

Information, Calcul et Communication

Introduction

préparée par Pr. Ph. Janson

Objectifs de cette leçon

Les objectifs de cette leçon sont de :

- ▶ vous convaincre de l'importance de ce cours ;-)
- ▶ vous expliquer le rôle de l'Informatique
- ▶ présenter le déroulement du cours
- ▶ illustrer concrètement le lien entre ICC et votre futur (2 Sections)

Rôle de l'Informatique (1/2)

Le rôle de l'Informatique est devenu *central* dans notre société actuelle

- ▶ essentielle à notre économie de services
- ▶ tous les secteurs d'activité sont affectés
- ▶ 4^e pilier de la culture

en raison de trois facteurs

- ▶ accélération vertigineuse de la taille de l'humanité, de l'histoire, ...
- ▶ accélération vertigineuse la technologie, de l'informatique
- ▶ *besoin* d'automatiser « les services », le traitement de « l'information »

Rôle de l'Informatique (2/2)

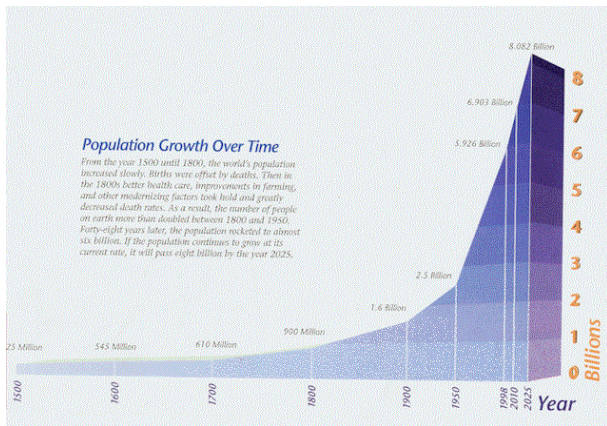
l'Informatique est bien plus qu'une technologie. Elle est une nouvelle *discipline scientifique* à part entière (dérivées des mathématiques)

- ▶ introduit de nouvelles sous-disciplines
- ▶ de nouvelles façons de formuler, de penser, d'interagir,
- ▶ et même de faire de la Science

fondée sur **2 grands principes fondamentaux** :

- ▶ représentation **discrète** (c'est-à-dire finie) du monde
- ▶ représentation entachée d'**erreur**, mais **CONTROLÉE**

Une accélération vertigineuse de l'humanité



Source : The Gary Halbert Newsletter

(www.thegaryhalbertletter.com/newsletters/population.htm)

Une accélération vertigineuse de l'histoire

- ▶ De 1500 à 1900 la population de la planète a grandi de moins de 3M/an

De 1900 à 2000 elle a grandi de $\simeq 45\text{M/an}$ en moyenne !

- ▶ Il y a aujourd'hui sur Terre $\simeq 6.5\%$ des humains qui y ont jamais vécu
- ▶ « *99% des scientifiques et ingénieurs qui ont jamais vécu sont encore en vie* »
- ▶ « *L'accélération de cette accélération accélère* »
(exponentielle \implies dérivée 6^e positive.
Ceci dit, nous avons peut être maintenant atteint une partie linéaire...)

Sources : The Gary Halbert Newsletter (www.thegaryhalbertletter.com/newsletters/population.htm)

Carl Haub, *How Many People Have Ever Lived on Earth ?*

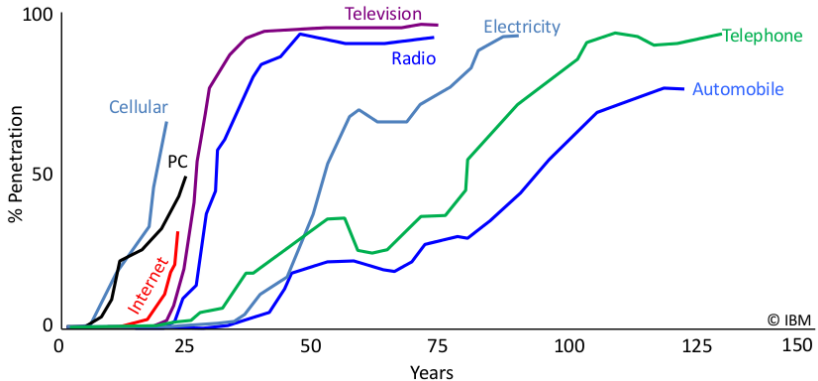
(<http://www.prb.org/Publications/Articles/2011/HowManyPeopleHaveEverLivedonEarth.aspx>)

