

NF92

Traitement automatique de l'information

Pavol BARGER

Fonctionnement de l'ordinateur

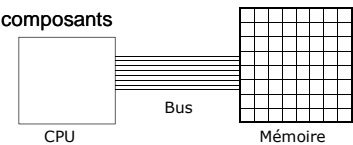
Contenu

- Microprocesseur et mémoire
 - Leur fonctionnement
 - Bus
- Périphériques
- Interruptions
- BIOS

3

Cœur de l'ordinateur

- Mémoire
- Central Processing Unit (CPU)
 - Arithmetic Logic Unit (ALU)
 - Control unit (CU)
- Bus
 - Liaison entre les composants



4

Central Processing Unit

- Arithmetic Logic Unit
 - Toute opération arithmétique et logique
 - Une opération à la fois
 - Control Unit
 - Exécution du programme
 - Sélection d'instructions
 - Interfaçage avec les autres
- } Avec changement de données
 } Sans changement de données

5

Registres

- Petites mémoires (quelques bits) dans le CPU
- Utilisations spécifiques
- Dans le microprocesseur 8086 (16 bits)
 - AX – accumulateur
 - BX, CX, DX
 - Registre de drapeaux
 - Compteur ordinal
 - Registre d'instruction
 - Pile

6

Registre de drapeaux

Bits

- **Carry Flag (CF)** - Ce flag est à 1 lorsqu'il y a une retenue.
- **Zero Flag (ZF)** - Ce flag est à 1 lorsque le résultat est **zéro**.
- **Sign Flag (SF)** - Ce flag est à 1 lorsque le résultat est **négatif**.
- **Overflow Flag (OF)** - Ce flag est à 1 lorsqu'un **débordement** a lieu. L'indicateur débordement est une fonction logique (OU exclusif) de la retenue (C) et du signe (S).
- **Parity Flag (PF)** - Ce flag est à 1 lorsque le résultat est un nombre pair de bits à 1.
- **Interrupt enable Flag (IF)** - Lorsque ce flag est à 1, le processeur réagit aux interruptions des dispositifs externes.

7

Types d'instructions

- Instructions de transfert
 - registre → registre
 - registre → mémoire
 - mémoire → registre
 - (mémoire → mémoire)
- Instructions arithmétiques
 - addition, soustraction, multiplication, division
- Instruction logiques
 - ET, OU, OU exclusif, négation
- Instructions de décalage et de rotation
- Instructions de saut
 - saut conditionnel
 - saut inconditionnel
- Instructions de commande et d'état

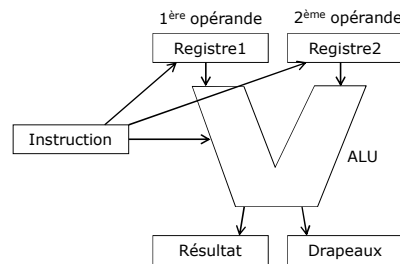
8

Jeu d'instructions de base

Mnémonique	Valeur hexa	Taille en octets	Description
MOV			Transfert de données
ADD AX, Val	5	3	Ajoute à AX la valeur indiquée et stocke le résultat dans AX
ADD AX, Adr	03 06	4	Ajoute à AX la valeur stockée à l'adresse indiquée et stocke le résultat dans AX
CMP AX, Val	3D	3	Compare AX et la valeur indiquée
CMP AX, Adr	3B 06	4	Compare AX et la valeur stockée à l'adresse indiquée
DEC AX	48	1	Décrémente AX (soustrait 1)
INC AX	40	1	Incrémente AX (ajoute 1)
JE adr	74	2	Saut à l'adresse indiquée si égalité
JG adr	7F	2	Saut à l'adresse indiquée si supérieur
RET			Arrêt du programme

