



INTRODUCTION A L'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

CHAPITRE II DE L'ÉLECTRONIQUE CÂBLÉE AUX MICROPROCESSEURS

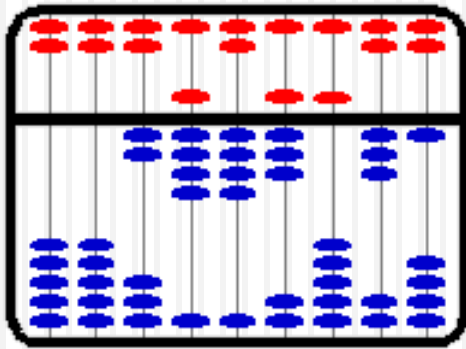
Historique



- Développement du calcul et calculateurs
- Développement de l'électronique
- Electronique câblée
- Microprocesseurs
- Evolution de l'intégration

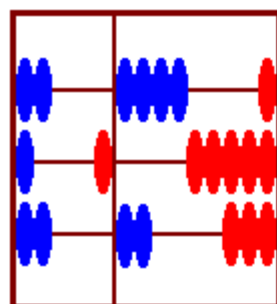
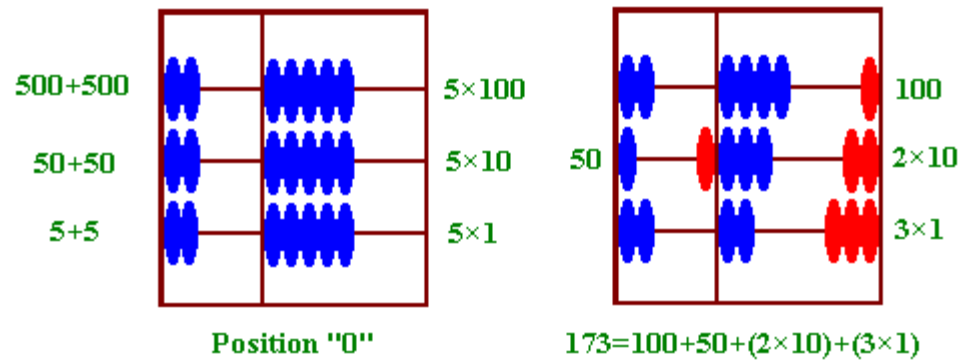
Le développement du calcul

Le boulier chinois (-700 av JC)

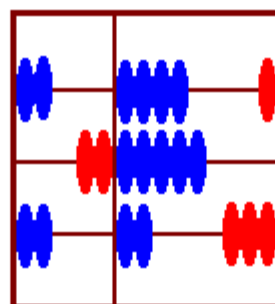


2 9 4 8 5 3 1

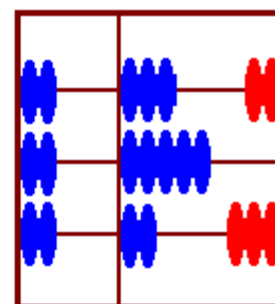
- Additions
- Soustractions
- Multiplications
- Divisions



$$173 + 30 = 173 + (3 \times 10)$$



5×10 remplacés par 50



2×50 remplacés par 100
Lecture du résultat: 203

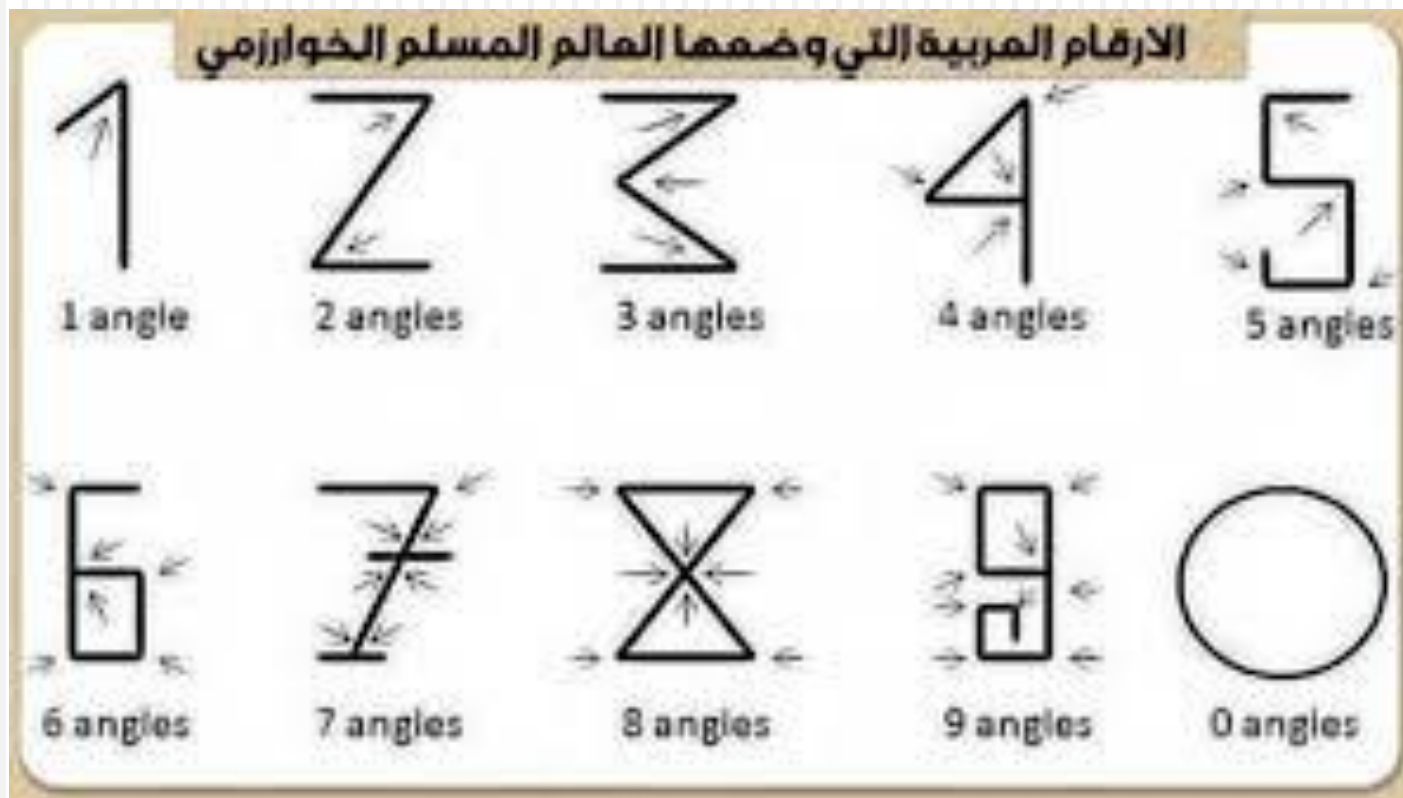
L'algèbre par Al-Khawarizmi (830)



- al-jabr : méthode de résolution des équations

$$a X^2 + b X + C = 0$$

- système décimal et chiffres « arabes »



