

## 1 Principe & réglages initiaux

### 1.1 Principe

Une salve d'ultrasons est une brève perturbation sonore, de fréquence 40 kHz. Cette fréquence est inaudible (20 Hz à 20 kHz pour le domaine audible).

Les ultrasons sont émis par un émetteur E (ci-dessous, à gauche) et détectés par un (ou plusieurs) récepteur R (à droite), qui délivre(nt) une tension proportionnelle au déplacement des tranches d'air mises en mouvement lors de la propagation de l'onde.



FIGURE 1

Le dispositif permet d'émettre des salves soit de façon périodique, soit de façon continue, en fonction du réglage de l'émetteur.

### 1.2 Branchements

- Prévoir six fils, trois de couleur rouge, trois de couleur noire (en plus du câble adaptateur déjà distribué).

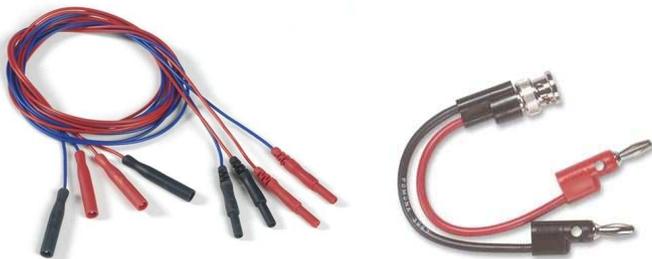


FIGURE 2

- S'assurer que l'interface de mesure est branchée & connectée à un port USB de l'ordinateur.



FIGURE 3

- L'émetteur doit être alimenté en 15 V (flèche 1 de la figure 4 ci-dessous).



FIGURE 4

Connecter sa borne rouge au +15 V et sa borne noire au 0 V de l'alimentation, montrée en figure 5.

L'interrupteur de l'alimentation doit rester sur « Arrêt » jusqu'à la vérification par le professeur !



FIGURE 5

- Brancher le câble adaptateur sur la prise BNC (flèche 2, figure 4) de l'émetteur. Brancher la prise rouge sur la voie EA0 de l'interface de mesure, et la prise noire sur une masse de l'interface.



FIGURE 6

- Sur l'émetteur, choisir le mode « Continu » (interrupteur indiqué par la flèche 3 de la figure 4).
- Brancher l'un des deux récepteurs : fil rouge sur la voie EA1, fil noir sur une masse.

Appel du professeur pour vérification!

- Mettre en marche l'alimentation et l'émetteur (interrupteur indiqué par la flèche 4 de la figure 4).

### 1.3 Réglages de Latis Pro

- Ouvrir le logiciel Latis Pro (raccourci sur le bureau).
- Cliquer sur les voies EA0 et EA1 pour les activer.



FIGURE 7

- En ordonnée du graphique (Fenêtre n°1), retirer la voie EA0. Pour cela, faire un clic-droit sur la légende EA0, et cliquer sur « Retirer » :

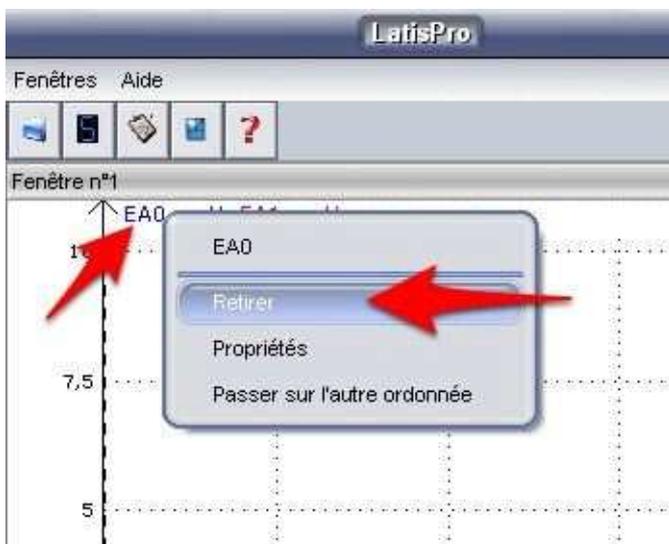


FIGURE 8

- Ouvrir les propriétés de la courbe EA1. Pour cela, faire un clic-droit sur la légende EA1, et cliquer sur « Propriétés » :

