

RÉSEAUX

Anthony Busson
Anthony.busson@ens-lyon.fr

Plan

- Partie 1: Télécoms
 - Signal analogique - Définition d'un signal
 - Définition d'un signal complexe - Spectre d'un signal
 - Les supports et leurs propriétés
 - Transmission Analogique/Numérique
 - Intérêt de la transmission numérique
 - Transmission numérique: échantillonnage – codage
 - Transmission numérique: modulations complexes
 - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).
- Partie 2: Architecture
 - Architecture d'un réseau
 - L'Internet et l'ADSL
- Partie 3: Internet
 - Motivation et rôle des protocoles TCP/IP
- Partie 4: Réseaux cellulaires

PARTIE 1

Principes de transmission analogiques/numériques

1.1

Signal analogique

Définition d'un signal

Signal analogique

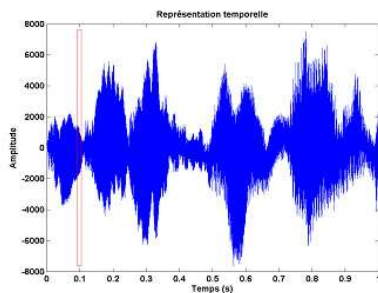
Définition: Un signal analogique est un signal qui varie de manière continue au cours du temps.

Il est souvent associé à la mesure d'un phénomène physique, évoluant de manière **analogue**.

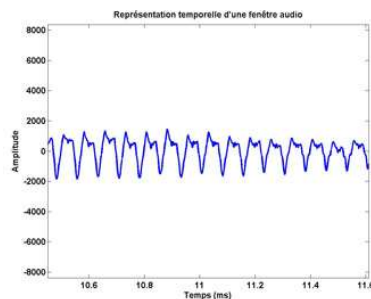
- Exemples:
 - Températures
 - Amplitude électrique
 - Pression de l'air (météorologie, sons, etc.)
 - Champ électromagnétique

Exemple: le son

- Vibration de l'air
- Changement de la pression de l'air en fonction du temps



Portion de 1 seconde de l'œuvre « Partita n° 3 » de J.C. Bach en représentation temporelle du signal.



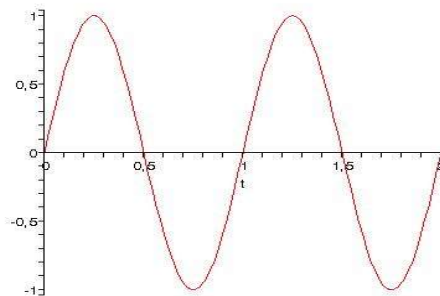
Extrait de 20 millisecondes de la portion de l'œuvre « Partita n° 3 » de J.C. Bach en représentation temporelle du signal.

Source: https://interstices.info/jcms/c_34530/le-tatouage-de-son

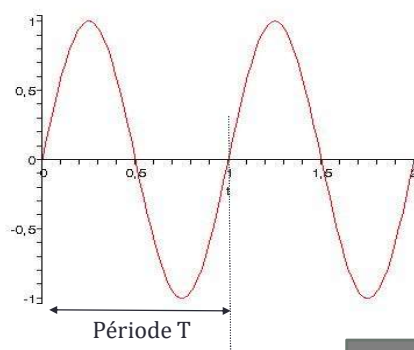
Nature et définition d'un signal

- Une onde simple peut être représenté au travers d'une fonction sinusoïdale

$$\text{signal}(x) = \sin(2\pi x)$$



Vocabulaire : période et fréquence



$$\text{Signal}(t) = \sin(2\pi t)$$

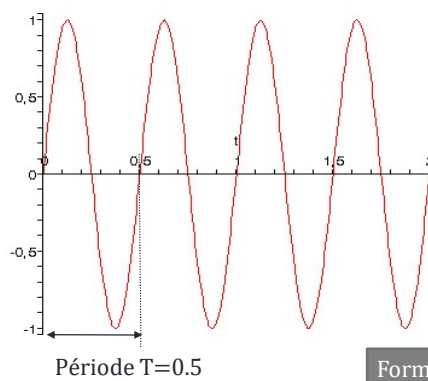
$$\text{Fréquence } f = 1/T$$

$$f = 1.$$

$$\text{Formule générale: } \text{signal}(t) = \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$$