- George Boole (1854)
 - calcul binaire et calcul logique

$$a + 0 = a$$

$$a + b = b + a$$

$$a + b + 1 = 1$$

$$a + a + b = a + b$$

$$a + \bar{a} = 1$$

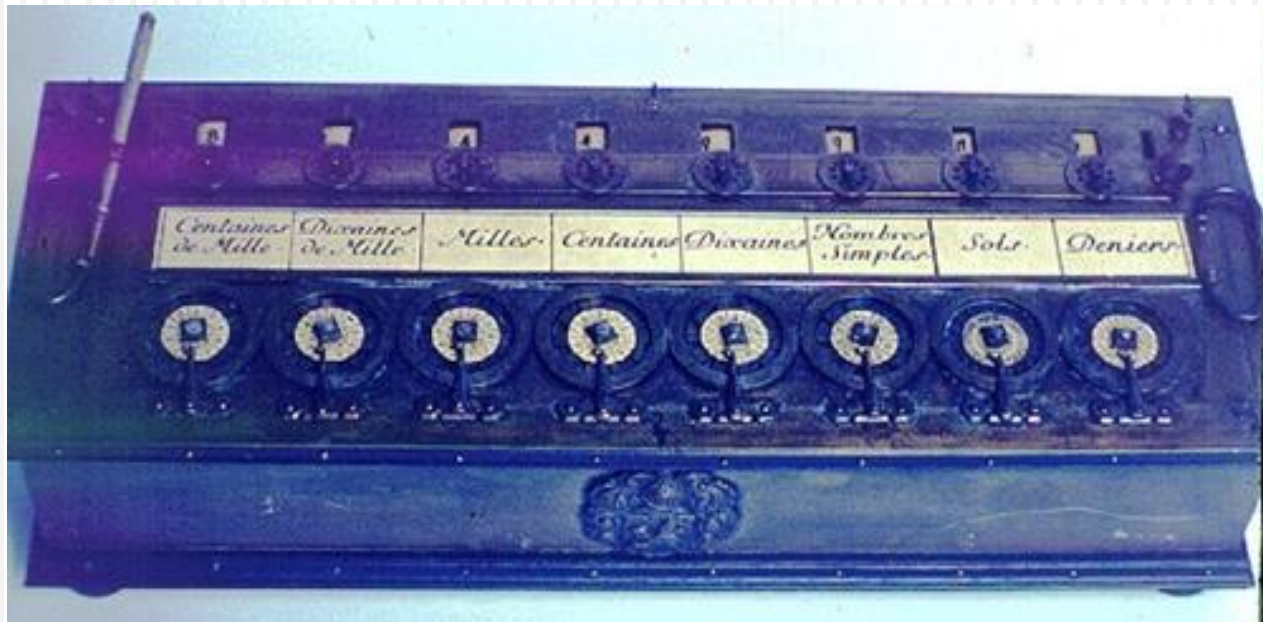
$$a + a . b = a$$

$$a + \bar{a} . b = a + b$$

Calculateurs mécaniques

La pascaline de Pascal (1642)

- calculatrice financière
- additions et les soustractions



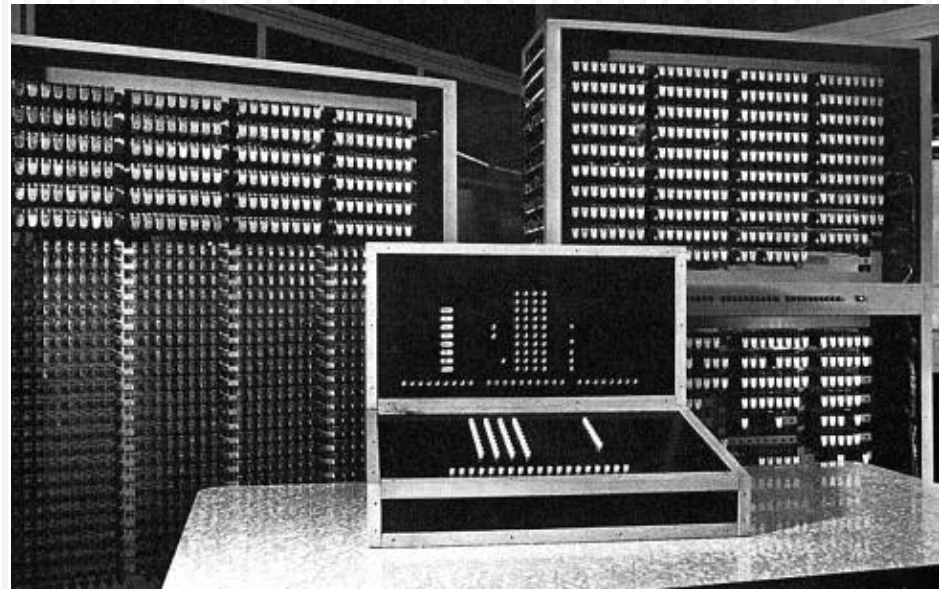
Le prototype du calculateur de Babbage (1822)

- **opérations arithmétiques autonomes**
- **comporte unité de calcul, mémoire, registre et entrée des données par carte perforée**
- **Ada King, documente ce travail et utilise la notion d'algorithme**



Le Z3 (1938) : inventé par Konrad Zuse

- relais électromécaniques**
- utilise le binaire au lieu du décimal**
- programmable**

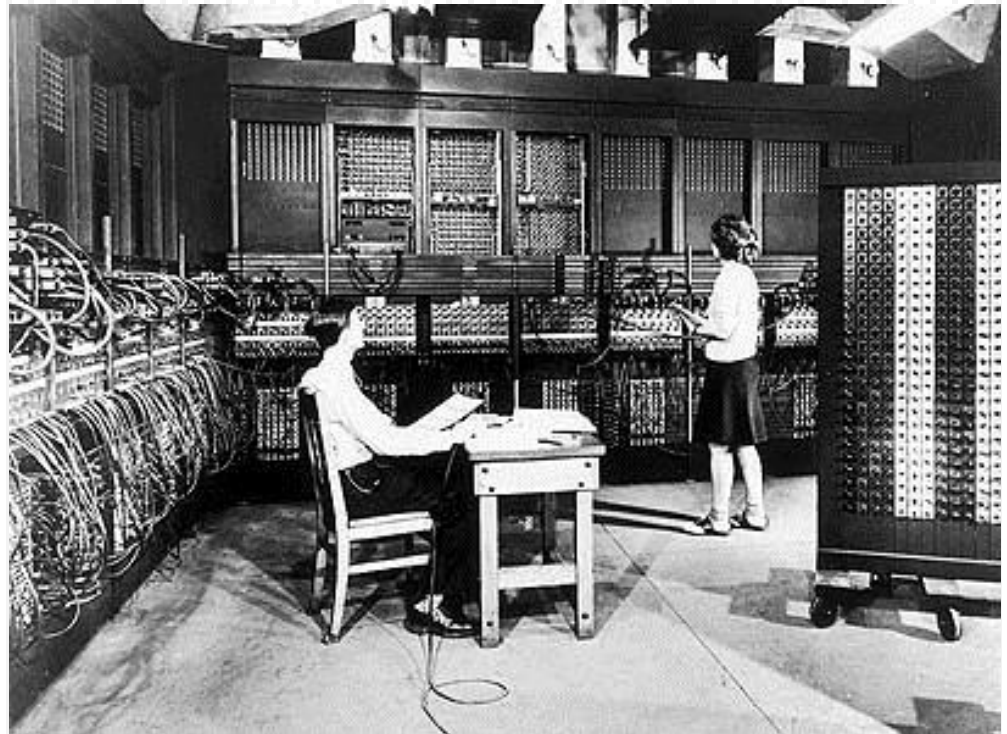


Calculateur électrique

ENIAC par Eckert et Mauchly 1945

(Electronic Numerical Integrator and Computer)