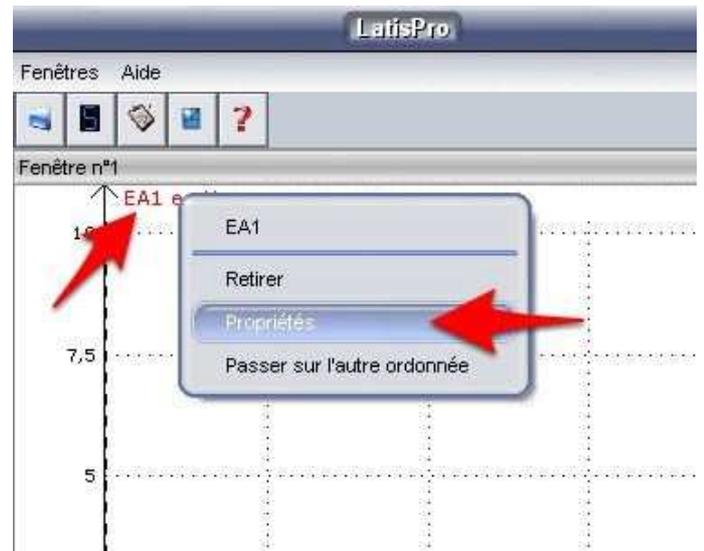


FIGURE 9

- Cliquer sur « Style » :



FIGURE 10

- Choisir « Trait » :

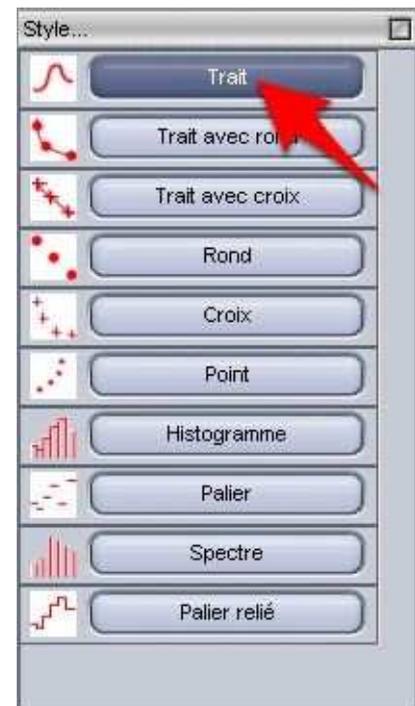


FIGURE 11

- Valider par « OK » :



FIGURE 12

- À gauche, sous « Acquisition », changer le nombre de points à mémoriser pour 500 :

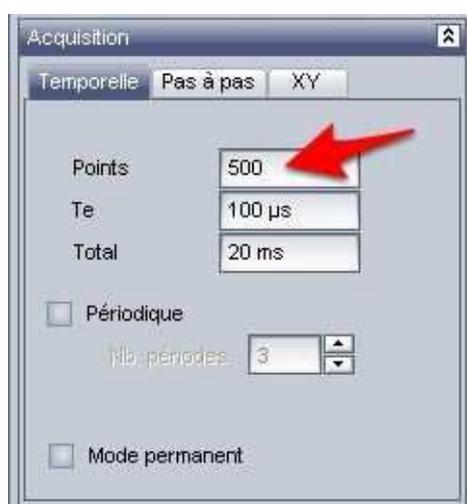


FIGURE 13

- Changer de même la durée totale d'acquisition pour 0,2 ms :

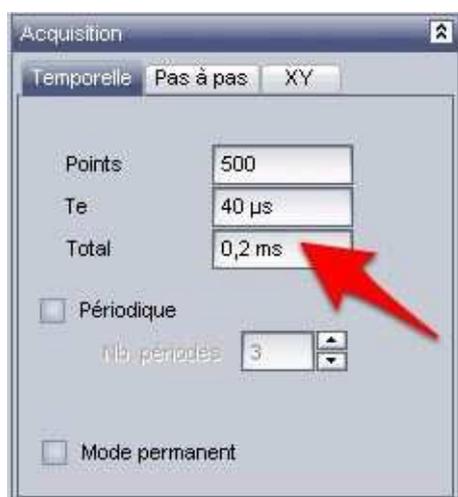


FIGURE 14

Inutile de modifier le temps d'échantillonnage  $T_e$ , le logiciel le règle automatiquement.

