

# Chapitre II : Architectures parallèles

ISSATSo

AU : 2023-2024

- 1 **Historique**
- 2 **Classification**
- 3 **Composants matériels**
- 4 **Clusters**
- 5 **Grilles**

# Sommaire

**1 Historique**

2 Classification

3 Composants matériels

4 Clusters

5 Grilles

## Quatre décennies

Caractéristique	Batch	Time-sharing	Desktop	Network
Décennie	1960s	1970s	1980s	1990s/2000s
Emplacement	Computer room (ordinateur)	Terminal room (mini-ordi)	Desktop (micro-ordi)	Mobile
Utilisateurs	Experts	spécialistes	Individus	Groupes
Connectivité	Aucune	Câble périphérique	LAN	Internet/Wireless
Propriétaires	Centre de calcul	Divisional IS shops	Utilisateurs	N'importe qui

# Sommaire

1 Historique

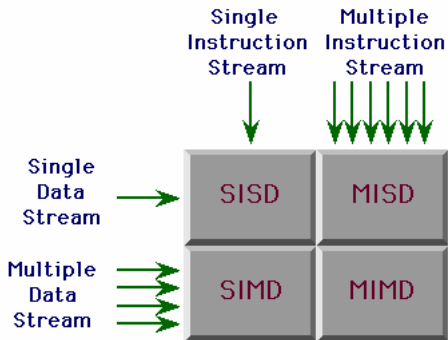
**2 Classification**

3 Composants matériels

4 Clusters

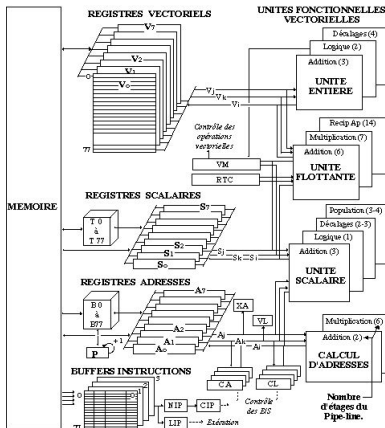
5 Grilles

- De nombreuses classifications des machines parallèles existent.
- La plus répandue est celle de Flynn(1966)
- C'est la plus simpliste parmi les méthodes de classification.
- Se base sur les flux de données et d'instructions pour caractériser 4 classes.



## SIMD

- Machines vectorielles : opérant sur des vecteurs et des matrices.
- Utilise la technique du "pipeline"



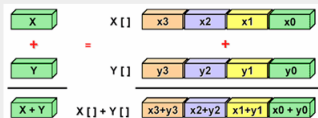
# Exemples (SIMD)



ILLIAC IV



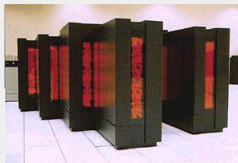
MasPar



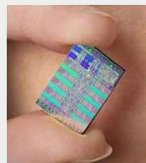
Cray X-MP



Cray Y-MP



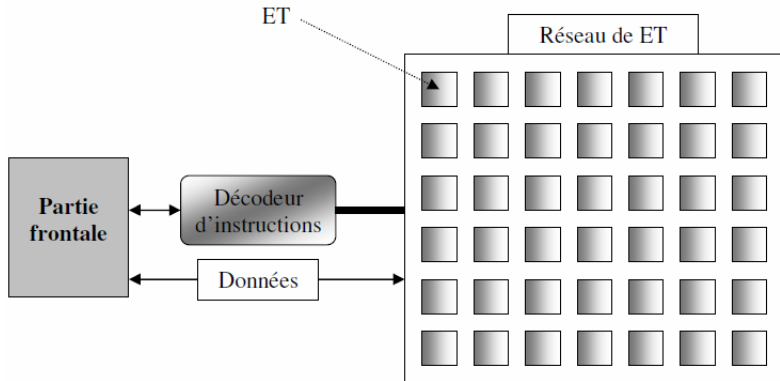
Thinking Machines CM-2



Cell Processor (GPU)

# MISD

- Basée sur plusieurs éléments de traitement(ET).
- Sur les mêmes données : chaque ET traite une instruction.