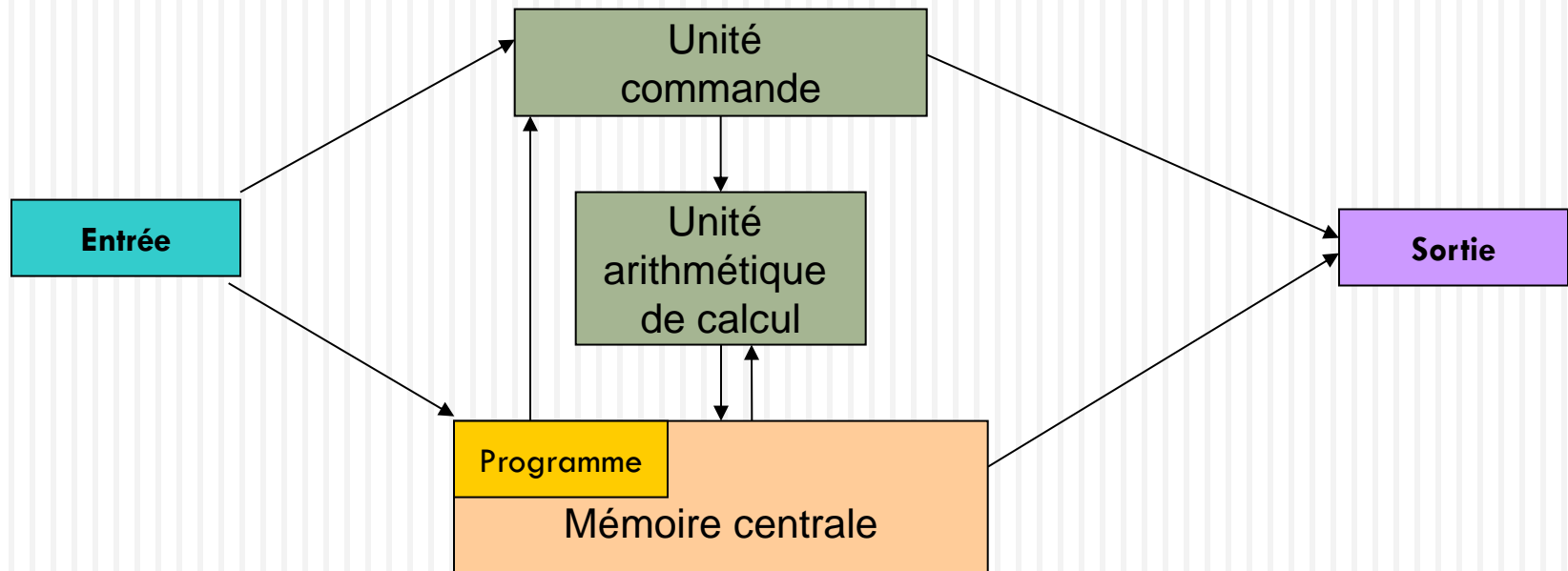
- programmation manuelle
- 30 tonnes
- 18 000 tubes à vides
- occupe 1500 m²



L'EDSAC et le modèle Von Neumann

(Electronic Delay Storage Automatic Computer) 1949

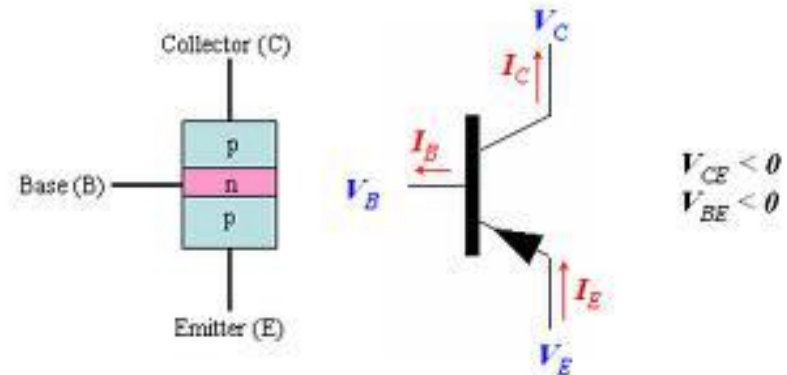
- **calculateur automatique à mémoire**
- **programmable par instructions**
- **15000 opérations mathématiques/ minutes**



