Traitement du signal

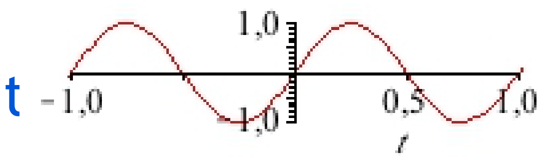
Parcours Informatique Electronique
Module « Elec4 »

Slides et materiel par Olivier Laligant

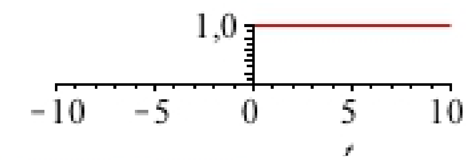
Les signaux

- Signaux déterministes à temps continu
  - la valeur du signal est connue à chaque instant
  - on modélise souvent un signal d'information ou le comportement d'un système par un signal déterministe

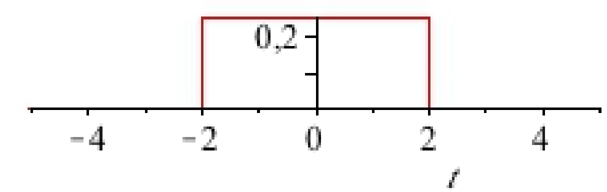
$$s_{\sin} := t \rightarrow \sin(2\,\pi f t)$$



$$s_H := t \rightarrow \mathrm{Heaviside}(t) \quad \text{où} \quad \mathrm{Heaviside} := t \rightarrow \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & 0 \leq t \end{cases}$$



$$\Pi_a := t \rightarrow \begin{cases} \dfrac{1}{a} & -\dfrac{1}{2}\,a \leq t \textbf{ and } t < \dfrac{1}{2}\,a \\ 0 & \textit{otherwise} \end{cases}$$

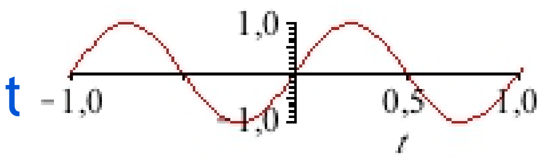


a=4

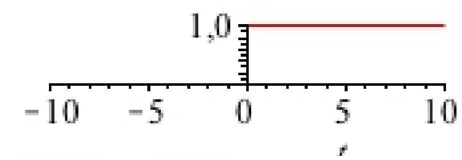
Les signaux

- Signaux déterministes à temps continu
  - la valeur du signal est connue à chaque instant
  - on modélise souvent un signal d’information ou le comportement d’un système par un signal déterministe

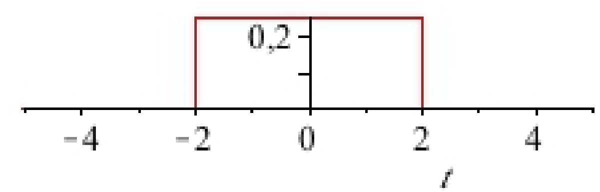
$$s_{\sin} := t \to \sin(2\,\pi f t)$$



$$s_H := t \to \mathrm{Heaviside}(t) \quad \text{où} \quad \mathrm{Heaviside} := t \to \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & 0 \le t \end{cases}$$

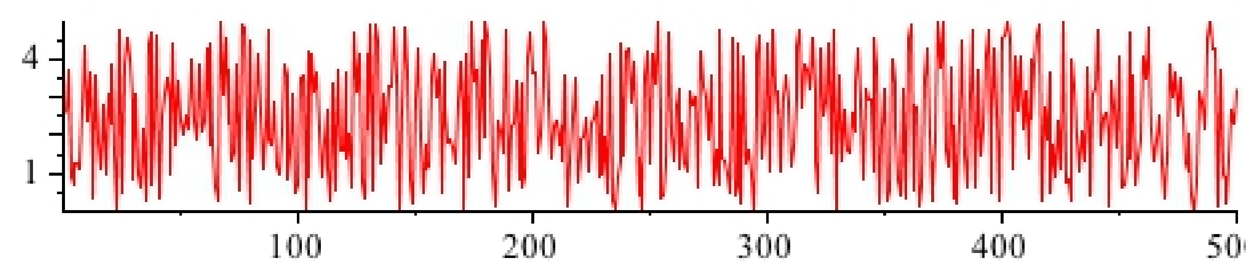


$$\Pi_a := t \to \begin{cases} \dfrac{1}{a} & -\dfrac{1}{2}\,a \le t \text{ and } t < \dfrac{1}{2}\,a \\ 0 & \textit{otherwise} \end{cases}$$



a=4

- Signaux aléatoires
  - on prédit seulement, avec un «degré de confiance» ou probabilité, la valeur que va prendre le signal
  - le bruit dans les mesures est souvent un signal aléatoire



- Signaux réels: signal déterministe + signal aléatoire

Les signaux, autres exemples ?

