I: Signaux
Caractérisation

Notation

Un signal est une application du temps dans un domaine :

$$x : T \rightarrow D_x$$

où :

- T est soit le temps continu R^+ (R), soit le temps logique N (Z ?)

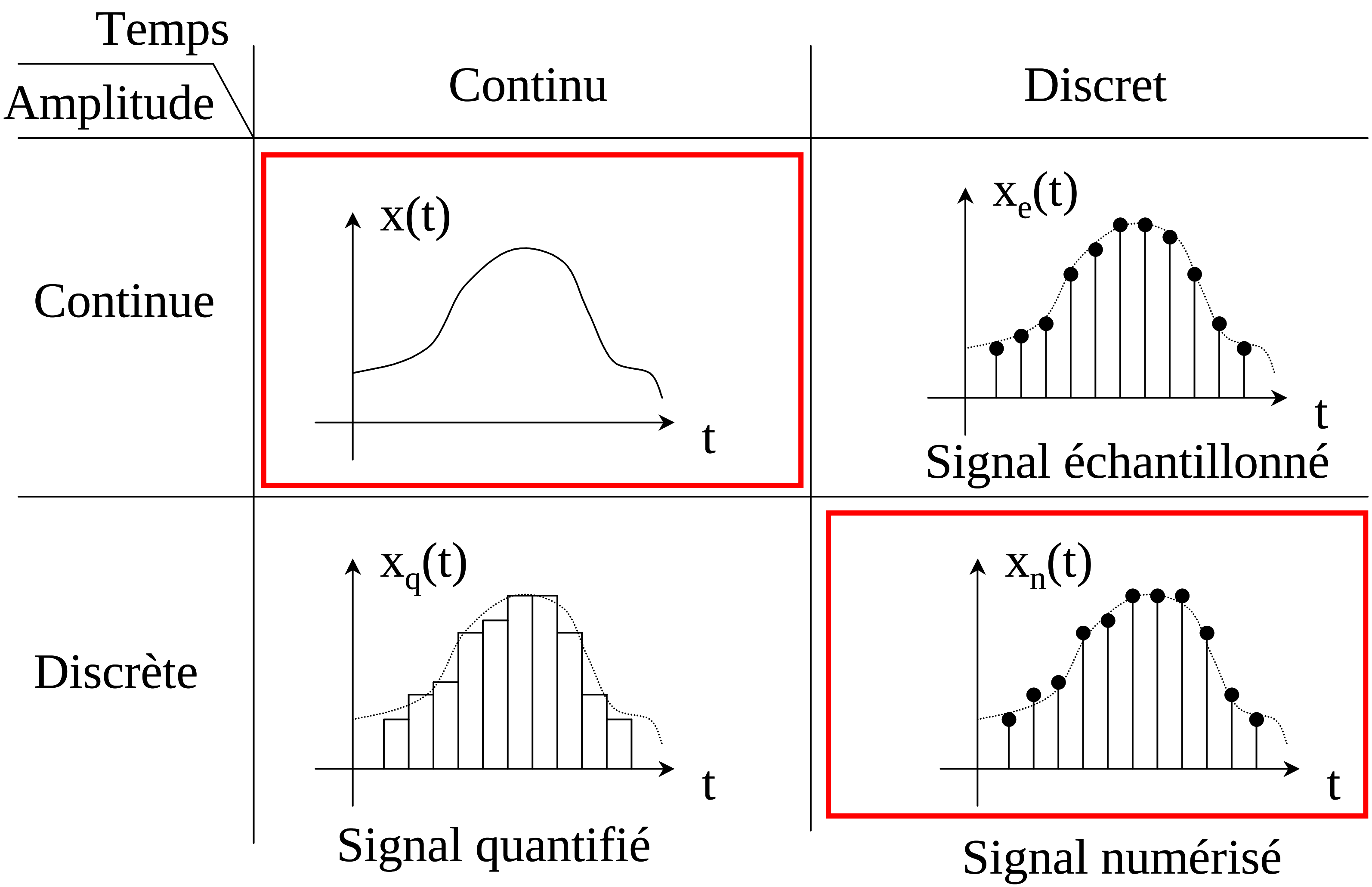
→ Signal continu en temps ou signal discret en temps

- D_x est l'ensemble des valeurs possibles de x

Exemple :

Son : Temps → Amplitude
Son : R+ → R
Son : [0..N] → Entier +, 16 bits

Point de vue structurel



Point de vue comportemental

Signaux physiques : porteurs de l'information

- Signaux Physiques
  - Signaux déterministes
    - S. permanents
      - S. périodiques
      - S. non périodiques
    - S. transitoires
  - Signaux aléatoires
    - S. stationnaires
      - S. ergodiques
      - S. non ergodiques
    - S. non stationnaires

Point de vue comportemental

Signaux physiques : porteurs de l'information

Un signal est une grandeur physique pour la transmission d'une information, et doit être physiquement réalisable. Soit s(t), un signal (exemple évolution d'une tension au cours du temps).