$$\text{Dans cet exemple: } \text{signal}(t) = \sin(2\pi \cdot t)$$

Vocabulaire: période et fréquence



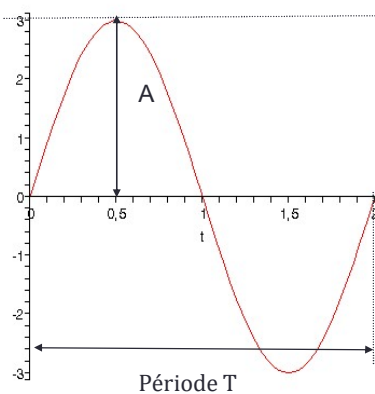
Fréquence $f = 1/T$

$f = 2.$

Formule générale: $\text{signal}(t) = \sin(2\pi.f.t)$

Dans cet exemple: $\text{signal}(t) = \sin(4\pi.t)$

Vocabulaire: amplitude



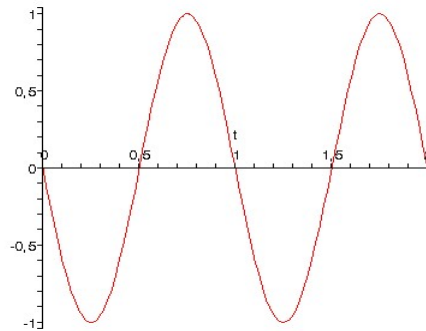
Amplitude.

Amplitude $A = 3$

Formule générale: $\text{signal}(t) = A \cdot \sin(2\pi.f.t)$

Dans cet exemple: $\text{signal}(t) = 3 \cdot \sin(\pi.t)$

Vocabulaire: phase



Amplitude $A = 1$

Fréquence $f = 1$

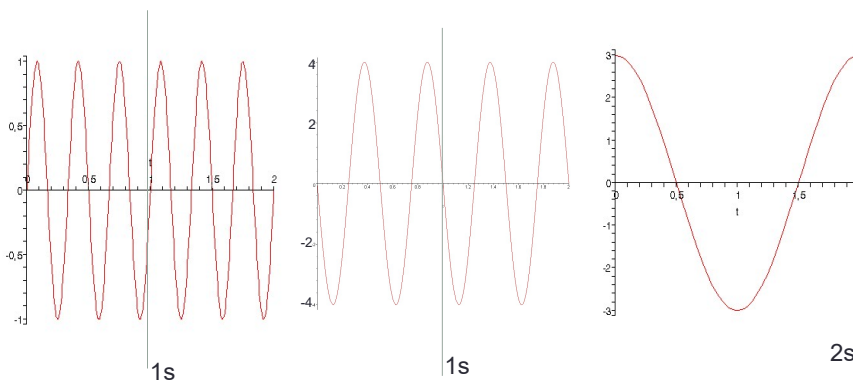
Phase $= \pi$

Formule générale: $\text{signal}(t) = A \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi)$

Dans cet exemple: $\text{signal}(t) = \sin(2\pi \cdot t + \pi)$

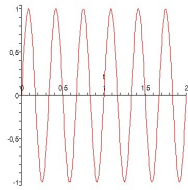
Exemples 1.1.1

- Trouvez la valeur des fréquences, des périodes, des amplitudes et des phases pour les signaux suivants.

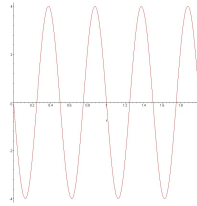


Correction 1.1.1

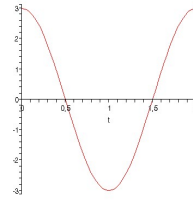
- Trouvez la valeur des fréquences, des amplitudes et des phases pour les signaux suivants.



Amplitude 1
Fréquence 3
Phase 0
 $S(t) = \sin(6\pi t)$



Amplitude 4
Fréquence 2
Phase π
 $S(t) = 4 \sin(4\pi t + \pi)$



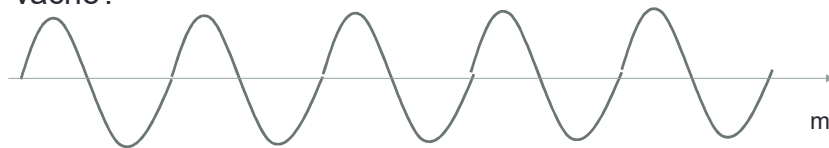
Amplitude 3
Fréquence 1/2
Phase $\pi/2$
 $S(t) = 3 \sin(\pi t + \pi/2)$

Exemples 1.1.2

- Tracer les signaux sur $[0, 2\pi]$ avec les propriétés suivantes:
 - $f=3 - A=2 - \varphi=3\pi/2 = 270^\circ$
 - $f=1 - A=1 - \varphi=-\pi$

Longueur d'onde (exercice)

- Un enfant joue au yoyo dans un train.
- Le train se déplace à 250km/h et le yoyo descend et monte en 2 secondes.
- Quelle serait la longueur d'onde observée par une vache?



$$\text{Longueur d'onde} = \text{période} * \text{vitesse_de_propagation}$$

$$\text{Lambda} = T * V$$

Longueur d'onde: distance parcouru en une période.