- Cocher la case « Mode permanent » :

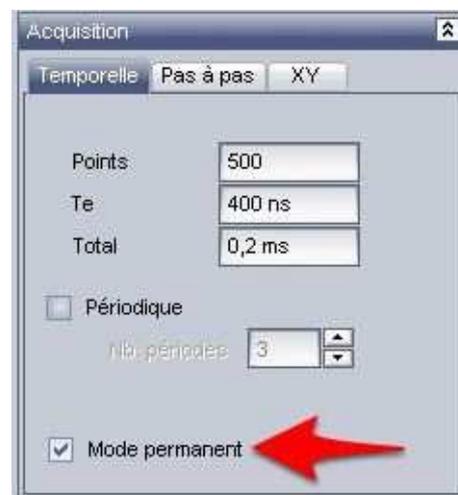


FIGURE 15

- En dessous, sous « Déclenchement », cliquer pour dérouler le menu :



FIGURE 16

- Sélectionner la voie EA0 comme source de déclenchement :



FIGURE 17

- Changez le seuil de déclenchement pour 1 V :

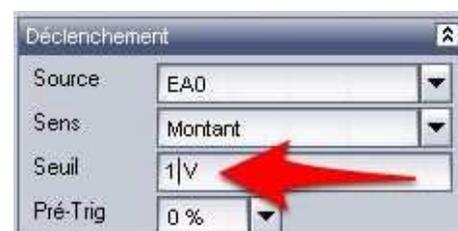


FIGURE 18

- Vous êtes maintenant prêt(e) !

## 1.4 Réglage de l'émetteur

- Lancez l'acquisition en cliquant sur la neuvième icône de la barre des menus, ou en utilisant le raccourci « F10 » :



FIGURE 19

- Placer le récepteur sur la règle, face à l'émetteur, au niveau de la graduation 0 cm.

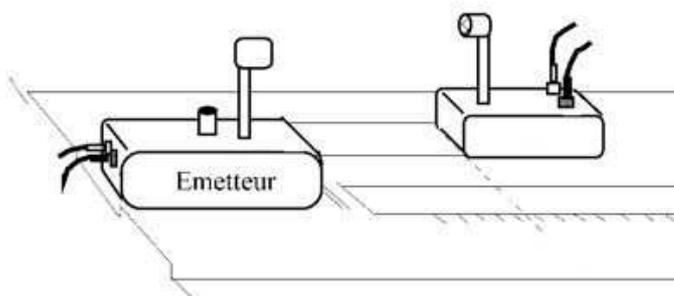


FIGURE 20

- Tourner le réglage de fréquence (bouton n°5 montré sur la figure 4) de l'émetteur, afin d'obtenir un signal d'amplitude maximale au niveau du récepteur (signal EA0).

Ne plus toucher à ce réglage par la suite !

Pour arrêter l'acquisition, appuyer sur la touche « Echap ».

- Une fois l'acquisition arrêtée, lancer un zoom automatique par un clic-droit à n'importe quel endroit de la « Fenêtre n°1 », et en cliquant sur « Calibrage » :