Les contraintes physiques sont :

- amplitude bornée
- à valeurs réelles (non complexes)
- continu temporellement
- énergie bornée
- causal
- spectre du signal borné

Les modèles théoriques pourront être :

- amplitude infinie
- à valeurs complexes
- avec des discontinuités
- énergie infinie
- non causal
- spectre infini

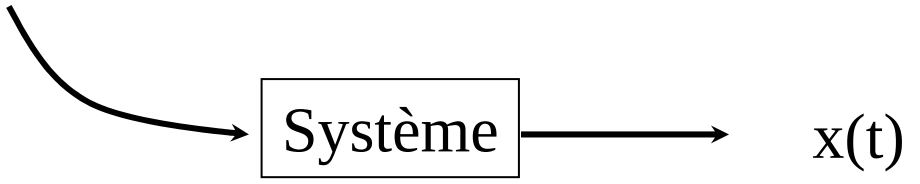
Nouveau : Energie, Causalité, Spectre

Interprétation des résultats théoriques pour retrouver la réalité physique

Causalité

Principe physique :
Les effets ne sont pas antérieurs aux causes qui les produisent

Évènement à un instant de référence (par exemple, t =0)

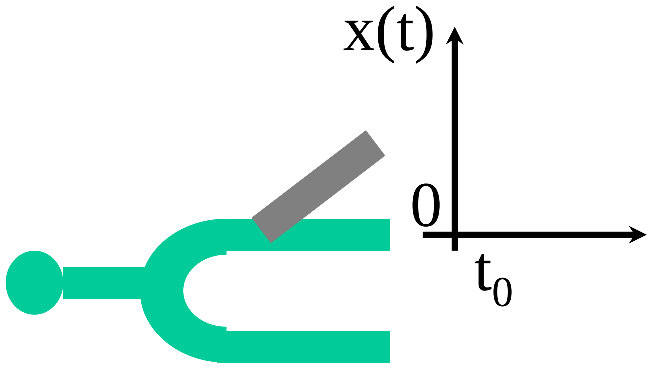


tel que x(t) =0 pour t <0

Causalité : Exemple

Diapason

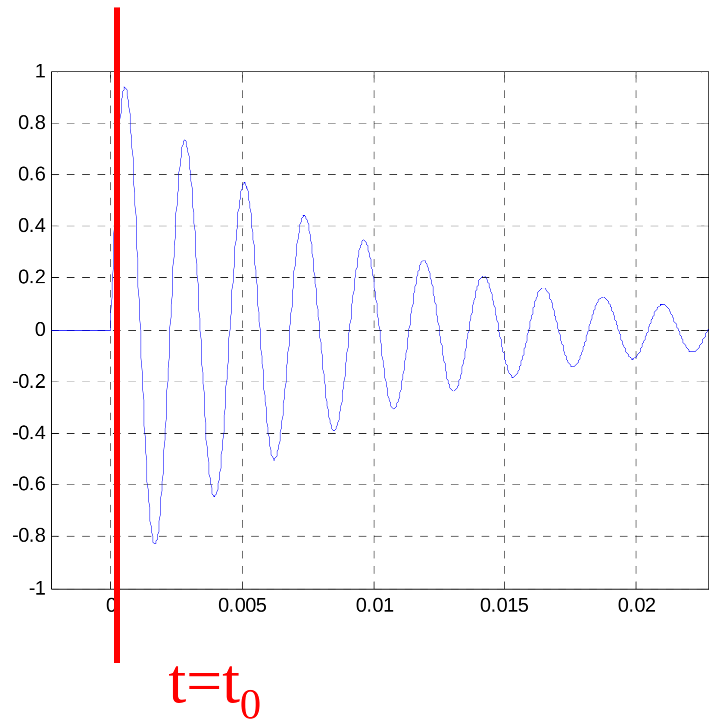
Évènement : Frappe du diapason à un instant de référence t_0 ($t_0=0$)



x(t) : Ecart de la branche de diapason par rapport à la position au repos (position initiale)