Une accélération vertigineuse de la technologie

- ▶ Il a fallu des millénaires pour découvrir les premiers outils, le feu, la roue
- ▶ Depuis mille ans, chaque siècle a apporté sa révolution technique
- ▶ Les derniers 200 ans ont apporté plus d'innovations que toute l'histoire humaine
- ▶ Les 20 premières années du 20^e siècle ont apporté plus que tout le 19^e siècle
- ▶ Aujourd'hui chaque décennie apporte sa révolution
- ▶ Vos parents sont nés après l'informatique, vous n'avez jamais connu le monde sans le web, vos enfants trouveront vos smartphones et Facebook banals et inintéressants

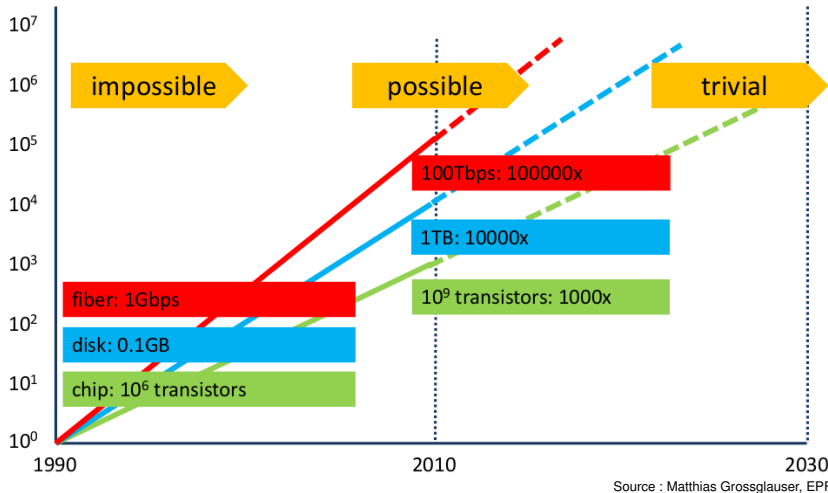
Source : Ray Kurzweil, *The Law of Accelerating Returns* (www.kurzweilai.net/the-law-of-accelerating-returns)

Une accélération vertigineuse de la technologie





Source : IBM

Une accélération vertigineuse de l'informatique



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

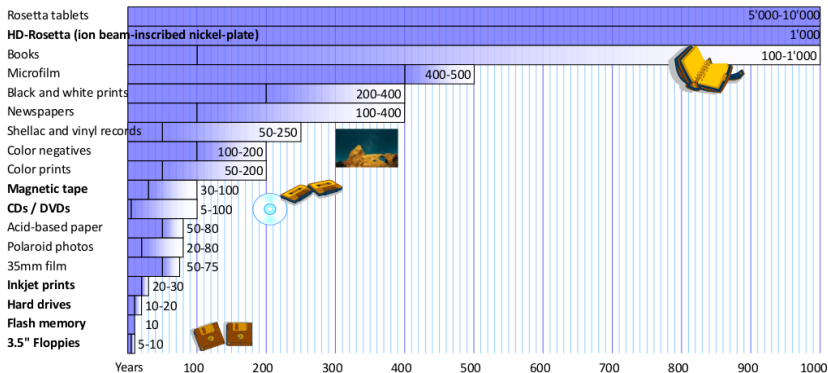
Une accélération vertigineuse de l'informatique

- ▶ Préhistoire – le langage et le comptage
- ▶ Histoire – écriture, calcul, géométrie, astronomie, – abaqes
- ▶ 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.



Tout n'est pas rose en informatique

La longévité des supports-mémoires évolue dans le mauvais sens.
Les supports d'information ne sont plus ce qu'ils étaient...



Source : *Wired*, June 2002, p. 62.