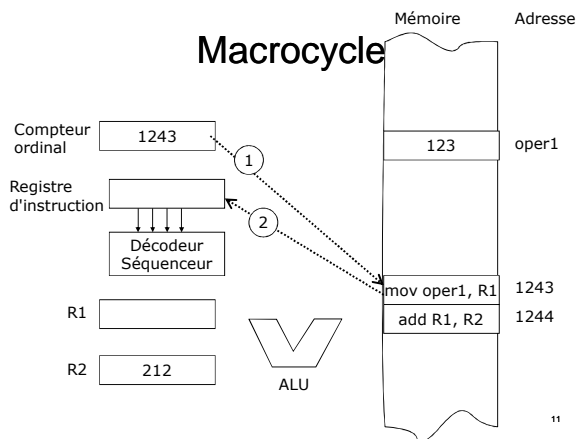
9

Traitement d'une instruction



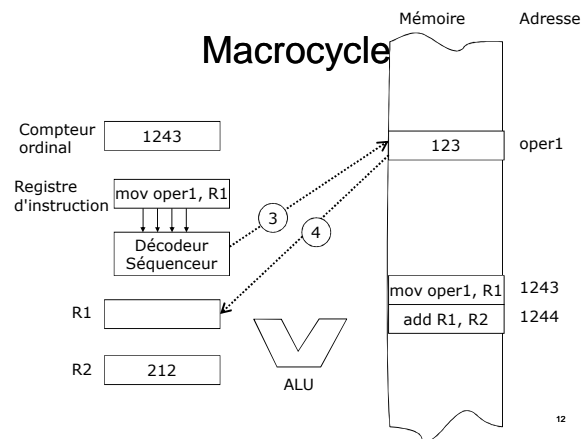
10

Macrocycle

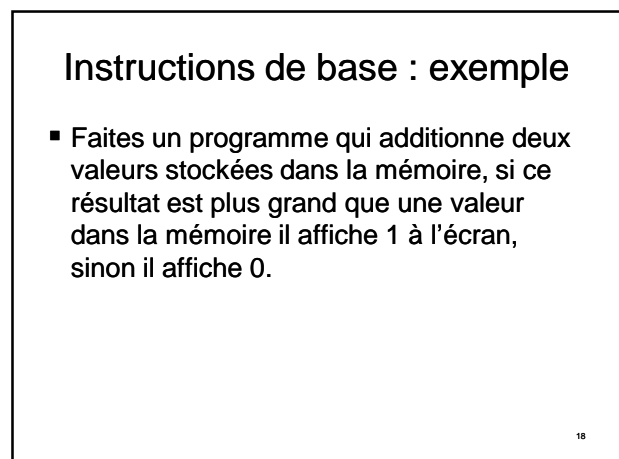
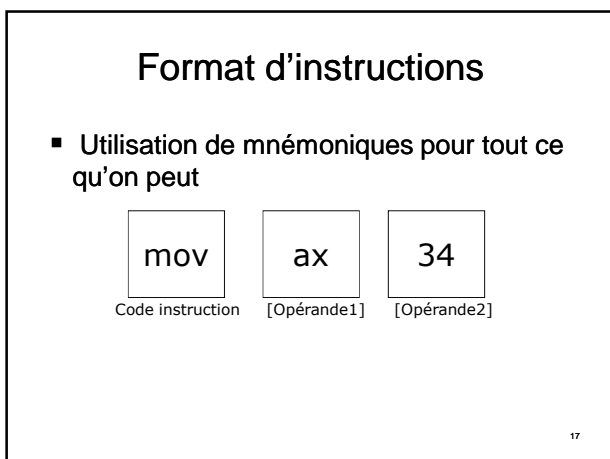
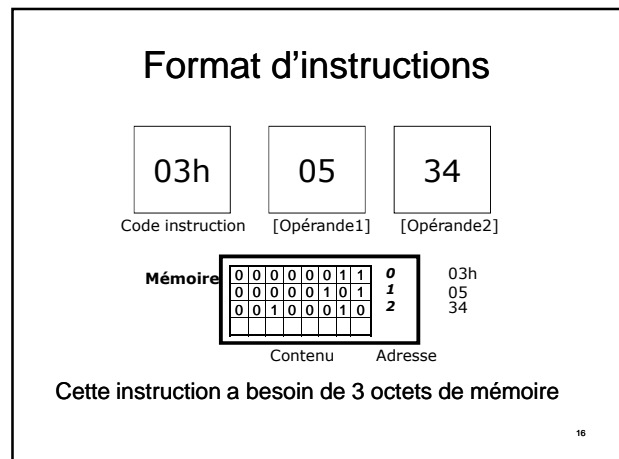
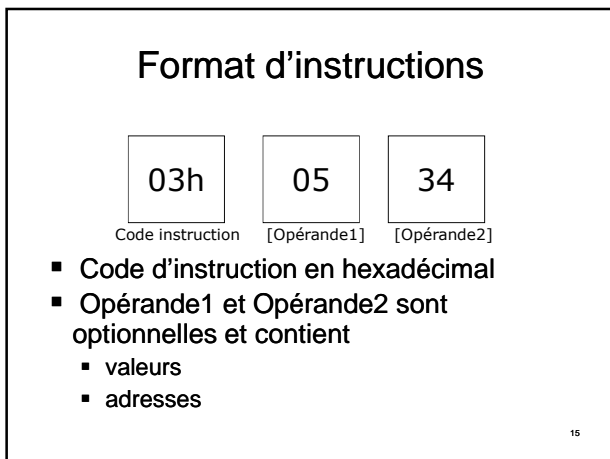
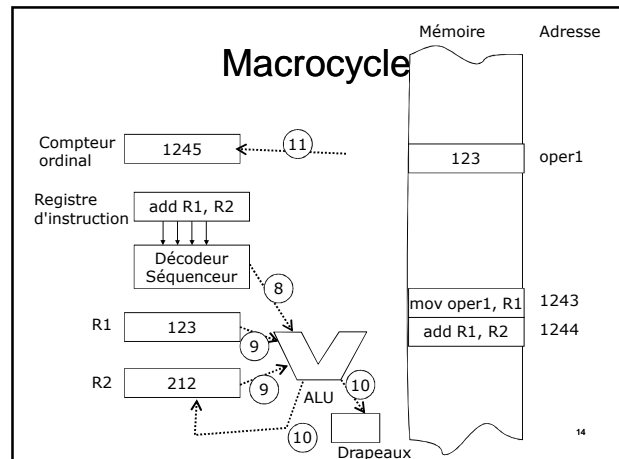
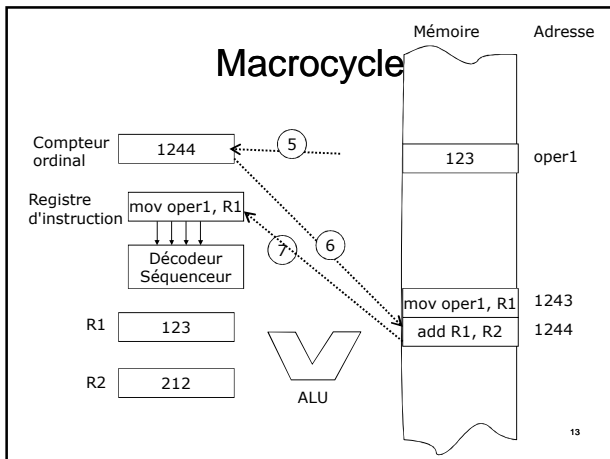


