

Matlabo

P0.7

ENS LYON

NS3

**MATériel de LABOratoire
enseignement et industrie**

**LABORATOIRE DE PHYSIQUE
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON
48, Allée d'Italie
69364 LYON CEDEX 07**

MANUEL D'UTILISATION

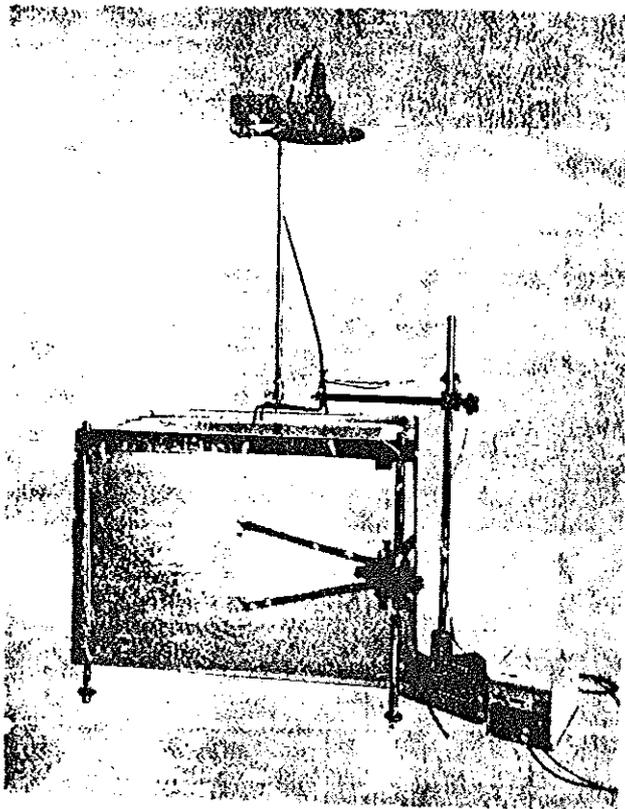
CUVE A ONDES AC-03 A

N° MECA 79/ 1055

CHAPITRE 1 - COMPOSITION DE LA FOURNITURE

- 1.1 une cuve
- 1.2 un excitateur
- 1.3 une source lumineuse
- 1.4 un dispositif stroboscopique
- 1.5 un dispositif de visualisation
- 1.6 un lot d'accessoires

CHAPITRE 2 - DESCRIPTION



2.1 LA CUVE

Elle est constituée d'un cadre cuvette à fond transparent de dimensions 600 x 500 mm comportant sur son pourtour un dispositif amortisseur en mousse alvéolée destiné à absorber les réflexions des ondes parasites.

Un système d'évacuation d'eau commandé par une pince de Mohr permet le réglage en hauteur de l'eau dans la cuve et sa vidange totale. L'épaisseur de la lame d'eau est de l'ordre de 5mm.

Le cadre est monté sur trois tiges verticales constituant les pieds de l'ensemble. Deux des pieds sont équipés de vis calantes de mise à niveau.

2.2. L'EXCITATEUR

L'excitateur autonome est un générateur pneumatique situé dans un boîtier en matière plastique.

Il comporte :

- A l'intérieur

- a) une platine montée de façon très souple sur trois ressorts, recevant un petit moteur entraînant par l'intermédiaire d'un système volant bielle, une petite pompe à membrane.
- b) un système électronique commandant la variation de vitesse du moteur alimenté sous une tension continue de 24V ;
- c) un potentiomètre 10 tours commandant la fréquence de l'excitateur.
- d) un potentiomètre commandant la fréquence de fonctionnement du stroboscope mécanique

- A l'extérieur

- a) les boutons de commande des deux potentiomètres repérés respectivement "Excitateur" et "Stroboscope".
- b) deux fiches mâles de \varnothing 4 mm permettant un raccordement avec une source de tension continue de 24 Volts continue stabilisée conforme à la norme NF C 20.030 (classe 2), une collerette noire pour le (-) , une collerette rouge pour le (+).
- c) 2 douilles femelles de \varnothing 4mm permettant un raccordement avec un voltmètre.
- d) un câble de 2 mètres multiconducteurs est monté à demeure sur le boîtier, l'extrémité libre comporte une fiche femelle ronde à 5 contacts. Cette dernière est à fixer au boîtier du dispositif stroboscopique.
- e) un bouton de réglage de l'amplitude de l'excitateur : il commande un robinet permettant de faire varier le débit d'air fourni par la pompe.
- f) une sortie mâle recevant un tuyau souple conduit les pulsations d'air à une tête excitatrice, située au-dessus du liquide.

