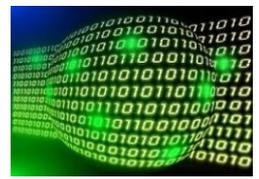
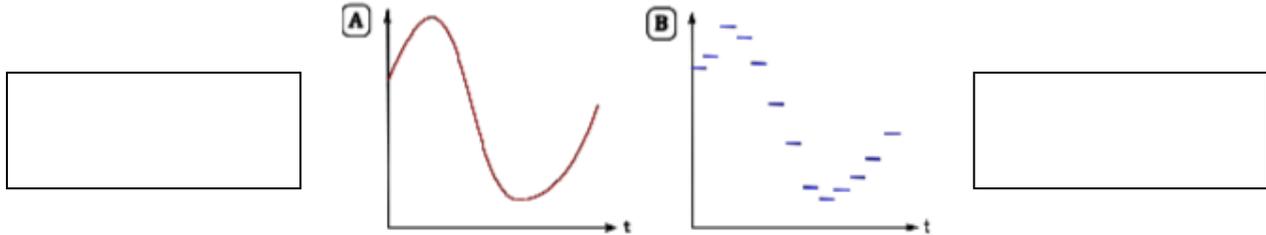


CONVERSION ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE



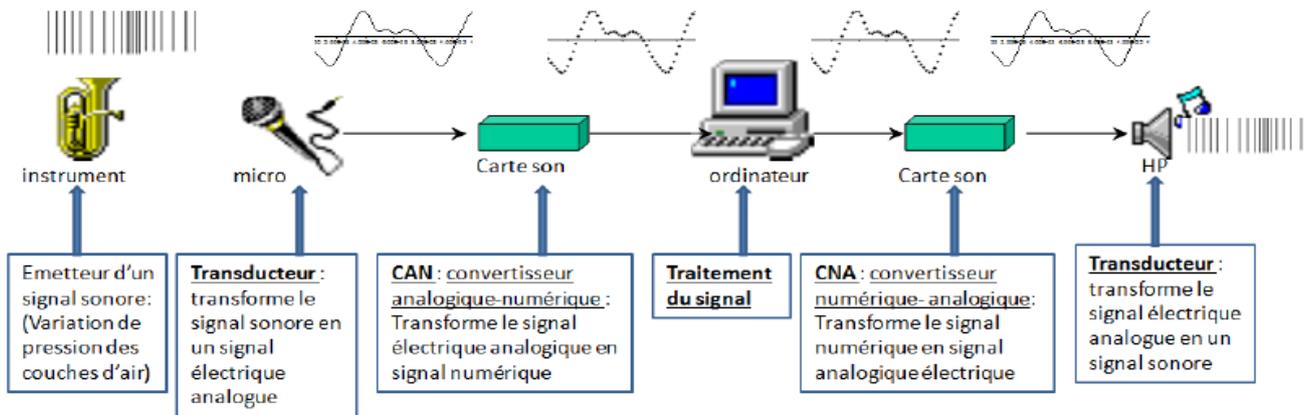
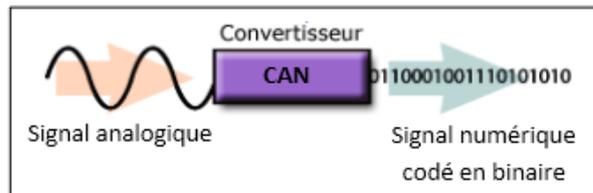
Doc. 1 Numérique ou analogique ?

- Un signal est la représentation physique d'une information (son, température, etc.).
 Un signal **analogique** varie de façon **continue** au cours du temps : il peut prendre une **infinité de valeurs**.
 Un signal **numérique** varie de façon **discrète** au cours du temps, par **paliers**.



Doc. 2 Principe de la numérisation

- La **numérisation** est le procédé permettant de passer d'un signal analogique à un signal numérique codé en langage binaire. Un signal analogique peut-être numérisé grâce à un **Convertisseur Analogique-Numérique (CAN)**.