- Signaux déterministes à temps continu
  - Signaux définis par morceaux, ex Heaviside (échelon)
  - Signaux définis par des fonctions mathématiques (sin, cos, ln, exa, etc.)
  - Signaux produits pas des systèmes (instruments de musique, machines, activité humaine, etc.)

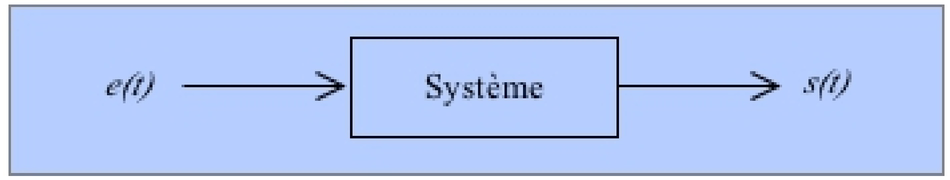
Les signaux, autres exemples ?

- Signaux déterministes à temps continu
  - Signaux définis par morceaux, ex Heaviside (échelon)
  - Signaux définis par des fonctions mathématiques (sin, cos, ln, exa, etc.)
  - Signaux produits pas des systèmes (instruments de musique, machines, activité humaine, etc.)

- Signaux aléatoires
  - Jeux du hasard
  - Bruits (définition scientifique = aléatoires!)
  - Signaux naturels

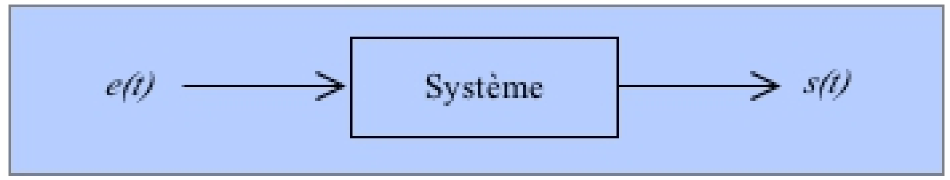
- Signaux réels: signal déterministe + signal aléatoire
  - Tout signal réel déterministe produit par l'activité humaine et la nature contient en général une partie déterministe et une partie aléatoire

Propriétés des systèmes linéaires invariants



- Un système reçoit un signal d'entrée *e(t)* et délivre un signal de sortie *s(t)*
  - la grandeur physique d'entrée est en général différente de celle de sortie, sauf dans le cas où le système «traite» le signal
  - exemple de système: capteur température, voltmètre, filtre, ...
- Invariant
  - les propriétés ne varient pas dans le temps
  - par exemple, les températures ambiante ou de fonctionnement du système n'ont pas d'influence sur sa réponse