2.3. UNE SOURCE LUMINEUSE

Une lampe à iode de 70 Watts capotée et ventilée par convection naturelle est placée au-dessus de la cuve par l'intermédiaire d'un bras rigide, réglable en hauteur, fixé sur le bord de la cuve.

2.4. UN DISPOSITIF STROBOSCOPIQUE

Un système stroboscopique escamotable est monté articulé par rapport à la source lumineuse. Le dispositif est constitué s'un disque stroboscopique (protégé par un carter) entraîné par un moteur à courant continu 24 volts.

La mise en service de ce stroboscope est automatique lorsque le disque est mis manuellement dans le champ de l'éclairage de la cuve.

2.5. UN SYSTEME DE VISUALISATION

Sous la cuve, entre les pieds de celle-ci est posé un miroir incliné et calé à 45° renvoyant le faisceau lumineux incident, en façade, vers un écran amovible en plexiglas dépoli de 600 x 380 mm.

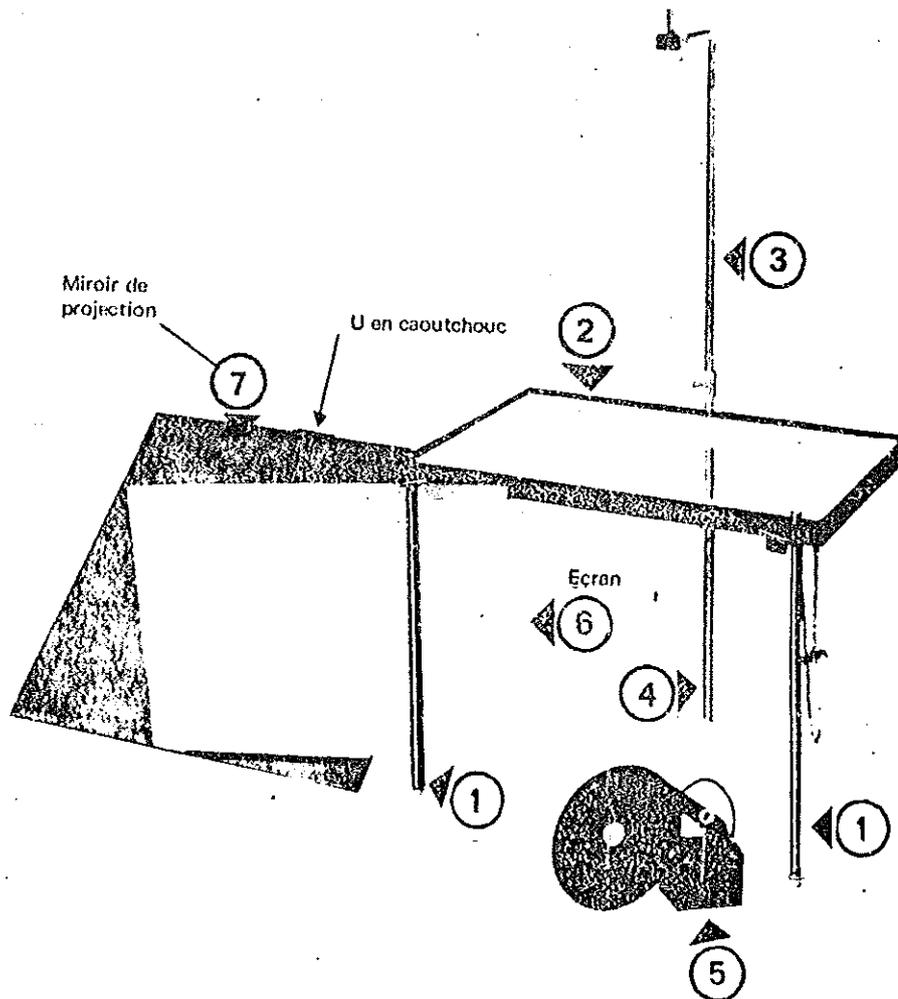
La suppression de cette plaque en plexiglas permet éventuellement une projection de plus grande dimension sur un écran (hors fourniture) vertical, extérieur à l'appareil et à disposer à environ 3 mètres de l'appareil.

En enlevant le miroir et l'écran en plexiglas, l'image se forme horizontalement sur la table.