Longueur d'onde: exercice 2

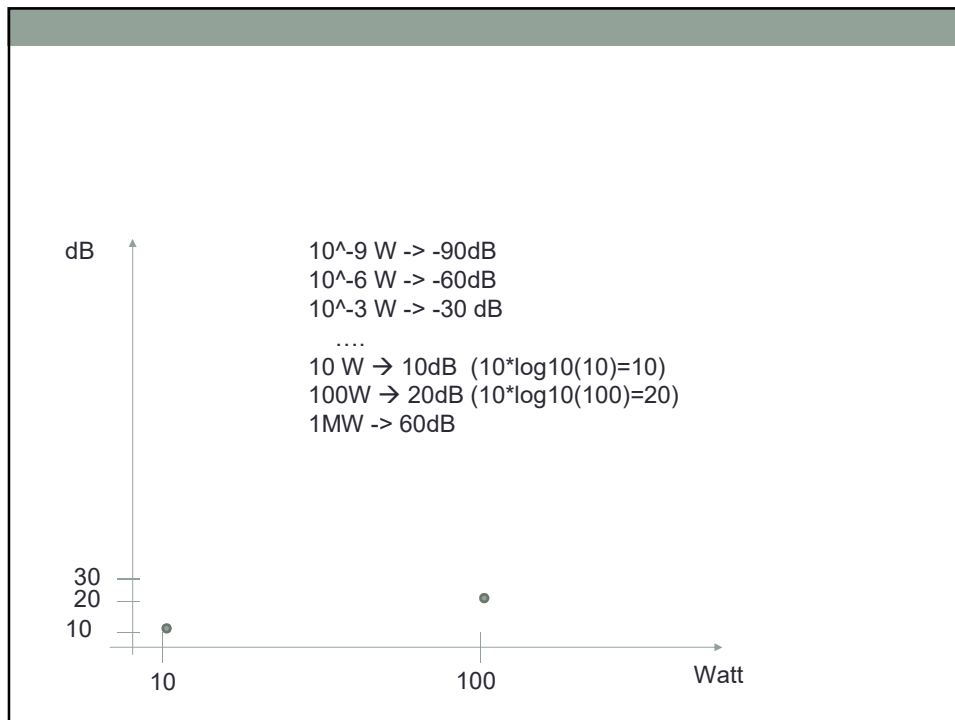
- Nous considérons un signal sinusoïdal simple de fréquence 30GHz ($T = 1/30 * 10^9$).
- La vitesse de propagation du signal est de 300 000km/s.
- Quelle est sa longueur d'onde?
- Même question pour un signal de 300GHz ($T = 1/300 * 10^9$).

Les unités

- kHz = 1000 Hz (10^3)
- MHz = 1 000 000 Hz (10^6)
- GHz = 1 000 000 000 Hz (10^9)
- THz = 1 000 000 000 000 Hz (10^{12})

Unité

- Période
 - Seconde
- Fréquence
 - Hertz (nombre de périodes par seconde)
- Amplitude
 - Volt (électrique)
 - Pascal/Bar (pression de l'air – sons)
 - Volt/m (Champs électromagnétique – Radio)
 - Mètre (Corde vibrante: Violon / Guitare / Basse)
- Puissance
 - Watt
 - dB ou dBm



Puissance exprimée en dB ou dBm

- La relation avec la puissance est souvent logarithmique
- Exemple le son:
 - 1 mobylette = X Watt/m²
 - 5 mobylettes = 5 X Watt/m²
 - Le ressenti n'est pas 5 fois supérieure
 - Les petites variations d'amplitudes ne sont pas détectés à forte amplitude (la voix)
- Utilisation d'une unité logarithmique: le décibel.

$$P_{\text{dB}} = 10 \log_{10} (P_W)$$

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log_{10} (P_{\text{mW}})$$

$$P_{\text{dB}} = 10 \log_{10} (P_W / P_0)$$