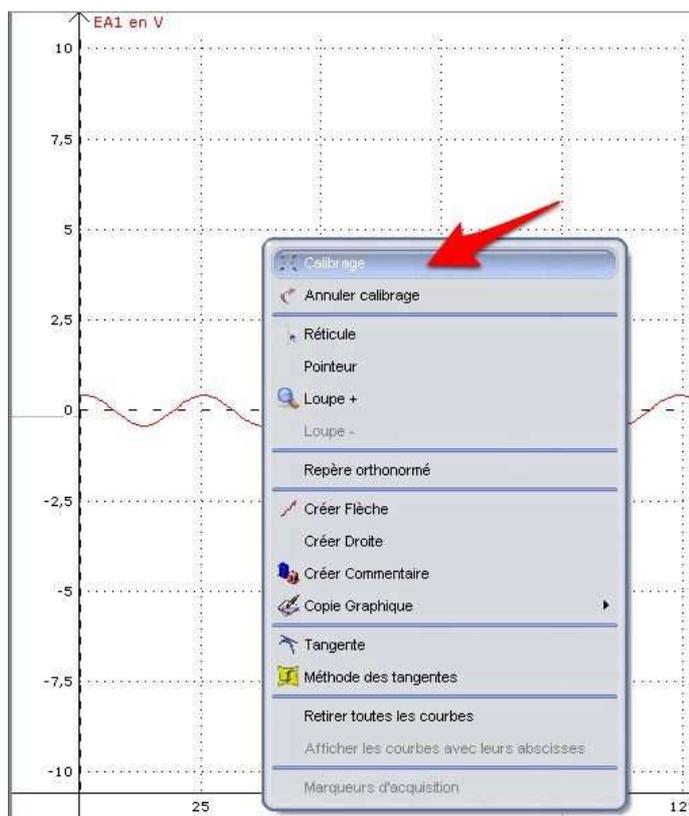


FIGURE 21

- Relancer l'acquisition, puis l'arrêter (touche « Echap »), dès que le résultat est satisfaisant.

## 2 Caractéristiques des ultrasons

### 2.1 Période

- Pour mesurer la période, faire un clic-droit dans la « Fenêtre n°1 », et cliquer sur « Réticule » :

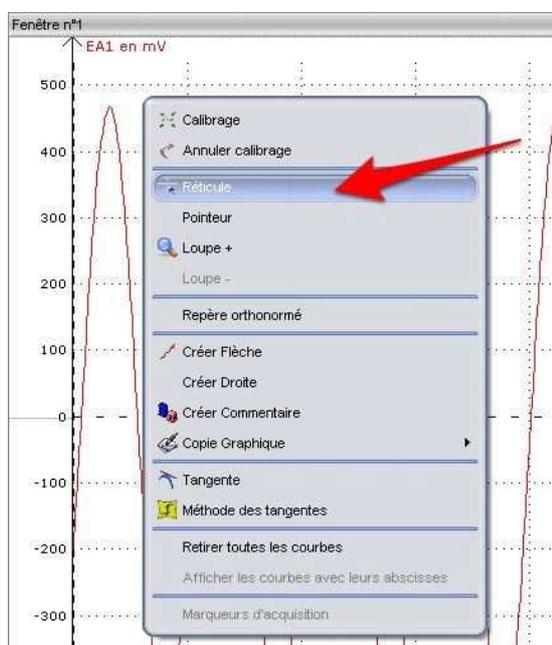


FIGURE 22

- Placer la souris très précisément (!) sur un point à repérer, par exemple le sommet d'une sinusoïde ; par un clic-droit, choisir « Nouvelle origine » :

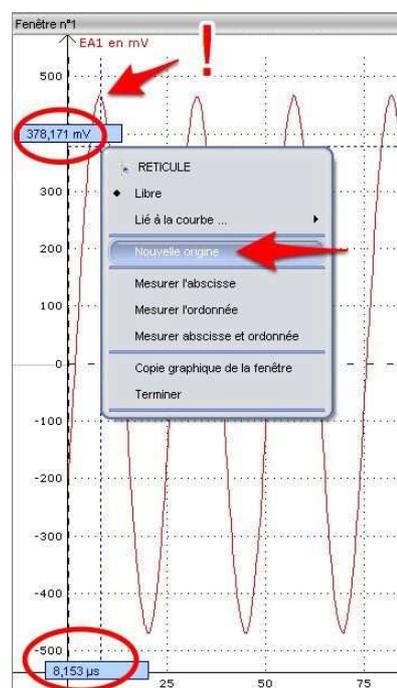


FIGURE 23

- Pour accroître la précision, mesurer la durée de plusieurs périodes. Le temps est directement indiqué, comme le montre la figure 24 suivante. Attention à être bien précis!