2.6. UN LOT D'ACCESSOIRES

- a) une tête double à sources synchrones, ponctuelles d'ondes circulaires
- b) une tête génératrice à source plane,
- c) un générateur d'Huygens,
- d) une barrette permettant de réaliser soit une fente de diffraction, soit deux fentes,
- e) trois lames de plexiglas, en forme : une convergente, une divergente une à faces parallèles,
- f) deux cordons d'amenée de la source de tension 24 V continue stabilisée conforme à la norme NF C 20.030 (classe 2) de longueur 1 mètre.
 - . chaque cordon possède à une extrémité une fiche mâle de \varnothing 4mm et à l'autre extrémité une douille femelle permettant de recevoir des fiches de 4mm de diamètre.
 - . un cordon est repéré en noir et l'autre en rouge.

CHAPITRE 3 - MISE EN STATION DE LA CUVE



Prendre les pieds munis de vis calantes (Rep.1), les introduire dans les deux blocs percés placés sur la face avant de la cuve (Rep.2). Veiller à ce que les extrémités des vis de blocages s'engagent bien dans les rainures circulaires des tiges, ce qui conditionne la bonne hauteur des pieds. Orienter ensuite les ergots placés au dessus des vis calantes pour que ceux-ci soient perpendiculaires à la face avant de la cuve.

La tige arrière est en deux parties, tige coudée (Rep.3) et tige droite (Rep.4). Engager la tige droite (Rep.4) dans le trou situé à l'arrière de la cuve (Rep.2) en veillant à ce que l'extrémité de la vis de blocage s'engage bien dans la rainure circulaire. Serrer les trois vis de blocage et placer la cuve sur ses pieds.

Placer la tige coudée (Rep.3) sur la partie saillante de la tige (Rep.4) et emboîter à fond le manchon et serrer la vis de blocage. La partie coudée supérieure de la tige (Rep.3) doit être orientée perpendiculairement au grand axe de la cuve.

Glisser l'écran en plexiglas dépoli (Rep.6) derrière les deux pieds (Rep.1) de façon à ce qu'il soit soutenu par les ergots placés sur ces pieds, et maintenu par les languettes situées à la partie inférieure de la cuve.

Monter ensuite le miroir de projection (Rep.7) en l'inclinant à 45° et en veillant à ce que sa base s'appuie sur les ergots des pieds (Rep.1) alors que le profil en U en caoutchouc situé à la partie supérieure du miroir repose sur la tige (Rep.4)

Placer ensuite le bloc stroboscopique (Rep.5) sur le maneton vertical de la tige coudée (Rep.3), en veillant à ce que l'ergot soit engagé dans la fente du manchon du stroboscope.

Nettoyer la cuve avec un produit pour vitres. EXCLURE TOUT PRODUIT A BASE DE SILICONE. Nettoyer de la même façon le miroir de projection et le plexiglas dépoli.

Régler l'horizontalité de la cuve à l'aide d'un niveau à bulle. Ce réglage sera particulièrement important pour les expériences avec les ondes planes.

Veiller à ce que la pince de Mohr fermant le tuyau de vidange soit serrée.

Remplir la cuve D'EAU DISTILLÉE de préférence, jusqu'à ce que le liquide submerge TRES LEGEREMENT la lame à faces parallèles lorsque celle-ci repose bien sur ses pieds dans le fond de la cuve.

B R A N C H E M E N T

AVANT BRANCHEMENT : IL EST IMPERATIF DE RETIRER LA VIS CENTRALE SITUEE SOUS LE GENERATEUR PNEUMATIQUE

Enficher le connecteur mâle de l'excitateur pneumatique dans le connecteur femelle situé à la partie supérieur du stroboscope.

Raccorder ensuite les bornes + (rouge) et - (noire) de l'excitateur à, soit une source de 24 VOLTS CONTINUE STABILISEE, conforme à la Norme NF.C.20.030 (classe 2) soit une batterie 24 Volts.