11

Macrocycle



12



Instructions de base : exemple

```
if (a+b)>c
  then print("1")
  else print("0")
```

19

Instructions de base : exemple

0. Réserve de 3 places dans la mémoire
[101] première valeur
[102] deuxième valeur
[103] seuil de comparaison

PS: on appelle ces 3 places des variables

20

Instructions de base : exemple

1. Transfert de la première valeur dans l'accumulateur
mov ax, [101]
2. Ajout de la deuxième valeur à l'ax
add ax, [102]
3. Comparer le contenu de l'ax avec le seuil
cmp ax,[103]

21

Instructions de base : exemple

4.a Si le résultat de cette comparaison est plus grand alors fait un saut *quelquepart*
jg quelquepart
4.b.1 sinon continue et affiche 0
mov ecran, 0
4.b.2 arrêt du programme
ret

22

Instructions de base : exemple

5.1 programme *quelquepart* : affiche 1
mov ecran, 1
5.2 arrêt du programme
ret

23

Instructions de base : exemple

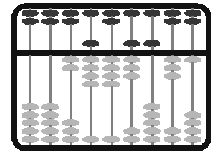
```
if (a+b)>c
  then print("1")
  else print("0")

  mov ax, [101]
  add ax, [102]
  cmp ax, [103]
  jg quelquepart
  mov ecran, 0
  ret

quelquepart :
  mov ecran, 1
  ret
```

