

Introduction aux systèmes d'exploitation des ordinateurs

Jérôme David

À partir du cours de Jean-Michel Adam

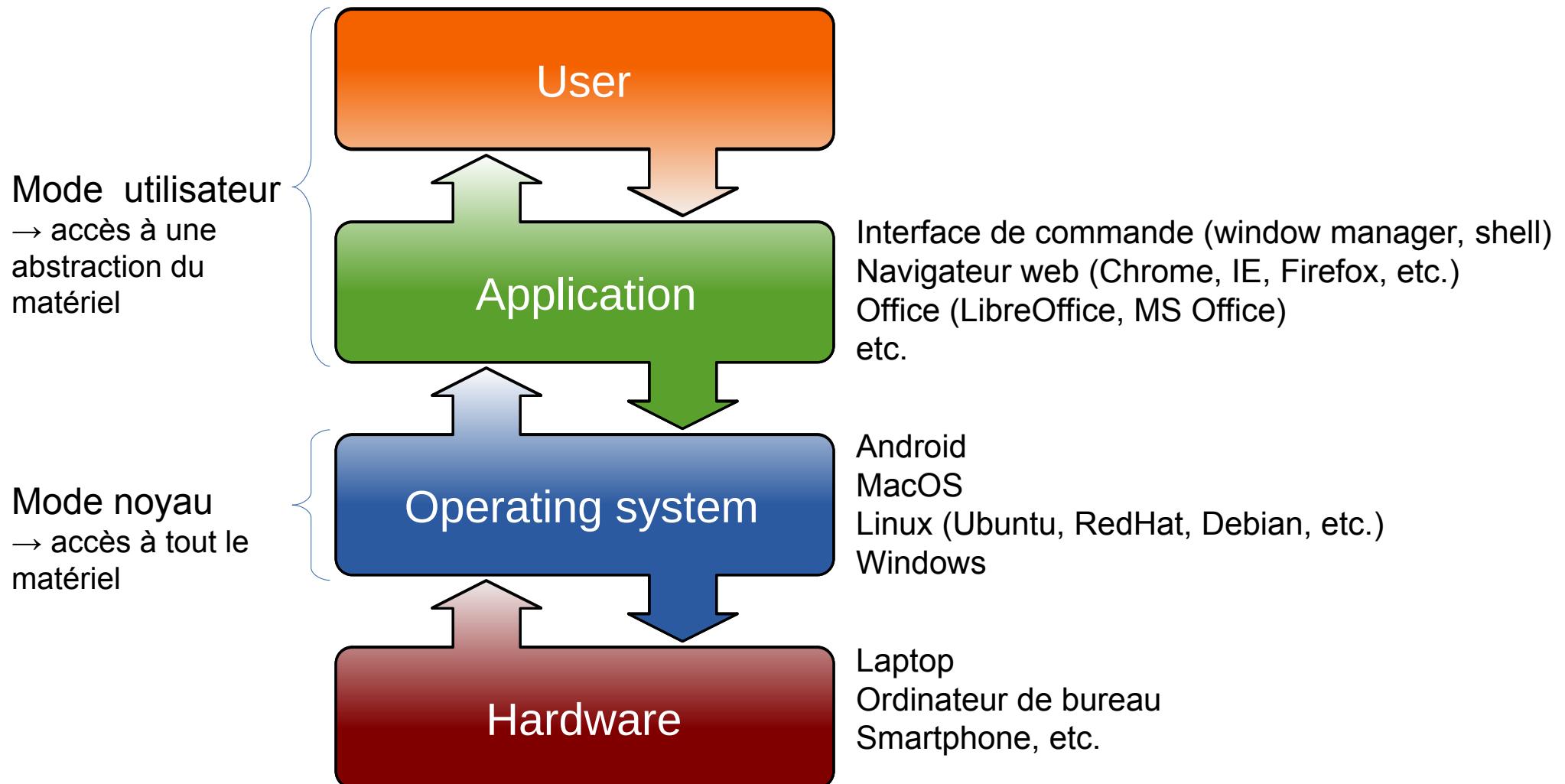
Université Grenoble Alpes

UFR SHS – Département MIASHS

Système d'exploitation

- Définition :
 - C'est ensemble de programmes qui dirige l'utilisation des ressources d'un ordinateur par des logiciels applicatifs
 - Abbreviation : OS (Operating System)
- Objectifs :
 - Faciliter la programmation et l'utilisation de la machine en fournissant des services de base permettant d'abstraire le matériel
 - Gérer les ressources matérielles

Système informatique



Source :https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_d%27exploitation#/media/File:Operating_system_placement-fr.svg

Fonctionnalités

- Gestion des périphériques (ou des entrées/sorties)
 - Abstraire la communication vers les périphériques (écran, claviers, webcam, imprimante, réseau) via des pilotes
- Gestion des données
 - Fournir une vue d'accès aux données sous forme d'un système de fichiers
 - Permettre de contrôler l'accès aux fichiers
- Gestion des ressources
 - Gestion et partage du CPU via une stratégie d'ordonnancement (multiplexage dans le temps)
 - Gestion et partage de la mémoire vive (multiplexage dans l'espace)

Fonctionnalités (suite)

- Gestion de l'exécution des applications (processus)
 - Affecter et partager les ressources entre différentes applications qui s'exécutent
 - Gérer le cycle de vie des application (démarrage, fin, pause, etc.)
- Gestion des utilisateurs
- Fournir une interface de commande et de programmation
 - Permettre à l'utilisateur de contrôler le système via une interface graphique ou en ligne de commande
 - Faciliter la tâche du programmeur en offrant une API (interface de programmation abstraire)

Utilisations

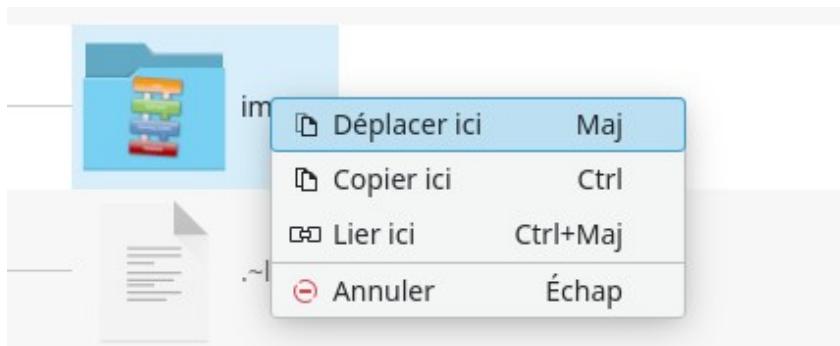
- L'interaction avec l'OS se fait via :
 - Son interface de programmation
 - L'ensemble des appel systèmes (fonctions) que le programmeur peut utiliser
 - c.f. POSIX la norme d'interface de programmation des systèmes UNIX
- L'interpréteur de commande (shell)
 - Ne fait pas partie de l'OS mais permet à l'utilisateur de dialoguer avec l'OS (faire des appel systèmes) en mode "texte"
- L'interface graphique
 - Idem que l'interpréteur de commande mais plus intuitif car en mode graphique (souris)

Exemples d'utilisation d'interfaces

Avec l'interpréteur de commandes

```
cp chose.txt truc.txt
```

Avec l'interface graphique



En langage C

```
#include <stdio.h>
main() {
    FILE *fp1, *fp2;
    char ch;

    // ouvrir le fichier en lecture
    fp1 = fopen("file1.txt", "r");
    // ouvrir le fichier en écriture
    fp2 = fopen("file2.txt", "w");

    // Lire le contenu du fichier
    while((ch = getc(fp1)) != EOF)
        putc(ch, fp2);

    fclose(fp1);
    fclose(fp2);
    getch();
}
```