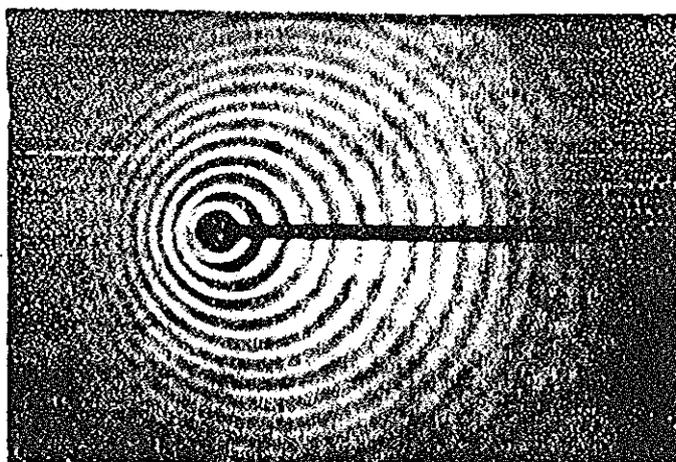
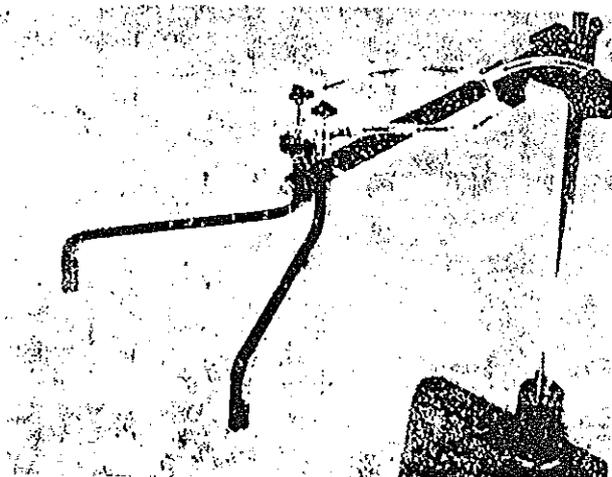
L'ensemble est alors prêt à fonctionner. Le potentiomètre de gauche commande l'excitateur, celui de droite le disque de stroboscopie, mais seulement lorsque celui-ci est placé devant la lampe. Le disque s'arrête automatiquement lorsqu'on l'écarte pour revenir en éclairage normal.

C H A P I T R E 4 - DESCRIPTION DES ACCESSOIRES NÉCESSAIRES

- un support de laboratoire classique rectangulaire, en A ou en V, d'un poids approximatif de 3kg, équipé d'une tige de L 600 et \emptyset 14.
- une noix de serrage orthogonale permettant le serrage de tige de \emptyset 14.
- une alimentation délivrant une tension continue stabilisée de 24 volts sous une intensité de 3A . Cette alimentation doit être conforme à la norme NF.C.20.030 (classe 2) ;
ou une batterie délivrant sous une même tension une intensité équivalente.

CHAPITRE 5 - EXPÉRIENCES RÉALISABLES

A) PROPAGATION D'UNE ONDE CIRCULAIRE



Monter le générateur d'ondes circulaires sur la tige support et l'immobiliser à l'aide de la vis. Fixer le tout sur un socle à tige à l'aide d'une noix orthogonale escamoter l'un des bras et fermer son robinet. Amener l'ensemble au dessus de la surface liquide (environ 5 mm) brancher le tuyau cristal à l'embout mâle situé sur la face arrière du générateur pneumatique, ouvrir le robinet situé à côté de l'embout et ouvrir le robinet du bras utilisé.

Mettre le générateur en marche ALIMENTATION 24 V CONTINUE STABILISEE

La finition s'opère très simplement en jouant sur le réglage des robinets d'air. Régler la fréquence d'excitation au moyen du potentiomètre situé à gauche sur la face avant du générateur pneumatique.

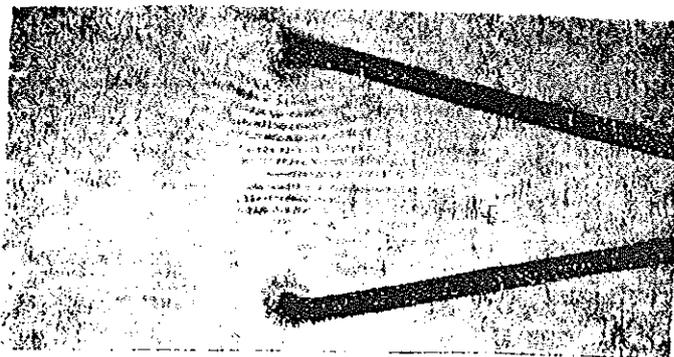
Pour immobiliser l'image projetée sur l'écran dépoli, amener le disque stroboscopique dans le champs d'éclairage, sa mise en route s'effectue automatiquement. Ajuster la vitesse de stroboscopie à la fréquence d'excitation par le potentiomètre "STROBOSCOPIE".

