

---

# Vue d'ensemble des systèmes numériques



Pierre Langlois

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ca/>

# Sujets de ce thème

---

- Survol des systèmes numériques
- Systèmes et phénomènes discrets et continus
- Quatre niveaux d'abstraction d'un système numérique
- Quatre considérations pour l'implémentation d'un système numérique
- Le problème du partitionnement logiciel et matériel

# Un monde de systèmes numériques

- santé
- domotique
- automobile
- aérospatiale
- divertissement
- photocopieuses
- consoles de jeux
- postes de pilotage
- routeurs de réseau
- téléphones cellulaires
- guichets automatiques
- contrôleurs de freins antiblocage



# Systemes numériques vs systemes analogiques

---

- Par « numérique », on veut dire « discret ».
- Par « analogique » on veut dire « continu ».
- Un système numérique traite de l'information sous forme discrète:
  - nombre fini de valeurs ou d'états différents;
  - moments d'échantillonnage périodiques.
- Dans la nature, l'information est continue:
  - en grandeur;
  - dans le temps; et,
  - dans l'espace.

# Phénomènes numériques (discrets) et analogiques (continus)

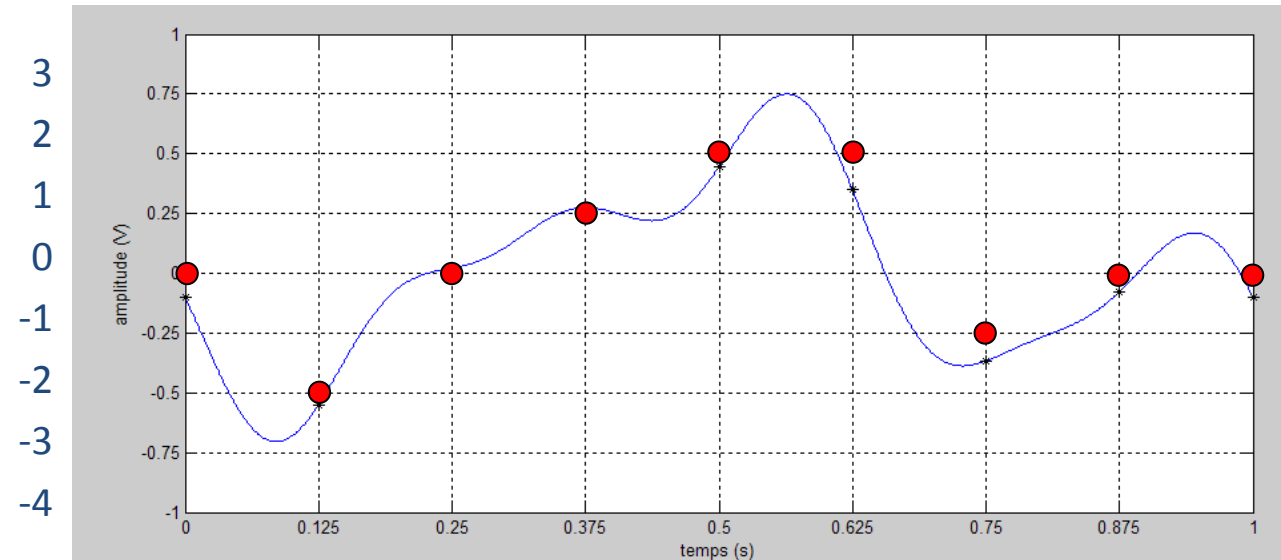
---

- Exemples de phénomènes discrets :
  - le nombre de personnes dans une salle;
  - le solde d'un compte bancaire; et,
  - l'ensemble des cours d'un programme universitaire.
- Exemples de phénomènes continus :
  - les phénomènes naturels : la température de l'air, la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent, le débit d'une rivière;
  - la voix, la musique, les impulsions d'un sonar et autres sons, qui sont en fait des variations de pression dans un matériel solide, liquide ou gazeux;
  - les signaux électriques provenant du cerveau;
  - les signaux de communication et de radar (signaux en radiofréquences).

# Numériser un signal analogique

- Numériser un signal analogique correspond à le discrétiser en amplitude à des moments précis.
- Pour numériser un signal naturel, on doit:
  - l'échantillonner, c'est-à-dire le mesurer en un instant ou un lieu précis; et,
  - en quantifier l'amplitude, c'est-à-dire lui associer une valeur discrète parmi un ensemble de valeurs.
- Par exemple, pour numériser la musique à une qualité de CD audio, on a:
  - 44100 échantillons par seconde; et,
  - 65536 niveaux d'intensité (= 16 bits de résolutions).

Exemple: numérisation d'un signal continu à 2 dimensions.