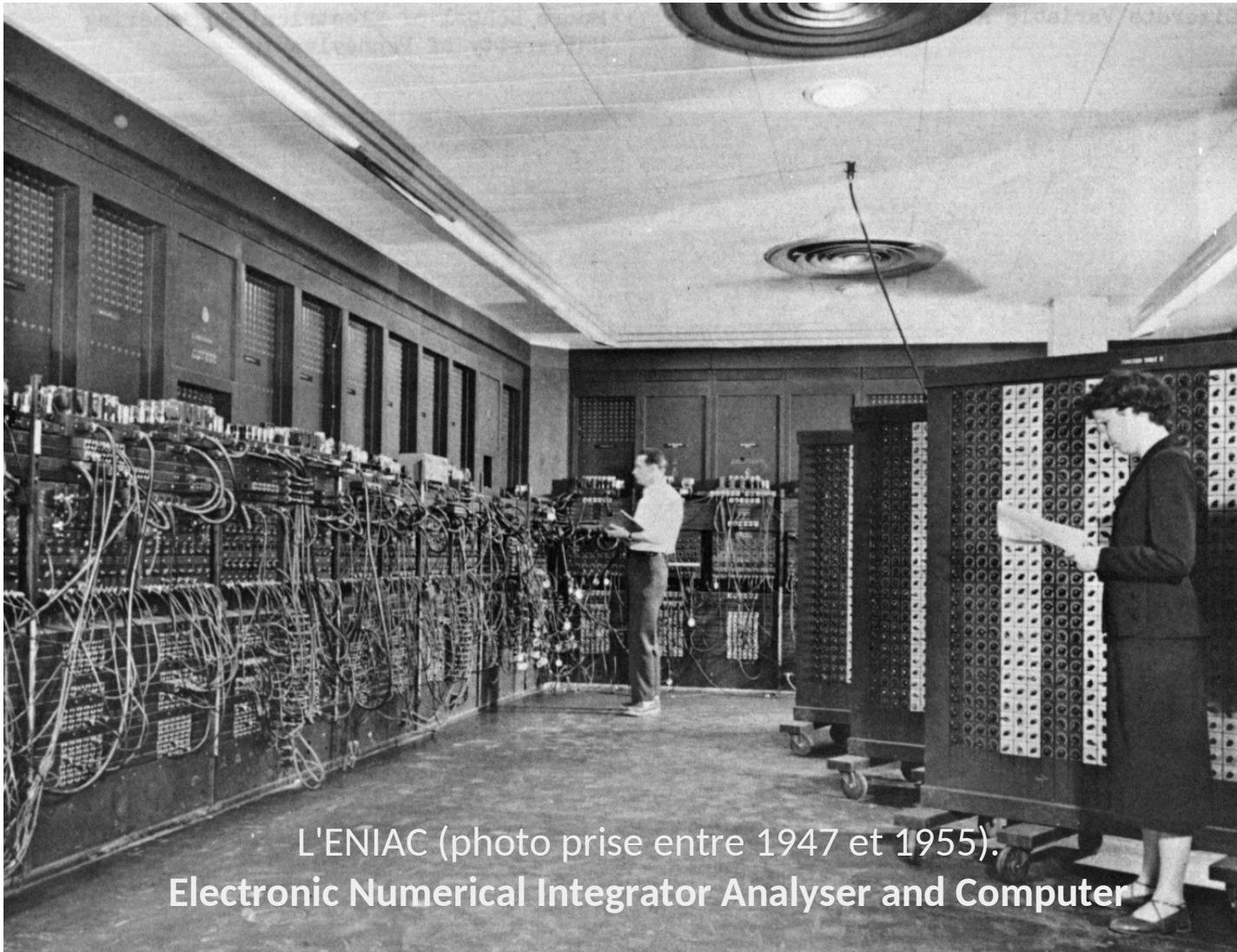
Historique & typologie des OS

- Il existe 5 générations d'OS

- Systèmes de traitement par lots
 - Enchaînement d'une suite de programmes sans intervention de l'utilisateur
 - Systèmes multi-programmés
 - Exécution simultanées de plusieurs programmes pour optimiser l'utilisation du processeur
 - Systèmes en temps partagé
 - Multi-programmation + temps partagés pour pouvoir gérer plusieurs utilisateurs en même temps sur la machine
 - Systèmes temps réel
 - Garantie d'exécution dans un temps imparti des programmes (systèmes des trains, avions, etc)
 - Systèmes distribués
 - Permet de gérer plusieurs machines sous forme d'une seule machine virtuelle

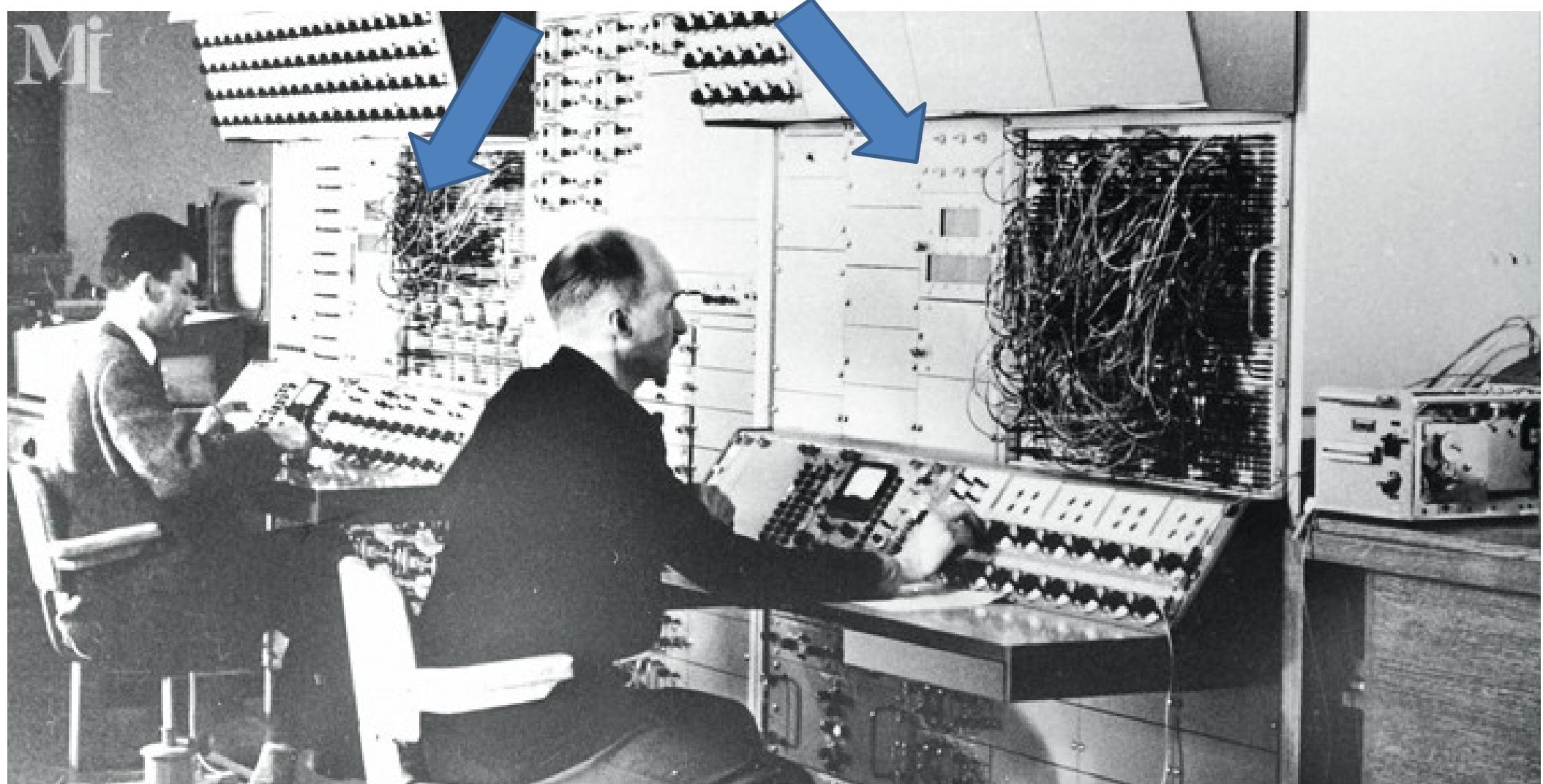
Mais il y a eu des ordinateurs avant les premiers OS...

Un des premiers ordinateur : l'ENIAC



L'ENIAC (photo prise entre 1947 et 1955).
Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer

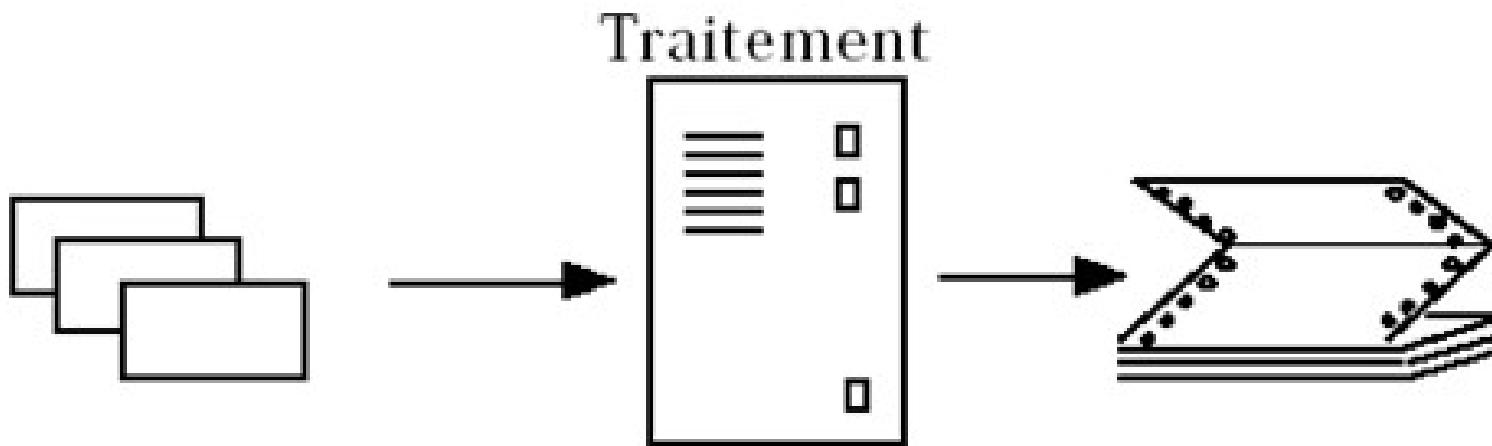
Programmes



Caractéristiques des premiers ordinateurs

- Très longs à installer.
- Dispositifs d'E/S extrêmement lents.
- Premiers logiciels: assembleurs, bibliothèques de sous-programmes communs (E/S, calcul à virgule flottante), pilotes de périphériques, compilateurs, éditeurs de liens.
- Très faible utilisation du processeur.
- Possibilité de voir ou de modifier directement le contenu de la mémoire
- Ordinateur très sécurisé.

