



## **Ensemble complet Effet Doppler**

**Ref : 222140**

### **Descriptif :**

L'effet Doppler est un phénomène physique très connu et utilisé par exemple dans le domaine des radars. Il est basé sur la mesure d'un décalage de fréquence entre l'émission et la réception d'un signal en mouvement.

Ce pack complet permet de réaliser simplement une expérience quantifiable autour de ce principe. Il est composé d'un banc motorisé, d'un boîtier de réglage ainsi que d'un émetteur et d'un récepteur à ultrason.

Grâce à son système unique de motorisation, le banc génère le déplacement d'un chariot à vitesse constante et réglable.

On place face à face l'émetteur ultrason sur le chariot mobile et le récepteur sur la partie fixe du banc.

Le boîtier de contrôle permet de gérer l'ensemble des éléments suivant :

- le réglage de la vitesse du mobile (de 4 à 14 cm.s<sup>-1</sup>)
- la génération du signal ultra sonore de 40 kHz de l'émetteur
- l'obtention directe du décalage Doppler (fréquence égale à l'écart entre la fréquence émise et la fréquence reçue).

Il est alors très simple de retrouver la vitesse du mobile à partir des formules théoriques. Cette donnée peut être confrontée à la mesure de la vitesse du chariot réalisée avec un système de fourches optiques.

Pour aller plus loin, il est possible de faire une analogie avec les radars automobiles. Dans ce cas, l'émetteur et le récepteur sont placés du même côté et le mobile en mouvement est équipé d'un écran simulant le véhicule réfléchissant le signal ultrasonore.

Retrouvez ces manipulations détaillées dans le TP téléchargeable rubrique Ressources et sur la notice associée à la référence 222 138.



### **Composition :**

- 1 Banc de mécanique Doppler réf. 222 137
- 1 Boîtier Doppler par Ultrasons réf. 222 136
- 1 Emetteur simple Moduson 2 réf. 222 076
- 1 Récepteur Moduson 2 réf. 222 078

**Avantages / points forts :**

Ensemble complet prêt à l'emploi

Banc motorisé : vitesse constante réglable

Compatible oscilloscope et Ex.A.O.

**Caractéristiques techniques :**

Thématiques

Doppler

# Sons et Ultrasons

Ultrasons

**Réf :  
222 138**

*Composé des références :*  
222 136  
222 137

Français – p 1

Version : 3101

## Pack Effet Doppler



## 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<sup>®</sup> (non fournis).

### 2.2 Description générale

Le pack est composé du "banc de mécanique Doppler", d'un boîtier Initio<sup>®</sup> "Doppler par ultrasons" et d'un bloc alimentation 12V fourni.

### 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<sup>®</sup> « 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 multiplieur » 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'extrait 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® (non fourni) – réf. 222 006
- Récepteur Moduson® (non fourni) – réf. 222 028
- 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

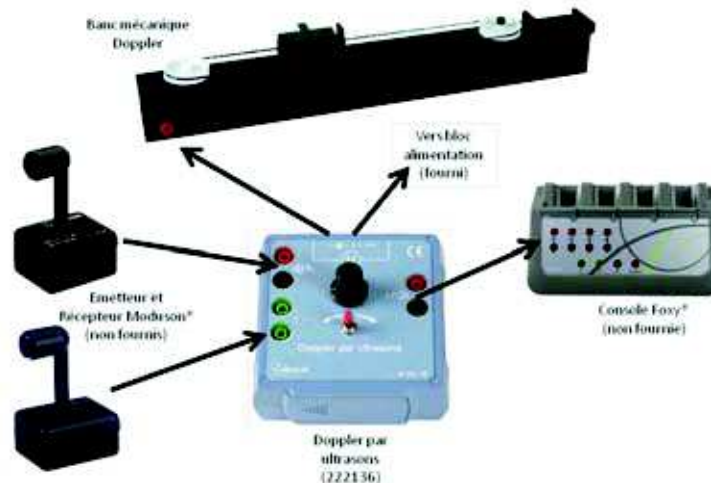
- Alimenter le boîtier Initio via la prise Jack au centre de la face avant.
- Brancher le banc sur le boîtier Initio® sur la face avant via les douilles de sécurité.



**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 oscilloscope 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.