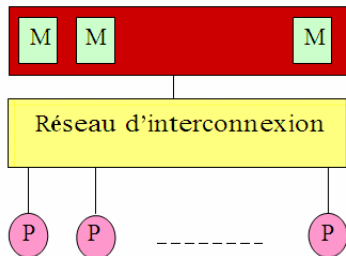


# MISD

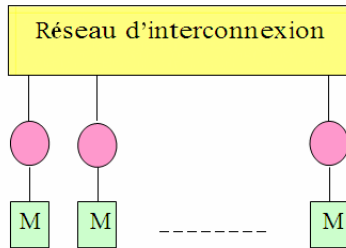
- Les exemples sur ces types de machines sont peu
  - Carnegie-Mellon C.mmp computer (1971).
- Les utilisations de cette gamme de machines :
  - Filtre multi-fréquence appliqué sur un même signal.
  - Décryptage d'un message avec plusieurs algorithmes.

# MIMD

- La classe la plus répandue.
- Elle peut être subdivisée en deux sous classes :
  - SM-MIMD (Shared Memory-MIMD) : MIMD à mémoire partagée
  - DM-MIMD (Distributed Memory -MIMD) : MIMD à Mémoire distribuée



**MIMD à mémoire partagée**



**MIMD à mémoire distribuée**

## SM-MIMD

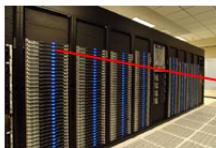
- Plusieurs processeurs partageant une même mémoire.
- SMP (Symmetric Multiprocessors).
  - En général entre 2 et 64 processeurs.
- Notion de mémoire globale.
- Leur programmation est relativement facile (pas de communications explicites).
- Problème d'extensibilité !

## SM-MIMD : organisation de la mémoire

- UMA (Uniform Memory Access) :
  - Tous les processeurs ont le même temps d'accès à n'importe quelle case mémoire.
  - Origine du nom SMP.
- NUMA (Non UMA) :
  - Le temps d'accès à un module mémoire dépend de la distance le séparant au processeur
  - Appelé aussi cc-NUMA.
  - Exp : SGI ORIGIN3000.
  - Souvent construit comme reliant plusieurs SMP.
  - Chacun des SMP peut accéder à la mémoire des autres SMP.
  - Temps d'accès à la mémoire n'est pas égal pour tous.

# DM-MIMD

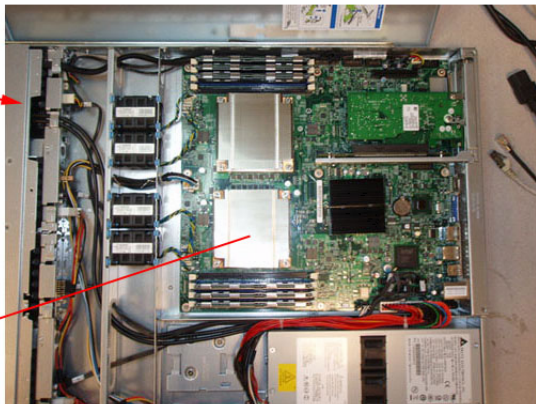
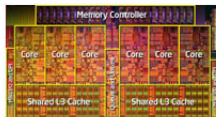
- Interconnexion de plusieurs nœuds
- Les nœuds peuvent être des PCs, des SMPs (sont autonomes)



Supercomputer - each blue light is a node

Node - standalone  
Von Neumann computer

CPU / Processor / Socket - each has multiple cores / processors.

