



# Sons et Ultrasons

Ultrasons

Réf :  
222 140

**Ensemble complet Effet Doppler**

Français – p 1

Version : 8104



## 1 Généralités

L'effet Doppler fut découvert en 1842 par un physicien autrichien Christian Doppler. Mis en évidence 3 ans plus tard, cet effet est aujourd'hui utilisé dans de nombreux domaines tels que la santé (écho doppler), le transport (radar automobile), l'astronomie (redshift) etc....

C'est par ce phénomène que l'on explique la variation de fréquence entendue lors du passage d'une ambulance devant un observateur fixe. En effet, le décalage en fréquence de l'onde perçue est directement lié à la vitesse de déplacement du mobile.

L'approche ici est l'étude d'un mouvement linéaire uniforme. Le contexte est le transport. Il est traduit par un mouvement linéaire uniforme. Le montage permet l'analogie avec les radars automobile.

## 2 Description

### 2.1 But du pack effet Doppler

Le pack a été conçu et développé par Jeulin de façon à rendre possible la mesure de vitesse par effet Doppler dans un cas simple c'est-à-dire cas d'un mouvement linéaire uniforme. Le dispositif est, compte-tenu des vitesses mises en jeu, sans danger pour l'élève.

Par ailleurs, ce dispositif permet des mesures par Ex.A.O ainsi qu'une démarche expérimentale de l'élève : variation de la vitesse de déplacement du chariot, inversion de l'émetteur et du récepteur et une analogie avec le radar. Plutôt qu'une source sonore difficilement utilisable dans une salle de TP avec plusieurs binômes, le pack permet l'étude de l'effet Doppler par ultrasons évitant ainsi toute nuisance. Il nécessite donc l'emploi d'un émetteur et d'un récepteur Moduson® (non fournis).

### 2.2 Description générale

Le pack est composé du "banc de mécanique Doppler", d'un boîtier Initio® "Doppler par ultrasons", d'un bloc alimentation 12V fourni, d'un émetteur Moduson réf.. 222 076 et d'un récepteur Moduson réf. 222 078.

### 2.3 Caractéristiques techniques

#### Banc de mécanique Doppler :

Grâce à une courroie reliée à deux poulies et entraînée par un moteur, le chariot est mis en mouvement. Ce déplacement est (en dehors de la phase initiale de mise en mouvement) linéaire et uniforme entre les deux poulies.

La vitesse ainsi que le sens de rotation du moteur sont contrôlés par le boîtier Initio® « Doppler par ultrasons ».

Boîtier Doppler par ultrasons :

Le boîtier Doppler par ultrasons a deux rôles clés. Le premier rôle est de contrôler la vitesse ainsi que le sens de déplacement du chariot.

Le deuxième rôle est de recueillir les signaux sinusoïdaux (émis et reçu) et d'en extraire un signal analogique de fréquence égale à la différence des fréquences émise et reçue.

Remarque : pour ce faire, le boîtier Doppler par ultrasons est équipé d'un « montage multiplicateur » électronique, soit :

$$\cos a \times \cos b = \frac{1}{2} \times [\cos(a + b) + \cos(a - b)]$$

On retrouve ainsi, en sortie, un signal composé de deux fréquences. Par filtrage passe-bas, on n'extractit que la fréquence basse c'est-à-dire le décalage en fréquence Doppler.

### 3 Mise en œuvre

#### 3.1 Matériel nécessaire



- Pack effet Doppler – réf. 222 138
- Emetteur Moduson® – réf. 222 076
- Récepteur Moduson® – réf. 222 078
- 8 câbles bananes (non fournis)
- Ici, console Foxy® – réf. 485 000
- Fourche chronociné – réf. 453 026
- Capteur chronociné – réf. 482 048
- Système d'acquisition ou oscilloscope.
- Un système de fixation