Signal causal, onde sinusoïdale amortie exponentiellement, solution de :

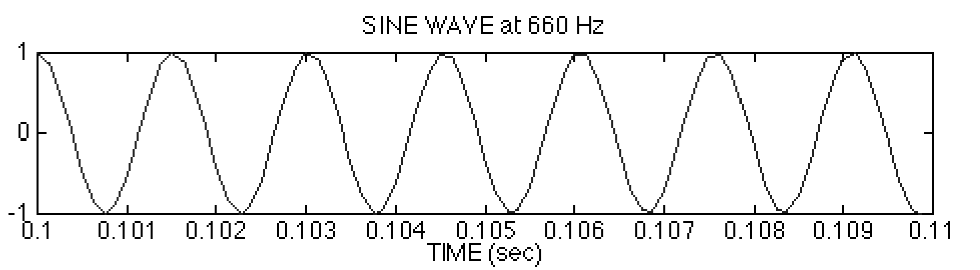
$$m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+2f\frac{dx(t)}{dt}+kx(t)=0$$

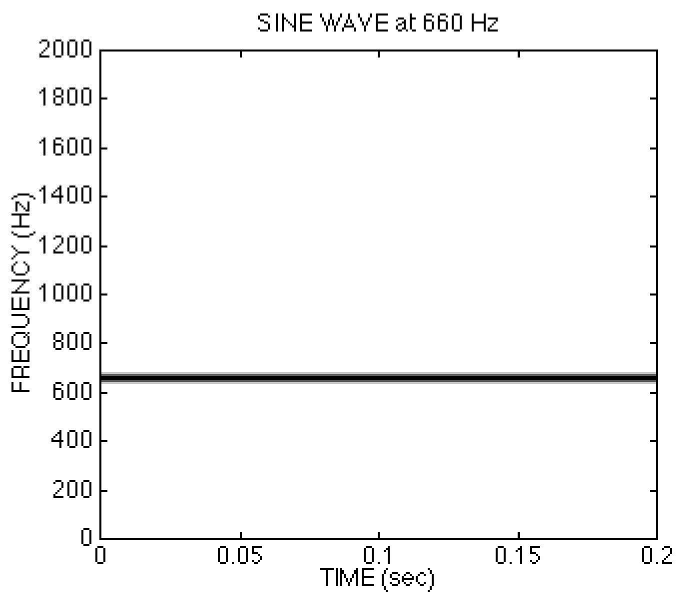


Exemple de signaux

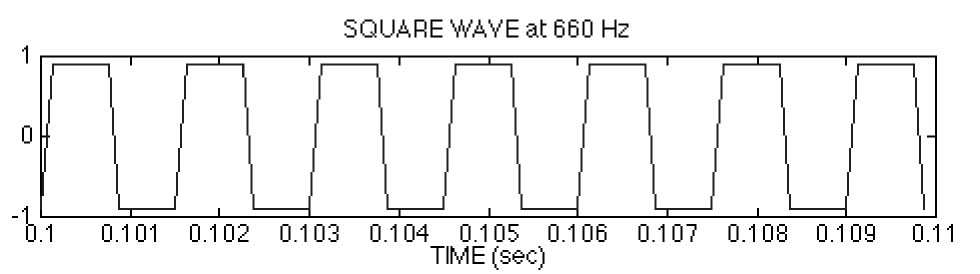
- Echelon : $\gamma(t)$
- Sinus, Cosinus
- Porte : $p_\theta(t)$
- Exponentielle décroissante
- Sinc (sinus cardinal)=sin(t)/t
- Dirac : $\delta(t)$
- …