À quoi sert l'Informatique ?

de très nombreux domaines d'application

Objectifs : permettre, à l'aide d'ordinateurs,

- ▶ la *simulation* de *modèles* et l'*optimisation* de solutions
- ▶ l'*automatisation* d'un certain nombre de tâches
- ▶ l'*organisation*, le *transfert* et la *recherche* d'information

☞ En fait, les ordinateurs sont présents en de très nombreux endroits (de façon de moins en moins explicite)

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.
		SCM, ERP CRM	KMS, CMS CRM	KMS, CMS	KMS, CMS MOOCs

Gestion de données

«Big Data» modélisation, simulation, optimisation

Gestion de processus

Acronymes

- ▶ CADAM : Computer Aided Design And Manufacturing
- ▶ SCM : Supply Chain Management
- ▶ ERP : Enterprise Resource Planing
- ▶ CRM : Customers Relationship Management
- ▶ KMS : Knowledge Management Systems
- ▶ CMS : Content Management Systems
- ▶ MOOC : Massive Open-Online Course

Trois classes d'application

Trois grandes classes d'application de l'Informatique :

- ▶ *Calcul scientifique* :
Modélisation, Simulation, Optimisation
- ▶ *Gestion de l'information* :
Stockage, Transfert/Transaction et **Recherche** d'informations
- ▶ *Conduite de processus* :
Automatisation

Calcul scientifique



C'est l'application historique, héritée de la génération des calculateurs (« *computer* »)

Utilisation : simulation de systèmes complexes (**compréhension de fonctionnement, test d'hypothèses, prédiction**) : climatologie, météorologie, géologie, physique des particules, physique des plasmas, astro-physique, biologie moléculaire, ...



Exigences : grande puissance de calcul

Exemples : super calculateurs, ordinateurs massivement parallèles et ordinateurs vectoriels (**Cray-1, Cray T3D, SV1, IBM Blue Gene, ...**)

Bibliothèques de programmes réalisant les calculs mathématiques usuels : statistiques, calculs matriciels, transformée de Fourier, calcul intégral et différentiel, ...

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

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, fichiers de police, gestions des données utilisées ou produites par les simulations de modèles complexes, mais également agendas électroniques/smart-phones.

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) : ordinateur et mini-ordinateur, serveurs de fichiers, serveurs de données, ... et plus récemment, agendas électroniques, voire smart-phones...

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, ...



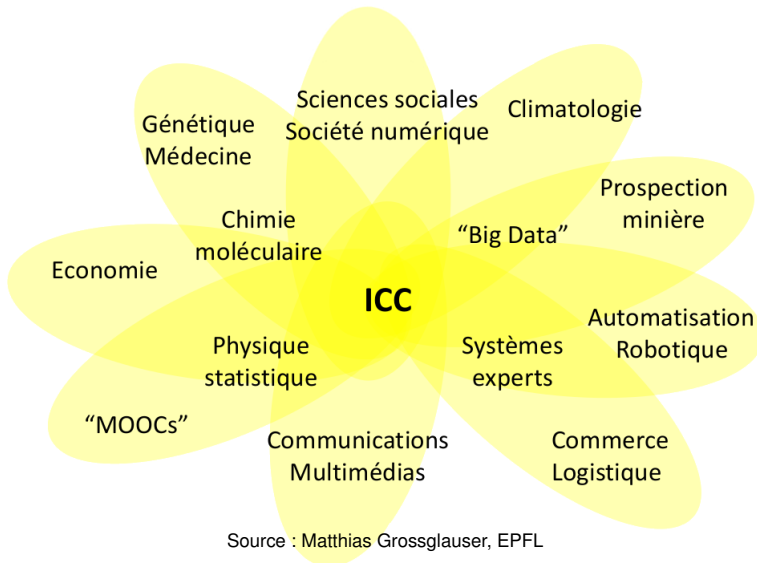
Exigences : nécessité d'un faible encombrement, d'une consommation réduite, et souvent d'un coût minimum (☞ grand public).

Par ailleurs, on exige généralement une grande fiabilité (même dans des environnement hostiles)

☞ tolérances aux pannes, acquisition et traitement des données temps réel, ...

