



## Information, Calcul et Communication

Faculté Informatique et Communications

Groupe de recherche en Interaction Immersive

EPFL-IIG

**Dr Ronan Boulic**

**ICC-Intro Cours Théorie**

## Introduction générale ICC Théorie

- Une accélération vertigineuse de l'humanité, la technologie, l'informatique
- Tous les secteurs d'activité sont affectés
- Plan de la composante théorique du cours

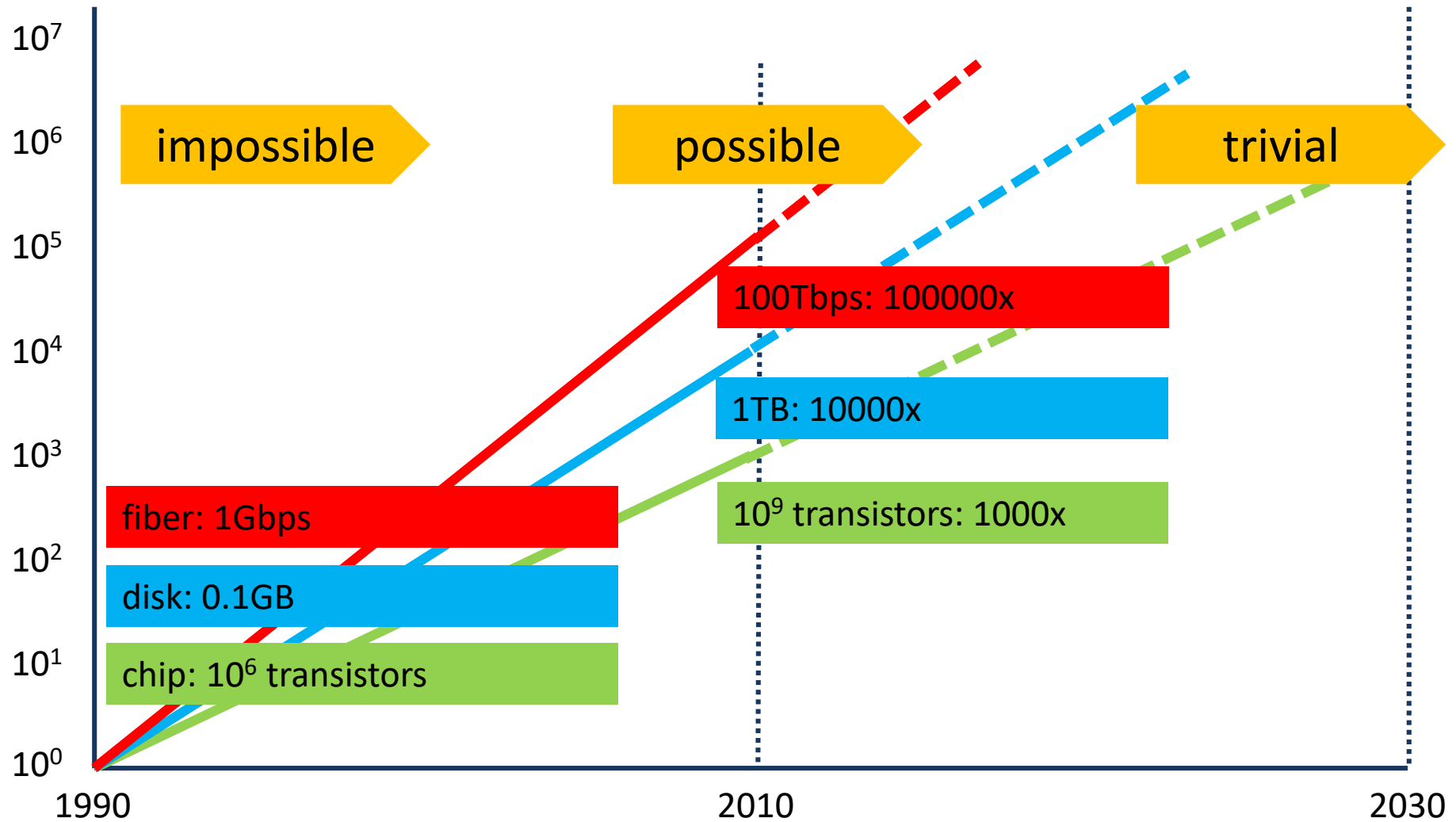
# Les racines de l'informatique

- Préhistoire – le langage et le comptage
- Histoire – écriture, calcul, géométrie, astronomie, – abaqués
- Renaissance – règle à calcul
- 19e siècle – la machine de Babbage, les logiciels de Ada Lovelace
- 1940 – ordinateurs
- 1960 – minis – réseaux
- 1980 – micros – PCs
- 1990 – la toile
- 2000
  - System-On-Chip, smartphones
  - Multimédia
  - Cloud computing, réseaux sociaux
  - Google, Youtube, Skype, Facebook, Twitter, etc.
- 2010
  - Les smartphones remplacent les ordinateurs pour les réseaux sociaux et le e-commerce
  - Blockchain, digital currencies
  - Quantum computing



Loi de Moore: la densité et la vitesse des transistors doublent tous les 18 mois

## Les accélérations spécifiques de l'Informatique



Source: Matthias Grossglauser, EPFL