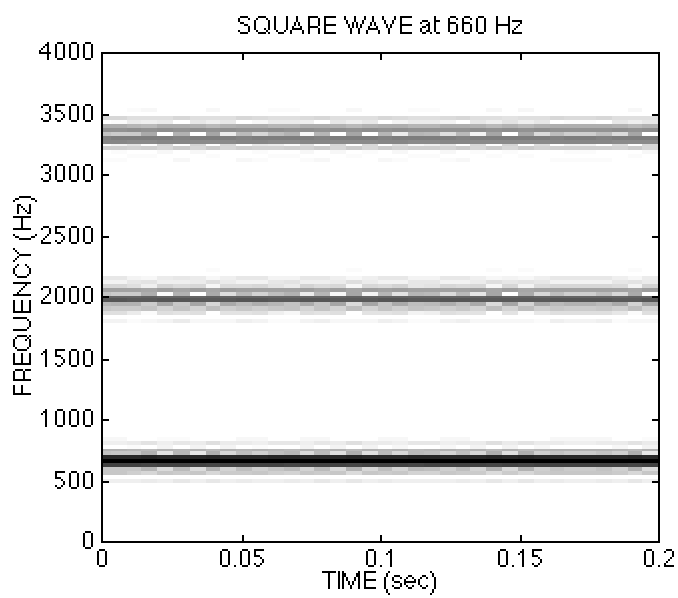
Cas d ’une sinusoide



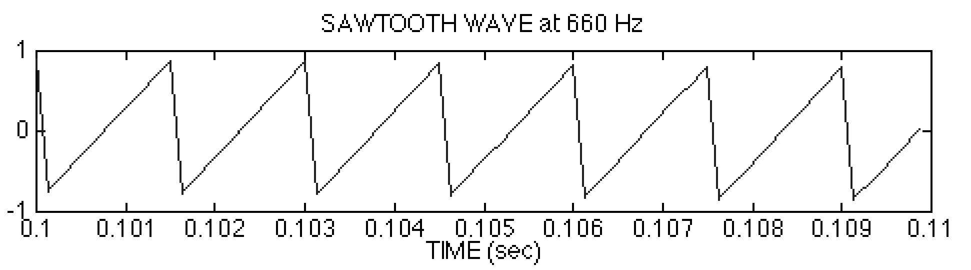


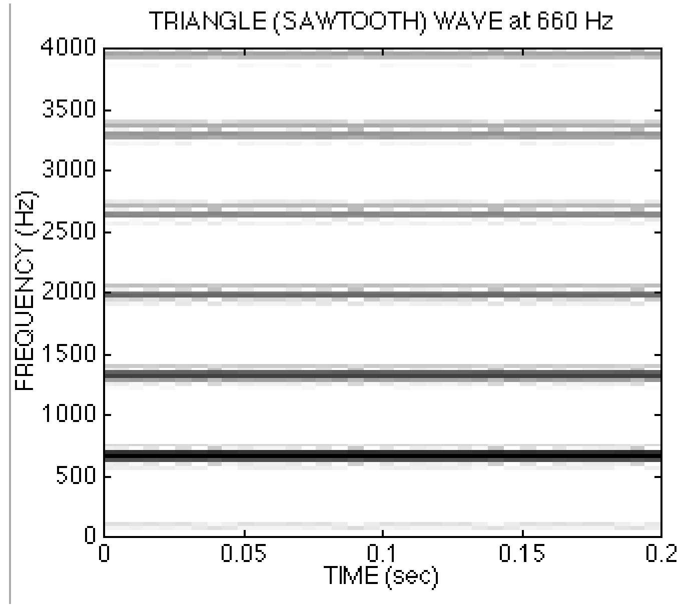
Cas de signaux en créneaux



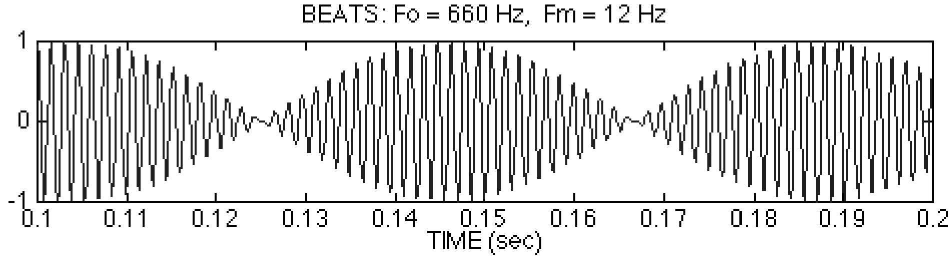


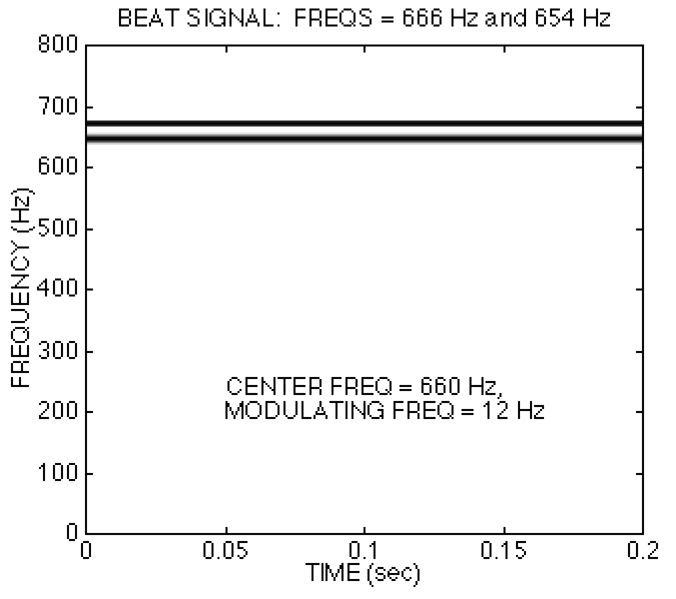
Cas de signaux en dent de scie



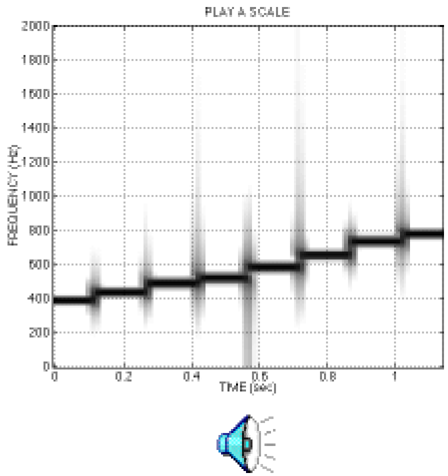


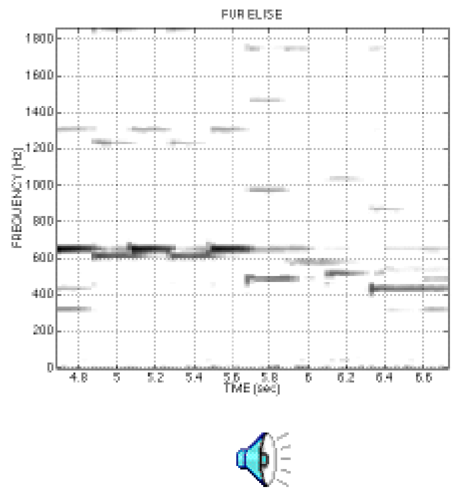
Cas de signaux de battements

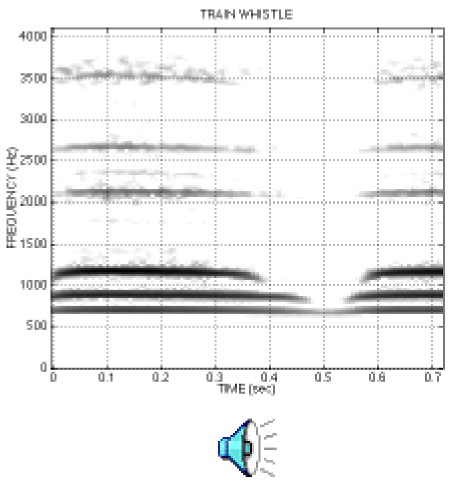


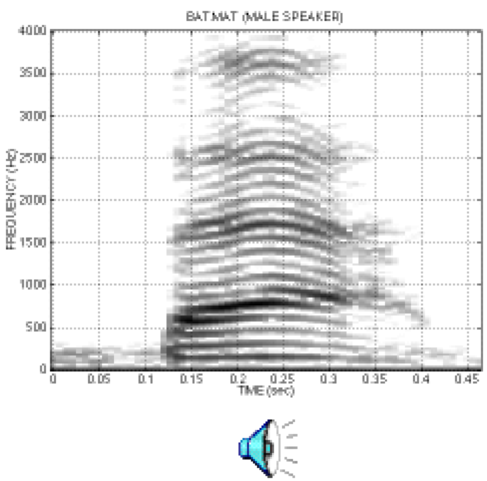


Autres exemples

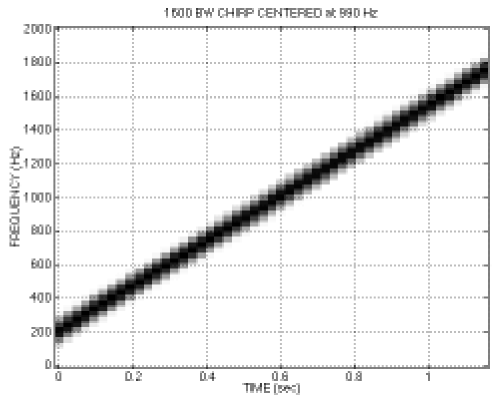


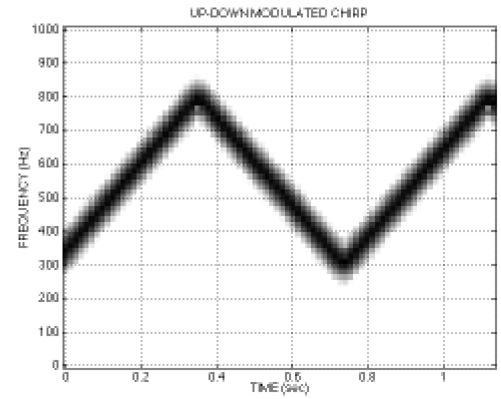


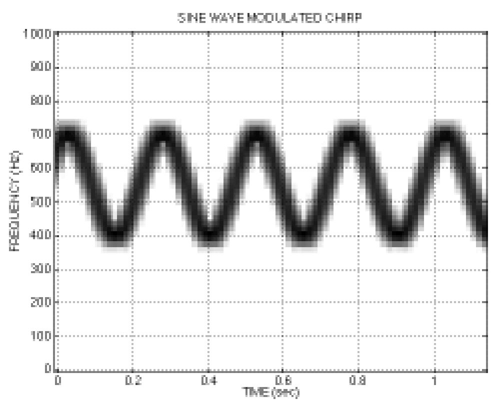


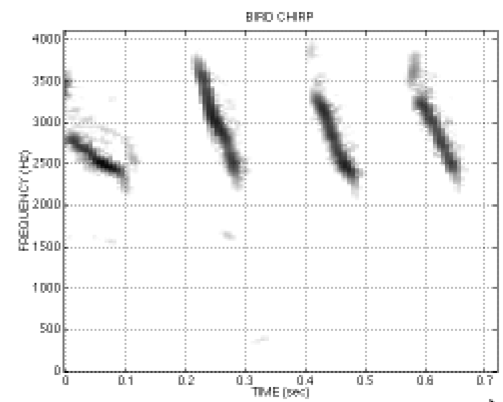


Chirps