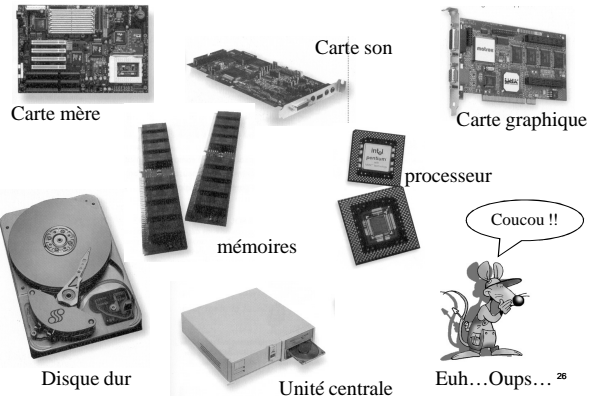
24

Pour faire du binaire, il y a des machines



25

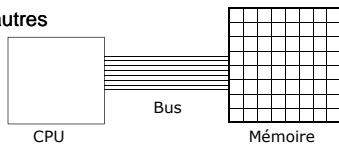
A l'intérieur d'un ordinateur



26

Cœur de l'ordinateur

- Mémoire
- Central Processing Unit (CPU)
 - Arithmetic Logic Unit (ALU)
 - Control unit
- Bus
 - Liaison entre les autres



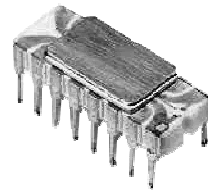
27

Historique μ P Intel

1971

4004

12mm², 2300 transistors
10 μ m
16 broches, 108KHz
4 bits



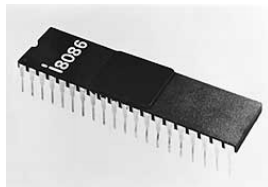
28

Historique μ P Intel

1978

8086

4,77 MHz
29.000 tr
3 μ m
16 bits



29

Historique μ P Intel

1982

80286

12 MHz
134.000 tr
1,5 μ m
16 bits



30

Historique µP Intel

1985

80386

16 MHz
275.000 tr
1,5µm
32 bits



31

Historique µP Intel

1989

80486

25 MHz
1,2 Mtr
1µm
32 bits



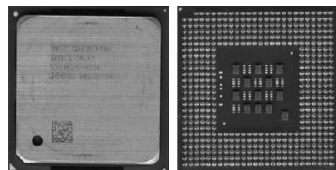
32

Historique µP Intel

1993

Pentium

Pentium 4
2,8 GHz
42 Mtr
0,18µm
32/64 bits



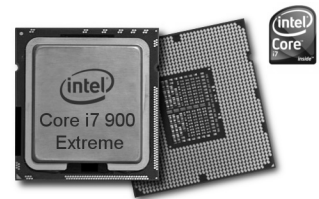
33

Historique µP Intel

2010

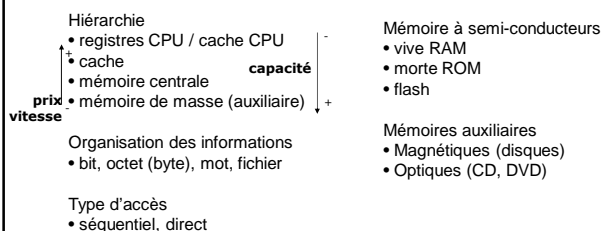
Intel Core

1 170 000 000
0,032
3,33 GHz (Core i7 980X)
64 bits bus



34

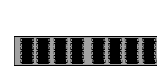
Mémoire



35

Mémoire vive

Selon le type de connecteur



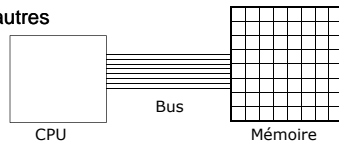
Selon le mode de fonctionnement

SRAM (Static)
DRAM (Dynamic)
SDRAM (Synchronous)
DDR SDRAM (Double Data Rate)
DDR2 SDRAM

36

Cœur de l'ordinateur

- Mémoire
- Central Processing Unit (CPU)
 - Arithmetic Logic Unit (ALU)
 - Control unit
- Bus
 - Liaison entre les autres



37

Bus

- Accès à la mémoire
- Largeur du bus (L)
 - Nombre de fils en parallèle
- Double utilisation
 - Contenu
 - Adresses

→ Bus séparé en 2

- Bus contenu (L=p)
- Bus adresses (L=m)

0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	3
0	1	0	4
0	1	1	5
0	1	1	6
0	1	0	7
0	0	1	8