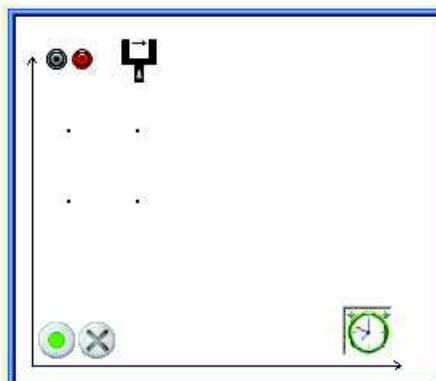
#### Attention :

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

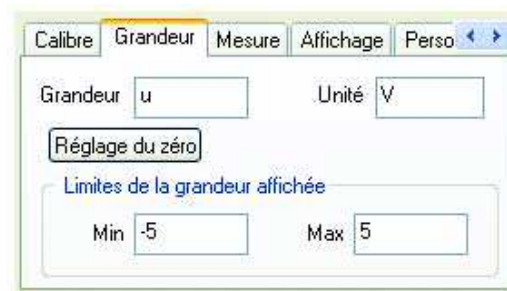
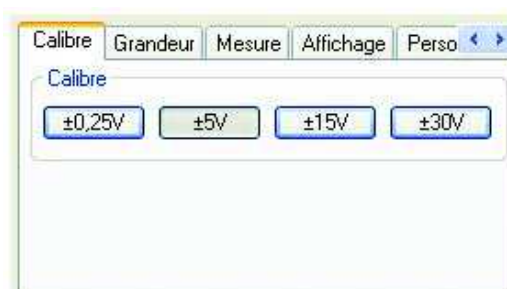
Faire glisser l'icône "entrée directe 1" et l'icône "vitesse C1" dans la zone "acquisition" à proximité de l'axe des ordonnées. Puis, glissez l'icône "Temps" le long de l'axe des abscisses.



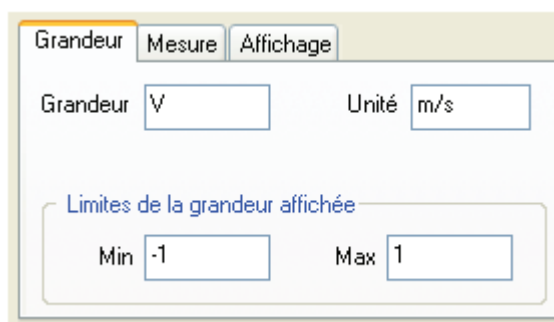
- Réglage de l'affichage

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 +5 V.



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<sup>-1</sup>.



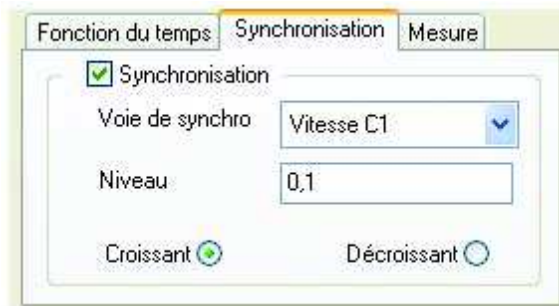
### 4.3 Réglage des paramètres d'acquisition

#### - 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<sup>®</sup> sont acquis.

Mesurer la fréquence du signal acquis.

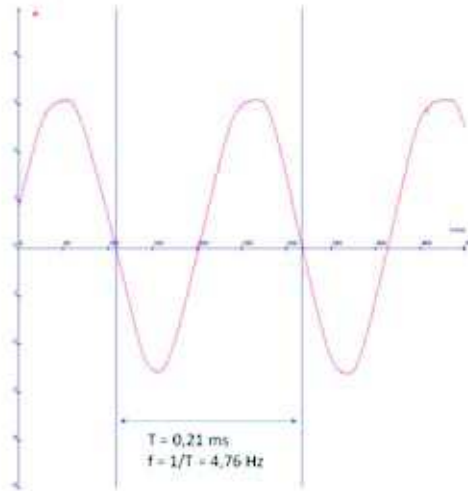
A partir de la relation de Doppler, déterminer la vitesse de déplacement du chariot.

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<sup>®</sup>.
- $\Delta f$  : la fréquence du signal ultrasonore en sortie du boîtier Initio<sup>®</sup>.
- $v$  : la vitesse du chariot
- $f_{\text{ém}}$  : 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 :

$$v = c \times \frac{\Delta f}{f_{\text{ém}}}$$

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

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 côte à côte. Puis, fixer l'écran fourni sur le chariot.

L'écran reflètera l'onde ultrasonore vers le récepteur Moduson<sup>®</sup>.

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

## 8 Service après-vente

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.  
Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE**

468, Rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX France

**0 825 563 563 \***

*\* 0,15 € TTC/ min à partir d'un poste fixe*

## Assistance technique en direct

Une équipe d'experts à votre disposition du Lundi au Vendredi (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 \*

**0825 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, utilisez le + 33 (0)2 32 29 40 50

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

Rubrique FAQ



Rue Jacques-Monod,  
Z.I. n° 1, Netreville,  
BP 1900, 27019 Evreux cedex,  
France

Tél. : + 33 ( 0 ) 2 32 29 40 00  
Fax : + 33 ( 0 ) 2 32 29 43 99  
Internet : [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)

Phone : + 33 ( 0 ) 2 32 29 40 49  
Fax : + 33 ( 0 ) 2 32 29 43 05  
Internet : [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017

## 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 immediatly to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

### Free service \*

**+ 33 (0)2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included

\*\* Only for call from foreign countries

