

### **3) EFFET DOPPLER**

**TOUT ce qui est traité lors de cette séance ne doit pas être négligé et sera impérativement inséré dans le chapitre en cours.**

**Le compte-rendu de cette séance contiendra en particulier une présentation qui tient lieu de cours sur le principe de l'effet Doppler.**

**Même si vous rendez un compte-rendu par groupe, chacun d'entre-vous doit impérativement disposer de son propre compte-rendu afin de pouvoir l'insérer dans le cours.**

#### **a) Présentation**

Diverses situations simples sont décrites ou expérimentées :

- Une expérience consistant à courir vers un haut-parleur émettant un son continu de fréquence fixe et à dépasser puis s'éloigner de celui-ci.
- La même expérience peut être réalisée en enregistrant la situation avec une application pour smartphone adaptée.
- Un logiciel de simulation montre l'évolution des longueurs d'ondes selon le mouvement relatif source/récepteur.

#### **Faire une rapide présentation sur le CRTP**

#### **b) Calculs**

#### **A présenter clairement dans le cours et sur le CRTP**

#### **c) Utilité**

Connaissant les deux fréquences, celle émise par l'émetteur en mouvement et celle détectée par un récepteur fixe, on peut remonter à la vitesse de déplacement de l'émetteur.

L'application la plus célèbre dans notre quotidien est le radar servant à mesurer la vitesse des voitures.

Il y a toutefois quelques différences de base avec la situation décrite jusqu'à maintenant. L'émetteur est fixe, il envoie un signal vers la voiture, c'est le signal réfléchi qui, ayant été envoyé par une voiture en mouvement, sera soumis à l'effet Doppler. Le dispositif contenant l'émetteur est donc chargé de détecter l'onde émise, l'onde réfléchie et de réaliser les calculs de la vitesse du véhicule à partir de la différence entre les deux fréquences détectées.

#### **d) Expérience**

A l'aide d'un simple récepteur d'ultrasons branché sur une voie de l'oscilloscope numérique, nous envisageons de mettre en évidence des différences de fréquences enregistrées par le récepteur pour un même signal ultrasonore produit, selon que la source (émetteur U.S) est immobile ou non par rapport au récepteur.

#### **Réalisation de mesures**

Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant la mise en évidence de l'effet Doppler dans le domaine des ondes ultra-sonores.

#### **Conclusion sur le CRTP :**

- Présentation du phénomène et des calculs associés ;
- Schéma du montage ;
- Description des expériences réalisées ;
- Résultats ;
- Exploitation, conclusions.

## Annexe

### Signal analogique et signal numérique

Nous produisons une grandeur physique (une onde ultrasonore) permettant de transporter une **information**. Cette information va d'abord être convertie en **signal** : à l'arrivée sur le récepteur, les variations de  $P_{\text{air}}$  sont converties en variations de tensions électriques.

#### Signal analogique

On qualifiera de signal analogique tout signal continu (au sens mathématique du terme) dont la valeur est fonction du temps. Analogique vient du fait que la mesure de la valeur varie de façon analogue aux valeurs de la grandeur source (pression de l'air variant au passage de l'onde U.S.).

*L'enregistrement de ce signal nécessite de « capter » en permanence son évolution.*

#### Signal numérique

Un signal est dit numérique s'il est discontinu c'est-à-dire lorsqu'il ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs à des instants précis. La grandeur associée est alors quantifiée à l'aide d'un nombre.

Un signal numérique est en général obtenu par la **conversion** d'un signal analogique.

Associé à un système informatisé, un signal numérique est facilement manipulable (à l'image d'un tableau de données). Cela permet, par exemple, d'éliminer les imperfections d'un enregistrement sonore ou de transmettre les données enregistrées via Internet sous forme de fichier informatique (car le langage informatique n'est constitué que de deux caractères : 0 et 1).

#### Conversion analogique numérique : échantillonnage, quantification, numérisation

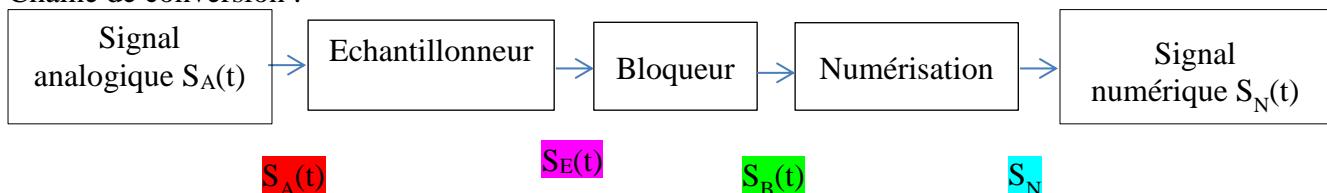
Par principe, sur une durée donnée, un signal analogique contient une infinité de valeurs continues alors qu'un signal numérique n'a qu'un nombre fini de valeurs.