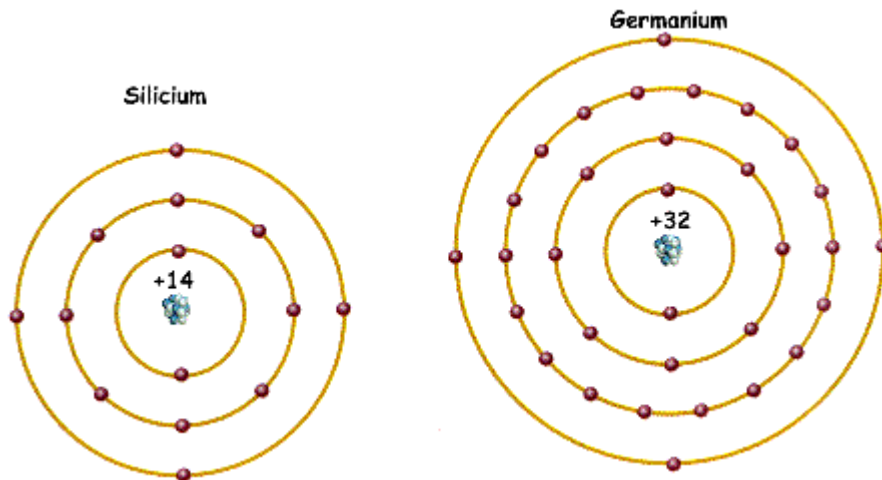
Le développement de l'électronique

- *L'électronique : Un domaine en évolution exponentielle...*

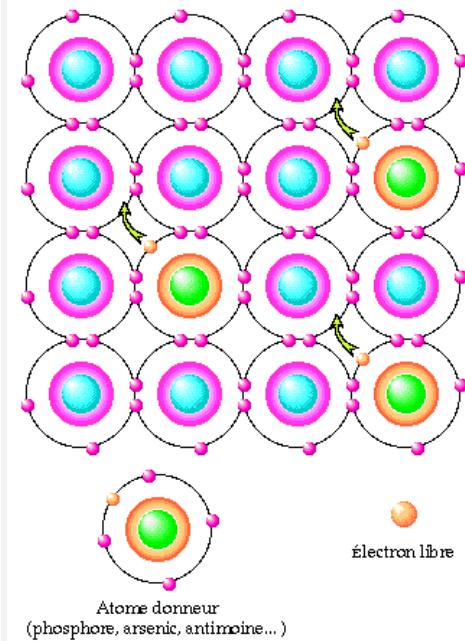
En 1947 : le premier transistor

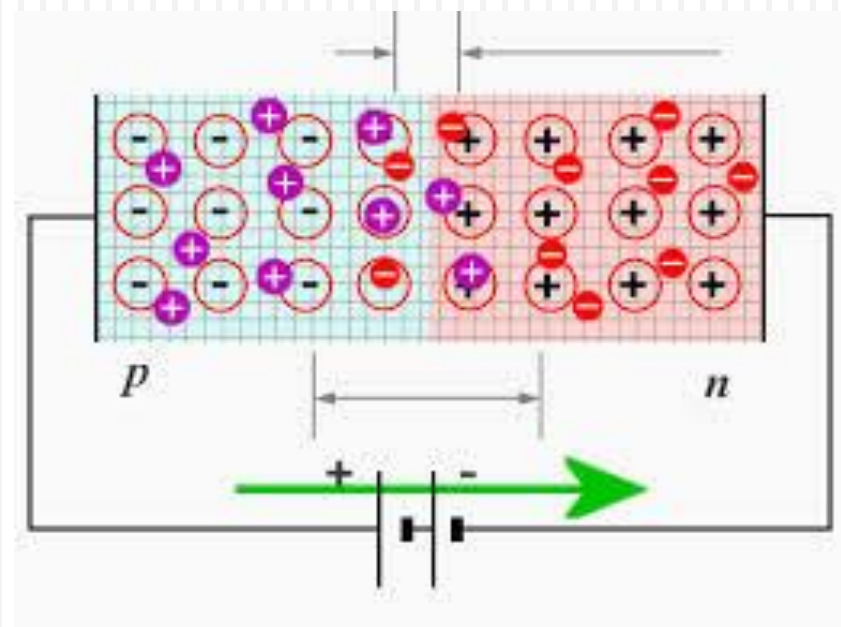
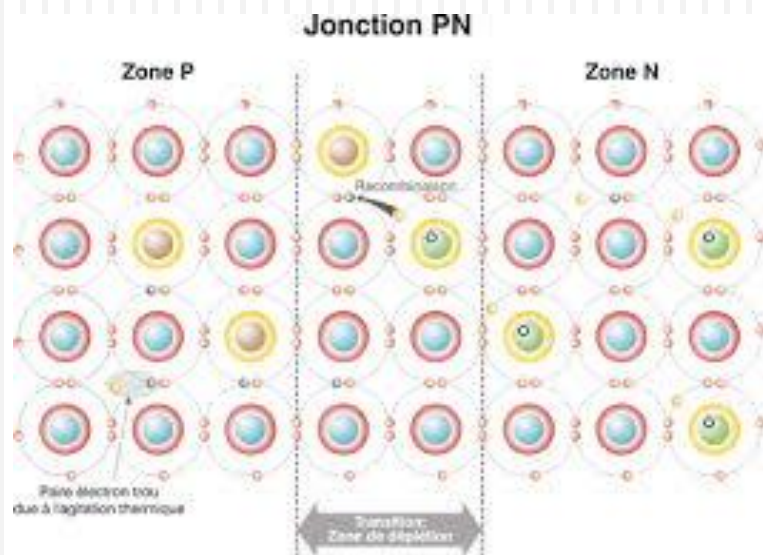


Semi-conducteurs

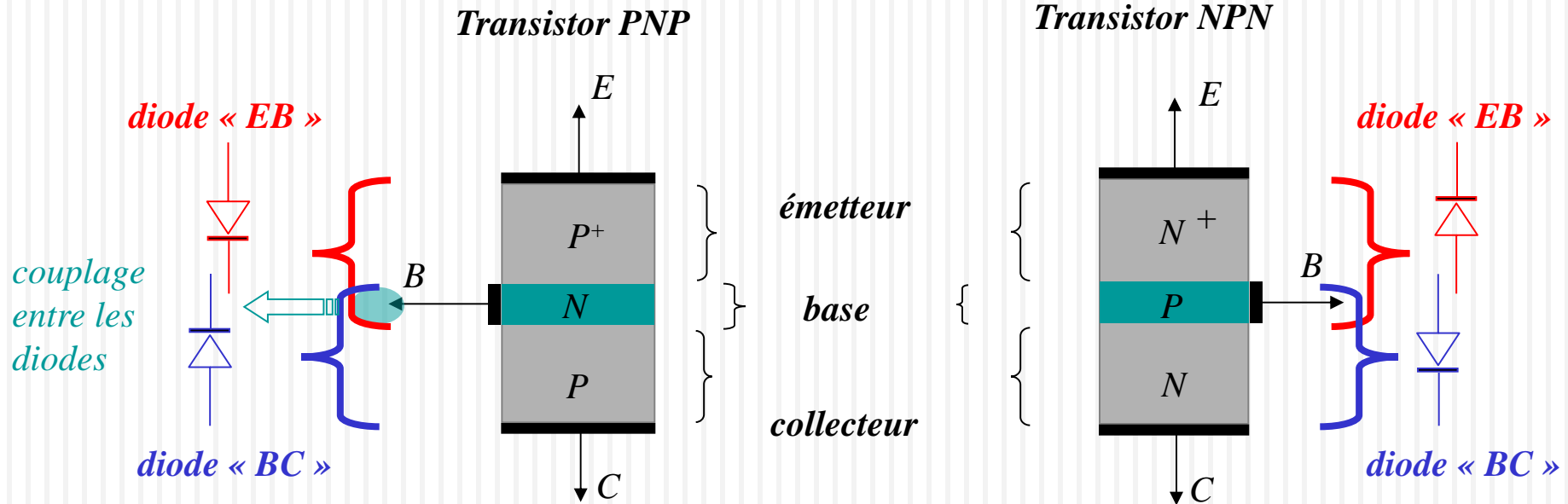


Semi conducteur de type N





■ Structure simplifiée d'un transistor bipolaire



✉ Deux « jonctions PN ou diodes » couplées \Leftrightarrow « effet transistor »

✉ Symétrie NPN/PNP

■ Effet transistor

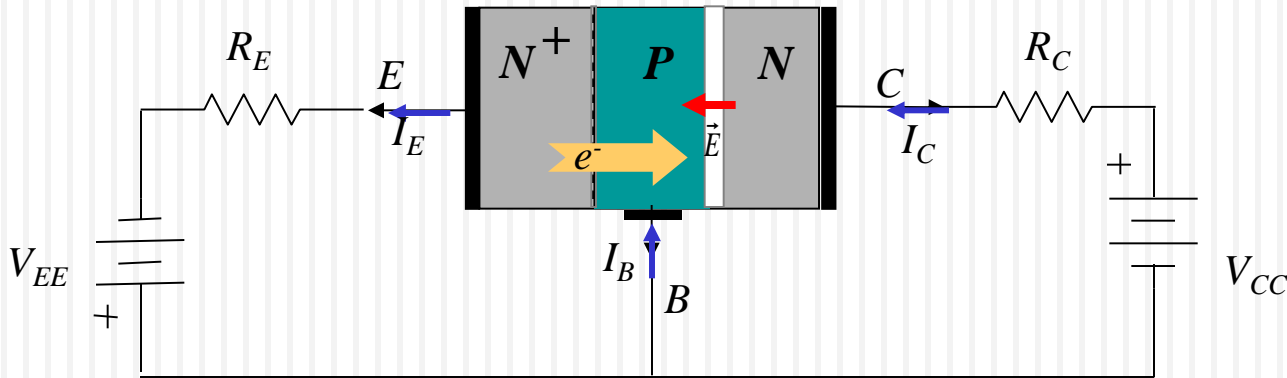
✉ *Conditions de polarisation :*

Jonction EB : **directe**

Jonction BC: **inverse**

= **MODE ACTIF** du transistor

Exemple: Transistor NPN



↓ si $V_{EE} > \sim 0.7V$, jonction EB passante $\rightarrow V_{BE} \sim 0.7V, I_E \gg 0$