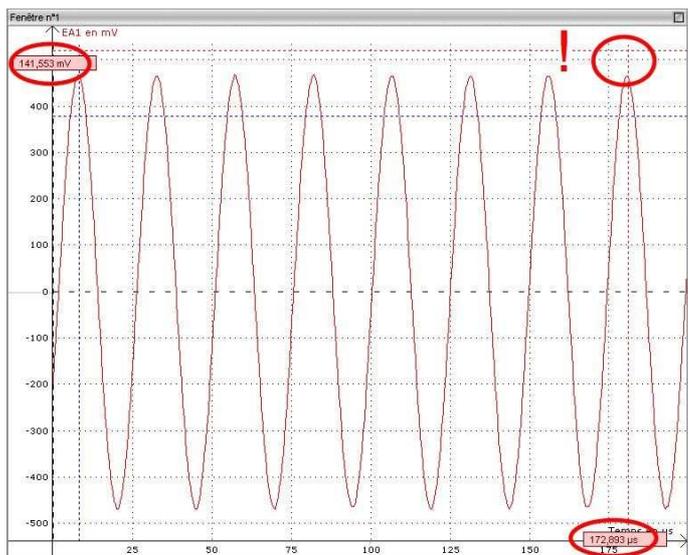


FIGURE 24

- Résultat : compléter avec votre mesure, et ne pas oublier l'unité!

$$T = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

- Pour terminer les mesures, faire à nouveau un clic-droit et choisir « Terminer » :

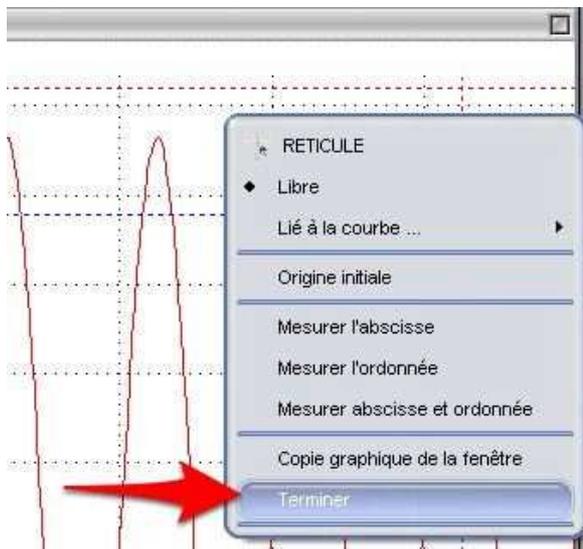


FIGURE 25

## 2.2 Fréquence

- Calculer la fréquence  $f$  correspondante. Attention à bien exprimer la période  $T$  en secondes (s)!

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots$$

- Conclure : les ondes ultrasonores sont-elles dans le domaine de l'audible?

.....  
 .....

## 2.3 Influence de la distance

- Relancer une acquisition.
- Éloigner le récepteur en le déplaçant le long de la règle : 10 cm, 20 cm, etc. Que remarque-t-on?

.....  
 .....

- Expliquez l'origine de ce phénomène.

.....  
 .....

## 3 Absorption des ultrasons

- Placer à nouveau le récepteur face à la graduation zéro de la règle, et interposer des obstacles de différentes natures : feuille de papier, feuille d'alu, feuille de plastique. Remplir le tableau page suivante.

- Que remarque-t-on?

.....

- Quelle(s) caractéristique(s) du signal reçu change en

fonction de l'obstacle?

.....

- Quelle(s) caractéristique(s) du signal reçu restent identiques?

.....