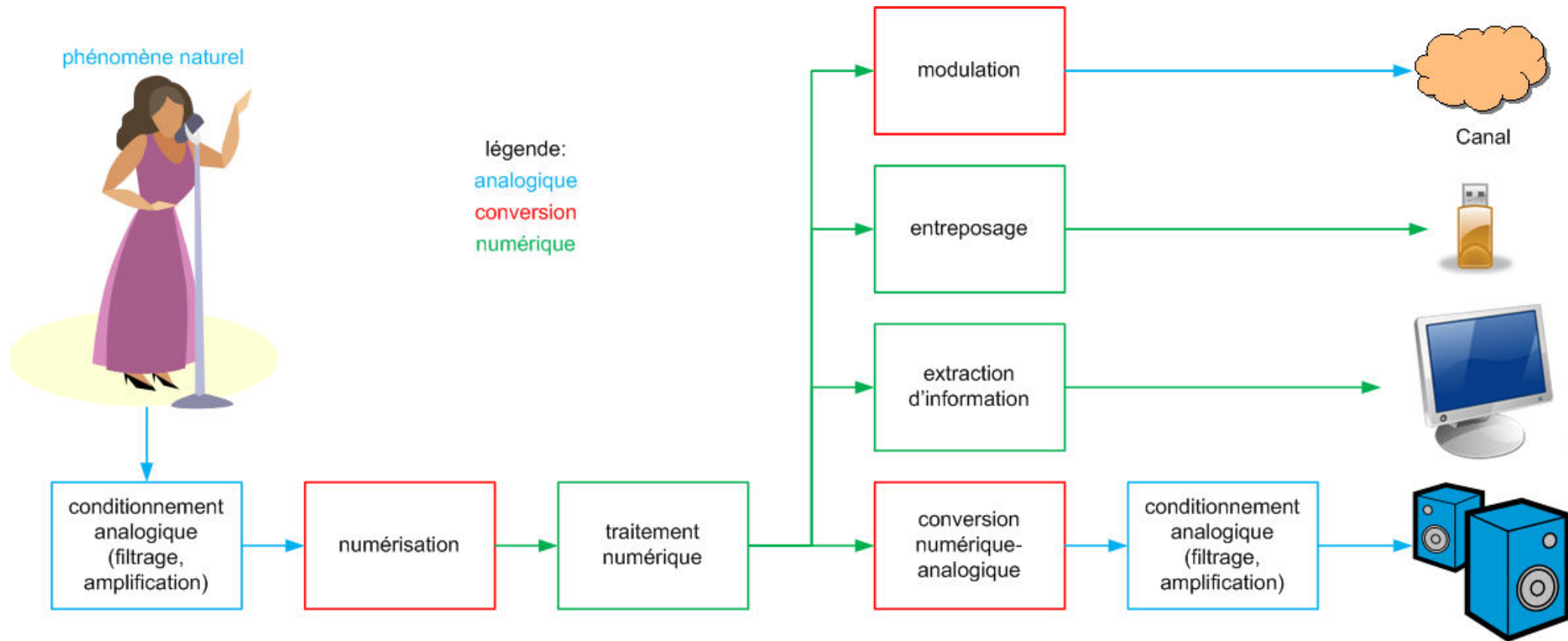
Ici on prend 8 échantillons par seconde.

On quantifie l'information sur 8 niveaux, avec 3 bits.

La représentation numérique de ce signal serait:

{0, -2, 0, 1, 2, 2, -1, 0, 0}

# Un système numérique et son environnement



Le traitement effectué sur l'information numérisée peut inclure :

- la compression d'une image;
- la reconnaissance ou la synthèse de la parole;
- la transmission d'information dans un réseau; ou,
- la confirmation de l'identité d'une personne selon des caractéristiques biométriques.

