

# Introduction aux Opérateurs Arithmétiques



Alain GUYOT

Concurrent Integrated Systems  
TIMA



(33) 04 76 57 46 16



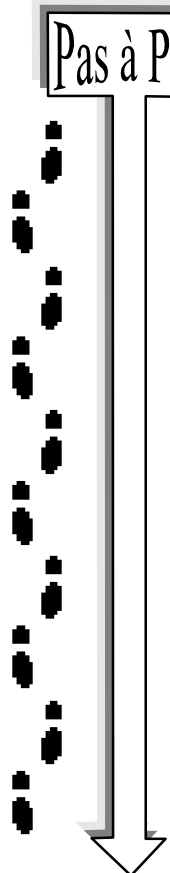
Alain.Guyot@imag.fr

<http://tima-cmp.imag.fr/Homepages/guyot>

Techniques de l'Informatique et de la Microélectronique  
pour l'Architecture. Unité associée au C.N.R.S. n° B0706

# Issues de ce cours

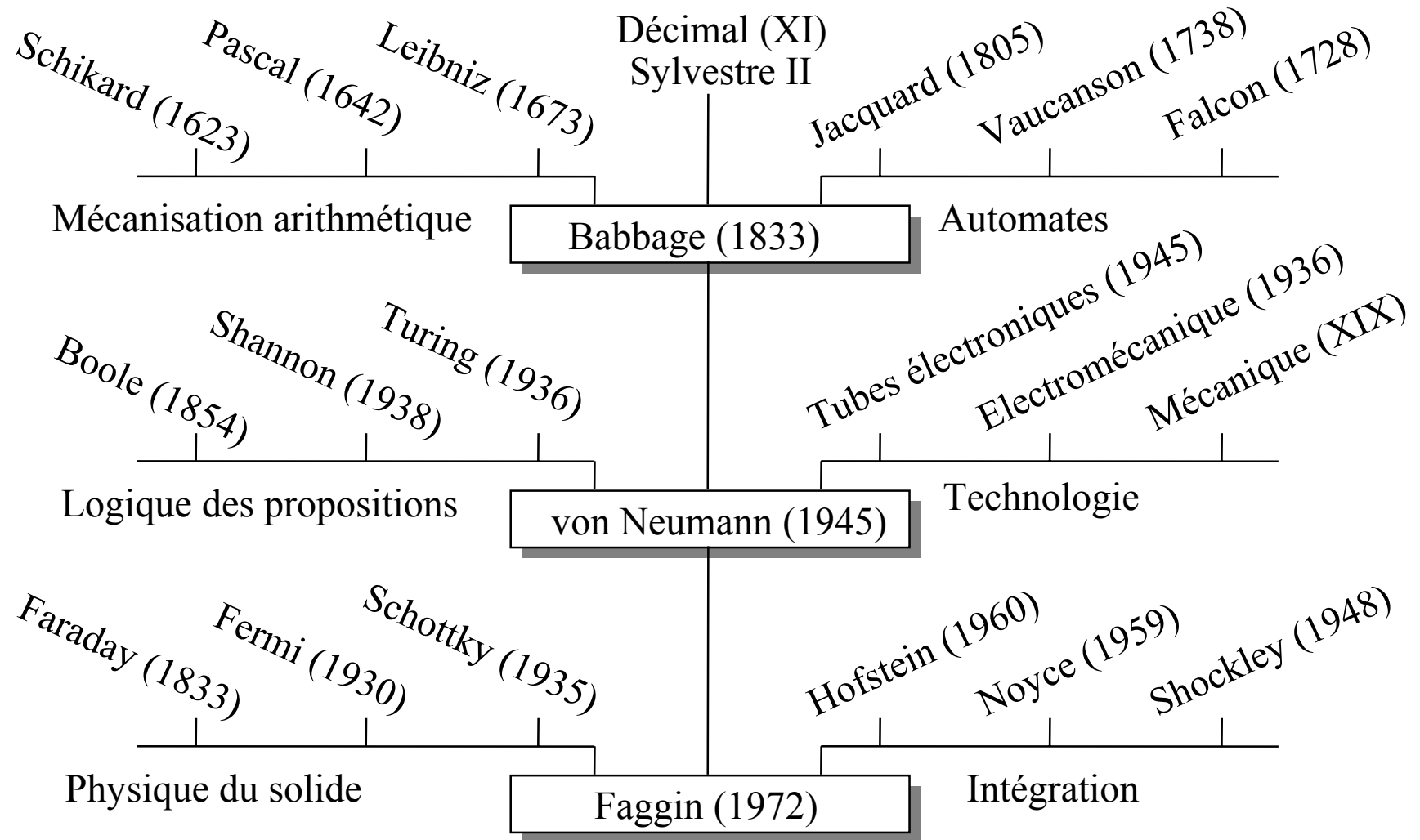
Pas à Pas

- 
- 1- Introduction
  - 2- Addition matérielle
  - 3- Multiplication matérielle
  - 4- Résidus
  - 5- Division
  - 6- Racine carrée
  - 7- Virgule Flottante
  - 8- Fonctions élémentaires

Remarques:

- *L'addition et la multiplication sont assez exhaustives.*