Propriétés des systèmes linéaires invariants

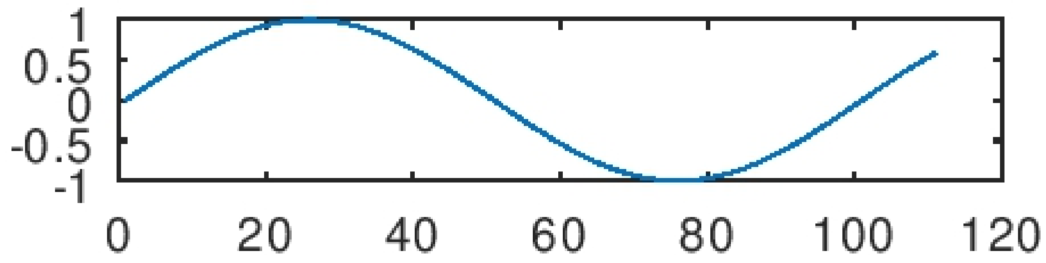


- Un système reçoit un signal d’entrée *e(t)* et délivre un signal de sortie *s(t)*
  - la grandeur physique d’entrée est en général différente de celle de sortie, sauf dans le cas où le système «traite» le signal
  - exemple de système: capteur température, voltmètre, filtre, ...
- Invariant
  - les propriétés ne varient pas dans le temps
  - par exemple, les températures ambiante ou de fonctionnement du système n’ont pas d’influence sur sa réponse
- Linéaire
  - le changement d’amplitude, par un certain facteur réel, d’un signal d’entrée induira le même facteur sur l’amplitude en sortie (1)
  - il revient au même de considérer des signaux pris séparément ou l’ensemble de ces signaux (2)
  - un amplificateur est un système linéaire tant qu’il ne fonctionne pas en régime de saturation.

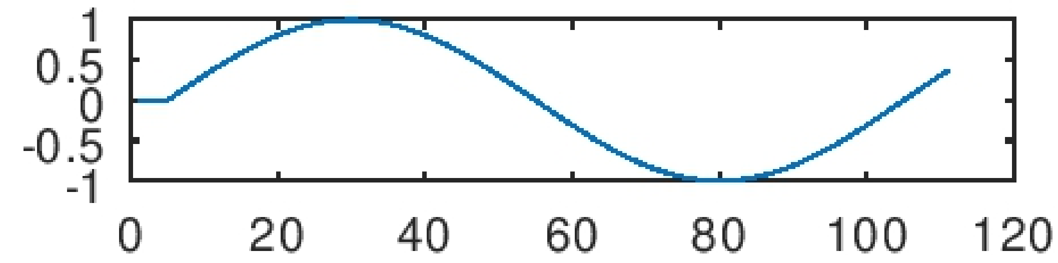
$$\begin{cases} \forall\, \alpha \in \mathbb{R},\ alors\ \alpha e(t) \rightarrow \alpha s(t) & (1) \\ e_1(t) \rightarrow s_1(t),\ e_2(t) \rightarrow s_2(t)\quad alors\quad e(t) = e_1(t) + e_2(t) \rightarrow s(t) = s_1(t) + s_2(t) & (2) \end{cases}$$

Propriétés des systèmes linéaires invariants : exemple

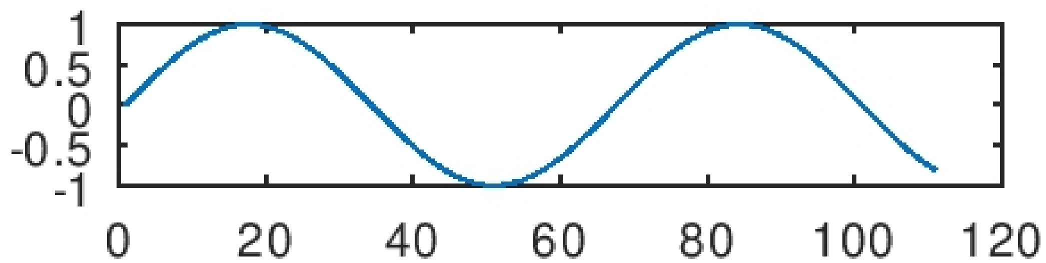
e1



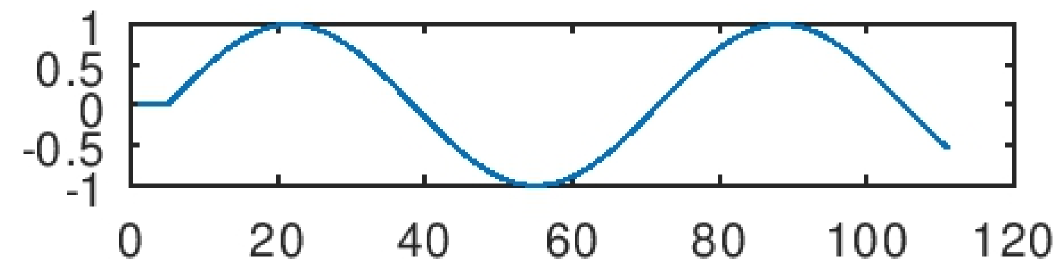
s1=f(e1)