*La durée séparant 2 valeurs numériques successives est la période d'échantillonnage du signal analogique.*

Ainsi le signal numérique se différencie du signal analogique en étant une suite de valeurs discontinues, on peut dire qu'il est quantifié.

Le signal numérique ne peut pas représenter toutes les valeurs prises par le signal analogique à tous les instants ; il faut donc respecter des règles d'acquisition qui permettent d'obtenir avec fidélité un signal numérique représentatif du signal analogique.

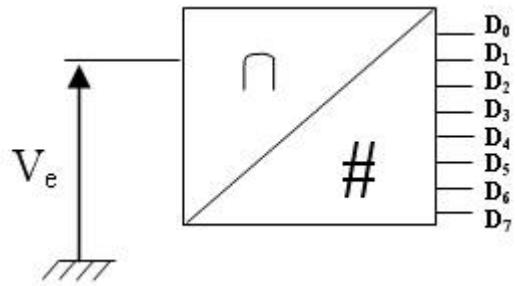
Chaîne de conversion :



Echantillonner : Acquérir la grandeur analogique à un instant t ;

Bloqueur : Maintenir cette grandeur pendant la durée de la numérisation ;

Numérisation : Convertir le signal analogique bloqué  $V_e$  en un nombre (sur 8 bits pour le schéma ci-dessous, chaque bit pouvant prendre seulement deux valeurs : 0 ou 1, le nombre (l'octet) est donc exprimé dans le **système numérique binaire**)



### Pourquoi la durée d'échantillonnage a-t-elle beaucoup d'importance ?

L'onde ultrasonore est elle même une grandeur périodique de période T.

La durée d'échantillonnage est notée  $T_e$ .

Si  $T_e$  n'est pas choisie convenablement, les résultats obtenus au niveau du signal numérique risquent de ne plus être une représentation fidèle du signal analogique et, par conséquent, de la grandeur mesurée.

Exemple :

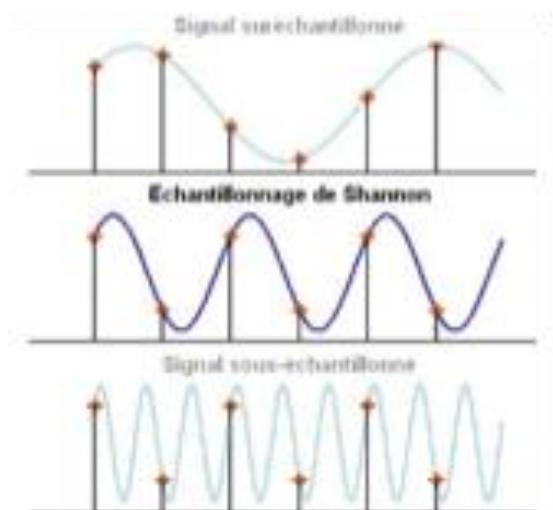


Figure 4 : Echantillonnages d'un signal.

L'échantillonnage convient dès que l'on prend au moins deux valeurs par période du signal analogique à numériser. Autrement dit,  $T_e$  doit être inférieure ou égale à  $T/2$ .

Valeur de T : la fréquence des ultrasons émis est  $f = 40\ 000\ Hz$ , ce qui correspond à une période  $T = 2,5 \cdot 10^{-5}\ s$  (25  $\mu s$ )

Quelles valeurs de  $T_e$  (ou  $f_e$ ) disponibles sur l'oscilloscope numérique ?

$T/2 = 1,25 \cdot 10^{-5}\ s$ , donc  $T_e$  ne doit pas dépasser, en gros, 10  $\mu s$  et  $f_e$  ne peut pas être inférieure à 100 000 Hz (100 kHz).

Si cette valeur (100 kHz) est disponible dans les paramètres de réglage de notre oscilloscope, nous devrions réaliser des mesures fiables, sinon, il faudra trouver une autre méthode.