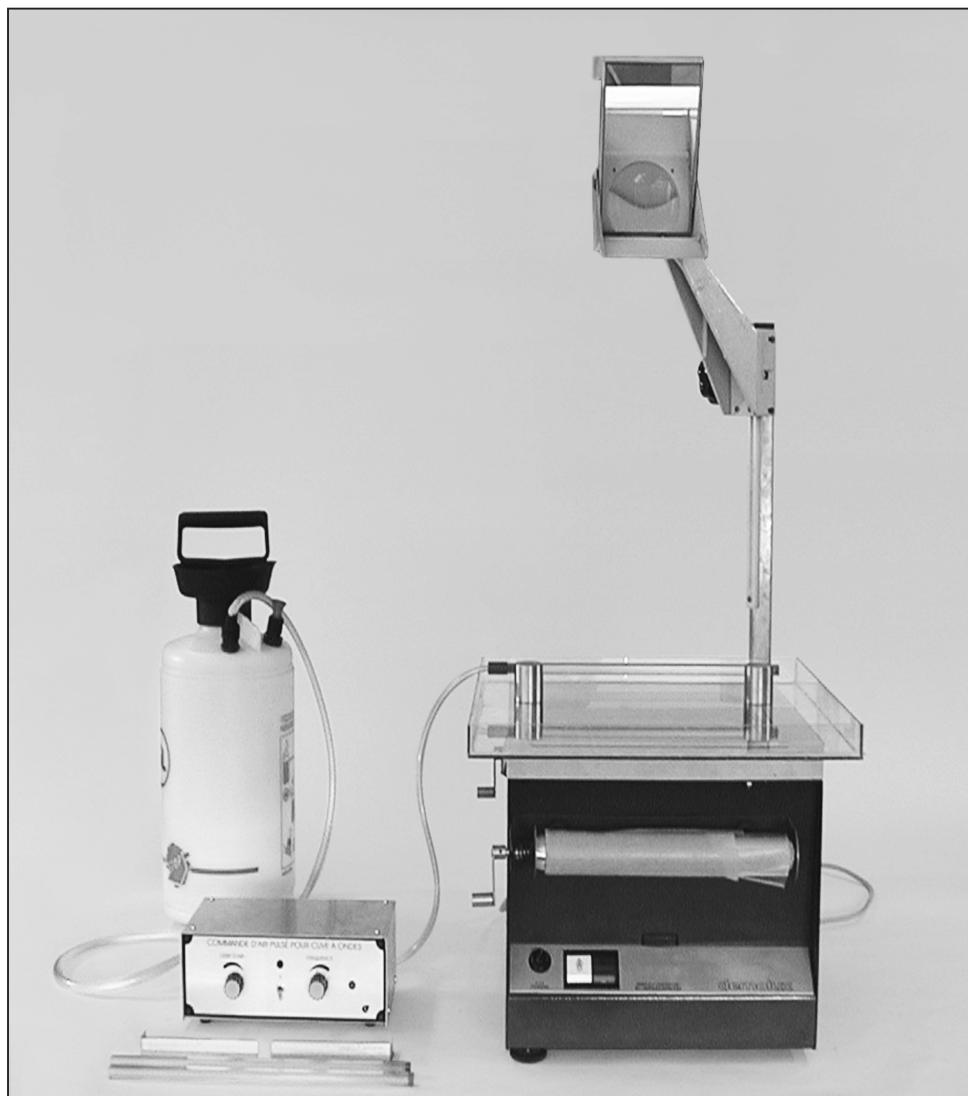


Cuve à ondes pour rétroprojecteur

MV 1300 12751



Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique
de l'Enseignement organisé par la Fédération Wallonie-Bruxelles

1. But

Montrer les propriétés générales des ondes (propagation, diffraction, réflexion, réfraction, interférence).

2. Composition

La cuve à ondes pour rétroprojecteur est constituée de:

- 1 cuve en verre MV 1300 12744;
- 1 boîtier de commande d'air pulsé avec compresseur d'air MV 1300 12755;
- 2 supports cylindriques pour tubes perforés MV 1300 12733;
- 1 tube transparent perforé (1 trou) de section carrée MV 1300 12766;
- 1 tube transparent perforé (2 trous) de section carrée MV 1300 12765;
- 1 tube transparent perforé (17 trous) de section carrée MV 1300 12764;
- 2 obstacles métalliques MV 1300 12722.