# Les accélérations spécifiques de l'Informatique



The world's largest technical professional organization for the advancement of technology



Association for Computing Machinery



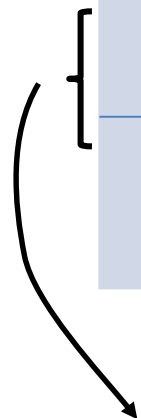
Loi de Moore [1965 -2015]



<http://spectrum.ieee.org/semiconductors/processors/the-multiple-lives-of-moores-law>

## Tous les secteurs d'activité sont affectés

Biens	←	...	...	→	Services
Agriculture	Industrie	Commerce	Services «publics»	Services professionnels	Admin. Publique
Culture Chasse Pêche	Extraction Traitement Manufact.	Packaging Distribution Transport Voyage	Eau/gaz/élec. Télécom. Médias/showbiz Monde artistique	Conseil Finance Assurance	Médical Education Gouvern. (ONG incl.)
Météo Captage	Prospection	Marketing Logistique	Multimedia	Optimisation Syst. Experts	Multimedia Syst. experts
	CADCAM	Télécom.	Mesure/contrôle Télécom.	Télécom.	Télécom.



Calcul scientifique:  
modélisation, simulation, optimisation

Gestion de données

Gestion de processus

## Calcul scientifique

C'est l'application historique (« computer »)

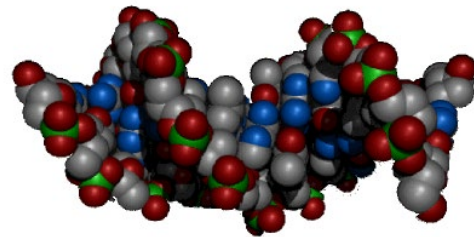


**Utilisation** : simulation de systèmes complexes  
(compréhension de fonctionnement, test d'hypothèses, prédiction)

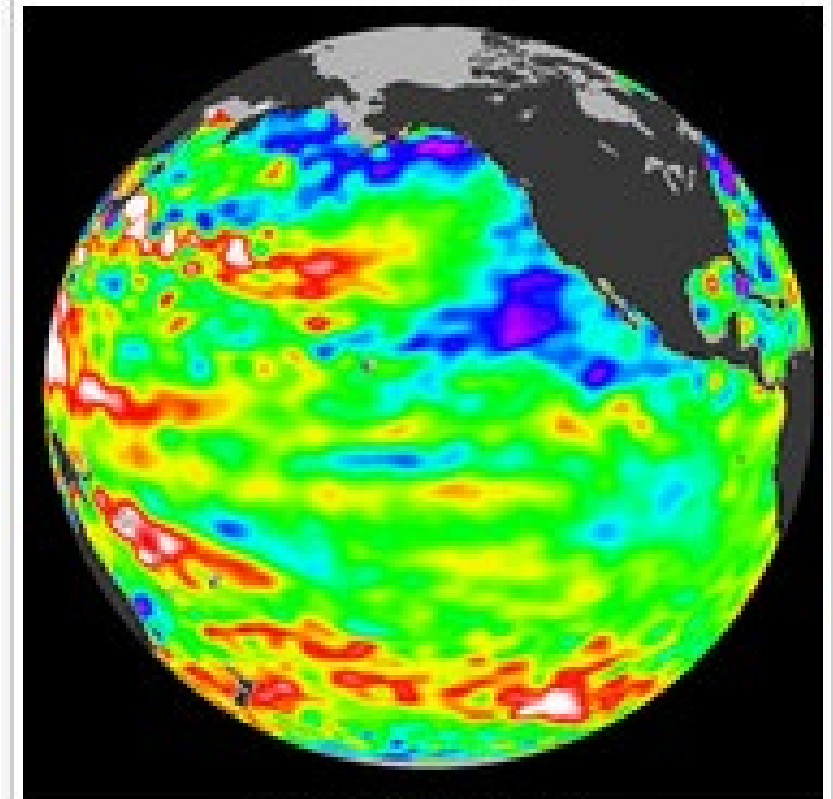
**Exigences** : Grande puissance de calcul