Obstacles	Air	1 feuille	2 feuilles	Plastique	Aluminium	Polystyrène
Amplitude (mV)						

#### 4 Déphasage entre deux récepteurs

- Brancher un second récepteur : fil rouge sur la voie EA2 de l'interface de mesure, fil noir sur une masse.
- Activer l'entrée EA2 en cliquant sur « EA2 » dans « Entrées analogiques » à gauche :



FIGURE 26

- La courbe a automatiquement été ajoutée en ordonnée. Faire un clic-droit sur « EA2 » et cliquer sur « Passer sur l'autre ordonnée » :

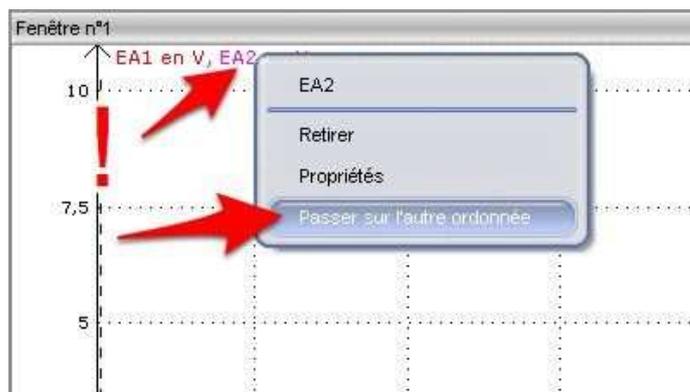


FIGURE 27

- Cliquer sur l'échelle de EA2, et cocher la case « Concordance des zéros » :

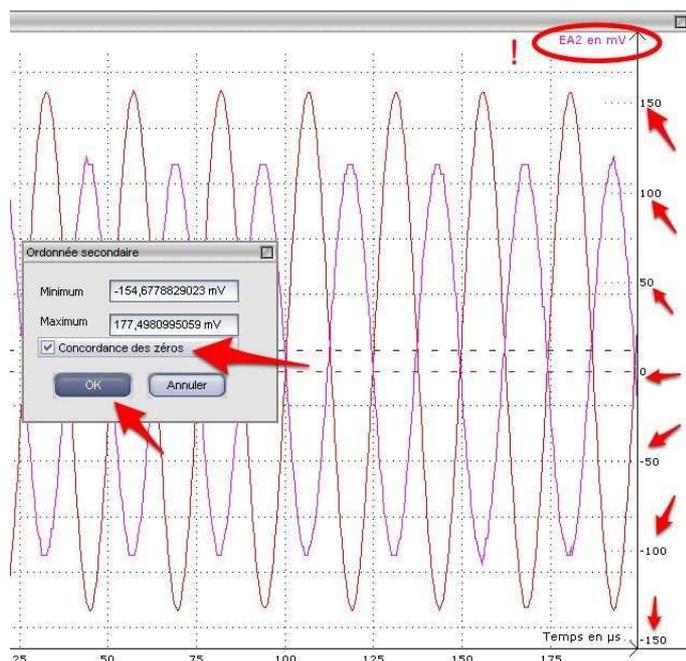


FIGURE 28

- Placer les deux récepteurs alignés, face à la graduation zéro de la règle.
- Lancer l'acquisition ; arrêter et faire un clic-droit pour cliquer sur « Calibrage » ; relancer l'acquisition.
- Déplacer lentement le récepteur n°2, et observer et noter l'effet sur la courbe EA2.

- Noter dans le tableau ci-dessous les distances (en centimètres) qui permettent d'obtenir des courbes *en phase* pour les deux récepteurs.

Courbes en phase	1	2	3	4
Distance (cm)				

## 5 Fonctionnement en mode salve, avec deux récepteurs

- On travaille maintenant avec un émetteur et deux récepteurs, et on change seulement les réglages du nombre de points et de durée totale :

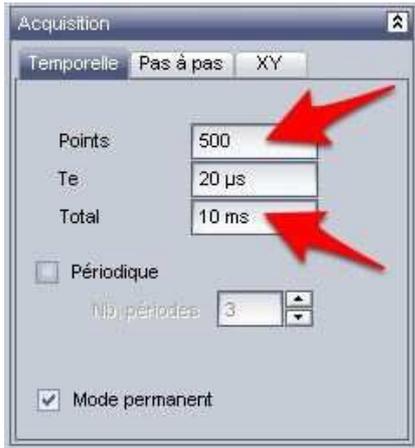


FIGURE 29

- Passer l'émetteur en mode salve, interrupteur 3 :