La porte ouverte (1955-60)



- Réservation de l'ordinateur
- Programmation aux clés, puis par cartes, puis par télétype
- Enchainement de paquets de cartes

La porte ouverte

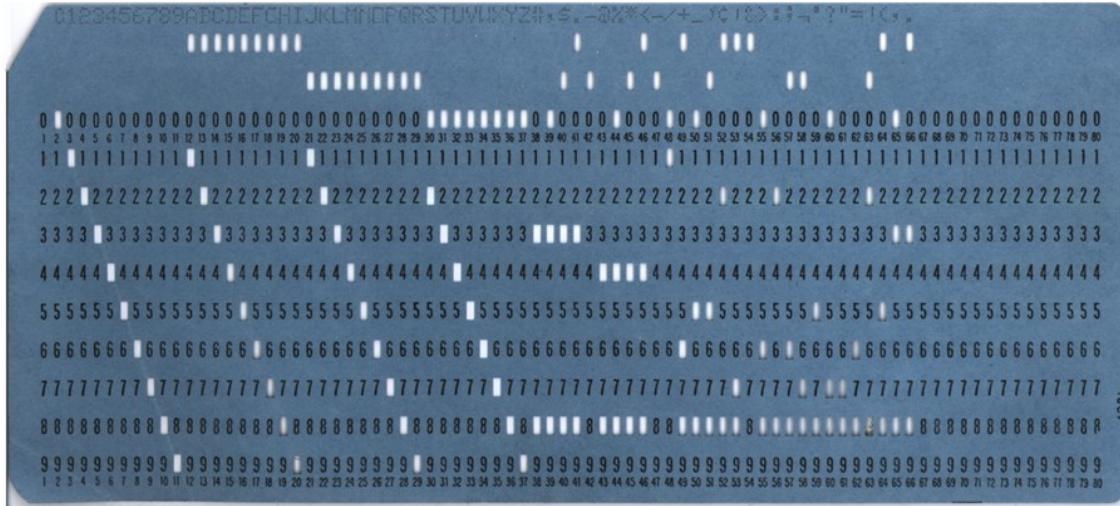


Lecteur de cartes perforées

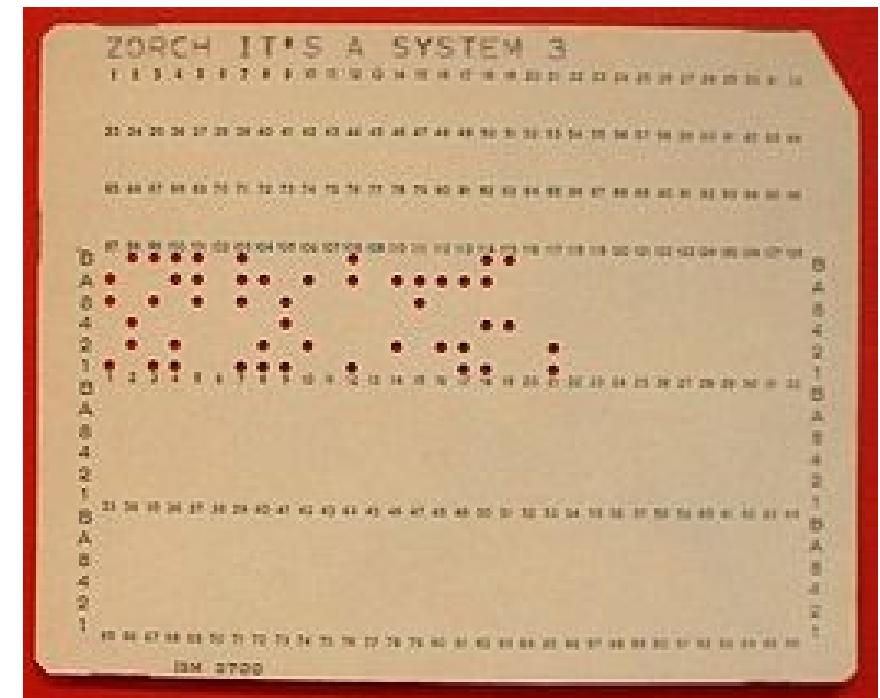
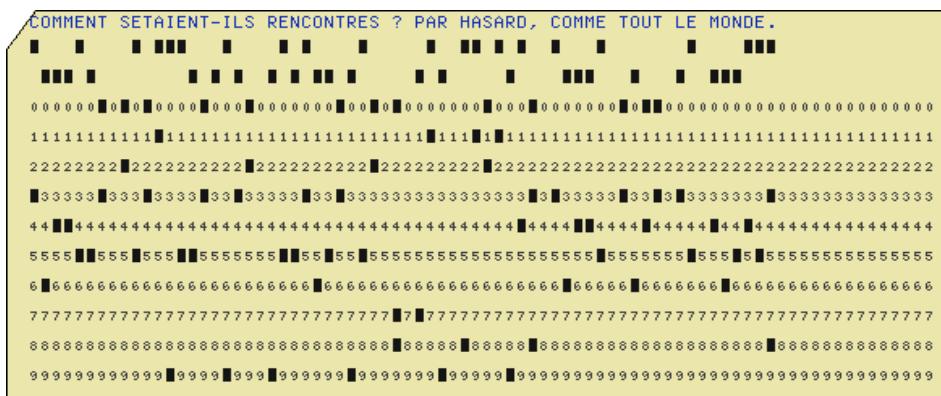