**Exemples** : super calculateurs, massivement parallèles

**Nouvelles tendances** : « grappes » d'ordinateurs,  
network computing



analyser une séquence ADN



Difference from Mean Sea Level (cm)  
-100 -80 -60 0 60 80 100

En 2003, mise en évidence du "Niño"  
par simulation numérique de la  
circulation océanique - © INRIA / Projet  
IDOPT

## La gestion d'information

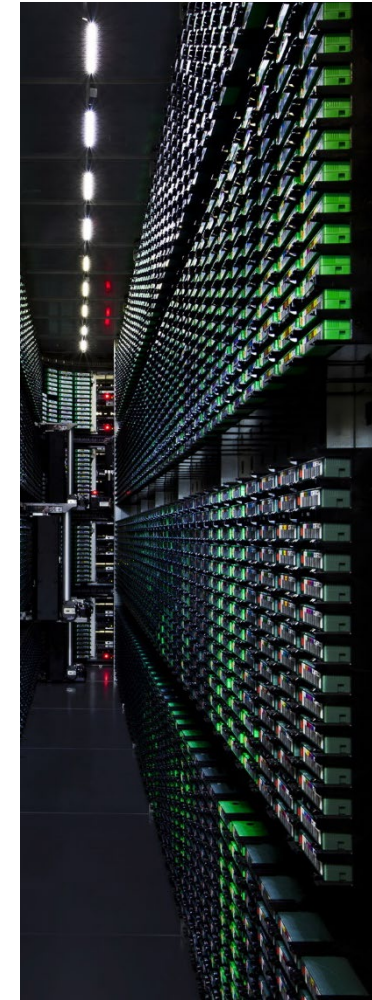
Gestion et traitement des données.

**Utilisation** : gestion de systèmes bancaires ou boursiers, commerce électronique (vente et réservation en ligne), comptabilité d'entreprise, etc..

**Exigences** : importantes capacités de stockage, traitement efficace (rapide, fiable et sécurisé) de gros flux d'information

**Exemples** : Ordinateurs avec mémoire de masse importante, et fortes capacités en matière de communications (entrées/sorties)

**Une tendance lourde**: tirer parti du Big Data pour la Modélisation par réseaux de neurones (exemple: véhicule autonome etc..).

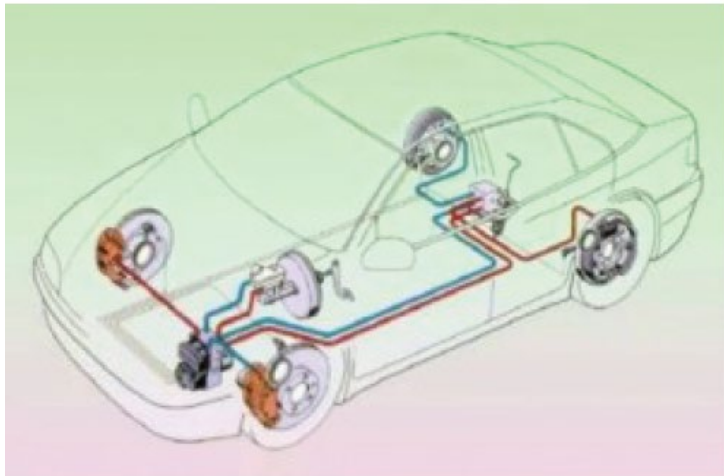


data center



## Conduite de processus : systèmes embarqués

Ils sont bien plus nombreux que vous ne pensez !