FIGURE 4

- Placer les courbes EA1 et EA2 sur deux ordonnées; lancer l'acquisition et faire des clics-glissés sur les axes pour changer l'échelle et ainsi décaler les deux salves :

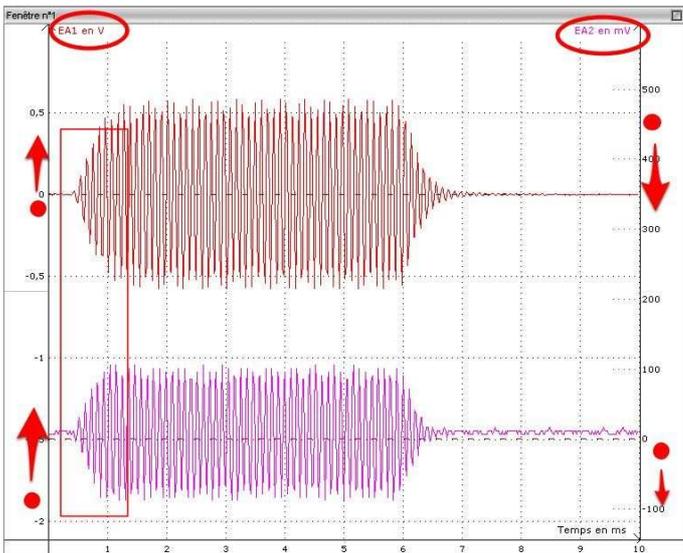


FIGURE 30

- Comme dans la partie 1 du TP, utiliser le réticule & le changement d'origine pour évaluer le retard de la salve reçue par le récepteur 2 sur celle reçue par le récepteur 1 :

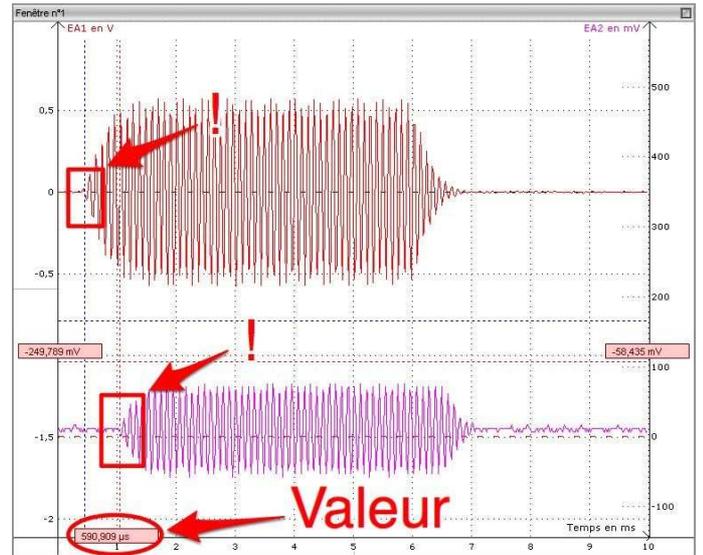


FIGURE 31

- Recommencer la mesure pour plusieurs distances, et remplir les deux premières lignes du tableau de mesure proposé ci-dessous avec vos mesures.
- Trouver une relation simple entre la distance  $d$  entre les récepteurs, la célérité  $v$  des ultrasons dans l'air et la durée  $\Delta t$  du parcours.

.....

- Terminer en calculant les célérités (troisième ligne du tableau). Conclure.

.....