Ordinateur Bull-GE 53

Cartes perforées



Carte perforée à 80 colonnes

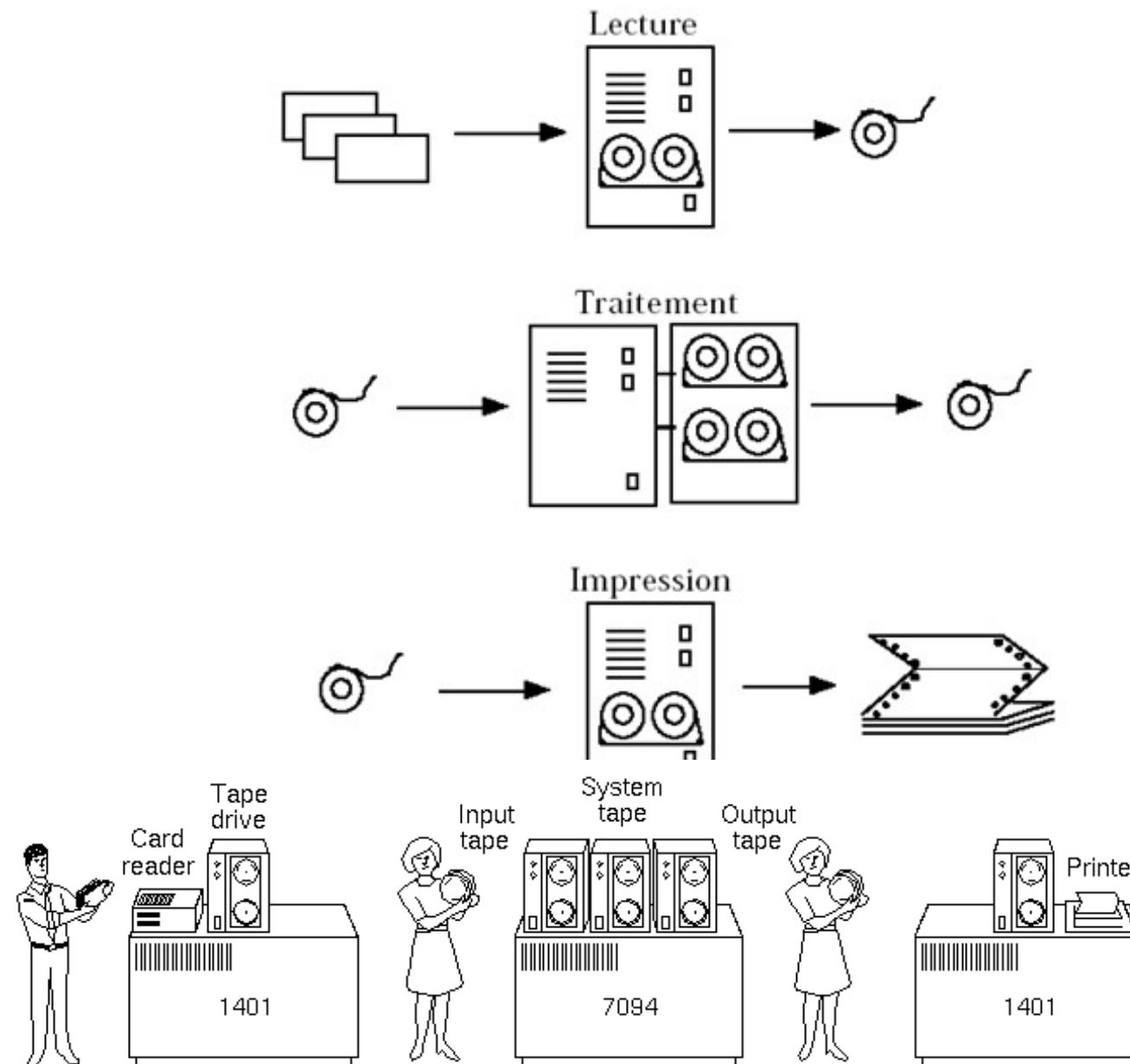


Carte perforée à 96 colonnes

Pour la saisie des programmes et des données



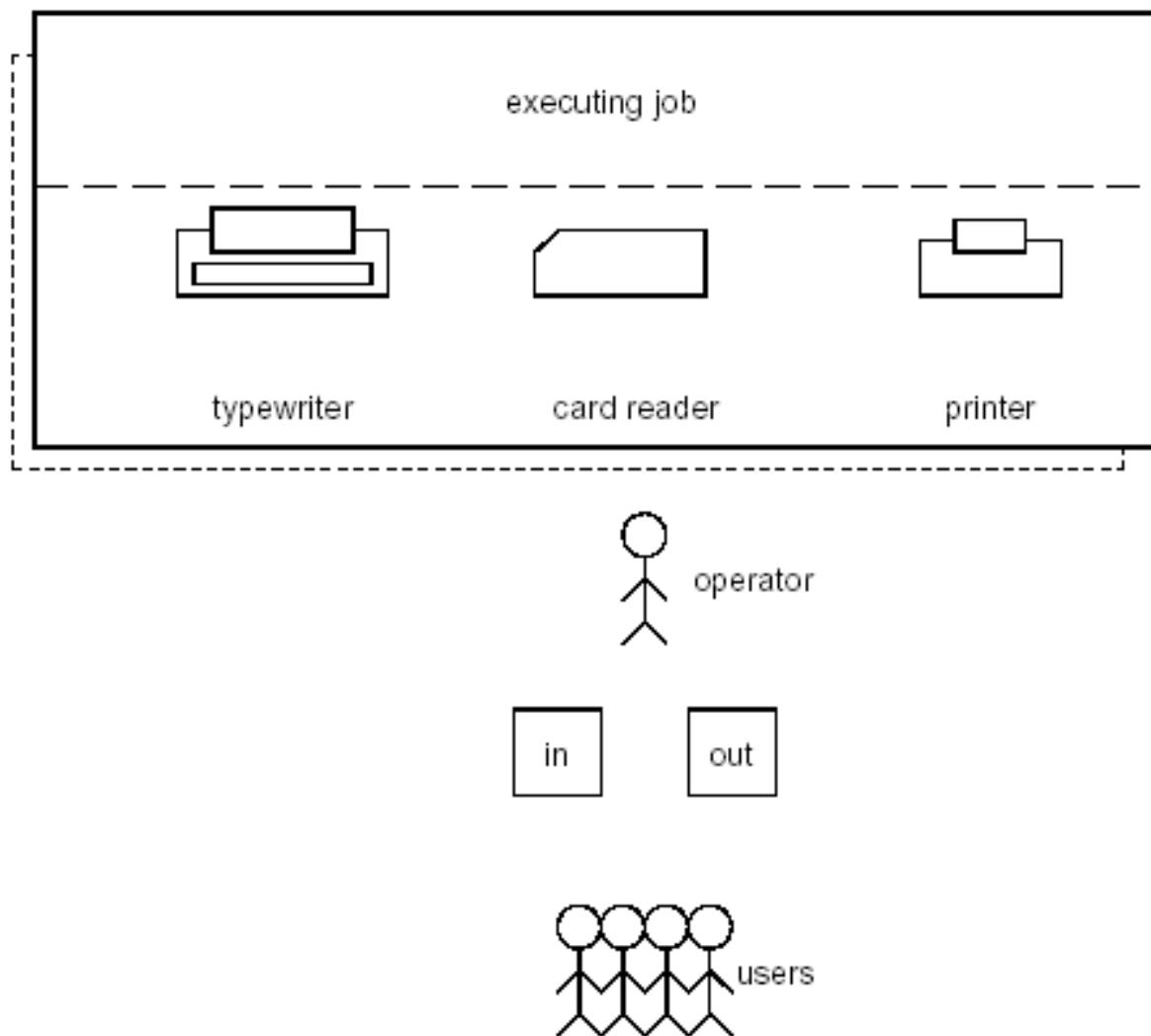
Traitement par lots – batch (années 60)



Traitement par lots (E/S tamponnées)

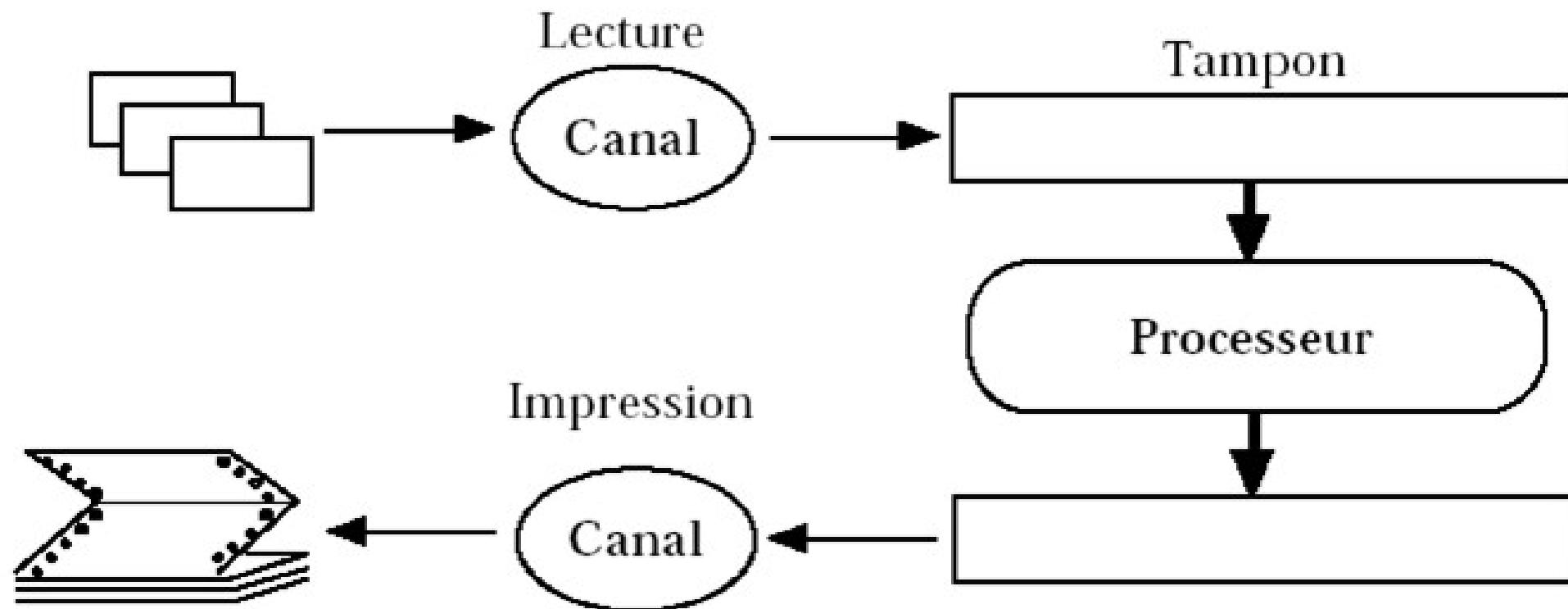
- Début de la programmation en langage de plus haut niveau.
- Les travaux (lots) sont préparés, et sont exécutés les uns à la suite des autres.
- Un opérateur était chargé d'effectuer les tâches répétitives :
 - démarrage de l'ordinateur, lancement des travaux, collecte des résultats (impression ou enregistrement sur bande magnétique)
- Il n'était plus possible à l'utilisateur d'inspecter la mémoire ou de la modifier.
- Un moniteur d'enchaînement permet l'exécution en séquence de la série de lots préparés à l'avance. Ce moniteur est présent en mémoire en permanence.