Systeme embarqué



Robot de ménage



ASIMO

## La conduite de processus

Ordinateur = automate de commande

**Utilisation** : très nombreuses applications : pilotage/surveillance de processus industriels (chaînes de fabrication, de montage, réseaux de distribution d'énergie, centrale atomique), fonctionnalités d'objets courants (four micro-ondes, téléphones cellulaires, machines à laver, chronométrage, carburateur de voiture, système de freinage ABS), avionique, robotique, ...

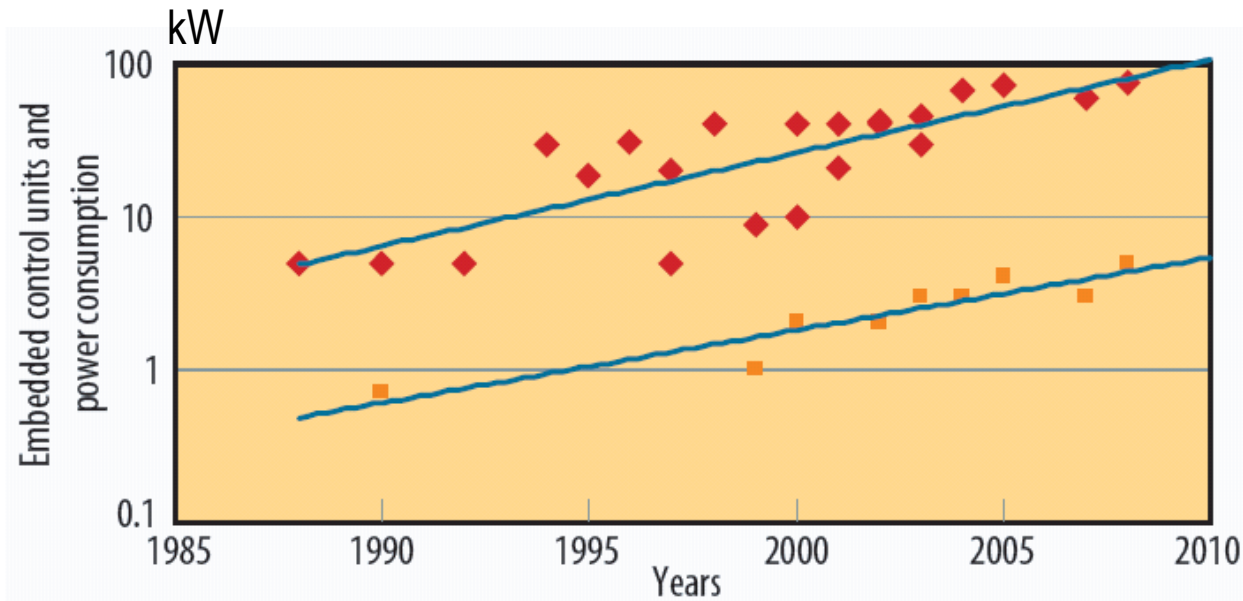
**Exigences** : faible encombrement, consommation réduite, coût minimum, grande fiabilité

**Exemples** : Initialement l'ensemble des micro-contrôleurs, de plus en plus souvent des processeurs, voire des ordinateurs complets