Les deux bornes (BLEU ET ROUGE) MESURE situées sur la face avant du générateur permettent de brancher un voltmètre cc, la variation de vitesse de stroboscopie se traduit par une variation de tension sur le voltmètre (vitesse maximum 3000 t/mm à 24 V), on en déduit la vitesse de stroboscopie et par conséquent la fréquence d'excitation de la source.

La figure représente une onde circulaire entretenue, photographiée en stroboscopie. L'immobilisation de l'image est telle que l'on peut avec une simple règle millimétrée mesurer λ (en comptant par exemple 10 fois $\lambda / 2$) et connaissant la fréquence N donnée par l'excitateur, en déduire la vitesse de propagation ($C = N \lambda$)

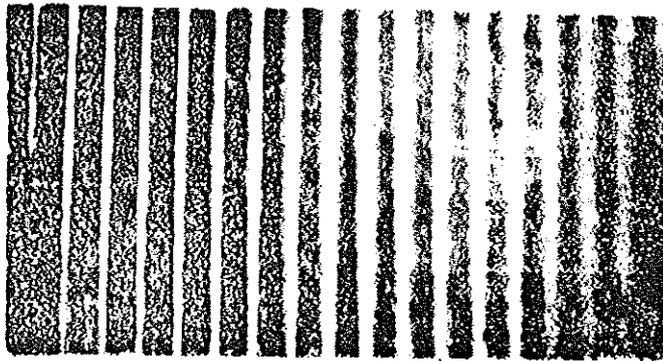
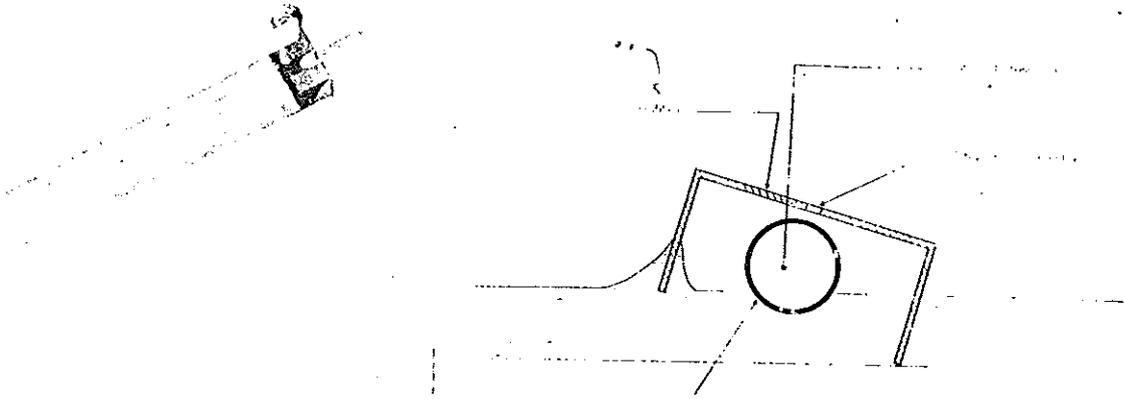
Ce principe de mesure est valable pour toutes les expériences suivantes :

B) INTERFERENCE DE DEUX ONDES CIRCULAIRES



Mettre en position le deuxième bras du générateur d'ondes circulaires, ouvrir son robinet et régler le débit. On observera les hyperboles d'interférence d'égale amplitude pour différentes fréquences. Examiner également le phénomène en stroboscopie.

C) PROPAGATION D'UNE ONDE PLANE



Placer le générateur d'ondes planes directement dans la cuve. Pour obtenir un champs d'observation maximum, disposer le générateur parallèlement au petit côté de la cuve et à proximité de la languette de mousse (les vis de réglage d'inclinaison face au champs d'expérience). A l'aide de ces vis régler l'inclinaison du U de façon à ce que l'arrête affleure la surface du liquide et que l'on obtienne un phénomène de tension superficielle.

Relier le tuyau cristal au générateur pneumatique.

L'ensemble est ainsi prêt à fonctionner.

Pour observer le phénomène d'ondes planes dans les meilleurs conditions on veillera à utiliser des fréquences pulsatoires lentes.