Traitement par lots (E/S tamponnées)



Entrées/Sorties tamponnées (65-70)

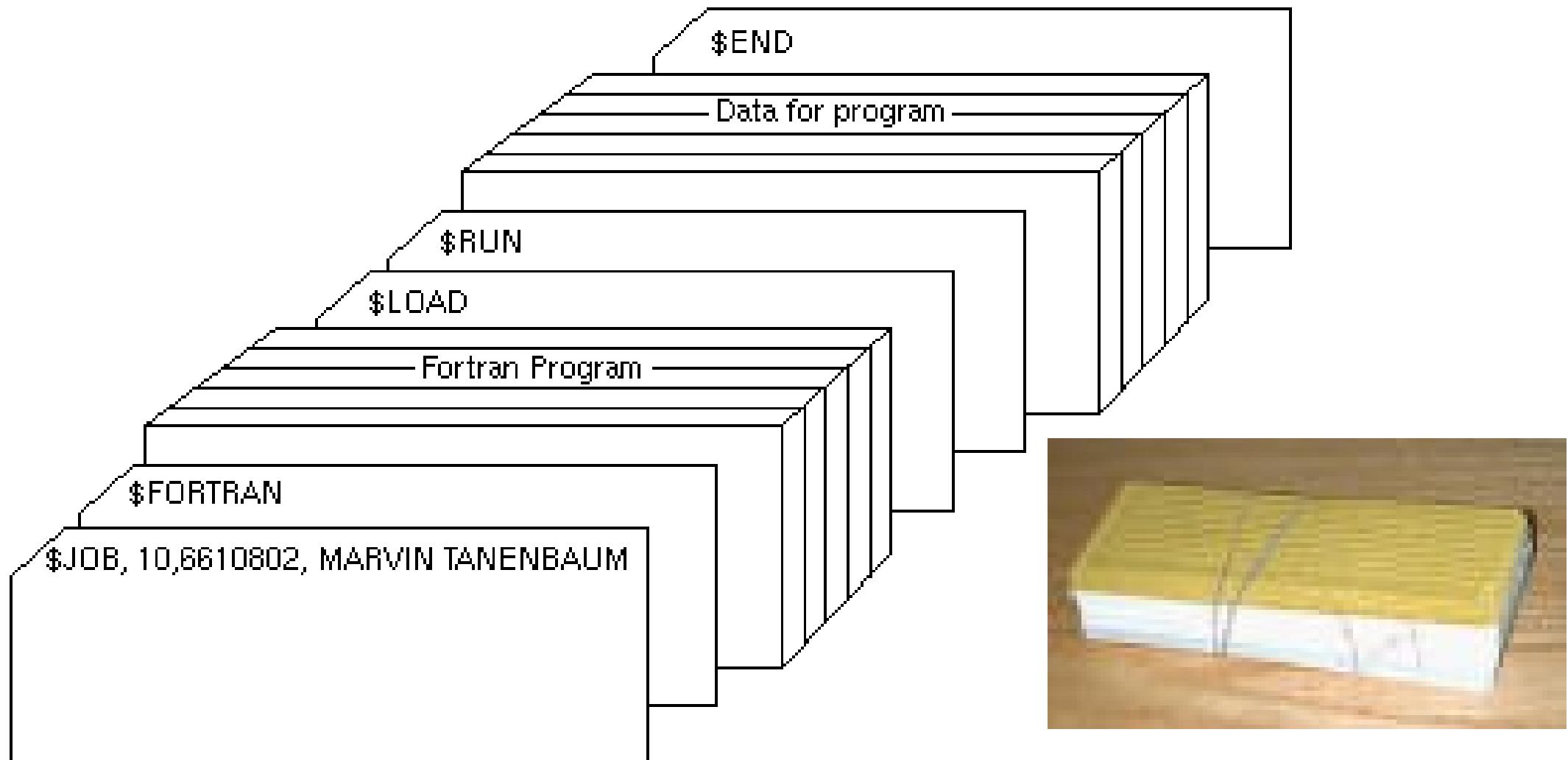
19



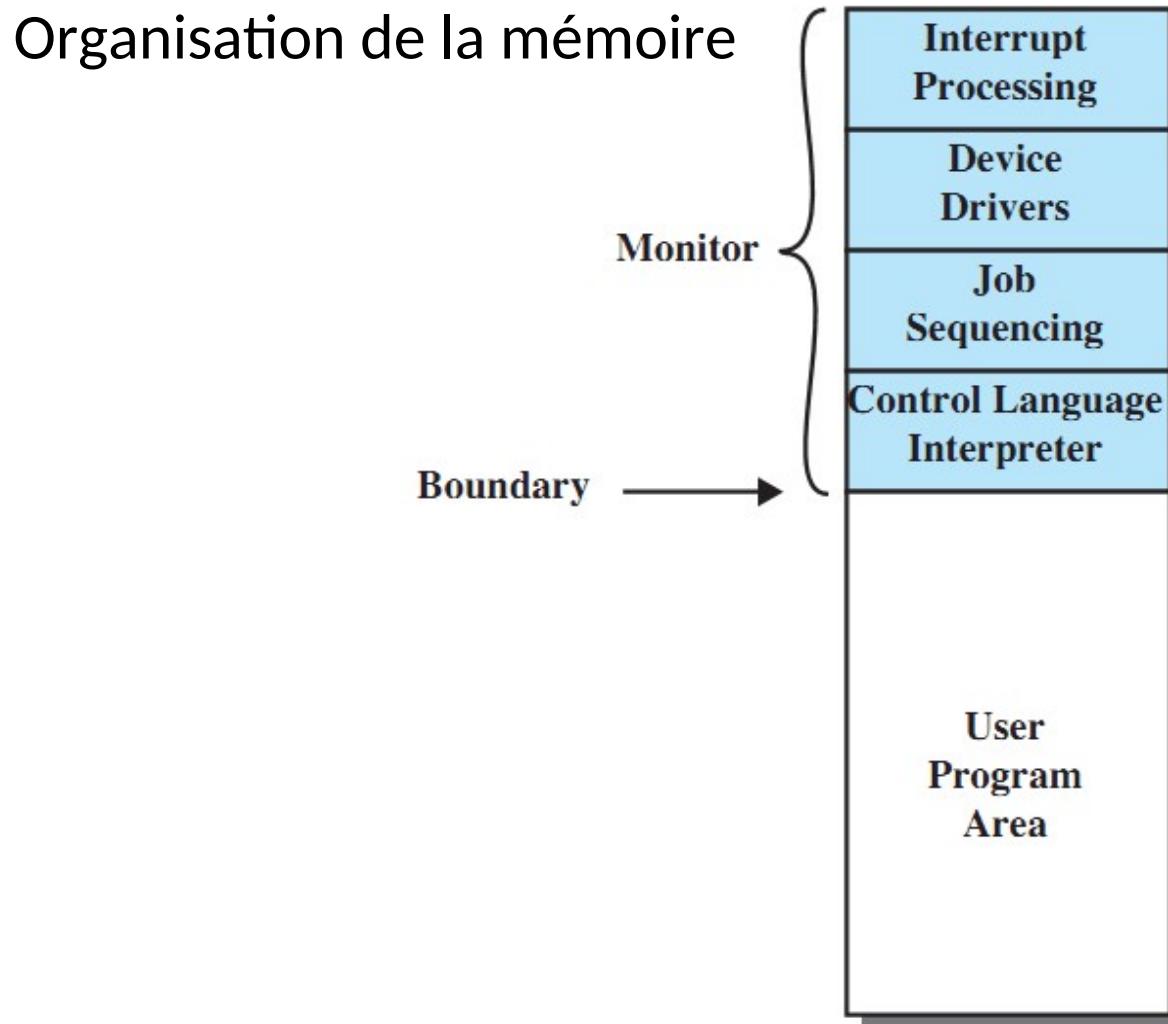
Traitement par lots (E/S tamponnées)

- Protection de l'ensemble des travaux de perturbations en cas d'erreur :
 - limitation du temps d'exécution,
 - supervision des entrées/sorties
 - protection de la mémoire occupée par le moniteur d'enchaînement
- Usage d'une horloge et d'instructions privilégiées
- Utilisation d'un langage de contrôle des lots (JCL = Job Control language) et de cartes de contrôle