- *La division et la racine carrée sont simplifiées.*
- *La virgule flottante et les fonctions sont survolées.*

# La mécanisation du calcul



# NonBut de ce cours

Le but de ce cours n'est pas d'enseigner comment on fait un opérateur arithmétique avec des portes logiques ou des transistors.

Les opérations arithmétiques des ordinateurs ne sont qu'une transposition à la base 2 des algorithmes humainement utilisés en base 10 depuis plusieurs siècles.

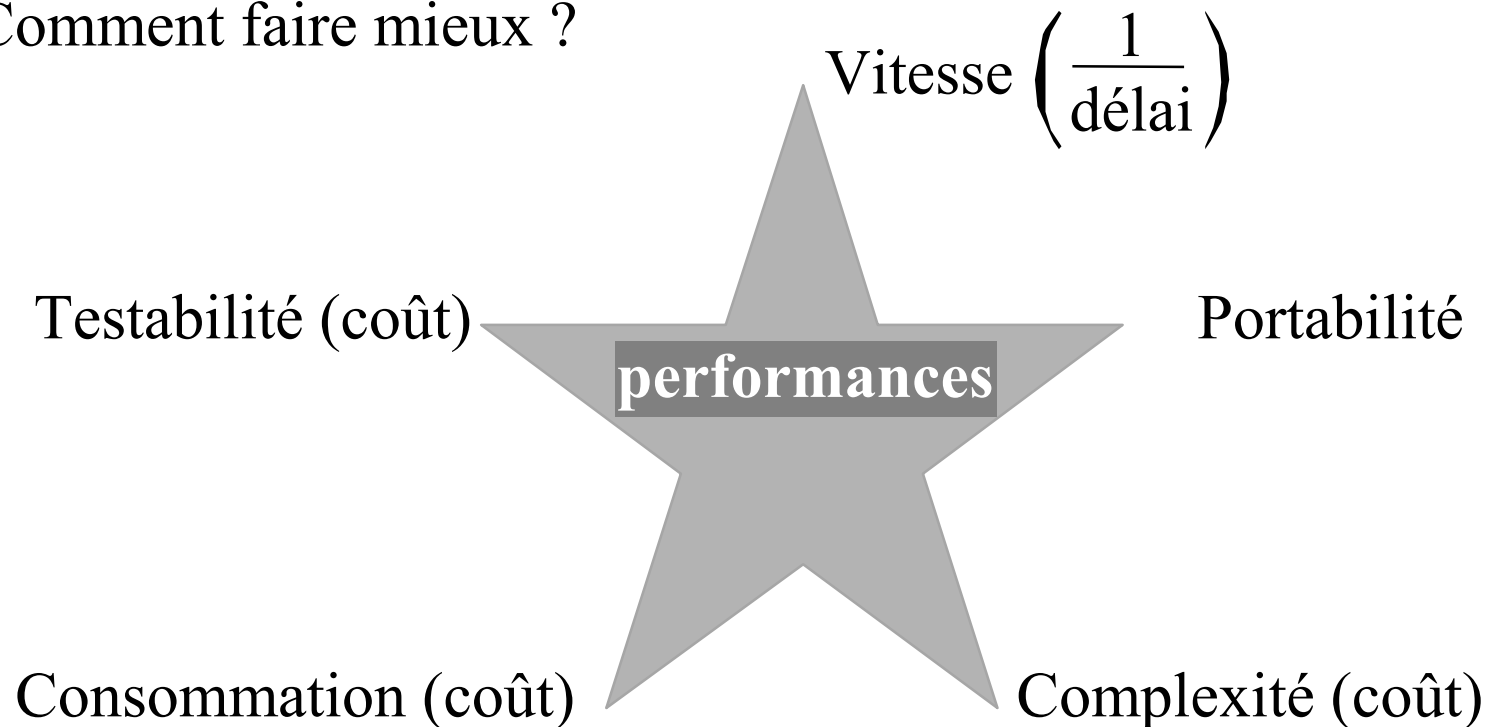
Un élève qui sait effectuer une addition, une multiplication, une division, une extraction de racine carrée ou le calcul d'une fonction élémentaire peut concevoir un opérateur logique effectuant mécaniquement cette opération.

