B.U.P. de décembre 1982 et de novembre 1993.

Ce dernier exemple permet, sous cette forme ou une forme proche, une approche simple et physique de la notion statistique de mesure en physique.

2. LA MÉTHODE DES ONDES PROGRESSIVES

On applique la relation de structure de l'onde $\lambda = cT = c/f$ en mesurant la fréquence (ou bien la période temporelle) du signal et en mesurant la longueur d'onde (ou période spatiale) en explorant les

maxima successifs. On peut noter une difficulté liée à la confusion possible entre ces deux périodicités lorsque l'on emploie un oscilloscope.

D'autre part la faible valeur de longueur d'onde en onde ultrasonore complique un peu les choses. Globalement, la démarche conceptuelle est plus délicate.

On consultera dans ce numéro les articles de J. AGHADJANIAN ; J.-M. JUSSIAUX.

Voir aussi ceux de J.-C. COHEN-TANNOUJDI : B.U.P. d'octobre 1989 ; R. ALLARD : B.U.P. de décembre 1982.

3. LA MÉTHODE DES ONDES STATIONNAIRES

Dans le cas d'une structure d'onde particulière, on mesure la fréquence du signal et une demi-longueur d'onde.

Là encore, l'analyse n'est pas évidente. Cela dit le fait devrait être mentionné, même en seconde, puisque de très nombreux instruments de musique exploitent ce phénomène (instruments à corde pincée, frottée ou frappée ; instruments à tuyaux, flûtes ou anches ; certaines percussions). Voir R. GENER dans le B.U.P. de juin 1989.

NOTRE OPINION

Les tenants de la «méthode directe» optent tous pour une étude d'ondes sonores, obtenues généralement par un «clap». L'emploi d'ondes ultrasonores est envisagé pour des études effectives des propriétés de l'onde, principalement pour éviter des réflexions inopportunes. De plus manipulant en groupes, elles évitent un niveau sonore perturbant pour la classe. Cependant, il n'est pas a priori évident pour un élève que la valeur de la célérité soit la même qu'en ondes sonores.

Les dispositifs technique envisagés sont variés. Selon les matériels et les compétences disponibles, selon les réflexions pédagogiques, on y emploie : des oscilloscopes (ou non), des oscilloscopes numériques, des cartes d'acquisition sur PC... ou simplement un peu d'électronique et de bon sens.

Nous pensons qu'au delà d'une sophistication légitimée par ses possibilités pédagogiques et pratiques, il faut néanmoins garder en tête la nécessité d'asseoir notre physique sur des expériences simples, par exemple une propagation d'**onde sonore** étudiée au chronomètre.

Nous regrettons enfin que l'emploi d'appareils perfectionnés ait parfois tendance à masquer le problème fondamental des erreurs de mesure, trop souvent négligé.

Même si le professeur n'effectue avec ses élèves qu'une indispensable analyse qualitative des causes, cela ne le dispense pas pour autant d'effectuer une analyse personnelle rigoureuse afin d'indiquer à ses élèves les résultats avec un nombre de chiffres significatifs correct et une incertitude à 99,8 % de confiance correctement évaluée.

BIBLIOGRAPHIE

- R. ALLARD - B.U.P. n° 649 (décembre 1982), p. 353 - Étude expérimentale des ondes sonores : fabrication d'un émetteur-récepteur d'ultrasons et applications.
- J. COHEN TANNOUDJI et R. BOURBONNEUX - B.U.P. n° 717 (octobre 1989), p. 1126 - Ultrasons et ondes progressives.
- J.-L. DAVY et C. ROULEAU - B.U.P. n° 754 (mai 1993), p. 815 - Mesure de la vitesse du son avec un oscillographe numérique.
- R. GENER - B.U.P. n° 715 (juin 1989), p. 804 - Célérité du son dans les gaz, tube de Kundt.
- A. GROSSE - B.U.P. n° 649 (décembre 1982), p. 347 - Construction d'un générateur d'impulsions et d'un amplificateur pour mesurer la célérité du son.
- A. GROSSE et P. LECARPENTIER - B.U.P. n° 758 (novembre 1993), p. 1379- Mesures sur des images vidéo.
- C. HERNANDEZ - B.U.P. n° 717 (octobre 1989), p. 1229 - Chronomètre électronique associé à des microphones. Mesure de la célérité d'un signal sonore.