Exemple de lot

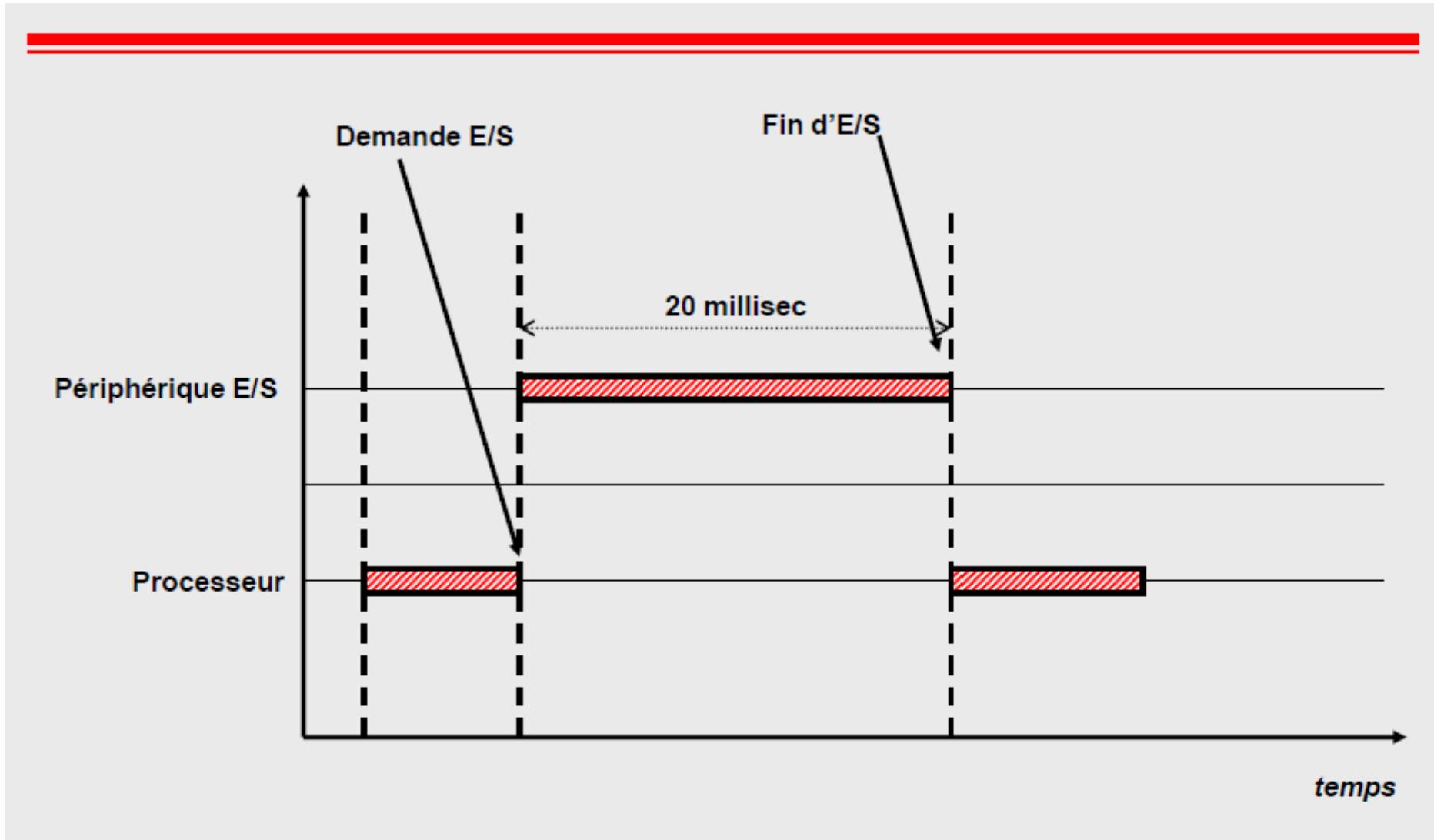


Traitement par Lots



Traitement par Lots

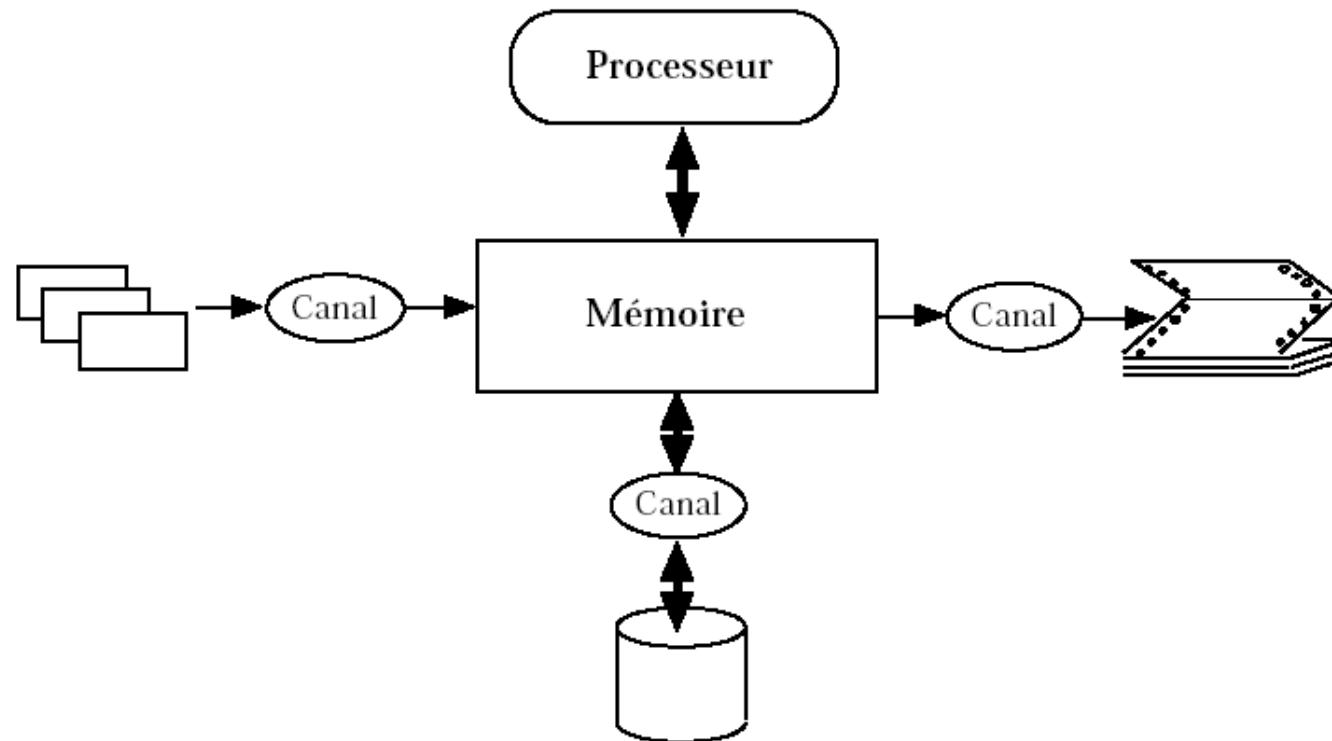
Faible utilisation du processeur



La multi-programmation (1965-1980)

Multi-progammation...

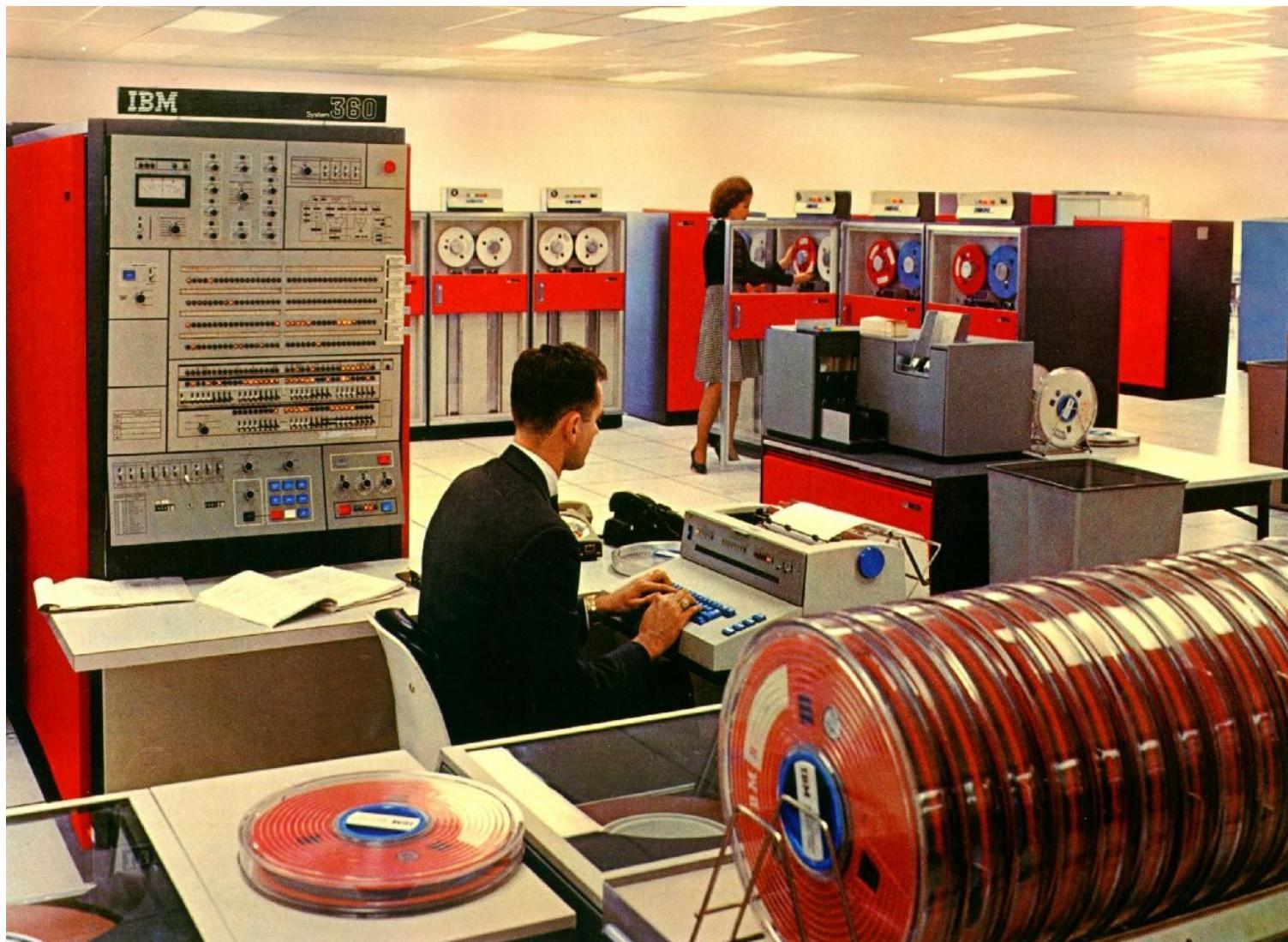
24



...et temps partagé (70-)