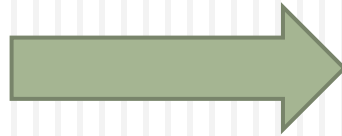
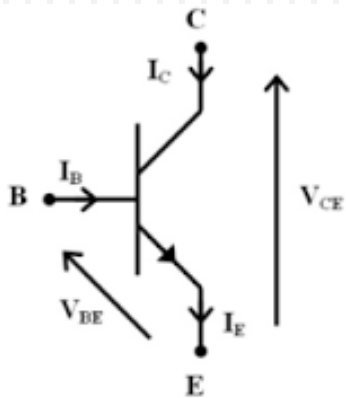
↓ La jonction EB est **dissymétrique** (dopage plus élevé côté E)
 \rightarrow **courant** porté essentiellement par les **électrons** (peu de trous circulent de B vers E)

↓ $V_{CC} > 0$, jonction BC “bloquée” \Rightarrow **champ électrique intense** à l’interface Base/Collecteur

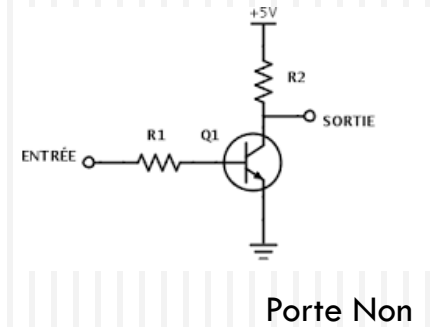
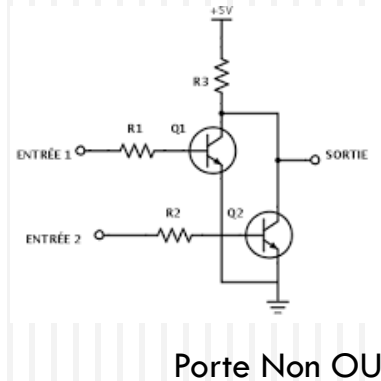
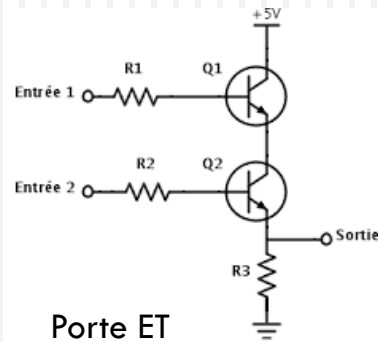
↓ La **majorité** des électrons injectés par l’émetteur dans la base sont **collectés** par le champ
 $\rightarrow I_C \sim I_E$ et $I_B = I_E - I_C \ll I_E$

↓ En mode actif, I_C **est contrôlé par** I_E , et **non** vice versa...

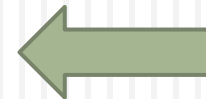
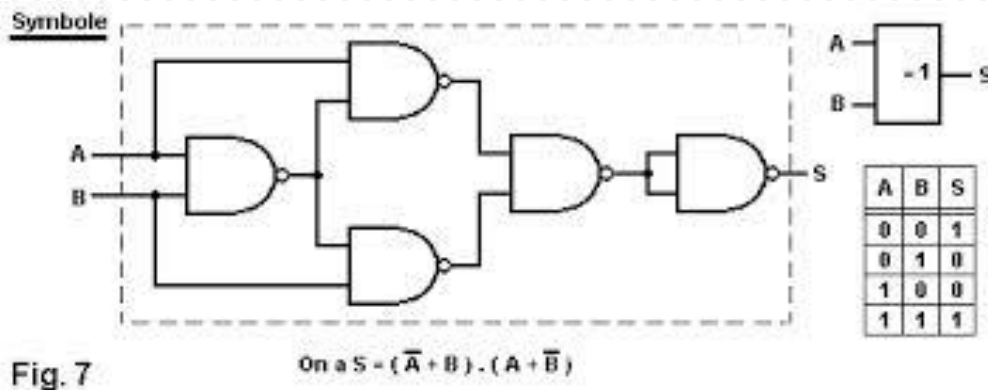
Transistors



Portes logiques



Fonctions logiques spécifiques



Circuits intégrés

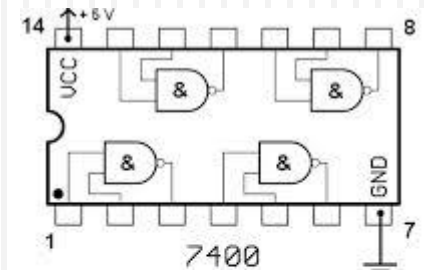
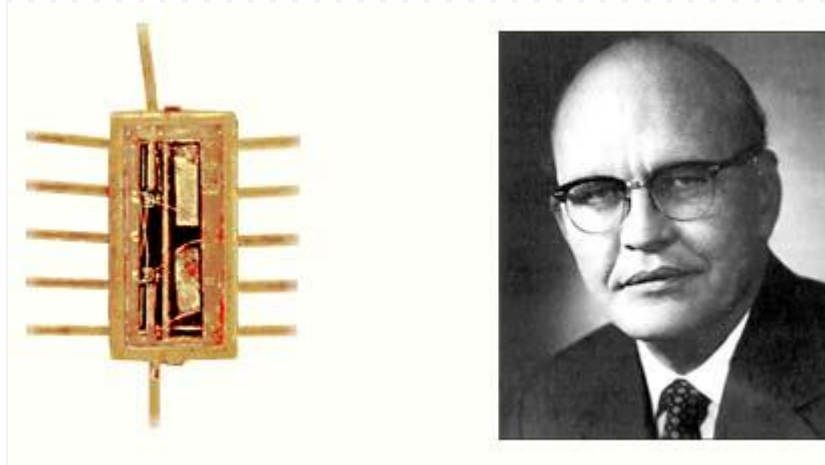


Fig. 7

En 1958 : le premier CI (Texas instrument / Jack Kilby)