On utilise la base 2 uniquement parce que c'est technologiquement plus efficace. Cependant certaines opérations marchent "mieux" dans d'autres systèmes.

# But de ce cours

Faire un opérateur naïf étant trivial , le but de ce cours est d'enseigner comment faire des opérateurs arithmétiques mieux.

Qu'est-ce que mieux ?  
Pourquoi faire mieux ?  
Comment faire mieux ?



# Domaines et Modèles

Représentation

Algorithme

Architecture

Schéma logique

Schéma électrique

Plan de masse

Dessin

Technologie

- Ce cours établit des modèles simples de coût et délai pour comparer des architectures d'opérateurs combinatoires.
- le coût est évalué en nombre de portes ou de cellules
- le délai est en général le nombre de cellules sur le chemin critique
- la “sortante” est prise en compte si elle est importante pour
  - dimensionner
  - introduire des “buffers”

# Choix de la représentation la plus appropriée

Représentation	Base	valeurs chiffre	valeur nombre	bit(s) / chiffre	nom usuel
standard	2	0,1	$\sum_{i=0}^n a_i 2^i$	1	conventionnelle
complément à $2^{n+1}$	2	0,1	$-a_n 2^n + \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$	1	complément à 2
multiplicative	2	0,1	$\prod_{i=1}^n (1+2^{-i}) a_i$	1	
redondante	2	0,1,2	$\sum_{i=0}^n a_i 2^i$	2	carry save
chiffre signé	2	-1,0,+1	$\sum_{i=0}^n a_i 2^i$	2	borrow save
chiffre signé	4	-2,-1,0,1,2	$\sum_{i=0}^n a_i 4^i$	3	code de Booth
additive	$\log(1+2^{-i})$	0,1	$\sum_{i=0}^n a_i \log(1+2^{-i})$	1	
additive	$\arctg(2^{-i})$	-1,1	$\sum_{i=0}^n a_i \arctg(2^{-i})$	1	

# Ouvrages & URL recommandés

Arithmétique des Ordinateurs, opérateurs et fonctions élémentaires

J.-M. Muller, Masson 1989 ISBN: 2225816891

Computer Arithmetic Algorithms

I. Koren, Prentice Hall 1993 ISBN: 0131519522

Computer Arithmetic Systems, algorithms, architecture & implementation

A. M. Omondi, Prentice Hall 1994 ISBN: 0133343014

Elementary functions: Algorithms & implementation

J.-M. Muller, Birkaiser 1997 ISBN: 081763990

<http://iinwww.ira.uka.de/bibliography/Theory/arith.html>

<http://www.eecs.lehigh.edu/~mschulte/h sca/START.html>

<http://http.cs.berkeley.edu/~wkahan/ieee754status>