amélioration du taux d'occupation du processeur
multi-utilisateurs

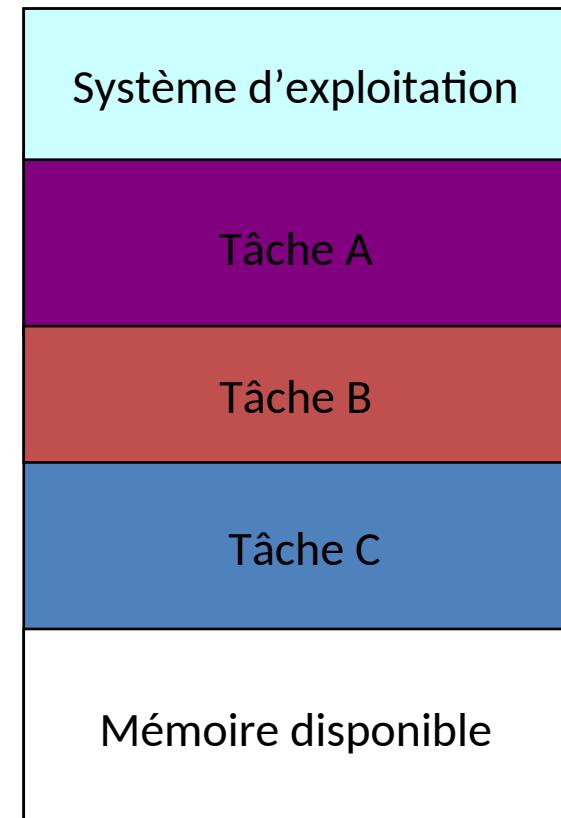
Salle machine



La multi-programmation

- C'est le partage de la mémoire entre plusieurs travaux en cours simultanément.
- Permet de mieux utiliser le processeur pendant les entrées/sorties (très lentes et gérées par les unités d'échange)

Organisation de la mémoire



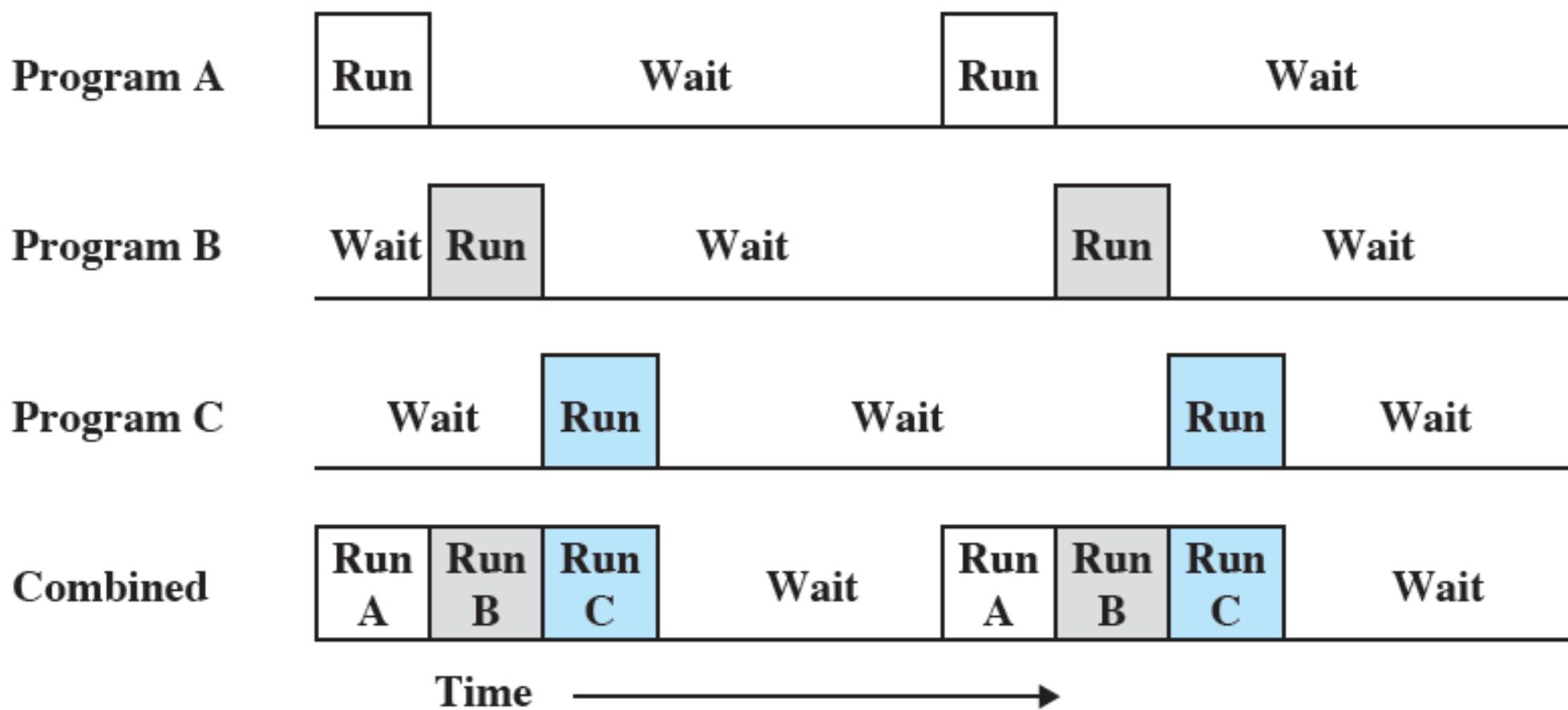
La multiprogrammation

Principe :

- Un travail en attente peut utiliser le processeur libéré par un travail qui effectue une opération d'entrée/sortie
- Le processeur peut changer d'affectation avant la fin d'un travail pour satisfaire des contraintes de temps de réponse.

Multiprogrammation

Un exemple avec 3 programmes



Multiprogrammation

- Pour que cela fonctionne :
 - le temps de réaffectation du processeur à une tâche doit être très bref
 - il y a présence simultanée en mémoire de plusieurs programmes ou morceaux de programme.
- Rôle central de la mémoire
- Importance des flux entre mémoire centrale et mémoire secondaire

Multiprogrammation

- Des dispositifs spéciaux de réimplantation des programmes et de protection de la mémoire sont nécessaires:
 - Eviter qu'une tâche puisse lire / écrire dans la zone mémoire affectée à une autre tâche
 - Eviter qu'une tâche puisse manipuler la zone réservée au système autrement que par les appels système
 - Eviter qu'une tâche puisse lire / écrire des données d'E/S d'une autre tâche
- Apports de la multiprogrammation :
 - meilleure utilisation des ressources : meilleur équilibre de charge
 - réduction du temps de réponse pour les travaux courts

Temps partagé

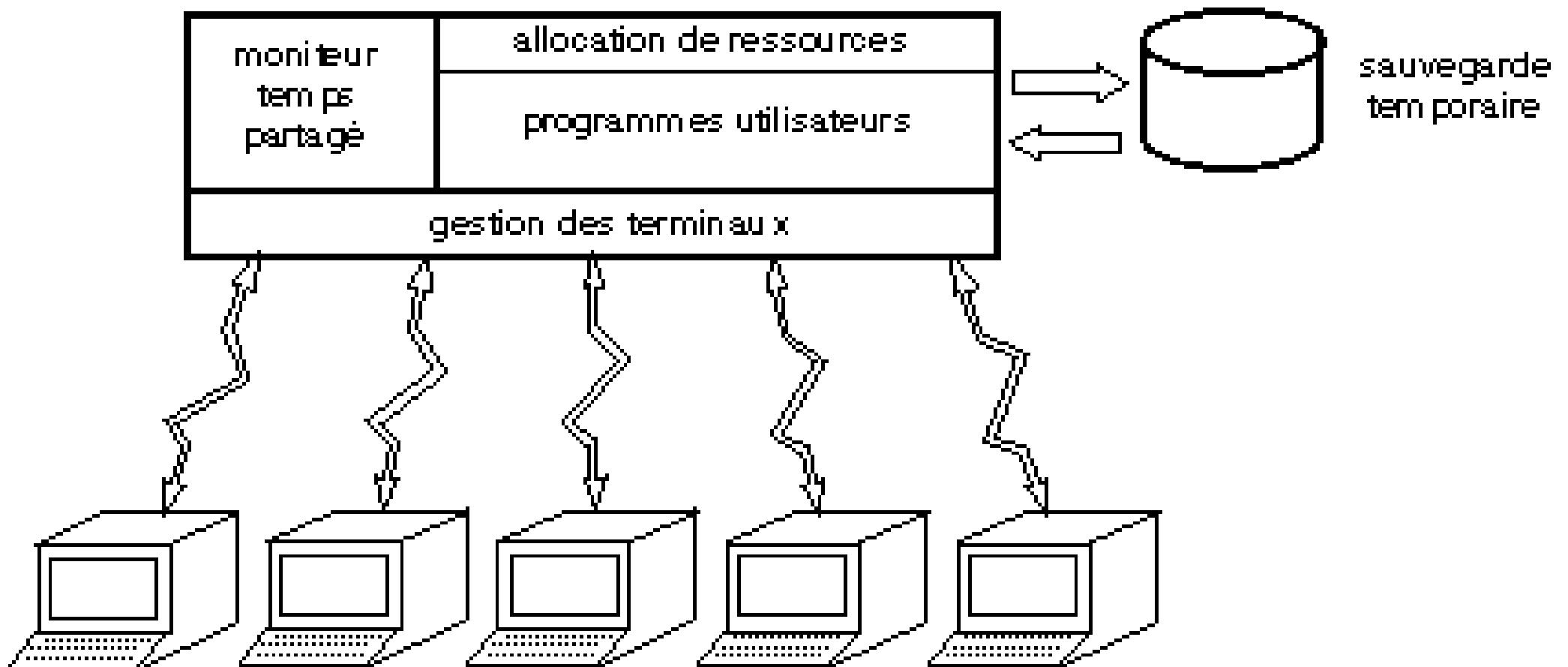
- Fonction : Partager le temps du processeur et les autres services ou ressources commun(e)s, afin d'offrir à chaque usager l'équivalent d'une machine individuelle.
- Accès au système par des terminaux,
- Utilisation interactive du système.