Exemples : initialement l'ensemble des micro-contrôleurs, mais on utilise de plus en plus souvent des processeurs, voire des ordinateurs complets

Tous les secteurs d'activité sont affectés



Une discipline essentielle à notre économie tertiaire

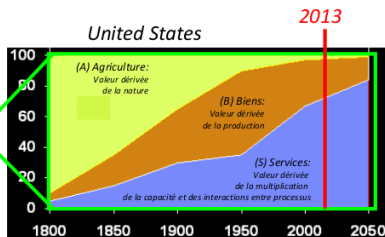
10 plus grands pays par pool de main d'oeuvre
(environ 60% de la main d'oeuvre mondiale)

A = Agriculture, secteur primaire

B = Biens, secteur secondaire

S = Services, secteur tertiaire

Nation	% ww Labor	% A	% B	% S	25 yr % delta S
Chine	21.0	50	15	35	191
Inde	17.0	60	17	23	28
U.S.	4.8	3	27	70	21
Indonésie	3.9	45	16	39	35
Brésil	3.0	23	24	53	20
Russie	2.5	12	23	65	38
Japon	2.4	5	25	70	40
Nigeria	2.2	70	10	20	30
Bangladesh	2.2	63	11	26	30
Allemagne	1.4	3	33	64	44



Accroître l'efficacité de notre économie de services comme nous avons multiplié celle de notre agriculture et notre industrie ne peut se faire qu'avec un recours massif à l'informatique

>50% (S) services, >33% (S) services

Source : (www.nationmaster.com)

L'informatique, 4^e pilier de la culture

Les Américains disent avec humour qu'une culture de base repose sur 3 piliers en 'R' :

- ▶ **R**eading
- ▶ **W****R**iting
- ▶ **A****R**ithmetic

Aujourd'hui cette même culture de base appelle un 4^e pilier :

- ▶ Info**R**matics ☺

« le latin », « la presse de Gutenberg », « le pétrole »...
... du 21^e siècle

Quelques prédictions / estimations

- ▶ Informatique ambiante & systèmes embarqués
cf. exemple des moteurs électriques
 - ☞ contribue à rattacher le monde physique à sa représentation numérique
- ▶ Numérique et physique se rejoignent
la totalité du monde Physique sera représentée numériquement (mesurée, enregistrée, gérée, prédite, ...)

«Prédire est difficile, surtout quand il s'agit du futur» Niels Bohr (1957)

- ▶ *L'Internet est comme une supernova et va complètement s'effondrer en 1996*
Bob Metcalfe (1995)
- ▶ *640K (de mémoire) devrait suffire à n'importe qui*
Urban legend (1981) erronément attribuée à Bill Gates
- ▶ *Il n'y a aucune raison pour que quelqu'un ait un ordinateur à domicile*
Ken Olson, DEC CEO (1977)
- ▶ *Les futurs ordinateurs pourraient peser moins d'une tonne et demi*
Popular Mechanics (1949)
- ▶ *Je pense qu'il y a peut-être un marché mondial pour cinq ordinateurs*
T.J.Watson, IBM CEO (1943)
- ▶ *Tout ce qui peut être inventé a été inventé*
US Patent Office Commissioner (1899)

Conclusion de cette 1^{re} partie

- ▶ L'évolution de l'humanité, de son histoire, de sa technologie, et de l'informatique en particulier ne cesse d'accélérer
- ▶ L'informatique est ainsi devenue un pilier fondamental de nos sociétés et de notre culture au même titre que la lecture, l'écriture, et le calcul
- ▶ Elle s'est immiscée dans tous les secteurs d'activité qui en dépendent aujourd'hui complètement : essentielle au développement et à la productivité de nos économies tertiaires
- ▶ Bien plus qu'une technologie, l'Informatique est une nouvelle *discipline scientifique* (dérivées des mathématiques) fondée sur 2 grands principes fondamentaux :
 - ▶ représentation *discrète* (c'est-à-dire finie) du monde
 - ▶ représentation entachée d'*erreur*, mais *contrôlée*

Logistique du cours

- ▶ Cours obligatoire (tous le campus)
En français
- ▶ Format : 2h de cours / semaine
1h d'exercices chaque semaine, **sauf** semaines **6, 11 et 13** : **examens** !