Exemple d'un CI: NE555

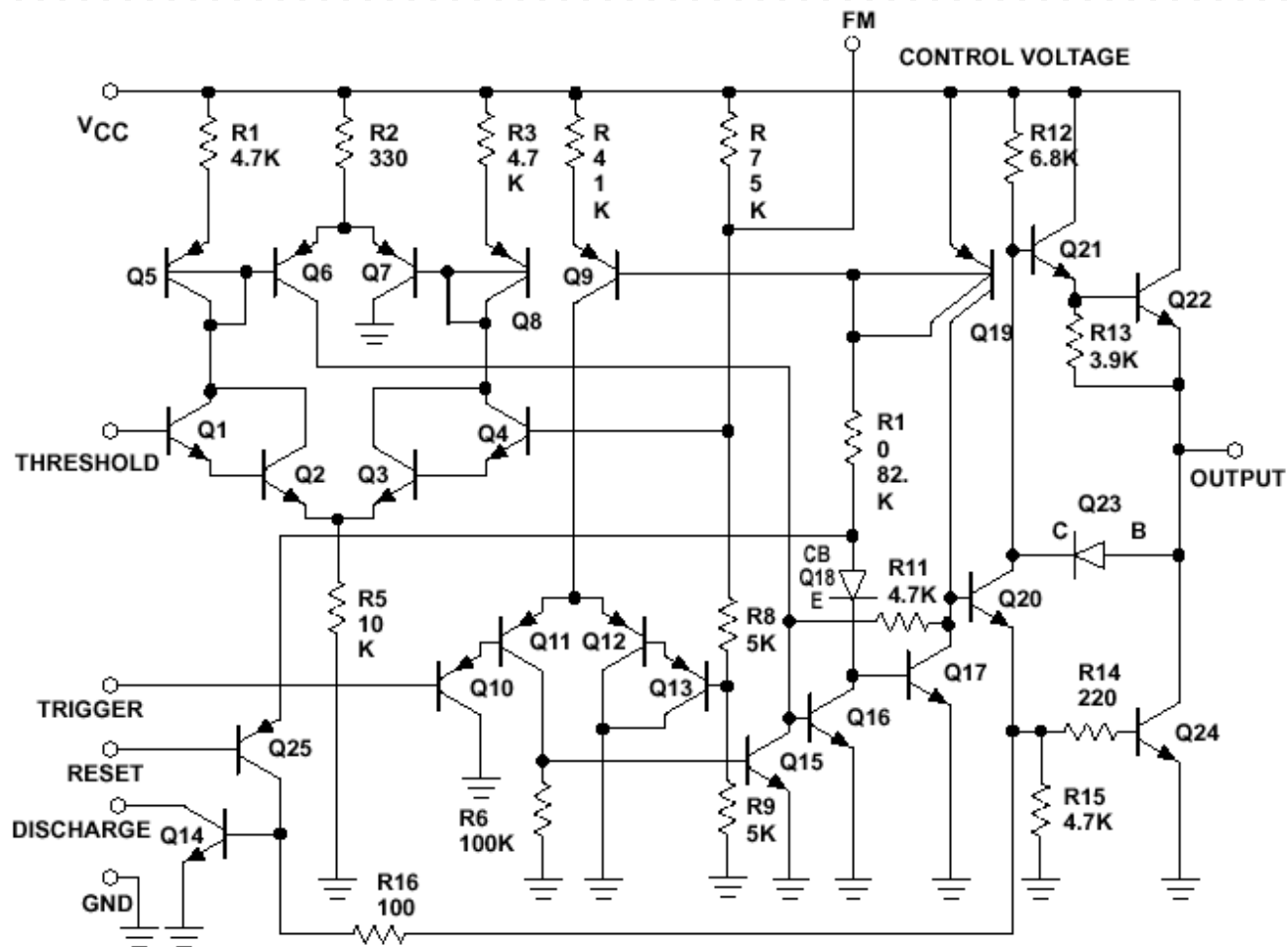
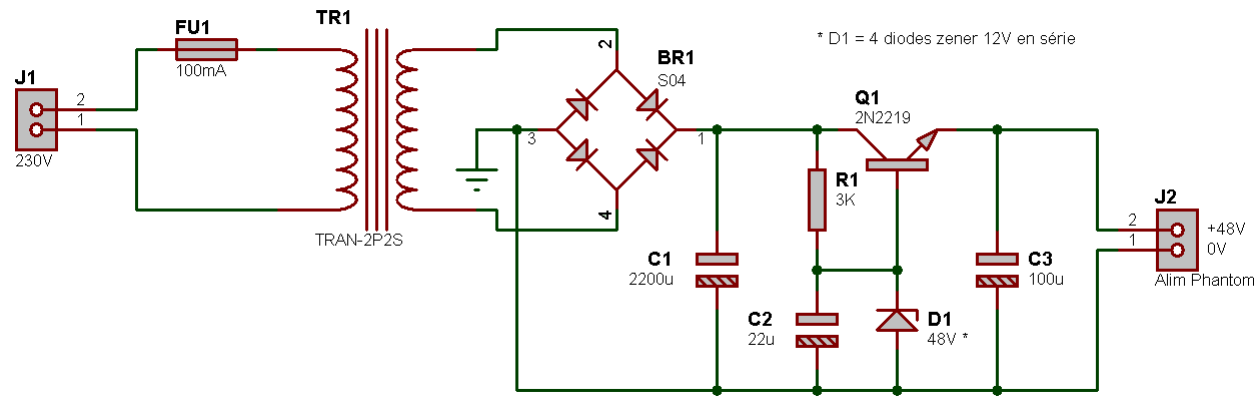