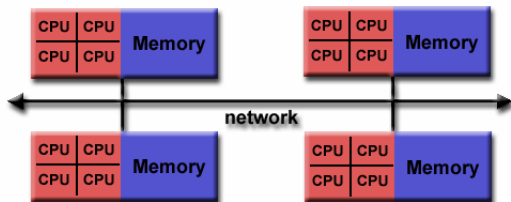


# DM-MIMD

- Avantages :
  - Extensibilité
  - Accès mémoire très rapide
  - Fournir des plateformes avec rapport performance/prix élevé
  - Scalabilité
- Inconvénients :
  - Programmation plus difficile

# MIMD-CLUMPS

- Pour le MPP(Massively Parallel Processing), ni le SM-MIMD ni DM-MIMD représente la solution
- La solution est dans la combinaison .
- Ces architectures sont hybrides



## Exemples (MIMD)



**IBM POWER5**



**HP/Compaq Alphaserer**



**Intel IA32**



**AMD Opteron**



**Cray XT3**



**IBM BG/L**

# Systèmes parallèles vs systèmes distribués

- Systèmes parallèles :
  - Ensemble d'éléments de calcul.
  - Qui peuvent communiquer et coopérer.
  - Pour résoudre rapidement de grands problèmes.
- Systèmes distribués :
  - Ensemble de processeurs autonomes.
  - Qui ne se partagent pas de mémoire primaire.
  - Mais qui coopèrent par envoi de messages à travers un réseau de communication.

## Systèmes parallèles vs systèmes distribués

- Pas parallèles, pas distribués
  - PCs ou stations de travail (qui ne peuvent pas communiquer)
- Parallèles, pas distribués
  - Machines vectorielles
  - Machines multiprocesseurs à mémoire partagée (SMP)
- Distribués, pas parallèles
  - Réseau de stations large distance (communications trop lentes)
- Parallèles et distribués
  - Réseau de stations de travail connectées à un réseau local/spécialisé

# Sommaire

1 Historique

2 Classification

**3 Composants matériels**

4 Clusters

5 Grilles

# Processeurs

- Les plateformes parallèles ont toujours utilisé les processeurs les plus développés.
- Types :
  - CISC , RISC
  - Scalaires, vectorielles
  - Avec caches , Sans caches
- Fabricants :
  - Intel (Xeon)
  - AMD(Opteron)
  - IBM(Power)

## Processeurs vectoriels

- Sorte de SIMD
- Traitement en paquet (taille des registres de données)
- Lecture/Ecriture parallèle de/dans la mémoire
- Pas de mémoire cache pour les données
- Technique de pipelining adoptée

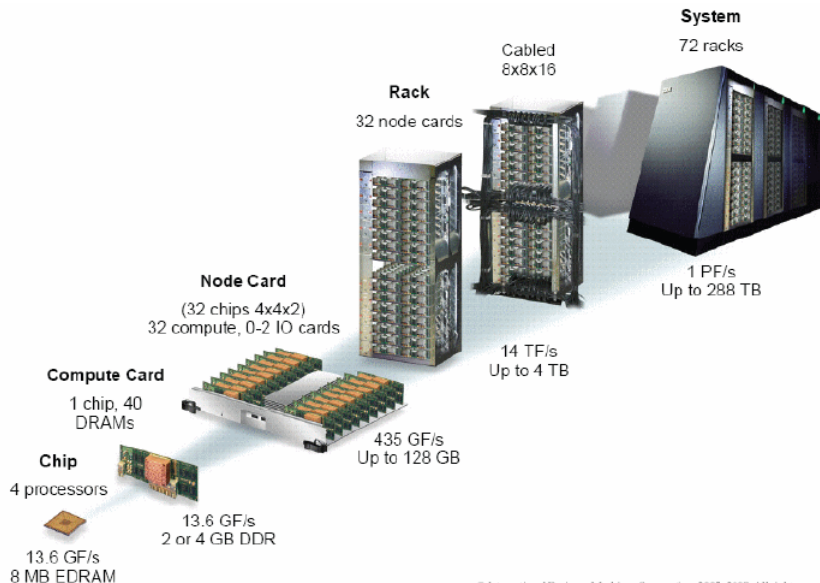
## Réseaux d'interconnexion

- Les plates-formes parallèles utilisent des réseaux optant à :
  - Minimiser la latence
  - Maximiser la bande passante
- Actuellement les réseaux les plus utilisés sont :
  - Infiniband(Compaq, Dell, Hewlett-Packard, IBM, Intel, Microsoft et Sun Microsystems)
  - Myrinet(Myricom)
  - 10G Ethernet (Xerox)