1600 BW CHIRP CENTERED at 990 Hz
FREQUENCY (Hz)
TIME (sec)


UP-DOWN MODULATED CHIRP
FREQUENCY (Hz)
TIME (sec)


SINE WAVE MODULATED CHIRP
FREQUENCY (Hz)
TIME (sec)


BIRD CHIRP
FREQUENCY (Hz)
TIME (sec)

Amplitude, Phase

- Amplitude min, max
- Amplitude moyenne

$$\overline{s(t)} = \frac{1}{T}\int_0^T s(t)dt = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} s(t)dt$$

Signaux périodiques

$$\overline{s(t)} = \lim_{T\to+\infty}\frac{1}{T}\int_0^T s(t)dt = \lim_{T\to+\infty}\frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} s(t)dt$$

Signaux non périodiques

- Décalage de temps
- Phase = Décalage dans le temps pour les signaux périodiques

Puissance d'un signal s(t)

- Puissance instantanée (Watt) : $p(t) = s^2(t)$
- Puissance moyenne (Watt)

$$P = \overline{s^2(t)} = \frac{1}{T}\int_0^T s^2(t)\,dt = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} s^2(t)\,dt$$

Signaux périodiques

$$P = \overline{s^2(t)} = \lim_{T\to+\infty} \frac{1}{T}\int_0^T s^2(t)\,dt = \lim_{T\to+\infty} \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} s^2(t)\,dt$$

Signaux non périodiques

- Convergence de l'intégrale ?
  - Si oui : Signal à Puissance finie

Signal permanent

Energie d'un signal s(t)

- Puissance instantanée intégrée (Joules)

$$E = \int_{-\infty}^{+\infty} s^2(t)\,dt$$

- Convergence de l'intégrale ?
  - Si oui : Signal à Energie finie

Signal transitoire