Schéma d'un CI NE555

Montages électroniques câblés



Les microprocesseurs

1971 Intel vend le premier micro-ordinateur MCS-4 utilisant un micro-processeur Intel 4004

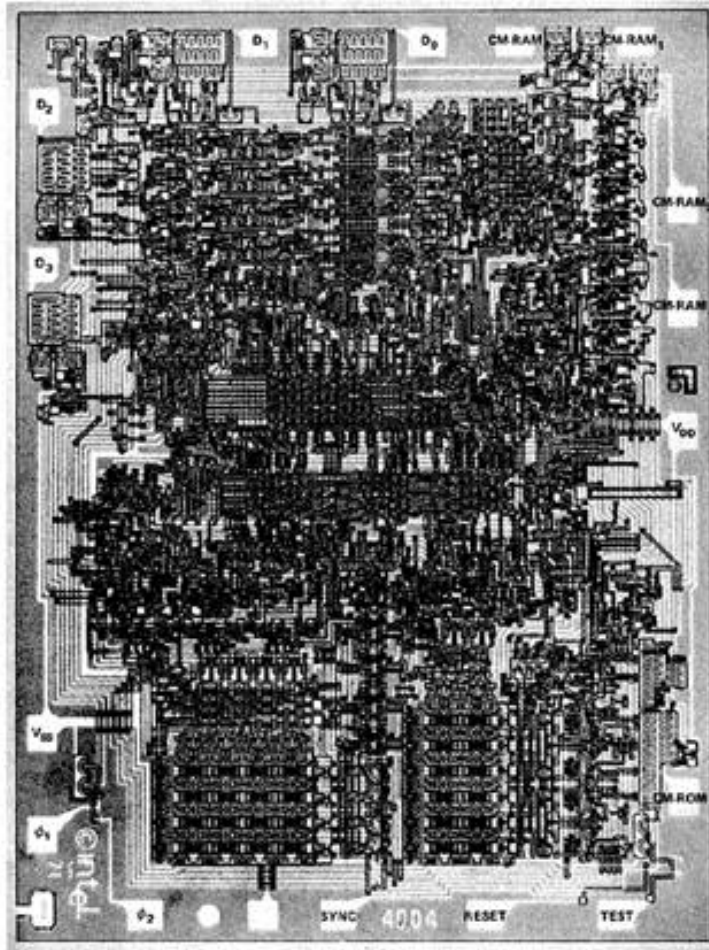
-Processeur 4 bits tournant à 108 KHz

-2300 transistors en technologie 10 microns

-Prix : 200 \$



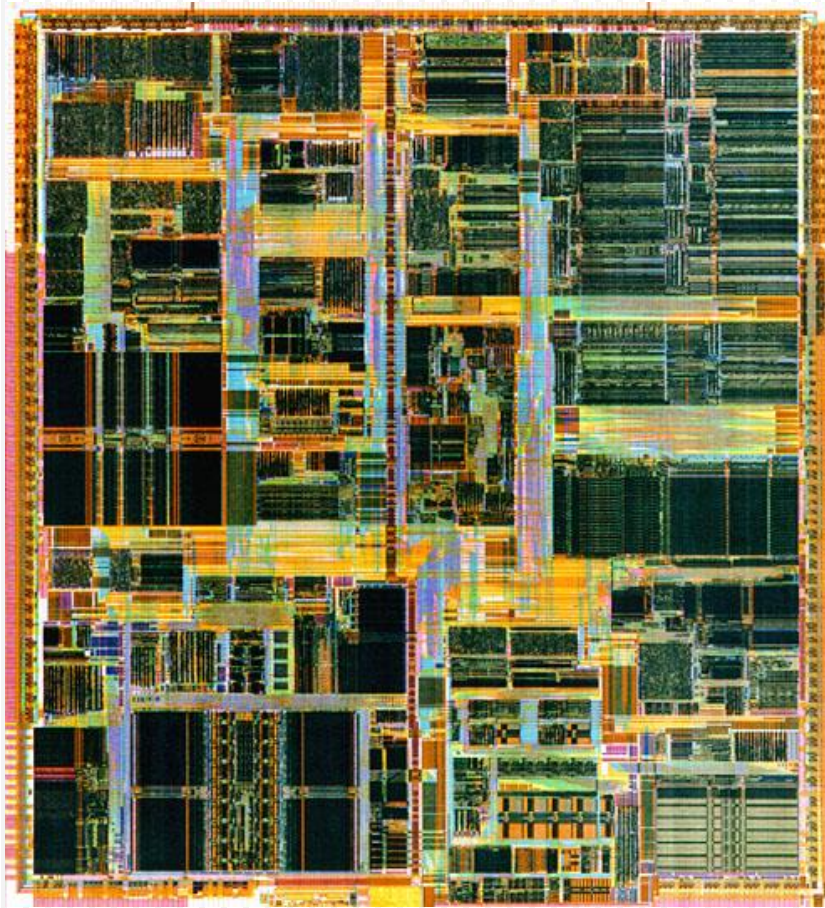
En 1971 : le premier Processeur



4004 Photomicrograph With Pin Designations

4004 d'INTEL : 15/11/1971
(2250 Transistors Bipolaires,
108 KHz, 4bits, 604 mots ad.)

Hier : le Pentium IV

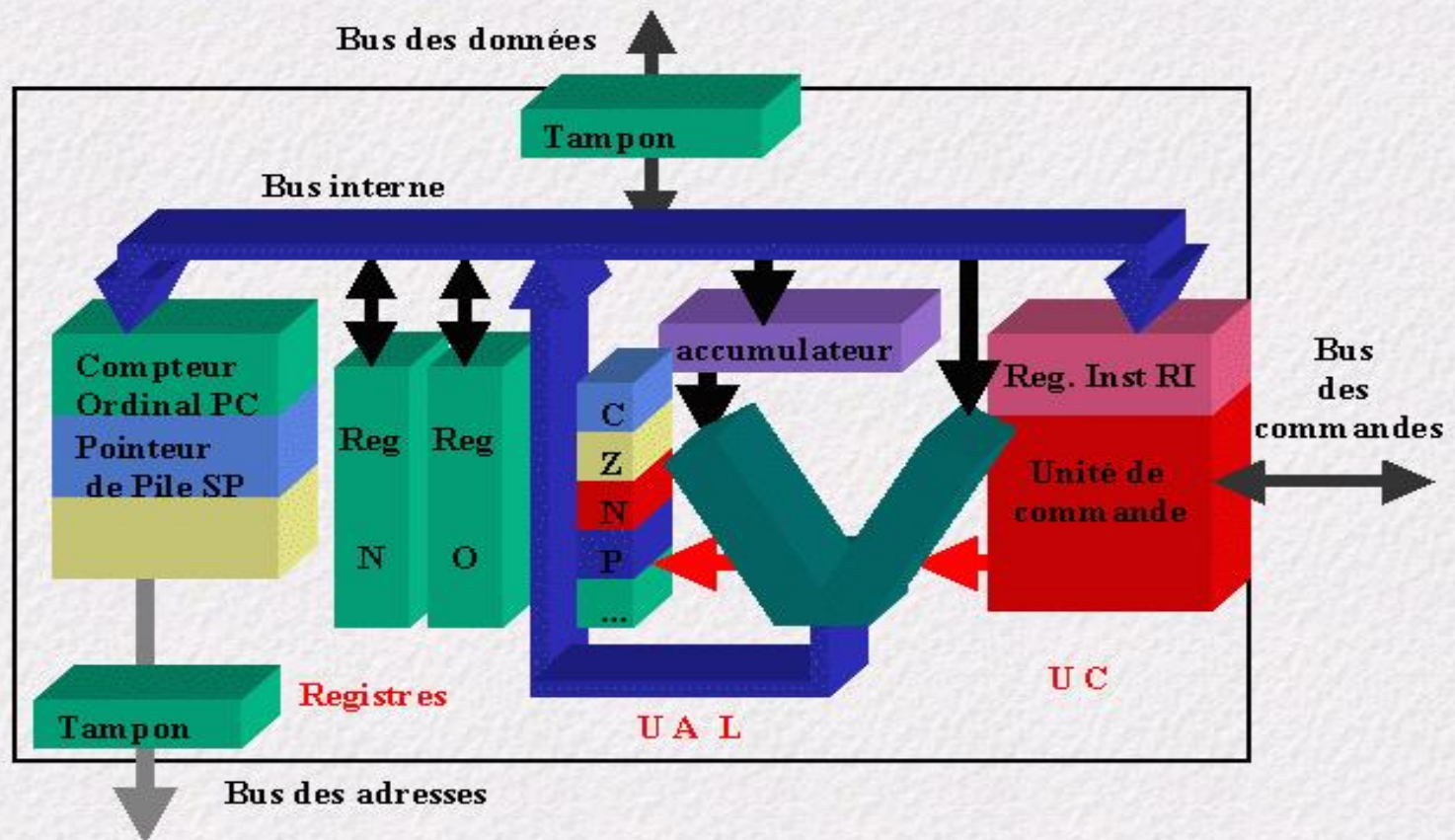


42.10^6 TMOS
(taille d'un transistor: $\sim 0,18\mu\text{m}$)

Composants d'un microprocesseur

Les trois éléments

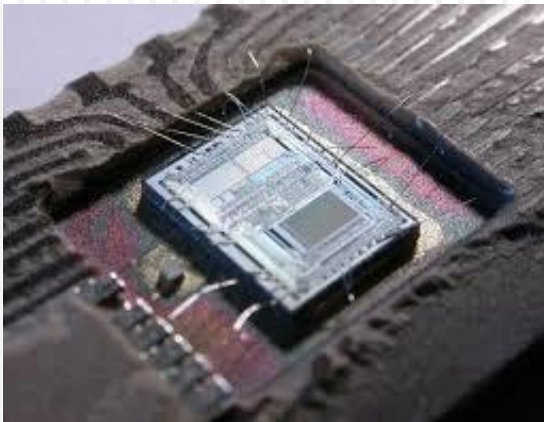
- Une unité de commande (UC)
- Une unité arithmétique et logique (UAL)
- Des registres