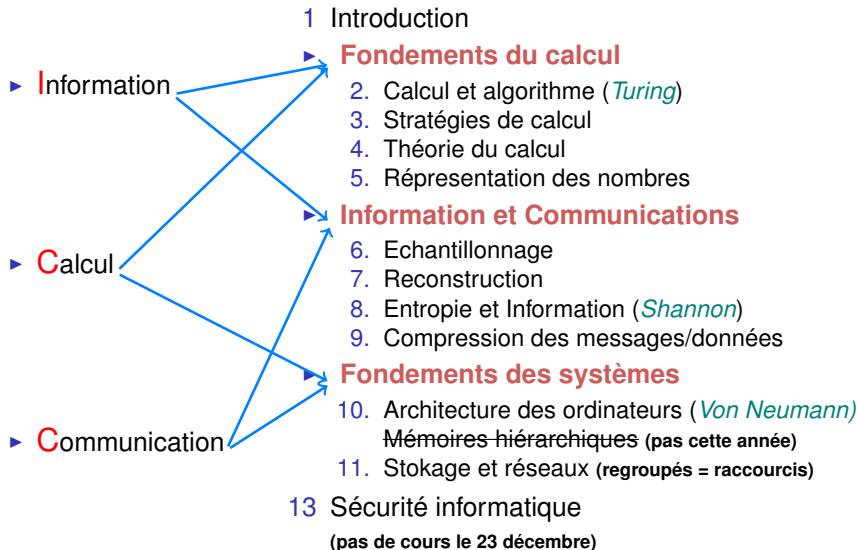
ICC cours 2 h	ICC exercices 1 h	
Vendredi 13-15	Vendredi 15-16	
Introduction		23.09.16
Algo 1		30.09.16
Algo 2 (stratégies)		07.10.16
Calculabilité		14.10.16
Repr. Numérique		21.10.16
Echantillonnage 1	Exam 1 (1 h 15)	28.10.16
--		04.11.16
Echantillonnage 2	Echantillonnage	11.11.16
Compression 1		18.11.16
Compression 2		25.11.16
Architecture ordi.	Exam 2 (1 h 15)	02.12.16
Stockage/Réseaux		09.12.16
Sécurité	Exam 3 (1 h 15)	16.12.16
--		23.12.16

Logistique du cours

- ▶ Cours obligatoire (tous le campus)
En français
- ▶ Format : 2h de cours / semaine
1h d'exercices chaque semaine, **sauf** semaines **6, 11 et 13 : examens !**
- ▶ Supports :
 - ▶ Moodle : <http://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=14023>
 - ▶ planches du cours
 - ▶ énoncés et solutions des exercices
 - ▶ vidéos complémentaires
 - ▶ Nouveauté cette année : **livre** du cours
« *Découvrir le numérique* » (PPUR)
Prix étudiant de 35.– à la librairie La Fontaine.
- ▶ Communications
 - ▶ Orale avec les assistants et l'enseignant pendant les exercices
 - ▶ Via le forum Moodle pour large diffusion
 - ▶ E-mail avec les assistants en dehors des heures **que si nécessaire**
 - ▶ **Pas d'e-mails à l'enseignant sauf urgence personnelle**



Plan du cours



Notation du cours

3 évaluations pendant le semestre :

- ▶ vendredi 28 octobre, 15:15–16:30
- ▶ vendredi 02 décembre, 15:15–16:30
- ▶ vendredi 16 décembre, 15:15–16:30

Format : **1:15** à chaque fois :

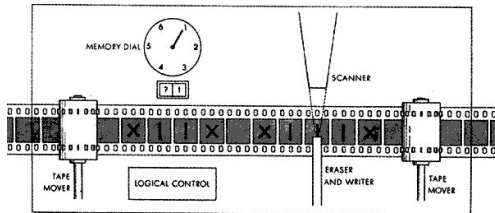
- ▶ 45 minutes de quiz (questions fermées)
- ▶ 30 minutes d'exercices (questions ouvertes)

Contenu :

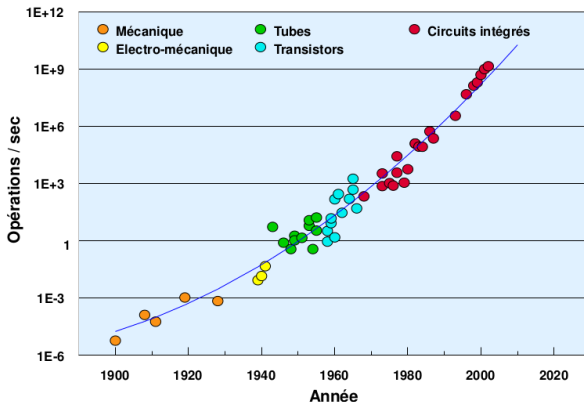
- ▶ examen 1 : module 1
- ▶ examen 2 : module 2 **et module 1**
- ▶ examen 3 : **tout** le cours, sauf « Sécurité »

Fondements du calcul

- ▶ Calcul et algorithmes (*Turing*)
Recherche, plus court chemin, tri
- ▶ Stratégies de calcul
Itération, récursion, top-down / bottom-up, « divide & conquer »
- ▶ Théorie du calcul
Le possible et l'impossible, le fini et l'infini, machines de *Turing*
- ▶ Représentation de l'information
Nombres, lettres, images, son, ...