3. Matériel nécessaire

1 cuve à ondes pour rétroprojecteur MV 1300 12751

1 rétroprojecteur

1 écran

1,8 l d'eau déminéralisée

4. Description

Le boîtier de commande d'air pulsé (1) est constitué d'une électrovanne qui est couplée à un générateur de fréquence variable¹. L'électrovanne commande le passage de l'air qui a été préalablement mis sous pression dans un réservoir (2) muni d'une pompe (3). Un robinet à gaz (4) permet de modifier le débit d'air à l'entrée de l'électrovanne.

Un tuyau flexible (5) en plastique transparent relie la sortie de l'électrovanne à un tube en plastique transparent (6) de section carrée. Ce dernier peut être percé d'un trou (pour produire des ondes circulaires), de deux trous (pour produire des interférences) ou de dix-sept trous pour produire des ondes pseudo-planes.

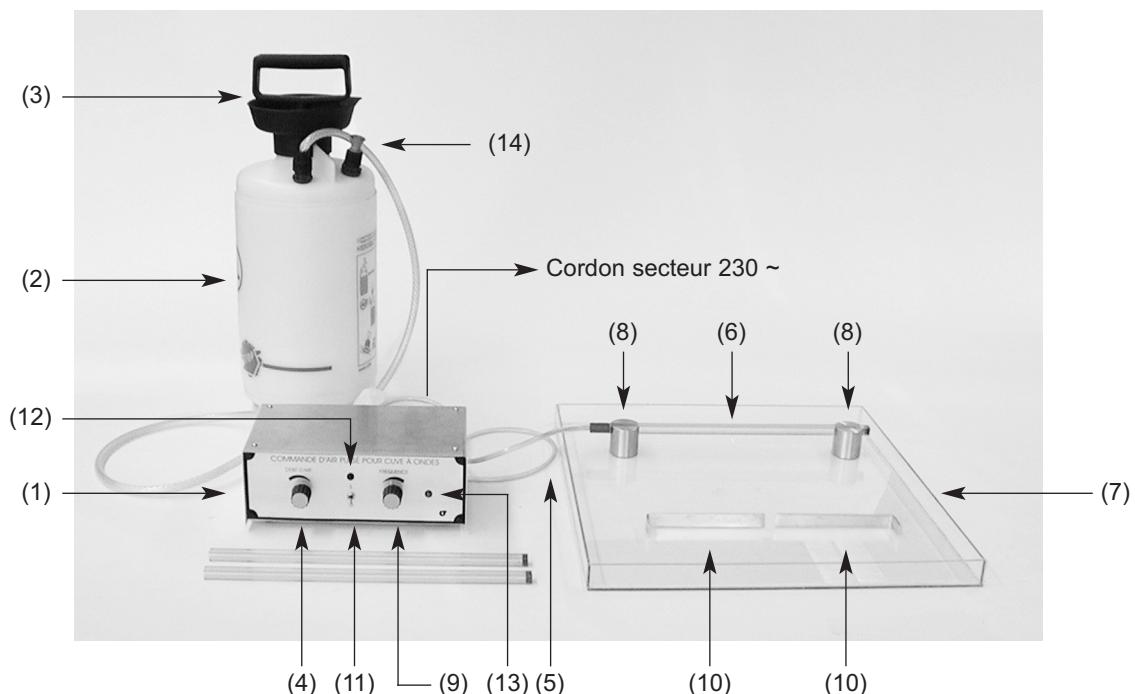
¹ La fréquence est réglable entre environ 0,4 Hz et 30 Hz.

Le tube en plastique transparent (6) est maintenu dans la cuve en verre (7) par les rainures réalisées dans deux supports cylindriques (8) préalablement placés dans la cuve. La face du tube transparent qui est perforée doit être placée du côté de la surface de l'eau que l'on aura versé dans la cuve en verre (7).

Le passage, suivi de l'interruption d'un fin souffle d'air dirigé perpendiculairement à la surface de l'eau permet de produire des ondes dont la fréquence peut être modifiée en tournant le bouton (9) du boîtier de commande d'air pulsé. L'amplitude des ondes peut être réglée par le robinet à gaz (4).