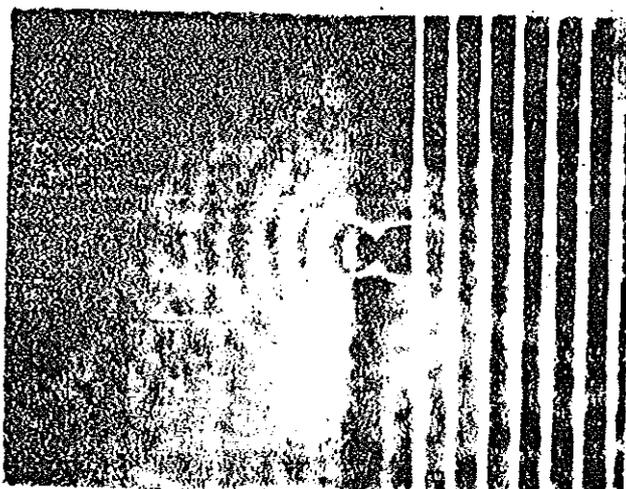
Pour effectuer les mesures de vitesse de propagation, stabilisée l'image à l'aide du stroboscope et utiliser la même méthode décrite dans le paragraphe A).

D) GENERATEUR POUR EXPERIENCE DE HUYGENS

Monter ce générateur sur la tige support, les trous vers le bas.
Amener le générateur à affleurement et parallèlement à la surface de l'eau. Relier le générateur à l'excitateur pneumatique et régler le débit.

Ce système tubulaire à double enveloppe, alimentée en air pulsé à chaque extrémité et percé d'une rangée de trous permet de montrer aisément l'expérience d'Huygens dans laquelle plusieurs sources circulaires alignées donnent naissance à un front d'ondes planes.

E) DIFFRACTION PAR UNE FENTE



Utiliser la barette pour la diffraction et régler l'ouverture de la fente à environ 5 ou 6 mm. Placer la barette debout sur le fond de la cuve à environ 6 cm du générateur d'ondes planes.

La diffraction apparait immédiatement, des ondes circulaires prennent naissance à partir de la fente. On peut montrer l'influence de la largeur de la fente et celle de la fréquence d'excitation.

F) DIFFRACTION SUR LE BORD D'UN ECRAN

En n'utilisant qu'une seule des deux pièces en plexiglas, on pourra montrer la diffraction sur le bord d'un écran.

G) INTERFERENCE PAR DEUX FENTES

En introduisant la petite pièce en plexiglas à deux biseaux on réalise une double fente (FENTES D'YOUNG), on observe les franges d'interférences ainsi obtenues.

H) REFRACTION D'UNE ONDE PLANE - CHANGEMENT DE MILIEU



Bien nettoyer les pièces en plexiglas, car toute tache de graisse détruit le phénomène. Le phénomène de réfraction peut s'observer soit avec la lame à faces parallèles, soit avec la lentille convergente, soit avec la lentille divergente. Dans tous les cas, la pièce en plexiglas devra se trouver à environ 5 ou 6 cm du générateur d'ondes planes et le niveau devra être réglé pour qu'une mince pellicule d'eau recouvre le plexiglas (utiliser une pissette en matière plastique).