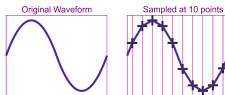
Combien d'opérations de calcul par seconde pour 1000\$?



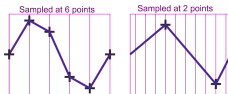
Source : D'après Kurzweil (1999) & Moravec (1998)

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

- ▶ Echantillonnage
Conversion A/D

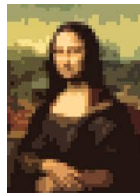


- ▶ Reconstruction
Conversion D/A

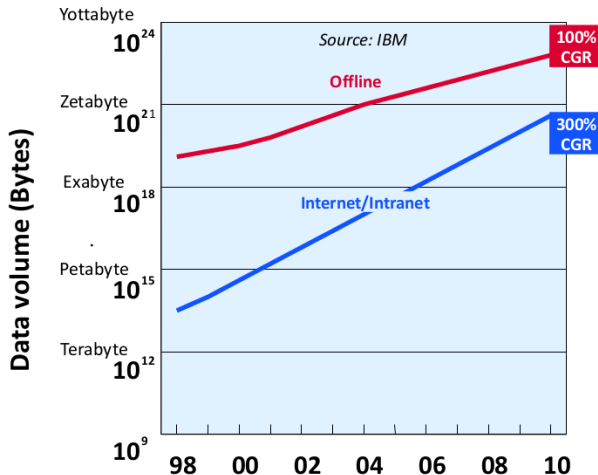


- ▶ Entropie (*Shannon*)
L'entropie comme mesure de complexité et donc de «volume» informatique

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



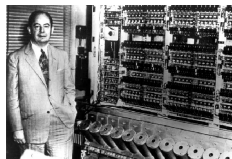
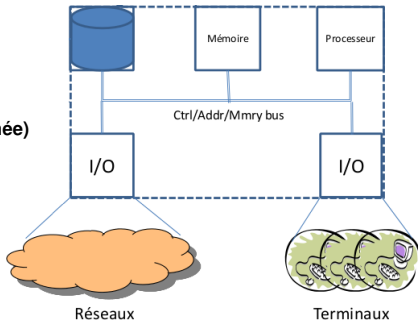
Croissance exponentielle du volume de données & du trafic



CGR = Compound Growth Rate = Taux de croissance moyen

Fondements des systèmes

- ▶ Architecture (*Von Neumann*)
- ▶ Mémoires hiérarchiques (pas cette année)
- ▶ Stockage et réseaux
 - ▶ Systèmes de fichiers et bases de données
 - ▶ Types et architecture de réseaux (Internet)
- ▶ Sécurité
 - ▶ Cryptage et sphère privée
 - ▶ Identification et authentification
 - ▶ Contrôles d'accès
 - ▶ Maliciels



Ce que j'ai appris aujourd'hui

Dans ce cours, vous avez

- ▶ vu comment l'informatique est devenue un pilier fondamental de nos sociétés et de notre culture au même titre que la lecture, l'écriture, et le calcul
- ▶ compris de quoi le cours sera fait et comment il va se dérouler
- ▶ eu une illustration de l'intérêt de ce domaine pour vos Sections

☞ Vous pouvez maintenant comprendre :

- ▶ en quoi l'informatique est devenue fondamentale (le 4^e R)
- ▶ pourquoi, même si vous n'allez pas être informaticien, vous devez pour votre futur métier comprendre les grands principes de bases de l'Informatique
- ▶ et donc pourquoi nous offrons ce cours

La suite

Bienvenue donc dans ce cours !

Pour les 12 semaines qui viennent :
trois modules :

- ▶ Fondements du calcul
- ▶ Fondements de la communication
- ▶ Fondements des systèmes informatiques

au terme desquelles vous devriez obtenir votre « permis de conduire »
en informatique.

Maintenant : exercices en salles CE 1 100, 101, 103, 105 et 106