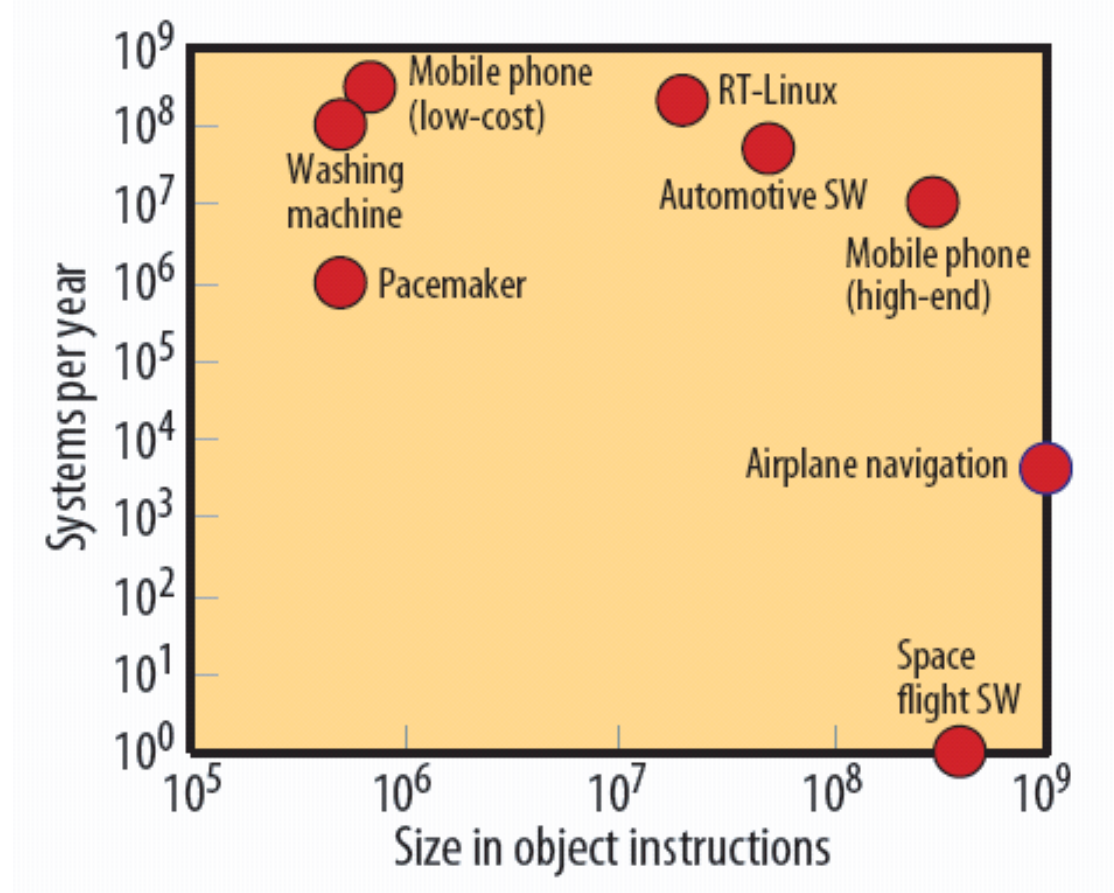


# Exemples de taille de systèmes embarqués en nb d'instructions (code exécutable)

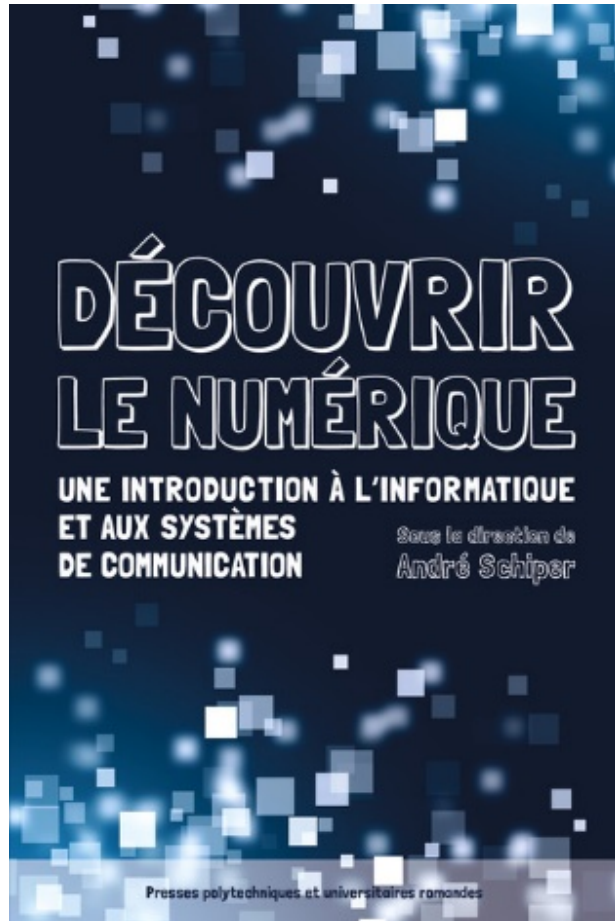
Quelques chiffres  
[IEEE Computer Avril 2009]