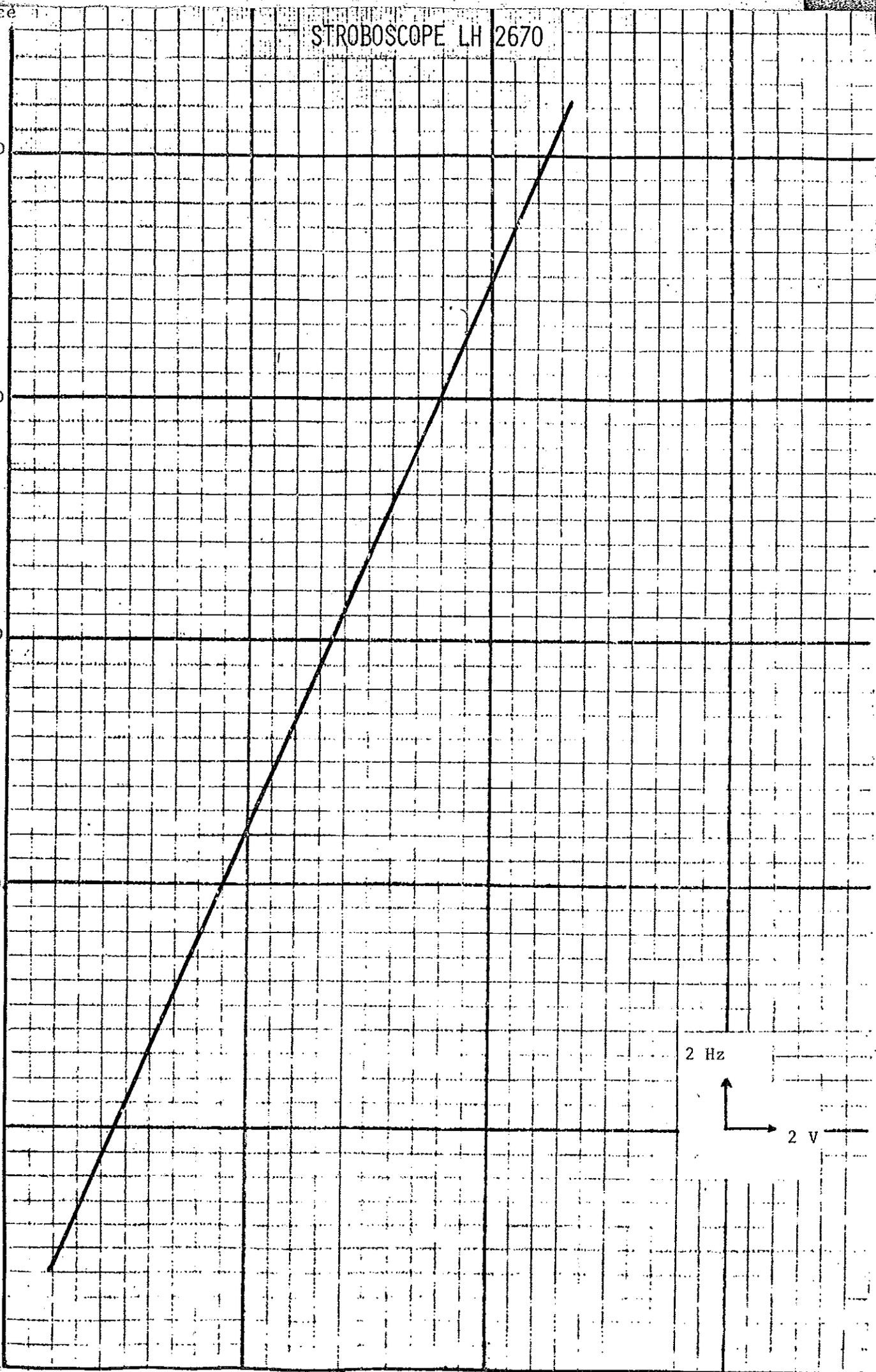
Dans le cas de la lame à faces parallèles on observera le changement d'inclinaison de l'onde plane pendant la traversée du profil et on notera qu'à la sortie, l'onde émergente redevient parallèle à l'onde incidente.

Dans le cas des lentilles, on remarquera la transformation de l'onde plane en onde sphérique. Pour la lentille bi-convexe, on observera la convergence de ces ondes au foyer image de la lentille.

Frequency
HERTZ

STROBOSCOPE LH 2670

50
40
30
20
10



10

20

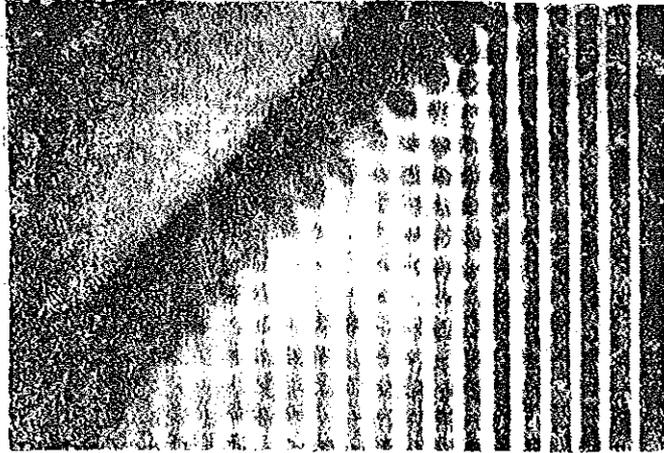
30

Tension
Volt

2 Hz

2 V

I) REFLEXION



En plaçant dans la cuve un obstacle plan on peut observer la réflexion d'une onde plane ou d'une onde circulaire. Il est ainsi possible de montrer l'analogie des miroirs de Lloyd.

J) PROJECTION DES PHENOMENES SUR GRAND ECRAN

En otant l'écran en plexiglas dépoli l'image peut être projetée sur un écran normal placé devant l'appareil à environ 3 mètres.