# Avantages des systèmes numériques

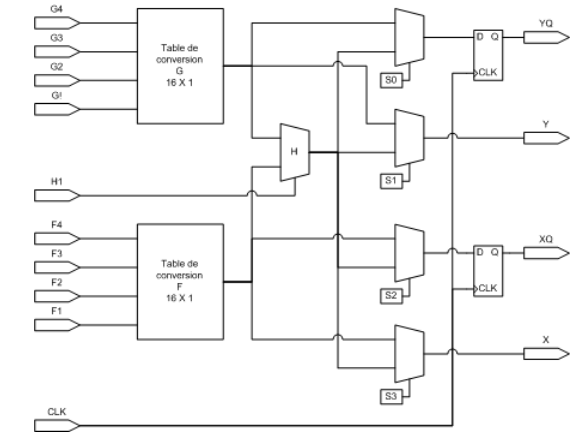
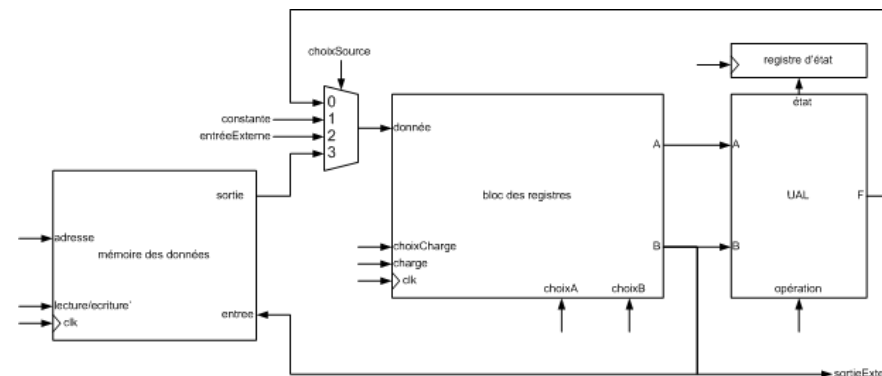
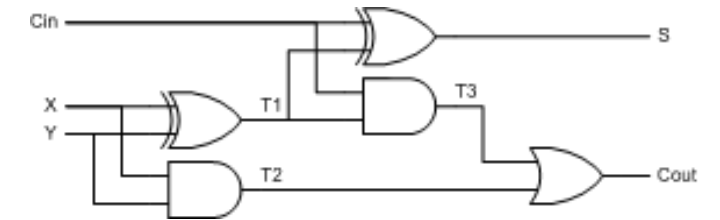
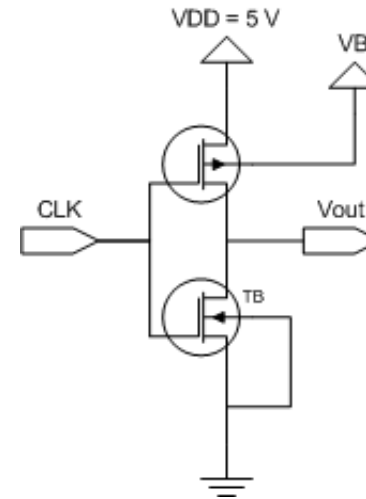
---

- Les systèmes numériques présentent d'importants avantages par rapport aux systèmes analogiques.
- On note entre autres:
  - la fiabilité accrue due à l'indépendance aux variations de température, de tension d'alimentation et de temps;
  - la possibilité de transmettre et reproduire l'information de façon exacte;
  - la flexibilité de conception et la facilité de fabrication; et,
  - la baisse des coûts et de la taille, et l'augmentation de la fréquence d'opération.



# Quatre niveaux d'abstraction des systèmes numériques

- On peut identifier quatre niveaux d'abstraction pour les systèmes numériques :
  - le niveau des circuits: transistors, diodes, résistances, condensateurs et inductances;
  - le niveau des portes logiques: les portes de base (ET, OU, NON, etc.); et,
  - le niveau des modules (multiplexeurs, encodeurs, additionneurs, multiplicateurs, bascules):
  - le niveau du système: microprocesseur, mémoire, unités d'entrée-sortie, bus.