Ligne du haut: Nb de systèmes embarqués dans une voiture haut de gamme



## Plan du cours : partie théorique



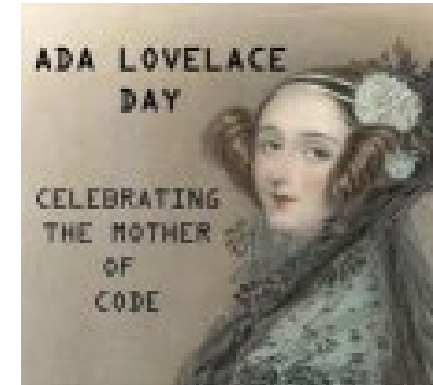
■ Fondements du calcul

■ Fondements des communications

■ Fondements des systèmes

## Fondements du calcul

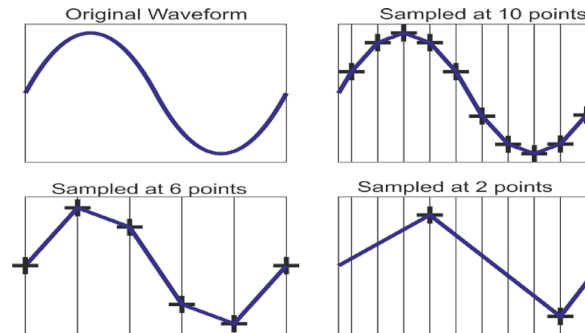
- **Représentation de l'information**
  - Nombres, lettres, images, son, ...
- **Qu'est-ce qu'un algorithme ?**
  - Données, traitements, contrôle
- **Calcul et algorithmes**
  - Recherche, plus court chemin, tri
- **Stratégies de calcul**
  - Top-down / bottom-up, «divide & conquer», etc.
- **Théorie du calcul**
  - Le possible et l'impossible, le fini et l'infini,



## Fondements des communications dans l'espace (stockage) et dans le temps (transmission)

### ▪ Echantillonnage

- Conversion A/D



### ▪ Reconstruction

- Conversion D/A

### ▪ Entropie (Shannon)

- L'entropie comme mesure de complexité de l'information

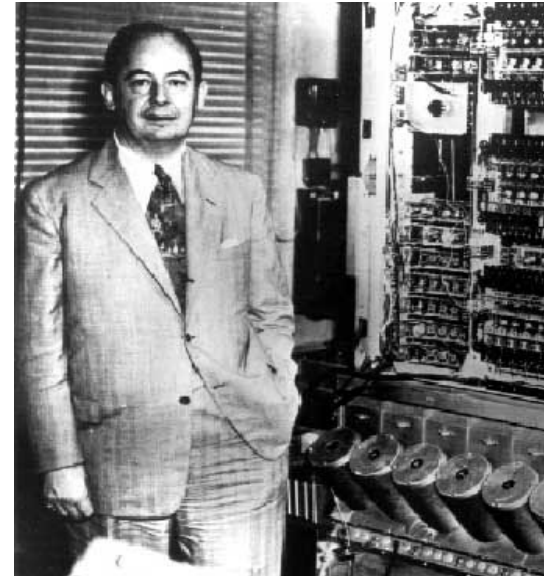
### ▪ Compression

- Économie de bits avec ou sans perte d'information  
pour économiser temps de transmission  
ou espace de stockage



## Fondements des systèmes

- **Architecture (John Von Neumann)**
- **Mémoires hiérarchiques, Stockage et Réseaux**
- **Sécurité (hors examen)**
  - Cryptage et sphère privée
  - Identification et authentification
  - Contrôles d'accès



## Conclusion

Les 3 modules de la composante théorique veulent offrir des bases à la fois d'un point de vue théorique et "système".

Ces bases sont non seulement utiles pour mieux maîtriser la composante pratique de programmation mais aussi pour mieux appréhender certains grands enjeux de notre société numérique.