Contenu Adresse

38

Bus exemple

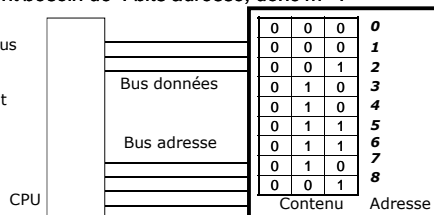
Fournir des données de l'adresse 3

$p=3$

adresse max=8 donc 9 mots à adresser, par conséquent besoin de 4 bits adresse, donc $m=4$

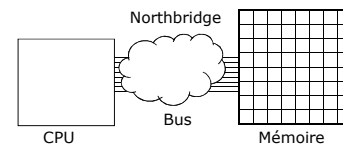
Étapes:

1. Écrire 3 sur bus adresse
2. Attendre
3. Lire le résultat sur le bus données



39

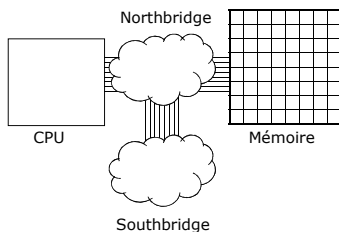
Cœur et corps de l'ordinateur



- Le bus est géré par un circuit spécifique: northbridge
- Northbridge : connexion entre le CPU, la mémoire et les autres

40

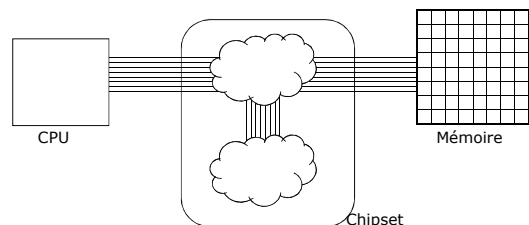
Cœur et corps



- Southbridge : connexion de northbridge et les périphériques

41

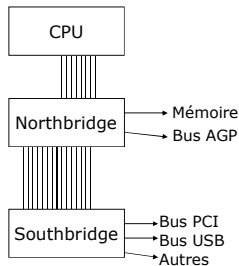
Cœur et corps



- Chipset : unité logique composée de northbridge et southbridge

42

Architecture



- Tout se connecte avec des bus
- La vitesse des composants décroît avec la distance du CPU
- Besoin de tampons pour équilibrer cette différence

43

Bus

Ensemble de "fils" connectant des unités fonctionnelles au sein d'un ordinateur.

Caractérisé par :

- sa **largeur** (nombre de bits transmis simultanément)
- sa **fréquence** (cadence à laquelle les paquets de bits sont transmis)

La fréquence du processeur doit être un multiple de la fréquence du bus système.

2 types des bus :

- internes
- externes

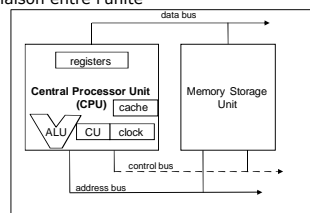
44

Bus interne

Selon fonctions :

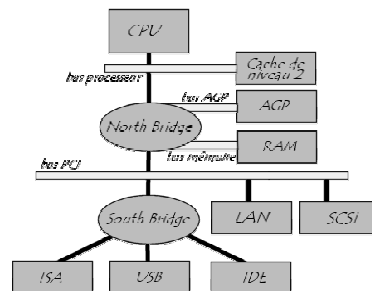
- Bus processeur – bus privé spécifique du μP
- Bus local – prolonge le bus processeur, lie les composants
- Bus d'entrée et de sortie – liaison entre l'unité centrale et les périphériques

- Bus processeur:
- CPU – cache
- Machine :
1. Adresses
 2. Données
 3. Contrôles



45

Bus dans un ordinateur



46

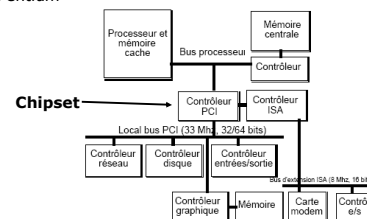
Bus externe

- Slots pour les cartes
- Plusieurs types de connecteurs :
 - ISA (Industrie Standard Architecture)
 - VLB (Vesa Local Bus)
 - PCI (Peripheral Component Interconnect)
 - AGP (Accelerated Graphic Port)
 - AMR (Audio Modem Riser)