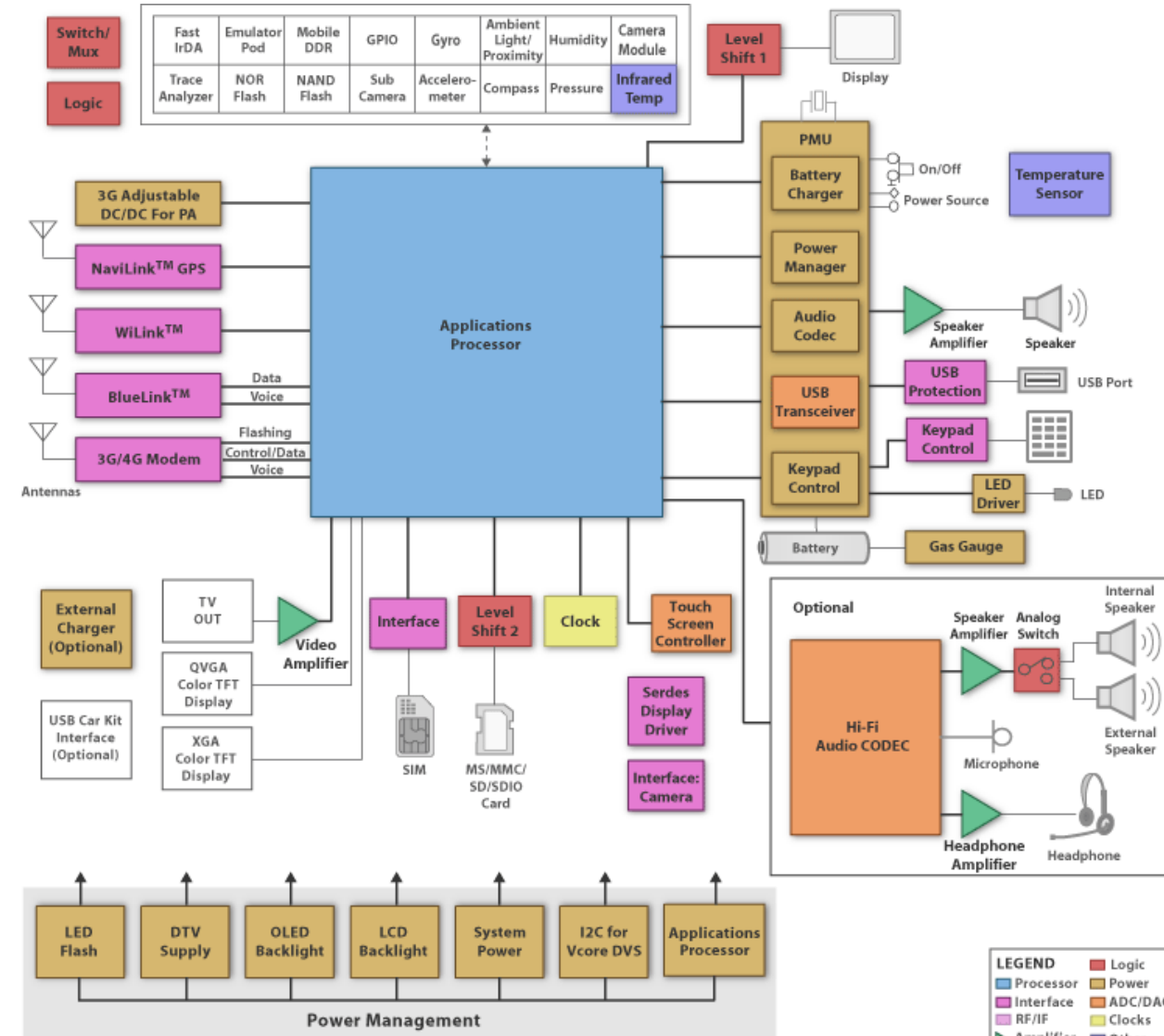
# Quatre considérations pour l'implémentation d'un système numérique

---

- La précision des calculs:
  - Ex. téléphonie 8 bits, CD audio 16 bits
- La puissance consommée:
  - Durée des piles.
  - Dissipation de la chaleur.
- La taille du système:
  - Intégration de plus de fonctionnalités dans une même puce.
- Le taux de traitement et la latence (la « vitesse »):
  - Nombre d'opérations effectuées par unité de temps.
  - Directement proportionnel ...
    - à la fréquence d'horloge du système; et,
    - au nombre d'unités parallèles de traitement.

# Partitionnement matériel et logiciel d'un système numérique embarqué

- Le partitionnement consiste à déterminer comment chaque module et sous-module sera implémenté:
  - ‘en logiciel’ sur un processeur à usage général;
  - ‘en matériel’ sur un processeur spécialisé.
- Une implémentation logicielle offre plus de flexibilité, alors qu’une implémentation matérielle offre plus de performance.
- Choisir où placer un module est difficile et nécessite de faire des compromis en termes de
  - précision des calculs;
  - puissance consommée;
  - taille du système; et
  - taux de traitement.



# Vous devez maintenant être capable de ...

---

- Donner des exemples de systèmes numériques et nommer des avantages des systèmes numériques. (B1)
- Distinguer les concepts 'discret' et 'continu' et donner des exemples de phénomènes correspondants. Expliquer le principe de l'échantillonnage d'un signal continu. (B2)
- Décrire les quatre niveaux d'abstraction d'un système numérique : circuit, portes logiques, modules, système. (B2)
- Décrire les quatre considérations principales pour l'implémentation d'un système numérique : précision, puissance, taille et taux de traitement. (B2)
- Décrire le problème du partitionnement « logiciel (temporel) vs matériel (spatial) ». (B2)

Code	Niveau ( <a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Taxonomie_de_Bloom">http://fr.wikipedia.org/wiki/Taxonomie_de_Bloom</a> )
B1	Connaissance - mémoriser de l'information.
B2	Compréhension – interpréter l'information.
B3	Application – confronter les connaissances à des cas pratiques simples.
B4	Analyse – décomposer un problème, cas pratiques plus complexes.
B5	Synthèse – expression personnelle, cas pratiques plus complexes.