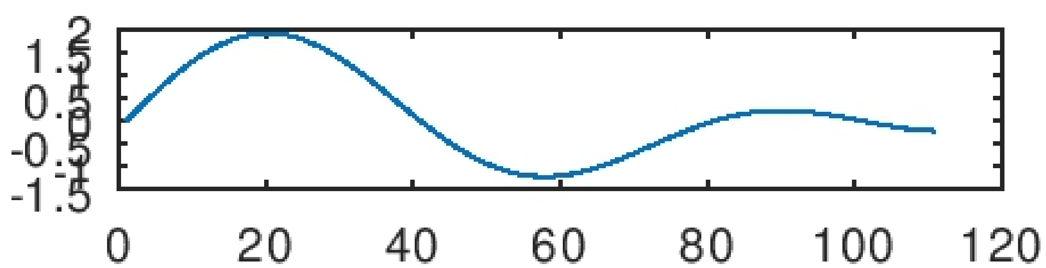
e2



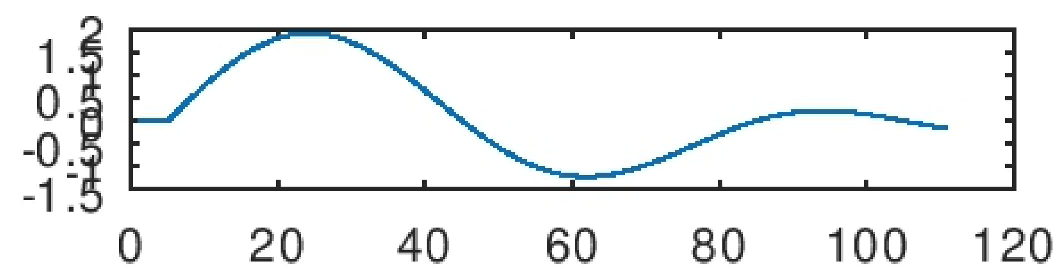
s2=f(e2)



e1+e2

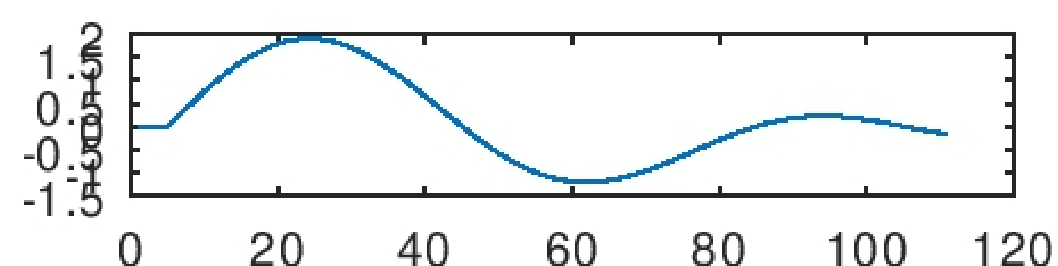


s=f(e1+e2))