Les deux obstacles métalliques (10) que l'on peut placer dans la cuve en verre permettent de contrecarrer la propagation des ondes et de produire des phénomènes de diffraction ou de réflexion.

5. Mise en œuvre



1. Placer la cuve en verre (7) sur le rétroprojecteur, les bords de la cuve étant parallèles aux bords de la vitre de l'appareil. Modifier les vis de réglage du rétroprojecteur pour que la cuve soit parfaitement horizontale.
2. Verser de l'eau déminéralisée dans la cuve de manière à avoir une hauteur d'eau d'environ 10 mm.
3. Placer dans la cuve, parallèlement à un de ses bords, dans les rainures des deux supports cylindriques (8), un des tubes transparents (6) perforés comme le montre la photo ci-dessus.
4. Raccorder l'extrémité ouverte du tube transparent (6) placé dans la cuve au tuyau flexible (5) relié au boîtier de commande (1).

5. Fermer le robinet à gaz (4) et comprimer de l'air dans le réservoir (2) en manipulant la poignée de la pompe (3) qui sert de bouchon (suivant l'expérience que l'on veut réaliser 30 à 80 mouvements² suffisent). Une soupape de sécurité (14) limite la pression du réservoir à 3 bars.
6. Raccorder le boîtier de commande d'air pulsé ainsi que le rétroprojecteur à une prise 230 V ~. Enclencher le rétroprojecteur et faire la mise au point de l'image de la cuve à ondes sur l'écran.
7. Faire basculer l'interrupteur (11) du boîtier de commande (1) pour le mettre sous tension. Le voyant lumineux (12) s'allume. Ouvrir délicatement le robinet à gaz (4) réglant le débit d'air en tournant dans le sens trigonométrique. À l'aide du bouton (9), régler la fréquence des impulsions (pour augmenter la fréquence, tourner dans le sens des aiguilles d'une montre et inversement). Un témoin lumineux (13) s'allume chaque fois que l'électrovanne laisse passer de l'air.

Remarques

- Pour produire des ondes circulaires, utiliser le tube perforé (1 trou) ME1300 12766.
- Pour produire des interférences d'ondes circulaires, utiliser le tube perforé (2 trous) ME1300 12765.
- Pour produire des ondes pseudo-planes³, utiliser le tube perforé (17 trous) ME130012764. L'onde qui en résulte n'est pas parfaitement plane, mais elle peut être assimilée comme telle après une propagation de quelques centimètres.
- On veillera à ce qu'il y ait suffisamment d'air sous pression dans le réservoir (2). Ne pas hésiter, pendant les manipulations, de manœuvrer à intervalles réguliers, la poignée de la pompe. Une trop faible pression d'air dans le réservoir atténue la vision du phénomène que l'on veut observer.
- Si on veut parfaire la netteté de l'image, on peut ajouter dans l'eau de la cuve 2 ou 3 cm³ de produit de rinçage utilisé dans les lave-vaisselles afin de réduire la tension superficielle de l'eau.
- Si, lorsque l'appareil est en fonctionnement, des gouttes d'eau entrent⁴ dans le tube transparent (6), il faut diminuer le débit d'air en tournant le robinet à gaz (4) dans le sens des aiguilles d'une montre. Si ces gouttes perturbent la vision des phénomènes que l'on veut observer, fermer le robinet à gaz et couper l'alimentation du boîtier de commande d'air pulsé. Déconnecter le tuyau flexible (5) de l'extrémité du tube transparent perforé (6) et enlever l'eau qui se trouve à l'intérieur du tube en secouant énergiquement ce dernier. Reconnecter ensuite le tube et le tuyau.

² Si on veut produire des ondes circulaires ou des interférences, il n'est pas nécessaire que la pression de l'air dans le réservoir soit importante (30 à 40 mouvements de la poignée suffisent); si on veut produire des ondes pseudo-planes, le réservoir d'air se vide assez vite et la pression doit donc y être plus importante (60 à 80 mouvements de la poignée sont nécessaires).

³ Pour avoir des ondes parfaitement planes, il faudrait que le tube transparent soit découpé sur toute sa longueur. Malheureusement, dans ce cas, le débit d'air n'est pas assez important et il n'y a pas d'onde visible dans la cuve.