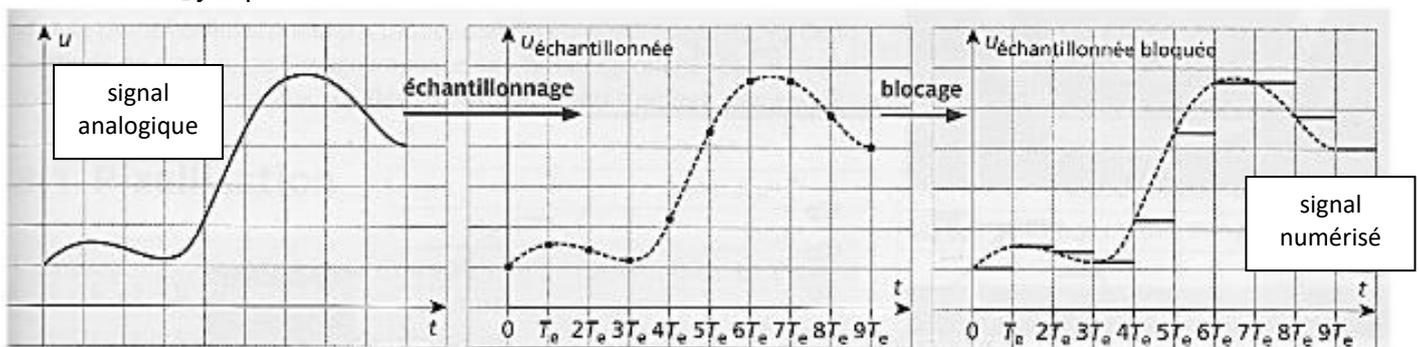
Étapes : échantillonnage – quantification - codage

- Le CAN prélève des échantillons du signal analogique à intervalle de temps réguliers
- La valeur de l'échantillon est comparée à l'ensemble des valeurs permises par la résolution du CAN
- La valeur de chaque échantillon est codée par un nombre binaire

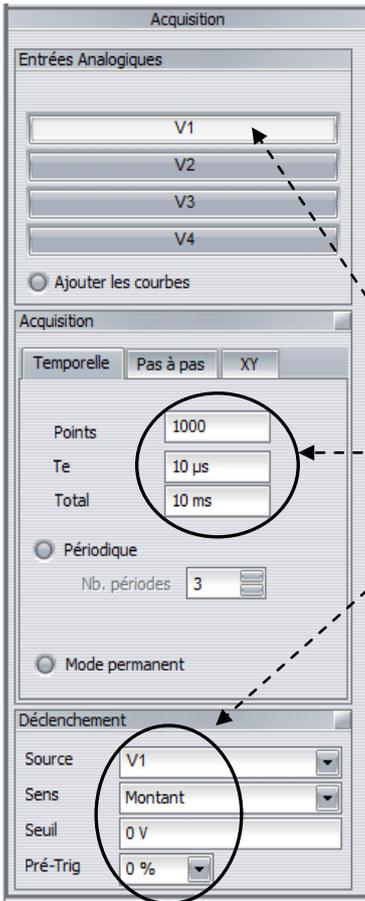
1 0 1 1 1 0 0 1

1^{ÈRE} ÉTAPE : ÉCHANTILLONNAGE

- Lors de l'étape d'échantillonnage, le CAN prélève des échantillons du signal analogique à intervalles de temps égaux T_e appels **période d'échantillonnage**. Chaque valeur échantillonnée est bloquée pendant la durée T_e jusqu'à l'obtention de la valeur suivante



1. Que représente la période d'échantillonnage T_E ? la fréquence d'échantillonnage f_E ?
2. Quelle relation a-t-on entre la période d'échantillonnage T_E et la fréquence d'échantillonnage f_E ?