Exemple d'architecture d'un microprocesseur

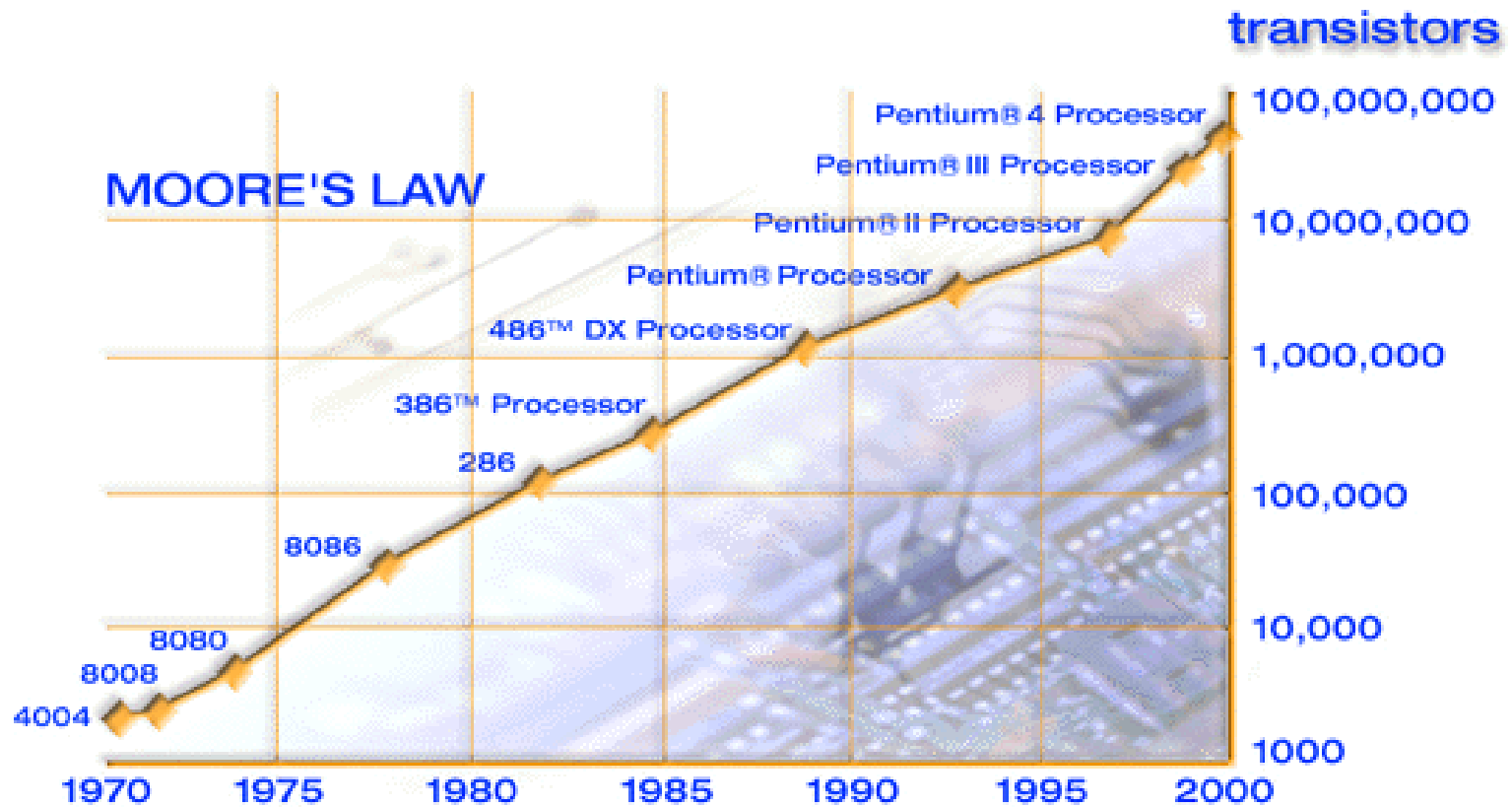
Composition d'un microprocesseur (circuits électriques internes):

Les **portes logiques** sont composées de **transistors** qui fonctionnent comme des **interrupteurs**. On trouve deux sortes de porte de base: les **MOS** et les **CMOS**. C'est à partir de celles-ci que sont fabriquées les fonctions logiques comme **OR, AND, NOT, XOR, NOR , NAND**. Ces **fonctions de base** vont constituer le **circuit interne** du microprocesseur c'est à dire que l'on peut former **toutes les autres fonctions comme, l'addition, la soustraction ...**



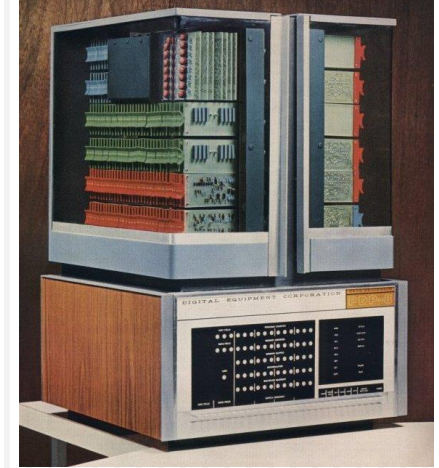
Evolution de l'intégration

La « loi » empirique de Moore...

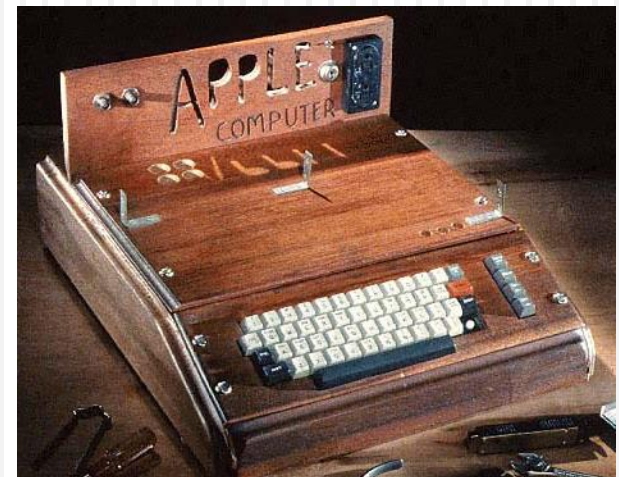


Taille des transistor ➤ Taux d'intégration ▼ Vitesse de calcul ▼

- **1er mini ordinateur :
PDP 8 de DEC présente (1965)**



- **1976 : Steve Wozniak et Steve Jobs créent le
Apple I dans un garage. Cet ordinateur possède**
 - un clavier
 - un microprocesseur à 1 Mhz,
 - 4 Ko de RAM
 - 1Ko de mémoire vidéo



- **1981 : IBM lance son 5150 Personal Computer (PC)**
 - processeur Intel 8088 à 4.77 MHz
 - 64 Ko de Ram, de 40 Ko de Ro
 - lecteur de disquettes 5"25
 - système d'exploitation DOS
 - prix 3000 \$.



L'ère de la micro-informatique

- **1984 : Macintosh**
 - processeur Intel 68000 à 8 MHz
 - 128 Ko de Ram, de 64 Ko de Rom
 - lecteur de disquettes 3"1/2
 - Souris, clavier
 - Interface graphique
 - prix 2500 \$



- **1985 : Amiga 1000 de Commodore**

- processeur Intel 68000 à 7,16 MHz

- RAM/ROM: 256Ko extensible à 2Mo

- graphisme: 4096 couleurs

- disquette 3"1/2

- prix : environ 10000 F

- connecteurs ZORRO, 2 ports joystick, audio, interface série RS232C, interface Parallèle...



- **Ordinateur personnel d'aujourd'hui**

Exemple

Marque: Apple MacBook Pro

Ecran: Retina 15"

Microprocesseur: Intel Core i7 quadricœur

fréquence: 2,3 GHz

Mémoire vive (RAM): 16Go

Mémoire de stockage (SSD): 512 Go



L'ère du multimédia et réseaux

- **Données,**
- **Images,**
- **Son,**
- **Vidéos**
- **Internet**