#### 3.2 Branchements

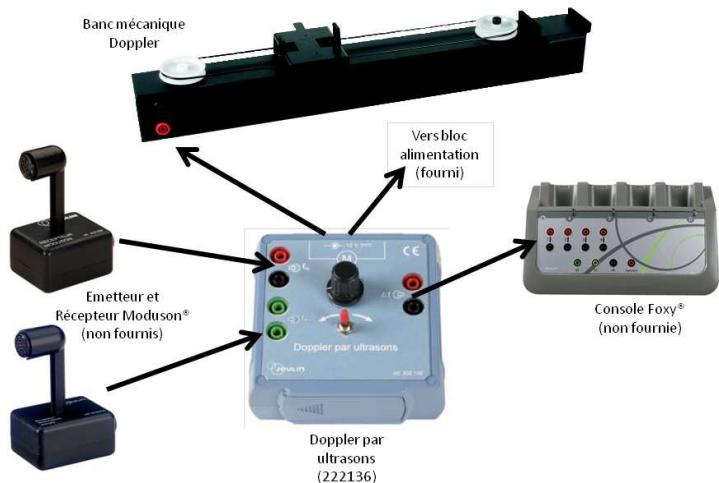
- Alimenter le boîtier Initio via la prise Jack au centre de la face avant.
- Brancher le banc sur le boîtier Initio® sur la face avant via les douilles de sécurité.



**Attention à ne pas brancher d'alimentation sur les douilles de sécurité. Ces douilles correspondent à la sortie vers le banc mécanique !**

- Brancher l'émetteur et le récepteur Moduson® sur la face supérieure en respectant la sérigraphie présente sur le boîtier.
- Les douilles d'entrée du boîtier sont sur la gauche. Sur les douilles vertes, brancher l'émetteur Moduson® ; les deux autres douilles sont pour le récepteur Moduson®.
- Les deux douilles situées sur le dessus du boîtier sont les douilles de sortie à raccorder à une console d'acquisition ou à un oscilloscopoe numérique.

Regardez le schéma ci-dessous pour réaliser le montage :



### 3.3 Acquisition par Ex.A.O (Console Foxy®)

Pour l'observation des signaux, branchez la sortie du boîtier Initio® sur la console Foxy® en entrée directe 1.

Si vous utilisez un oscilloscope, branchez la sortie du boîtier Initio® sur la voie A de votre oscilloscope.

## 4 Mesure et détermination de la vitesse : Cas de l'acquisition par Foxy®

### 4.1 Contrôle de la vitesse et synchronisation des acquisitions

Afin de contrôler la vitesse du chariot en cours de déplacement, une fourche chronociné (453026) est placée à égale distance des deux poulies. Elle est reliée à la console Foxy® par un capteur chronociné (482048).

La languette du chariot, d'une longueur de 20 mm, permettra la mesure de vitesse par fourche mais également la synchronisation de toute acquisition.

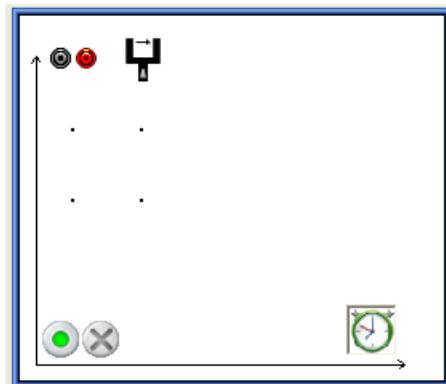
Attention :

La vitesse de déplacement du chariot doit être supérieure à  $4 \text{ cm.s}^{-1}$  pour être dans la phase de déplacement contrôlé.

### 4.2 Démarrage avec l'Atelier Scientifique

- Sélection des appareils

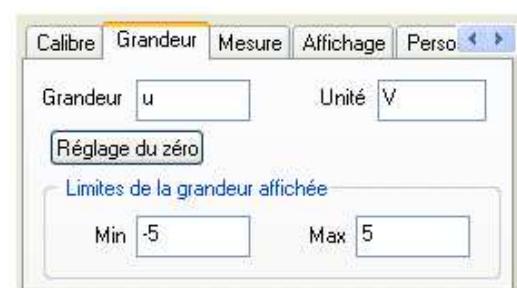
Faire glisser l'icône "entrée directe 1" et l'icône "vitesse C1" dans la zone "acquisition" à proximité de l'axe des ordonnées. Puis, glissez l'icône "Temps" le long de l'axe des abscisses.



- Réglage de l'affichage

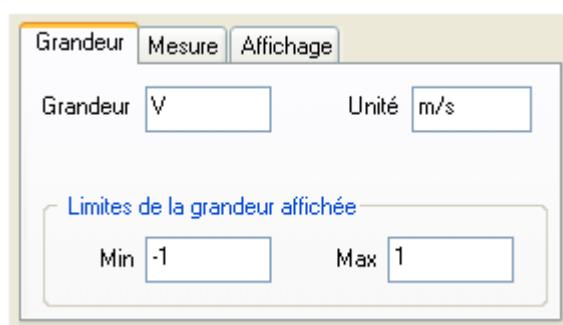
Cliquer sur l'icône "entrée directe 1", choisir l'onglet "Calibre" et sélectionner  $\pm 5V$ . Puis, sélectionner l'onglet "Grandeur".