⁴ Si le débit d'air est trop important, des gouttelettes d'eau se forment à la surface du liquide et peuvent entrer par le(s) trou(s) dans le tube transparent.

6. Exemple d'expériences

6.1. Réflexion d'ondes circulaires ou planes

Régler la hauteur d'eau à environ 10 mm, les deux obstacles (10) étant placés verticalement et bout à bout sur une même ligne droite, à 9 ou 10 cm de la source. Dans le cas d'une onde plane, on peut, en adaptant correctement la fréquence des impulsions, obtenir un régime d'ondes stationnaires par réflexion de l'onde sur les bords de la cuve.

6.2. Diffraction d'ondes circulaires ou planes par un obstacle plan

Régler la hauteur d'eau à environ 10 mm, l'obstacle (10) étant placé verticalement à 4 ou 5 cm de la source.

6.3. Diffraction d'ondes circulaires ou planes par une fente étroite

Régler la hauteur d'eau à environ 10 mm, les deux obstacles plans (10) étant placés verticalement sur une même ligne droite, à 5 ou 6 cm de la source, la largeur de la fente étant d'environ 7 mm.

6.4. Diffraction d'ondes circulaires ou planes par une fente large

Régler la hauteur d'eau à environ 10 mm, les deux obstacles plans étant placés verticalement sur une même ligne droite, à 5 ou 6 cm de la source, la largeur de la fente étant d'environ 2 à 3 cm.

6.5. Réfraction d'ondes circulaires ou planes

Pour faire apparaître le phénomène de réfraction, il faut modifier la profondeur de l'eau dans la cuve⁵. On y arrive facilement en plaçant une vitre épaisse transparente dans l'eau. On fait alors apparaître deux profondeurs d'eau différentes. On ajustera le niveau d'eau pour qu'il n'y ait que 1 ou 2 mm d'eau sur la vitre épaisse. La vitesse de propagation des ondes sera plus petite au-dessus de la vitre (faible profondeur) qu'en dehors (grande profondeur). L'ajustement de la hauteur d'eau est fort important. S'il n'y a pas assez d'eau sur la vitre épaisse, l'onde réfractée est immédiatement amortie; s'il y en a trop, le phénomène de réfraction est pratiquement inexistant.

⁵ Pour rappel, si la fréquence est faible (< 8 Hz), et si la profondeur de l'eau est faible (par rapport la longueur d'onde) la vitesse de propagation d'une onde dépend de façon très approximative de la racine carrée de la profondeur de l'eau.

Des expériences ont été réalisées avec une vitre de forme rectangulaire de 9,5 mm d'épaisseur, de 20 cm de long, de 5 cm de large et une hauteur d'eau dans la cuve de 11 mm; l'obstacle plan faisant un angle d'environ 45° avec l'onde plane incidente. On peut également utiliser d'autres formes de vitres épaisses (lentille convergente, divergente, prisme...) telles celles qui ont été livrées dans les écoles entre 1960 et 1970 avec l'ancienne cuve à ondes.

6.6. Interférence de deux ondes circulaires

Régler la hauteur d'eau à environ 10 mm et raccorder au tuyau flexible (5) du boîtier de commande le tube en plastique transparent perforé de deux trous. Le réglage du débit d'air et de la fréquence des impulsions permettent d'obtenir une figure d'interférence bien nette.

6.7. Effet Doppler

Régler la hauteur d'eau à environ 10 mm et raccorder au tuyau flexible (5) du boîtier de commande le tube en plastique transparent perforé d'un trou. Régler le débit d'air et de la fréquence des impulsions pour avoir des cercles concentriques ($\lambda \approx 1$ cm). Placer les mains sur chacun des supports (8) et les déplacer simultanément à vitesse sensiblement constante dans la cuve. On observe la compression des ondes dans le sens du déplacement de la source et un élargissement dans le sens inverse.

7. Rangement de l'appareil

1. Siphonner l'eau de la cuve avec un tuyau en plastique souple ou en caoutchouc après utilisation. Sécher la cuve.
2. Sécher également toutes les pièces qui ont été en contact avec l'eau, spécialement les supports cylindriques et les obstacles métalliques.
3. Soulever la soupape de sécurité (14) du réservoir d'air afin de ne pas laisser ce dernier sous pression.