47

Bus PCI

- 32 bits à 33 MHz
- indépendant du processeur
- peut être combiné avec ISA ou EISA, autoconfigurable
- autorise l'accès 64 bits nécessaires à l'exploitation des Pentium



48

Bus SATA

- Bus pour les périphériques autour de la carte mère
- Débits jusqu'à 600 Mo/s
- Possibilité d'alimentation en 3.3V, 5V et 12V
- 8 ou 15 fils



49

Interruptions

1. Le programme se déroule normalement
2. L'événement survient
3. Le programme achève l'instruction en cours de traitement
4. Le programme saute à l'adresse de traitement de l'interruption
5. Le programme traite l'interruption
6. Le programme saute à l'instruction qui suit la dernière exécutée dans le programme principal.

50

Interruptions

Interruptions PC AT

- IRQ 0 : Horloge Système
- IRQ 1 : Clavier
- IRQ 2 : N/A (cascade du second contrôleur)
- IRQ 3 : Port série (COM2/COM4)
- IRQ 4 : Port série (COM1/COM3)
- IRQ 5 : LPT2 (carte de son)
- IRQ 6 : Lecteur de disquettes
- IRQ 7 : Port parallèle (LPT1)
- IRQ 8 : Horloge temps réel
- IRQ 9 : N/A (PCI)
- IRQ 10 : N/A
- IRQ 11 : N/A (USB)
- IRQ 12 : N/A (PS/2)
- IRQ 13 : Coprocesseur math.
- IRQ 14 : Disque dur primaire
- IRQ 15 : Disque dur secondaire

51

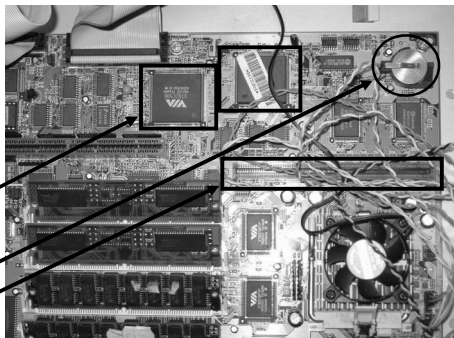
Le BIOS

Basic Input Output System ou BIOS : système de gestion élémentaires des entrées/sorties

- programme contenu dans la mémoire morte (ROM) et dans une mémoire modifiable (EEPROM) de la carte mère s'exécutant au démarrage de l'ordinateur.