Dans la zone : "limites de la grandeur affichée", choisir : -5 à +5V.



Cliquer ensuite sur l'icône "Vitesse C1", choisir l'onglet "Grandeur".

Dans la zone : "limites de la grandeur affichée", choisir : -1 à +1  $m.s^{-1}$ .



### 4.3 Réglage des paramètres d'acquisition

#### - Durée d'acquisition

La durée d'acquisition doit être suffisamment courte pour éviter d'enregistrer le signal ultrasonore alors que le chariot est en butée sur une des poulies. Une durée de l'ordre de 500ms est suffisante.

#### - Synchronisation des acquisitions

Afin de pouvoir comparer la mesure de vitesses par effet Doppler à la vitesse mesurée par fourche chronociné, il est nécessaire de synchroniser les acquisitions, voir ci-dessous.



Remarque : Le niveau et le front croissant ou décroissant doivent être choisis en fonction du sens du déplacement et de l'orientation de la fourche.

## 5 Mesures

Positionner le chariot à l'une des extrémités du banc. Faire en sorte que la languette de celui-ci passe bien devant la zone de déclenchement de la fourche chronociné.

Lors du passage du chariot devant la fourche, la vitesse du chariot ainsi que le signal ultrasonore reçu par le récepteur Moduson® sont acquis.

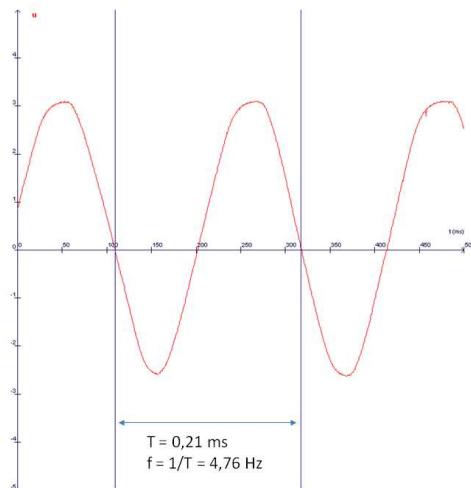
Mesurer la fréquence du signal acquis.

A partir de la relation de Doppler, déterminer la vitesse de déplacement du chariot.

Comparer à la vitesse mesurée par fourche et conclure.

Répéter l'opération pour différentes vitesses du chariot comprises entre : 4 et 14 cm.s<sup>-1</sup>.

## 6 Exemple d'acquisition



On note :

- $\Delta T$  : la période du signal ultrasonore en sortie du boîtier Initio®.
- $\Delta f$  : la fréquence du signal ultrasonore en sortie du boîtier Initio®.
- $v$  : la vitesse du chariot
- $f_{ém}$  : la fréquence du signal ultrasonore émis.
- $c$  : la vitesse du son dans l'air :  $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .

La relation de Doppler est telle que :

$$v = c \times \left( \frac{\Delta f}{f_{ém}} \right)$$

Application numérique :  $v = 340 \times \left( \frac{4,76}{40900} \right) = 4 \text{ cm.s}^{-1}$ .

Par fourche optique, la mesure de vitesse est de  $4 \text{ cm.s}^{-1}$ .

Conclusion : la mesure par effet Doppler est précise. Elle est validée par la mesure par fourche chrono ou par tout autre moyen de mesure (chronomètre etc.).

## 7 Analogie avec le radar automobile

Afin de mettre en évidence le fonctionnement d'un radar automobile à ultrasons, placer l'émetteur et le récepteur côté à côté. Puis, fixer l'écran fourni sur le chariot.

L'écran reflètera l'onde ultrasonore vers le récepteur Moduson®.

En tenant compte du trajet parcouru par l'onde ultrasonore, procéder aux mêmes mesures que celles proposées dans la partie 6.

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

## Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.  
\*\* Numéro valable uniquement pour la France métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE, composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne  
[FAQ.jeulin.fr](http://FAQ.jeulin.fr)

## Direct connection for technical support

A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediately to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

## Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.  
\*\* Only for call from foreign countries.