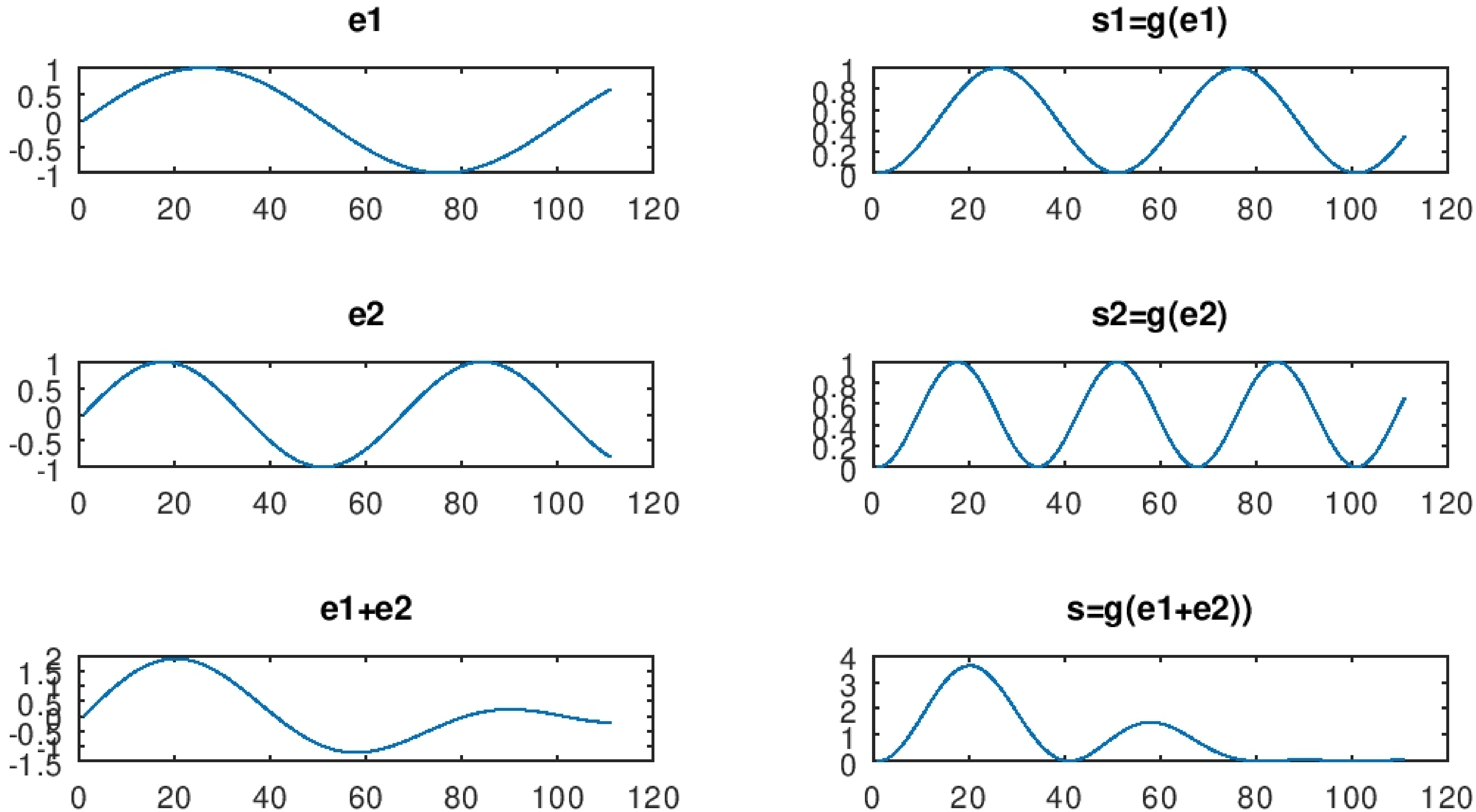


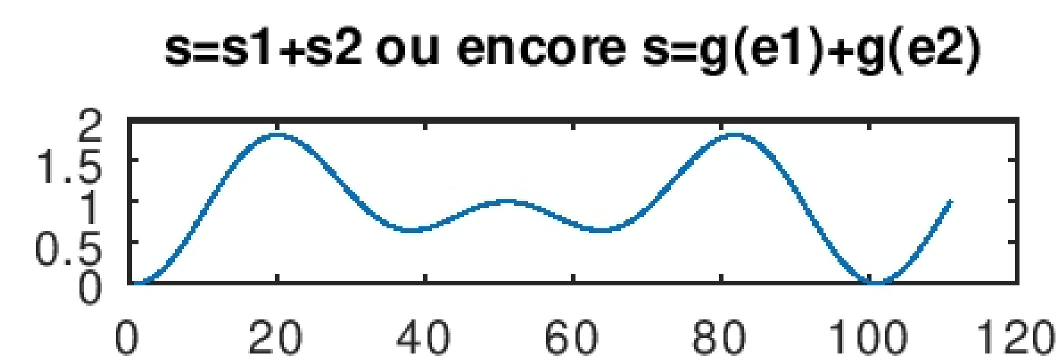
Les deux versions sont identiques
f(x1+x2) = f(x1)+f(x2)
f est un système linéaire

s=s1+s2 ou encore s=f(e1)+f(e2)



Propriétés des systèmes linéaires invariants : contre-exemple





Les deux versions sont différentes
g(x1+x2) <> g(x1)+g(x2)
g n'est pas un système linéaire

Exemples de systèmes linéaires invariants, applications ?

- Systèmes invariants linéaires

- Systèmes non invariants ou non linéaires