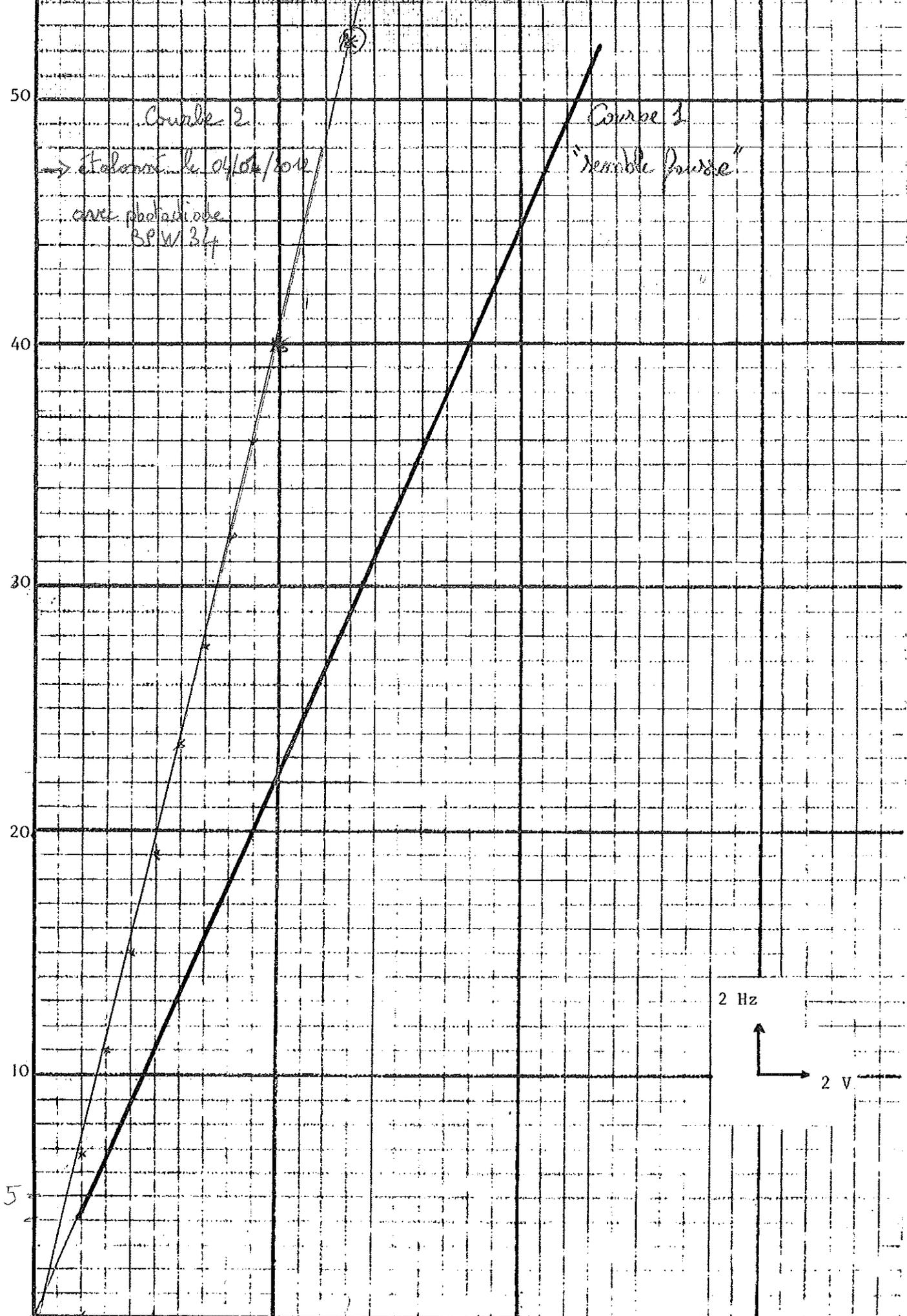
K) PROJECTION SUR LA TABLE

Il est également possible de former l'image sur la table en otant le plexiglas et le miroir.

CHAPITRE 6 - COURBE TENSION/VITESSE DE STROBOSCOPIE

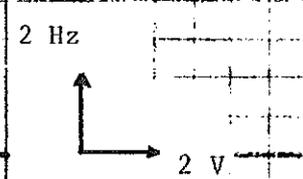
Fréquence
HERTZ

STROBOSCOPE LH 2670



Courbe 2
→ étalon le 04/02/2012
avec photodiode
BSW 34

Courbe 1
"Nominale Purée"



$f = 2.24 \text{ V}$

Robote

Tension
Volt