## Co-processeurs

- Ce sont des processeurs supplémentaires aidant le(s) processeur(s) à accélérer les calculs.
- Deux genres de co-processeurs :
  - Co-processeurs de calcul : Xeon phi
  - Co-processeurs graphiques : GPGPU(cartes graphiques programmables)

# Architectures d'aujourd'hui



# Sommaire

1 Historique

2 Classification

3 Composants matériels

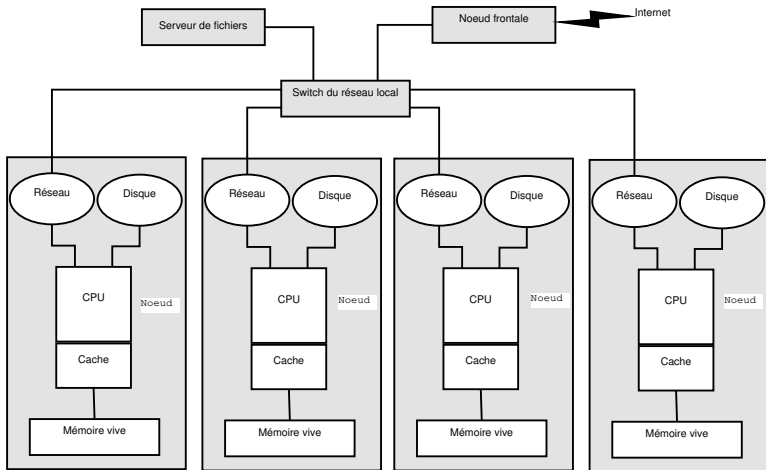
**4 Clusters**

5 Grilles

## Définition

- Un cluster est une collection de nœuds faiblement couplés et connectés à travers un réseau d'interconnexion.
- Chaque nœud dans un cluster peut être un PC, une station de travail ou même un système multiprocesseurs.
- Lorsque tous les nœuds dans un cluster ont la même architecture et exécutent le même SE, le cluster est dit homogène, sinon il est dit hétérogène.
- Le réseau d'interconnexion peut être par exemple un LAN rapide.
- Les clusters fournissent un moyen économique pour avoir de la haute performance. Un réseau de communication où sa bande passante est élevée et sa latence est faible est nécessaire.
- Les clusters dédiés utilisent souvent des réseaux rapides comme Fast Ethernet, Infiniband ou Myrinet.

# Cluster



# Sommaire

- 1 Historique
- 2 Classification
- 3 Composants matériels
- 4 Clusters
- 5 Grilles**

# Grilles

Ian Foster (1998) : Analogie avec la distribution d'électricité



# Grilles

- Infrastructure pour délivrer des capacités de calcul/stockage/communication de façon transparente à l'utilisateur, quand et où il les demande.
- L'utilisateur ne perçoit pas l'architecture sous-jacente de la grille (son middleware la masque).
- L'utilisateur se contente de soumettre des requêtes à la grille !
  - Où sont stockées mes données ?
  - Où sont lancés mes calculs ?

# Grilles

- Une grille de calcul est une collection de clusters hétérogènes éparpillés géographiquement et connectés à travers des réseaux WAN ou Internet. Caractérisée par :
  - Forte hétérogénéité
  - Structure hiérarchique
  - Distribution géographique des ressources
  - Décentralisation
- Exemples de plateformes : GRID'5000 (France), TeraGrid (USA)

# Grilles