On définit :

Δt : durée totale de l'acquisition
 T_E : période d'échantillonnage
 N : nombre de points

- Relier le GBF à la centrale d'acquisition sur la voie V1
- Régler le GBF pour qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence $f=500$ Hz avec le bouton amplitude (level) réglé à mi-course.
- Ouvrir Latis Pro :
 - Activer la voie 1 en cliquant dessus.
 - Cliquer droit sur V1/Propriétés de la courbe/Style/Trait avec croix
 - Paramétrer le logiciel avec les valeurs ci-contre
 - Régler le mode de déclenchement de l'acquisition
 - Faire une acquisition (F10). **Appeler le prof pour vérification.**

3. Dans cet exemple, quelles valeurs correspondent à Δt , T_E et N ? Quelle relation existe-t-il entre Δt , T_E et N ?
4. Le GBF délivre un signal de fréquence $f=500$ Hz. Calculer la période du signal sinusoïdal T délivré par le GBF.
5. La durée totale l'acquisition étant $\Delta t = 10$ ms, justifier alors le nombre de périodes observées sur l'écran.

Par la suite, on fixe la durée totale de toutes les acquisitions à $\Delta t = 10$ ms

6. Compléter le tableau suivant en faisant les réglages et acquisitions nécessaires :

Fréquence du signal analogique (GBF)	Nombre de points N	Période d'échantillonnage T_E	Fréquence d'échantillonnage f_E	$\frac{f_E}{f}$	Allure du signal numérisé
500 Hz	500				
500 Hz	100				
500 Hz	50				
500 Hz	20				

7. Comment doit-on choisir la fréquence d'échantillonnage pour que le signal numérique soit le plus proche possible du signal analogique ? Qu'observe-t-on si la fréquence d'échantillonnage choisie est trop petite par rapport à la fréquence du signal analogique ? Pour répondre à cette question, on pourra s'aider de [l'animation suivante](#)

8. En se remémorant le domaine des fréquences audibles par l'homme, expliquer pourquoi les sons des CD audio sont échantillonnés à 44,1 kHz

Taux d'échantillonnage	Qualité du son
44 100 Hz	qualité CD
22 050 Hz	qualité audio
8 000 Hz	qualité téléphone

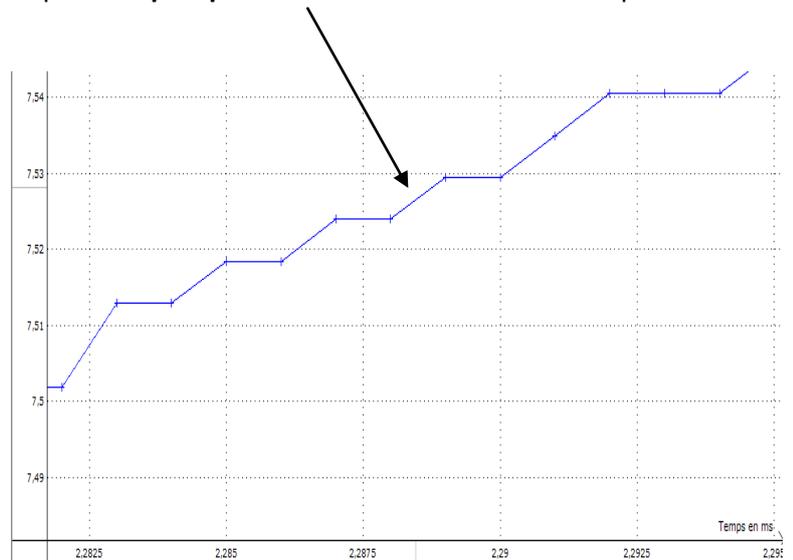
2^{ÈME} ÉTAPE : QUANTIFICATION

- Suite à l'étape d'échantillonnage, le signal numérisé varie par sauts de tension multiples d'une valeur minimale appelée **pas de la numérisation (noté p)**. Le pas correspond au **plus petit écart de tension** entre deux points du signal numérisé.
- Le pas p dépend du nombre de bits n du CAN et de son calibre ou intervalles de tensions (appelé aussi plage de mesure) :

$$p = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n}$$

9. Déterminer en mV, le pas du CAN en exploitant ses caractéristiques techniques (n = 12bits et plage de mesures +10V/-10V)