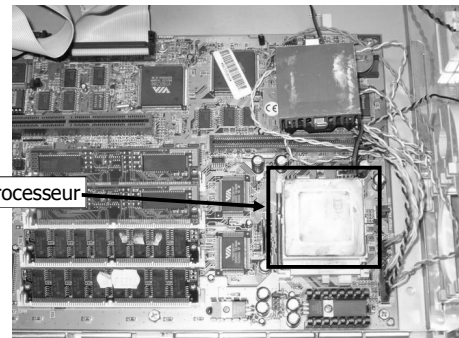
52

Carte mère



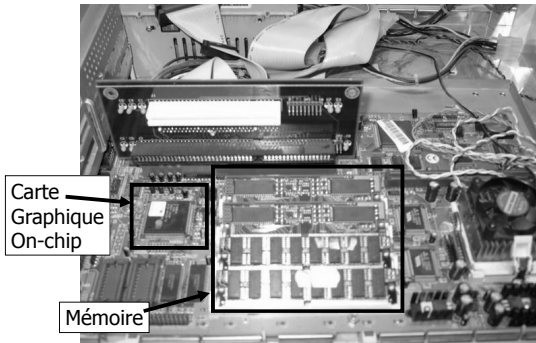
53

Carte mère



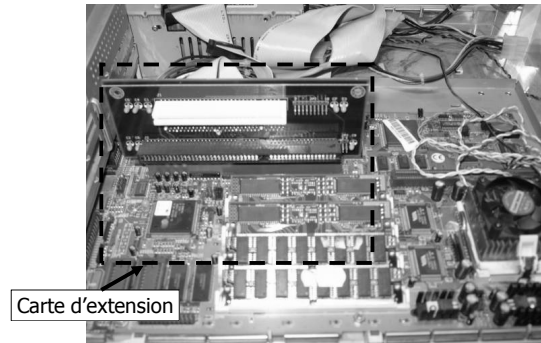
54

Carte mère



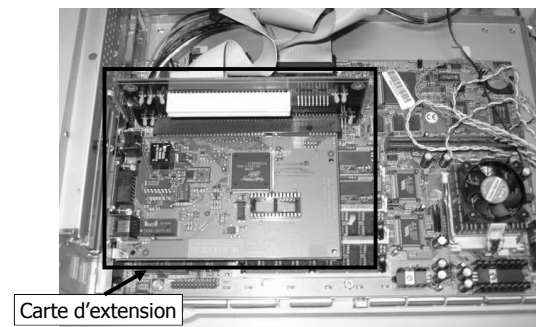
55

Carte mère



56

Carte mère



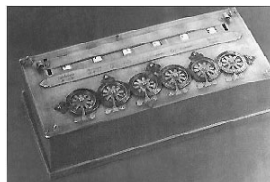
57

Pré-histoire et Histoire de l'Informatique

Calculateurs mécaniques (1/4)

1643 Blaise Pascal invente la *Pascaline*, machine à faire les additions, soustractions et a convertir les monnaies

Lorsqu'un cadran fait un tour complet, le cadran suivant est incrémenté (retenue automatique)



59

Calculateurs mécaniques (2/4)

1679 Leibnitz améliore la *Pascaline*, en y ajoutant la multiplication et la division : la calculette est née!

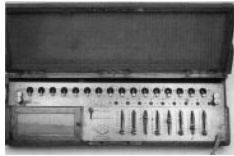
Pose les bases de l'arithmétique binaire



60

Calculateurs mécaniques (3/4)

1820 Charles-Xavier Thomas de Colmar invente l'*arithmomètre*. Portable, pratique et facile à utiliser : 1500 exemplaires en 30 ans



61

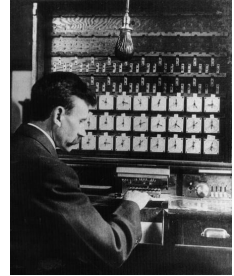
Calculateurs mécaniques (4/4)

1890 Automatisation du recensement américain grâce à la tabulatrice à cartes perforées de Hollerith.

Inspirée des métiers à tisser Jacquard + électricité

Création de la « **Tabulated Machine Company** »

Plein de calculateurs mécaniques jusqu'aux années 1950 !



62

XIX^{ème} siècle

Boole : bases de la logique binaire (1854)
(2 valeurs de vérité, 4 opérations de base)

Babbage : *machine à différences*
calcul des éphémérides grâce à une suite d'additions et de soustractions
purement mécanique
sortie : gravure d'une plaque de cuivre !
Calcul sophistiqué mais machine spécialisée

63

La Machine Analytique (1/2)

1833, Babbage : « un **calculateur universel** »

1. Entrée (programme)
2. Unité de commande
3. « **Magasin** » (mémoire)
4. « **Moulin** » (calcul élémentaire, UAL)
5. Sortie

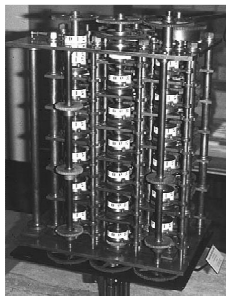


64

La Machine Analytique (2/2)

Une conception trop en avance ! Problèmes de technologie : la machine ne fonctionna jamais.

Assisté de Lady Ada Lovelace, première programmeuse !



65

Précision de calcul

■ Calculez $a \cdot x = b$

$a = [1e-17 \ 1; 1 \ 1];$
 $b = [1; 2];$

$a(2,2) = a(2,2) - a(2,1)/a(1,1) \cdot a(1,2);$
 $b(2) = b(2) - a(2,1)/a(1,1) \cdot b(1);$
 $x(2) = b(2)/a(2,2);$
 $x(1) = (b(1) - a(1,2) \cdot x(2))/a(1,1);$
 $\text{disp}(x)$

66

Précision de calcul

- Calculez $a \cdot x = b$

```
a=[1 1;1e-17 1];  
b=[2;1];
```

```
a(2,2)=a(2,2)-a(2,1)/a(1,1)*a(1,2);  
b(2)=b(2)-a(2,1)/a(1,1)*b(1);  
x(2)=b(2)/a(2,2);  
x(1)=(b(1)-a(1,2)*x(2))/a(1,1);  
disp(x)
```

67