Écart entre les récepteurs (cm)	10	20	30	40
Retard (ms)				
Célérité (m/s)				

## 6 Fonctionnement en mode salve, avec un seul récepteur

- Supprimer toutes les courbes affichées sur le graphique (clic-droit « Retirer ») puis afficher la « Liste des Courbes » :

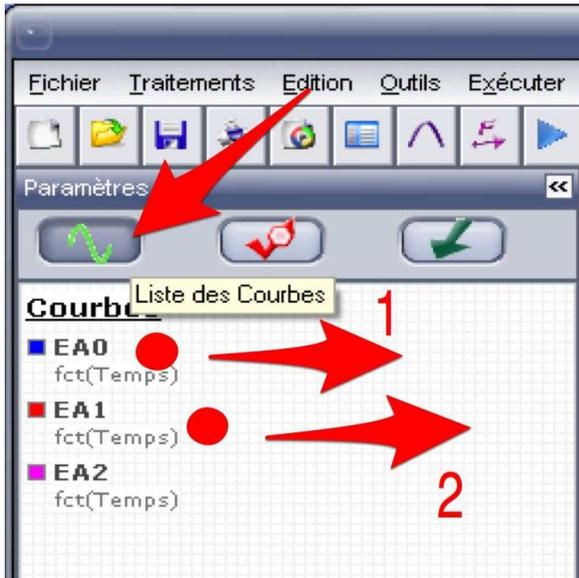


FIGURE 32

- Glisser-déposer les courbes EA0 et EA1 sur les ordonnées gauche et droite, respectivement. Lancer une acquisition, et modifier les échelles des axes :

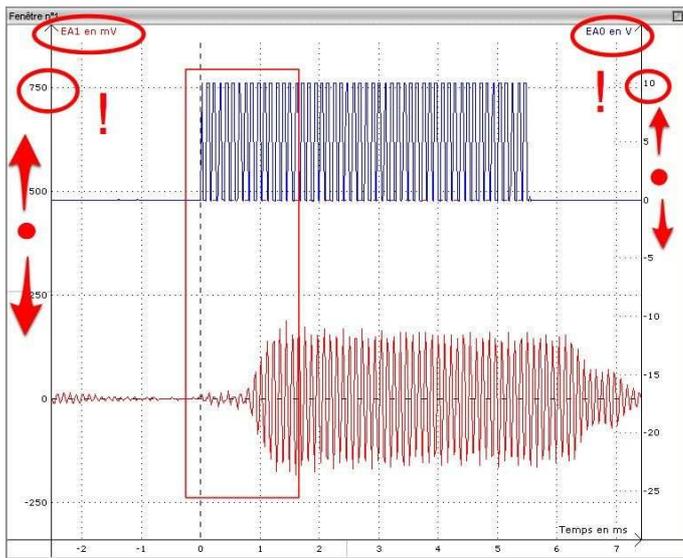


FIGURE 33

- Si nécessaire, on peut même demander un « Pré-trigger » dans les réglages du déclenchement, pour mieux voir le début des salves :

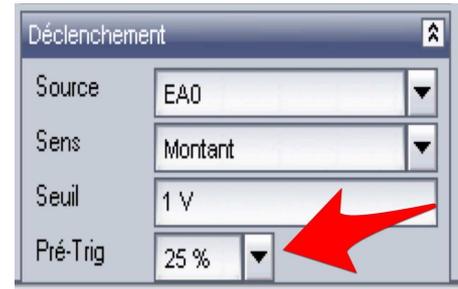


FIGURE 34

- Mener à nouveau des mesures de temps de retard entre les deux salves (émetteur pour EA0, récepteur n°1 pour EA1, le récepteur n°2 ne sert à rien ici), pour différentes distances : deux premières lignes du premier tableau ci-dessous.
  - Calculer les célérités, troisième ligne du tableau.
  - Pour terminer, disposer émetteur et récepteur n°1 côté-à-côté, et disposer un écran face à l'ensemble ; reculer l'écran à différentes distances : deux premières lignes du deuxième tableau ci-dessous.
  - Trouver une relation simple entre la distance  $d$  entre les récepteurs, la célérité  $v$  des ultrasons dans l'air et la durée  $\Delta t$  du parcours.
- .....
- Terminer en calculant les célérités (troisième ligne du tableau). Conclure.
- .....

Écart entre émetteur et récepteur n°1 (cm)	10	20	30	40
Retard (ms)				
Célérité (m/s)				

Écart avec l'écran (cm)	10	20	30	40
Retard (ms)				
Célérité (m/s)				

Nom : ..... Prénom : .....