- Refaire une acquisition du signal délivré par le GBF avec 4000 points de mesure sur une durée totale $\Delta t = 1,2 \text{ ms}$
- Zoomer plusieurs sur le signal numérisé jusqu'à observer le pas p de numérisation comment présenté ci-contre



10. Mesurer avec le pointeur le pas de quantification du CAN et le comparer à celui calculé à la question 10.

3^{ÈME} ÉTAPE : CODAGE

- Lors de l'étape de **codage**, chaque valeur permise est traduite en nombre binaire. Le CAN code en binaire le **multiple entier** du pas p qui donne la valeur permise la plus proche de la valeur du signal analogique.



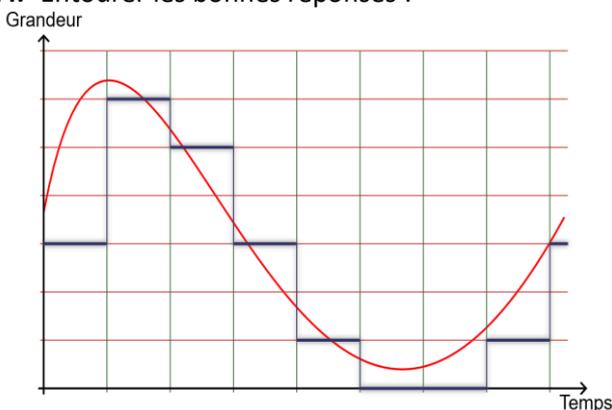
Claude Shannon
(1916-2001)

• Vers la fin des années 30, Claude Shannon démontra qu'à l'aide de «contacteurs» (interrupteurs) fermés pour « vrai » et ouverts pour « faux » il était possible d'effectuer des opérations logiques en associant le nombre 1 pour «vrai» et 0 pour «faux». Avec **un bit (binary digit)** il est ainsi possible d'obtenir **deux états** : soit **1**, soit **0**. Grâce à **2 bits**, on peut coder **quatre états différents** : 00, 01, 10 et 11. Si on code sur **n bits** (n entier), il y a **2ⁿ états** possibles. L'**octet** est une unité d'information composée de **8 bits**. Il permet de stocker des informations.

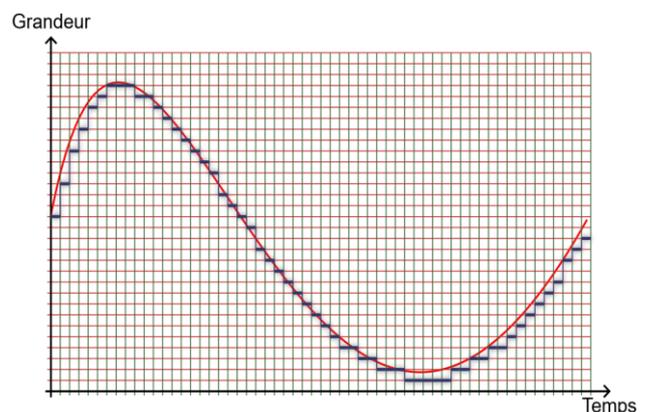
11. Combien d'états différents peut-on coder sur 3 bits ? Quels sont les nombres binaires correspondants ?
 12. Combien d'états différents peut-on coder sur 1 octet ?

BILAN

13. Consulter [l'animation suivante](#) afin de répondre à la question suivante : comment doit-on choisir la fréquence d'échantillonnage et le pas de quantification pour avoir une numérisation de qualité ?
 14. Entourer les bonnes réponses :



- petite / grande quantification
 petit / grand pas de numérisation
 petite / grande période d'échantillonnage
 petite / grande fréquence d'échantillonnage



- petite / grande quantification
 petit / grand pas de numérisation
 petite / grande période d'échantillonnage
 petite / grande fréquence d'échantillonnage