Temps partagé

- Nécessité de garantir un temps de réponse acceptable pour l'exécution de tâches élémentaires.
- Principe : allocation du processeur aux programmes des usagers par tranches de temps très brèves ou quanta.

Temps partagé

33



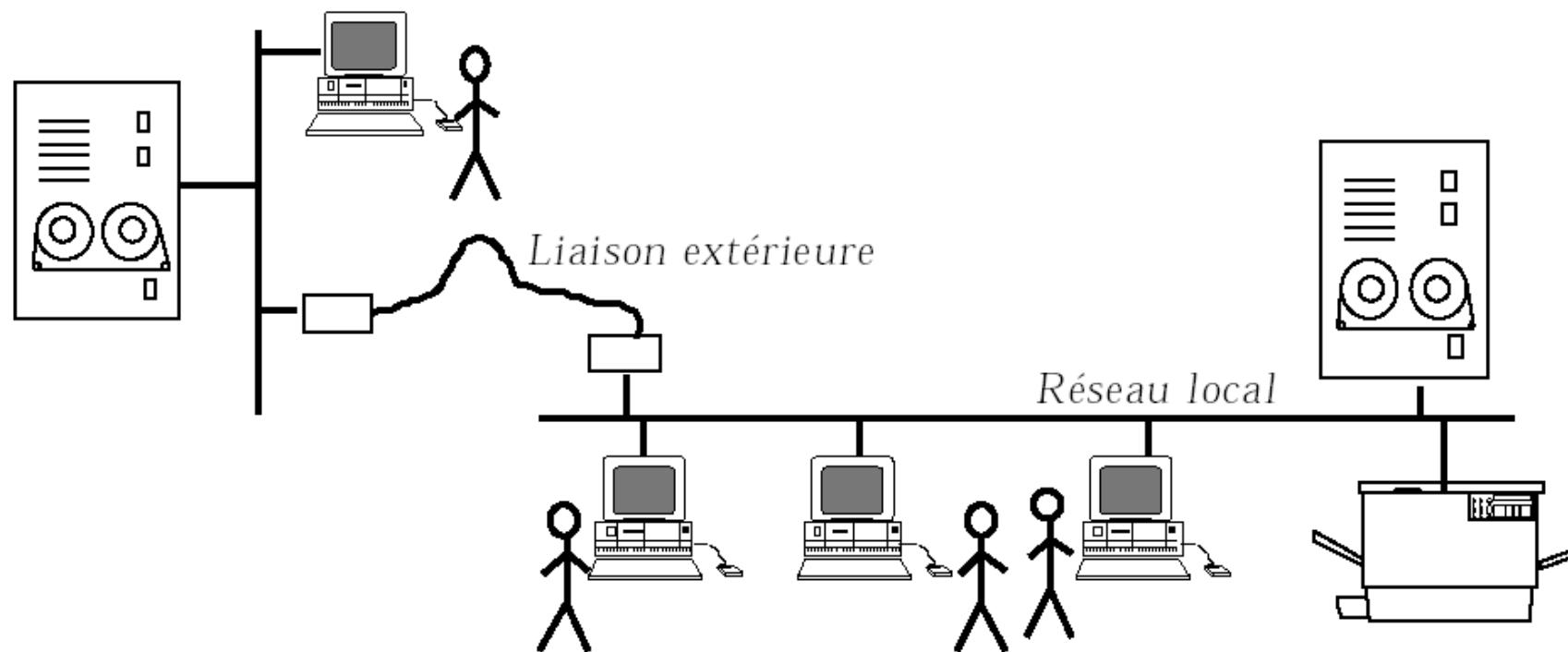
Temps partagé

- Problème de la taille de la mémoire centrale : celle-ci ne peut héberger tous les programmes en cours de tous les usagers : utilisation de mémoire virtuelle.
- Les machines sont équipées de terminaux graphiques sur lesquels on peut suivre l'évolution de plusieurs activités dans des fenêtres distinctes.

Historique et évolution actuelle

Réseaux, machines individuelles (75-80)

35



Explosion avec la micro-informatique (mi 80)

Ordinateurs personnels

■ Au départ (1980-1990)

- Mono-tâches (MS/DOS, Windows3/11)
- Dédiés à un utilisateur
- Pas de sécurité
- Très interactifs et facile d'utilisation

■ Evolution actuelle

- Multi-tâches
- Multi-utilisateurs
- Multiprocesseurs
- Connexion aux réseaux

Systèmes mobiles

■ Au départ (fin du XXème siècle)

- Assistants personnels (PDAs)
- Téléphones cellulaires
- Large gamme d'applications
- Systèmes d'exploitation spécifiques
- Contraintes
 - Mémoire limitée
 - Processeurs lents
 - Petits écrans
 - Faible consommation d'énergie

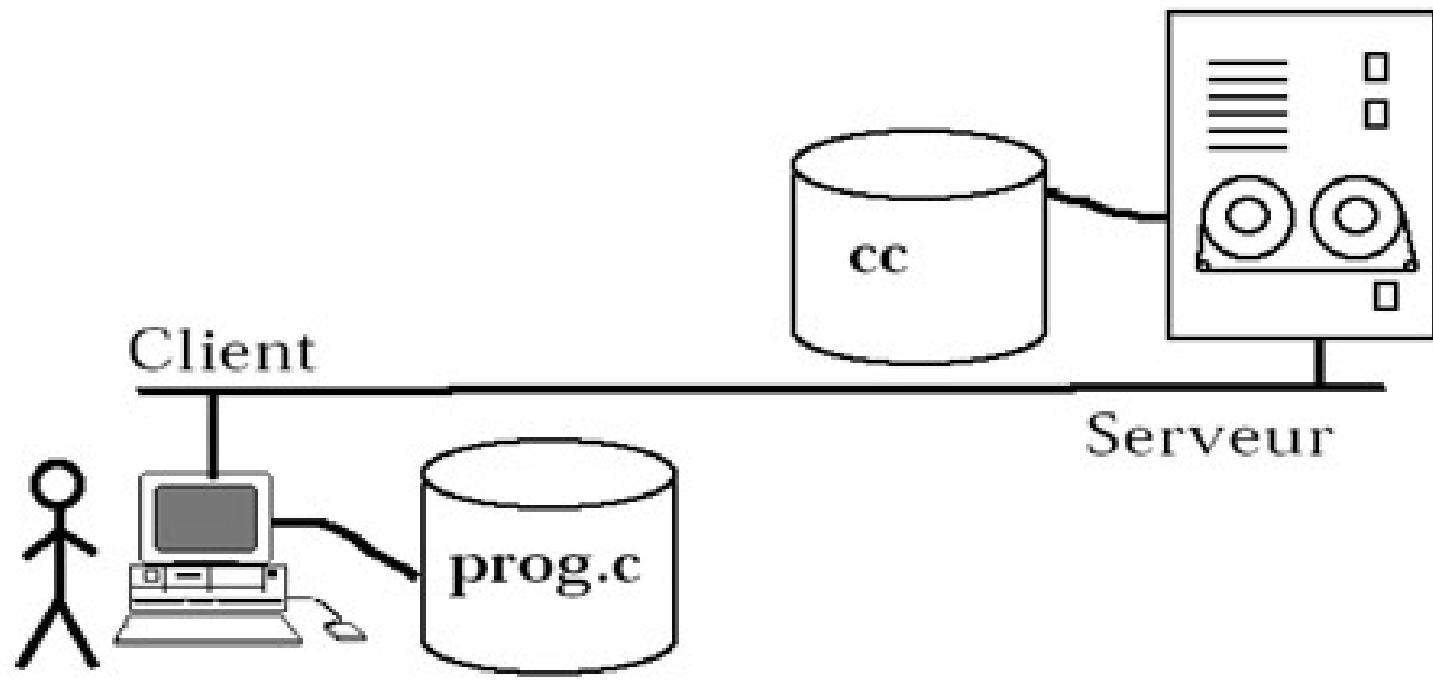
■ Evolution actuelle

- Smartphones, Tablettes, Phablettes
- Très large gamme d'applications
- Systèmes d'exploitations se standardisent
- Les contraintes mémoire, processeur, écran c .
- La consommation d'énergie augmente



Systèmes répartis et client-serveur

38



Accès transparent

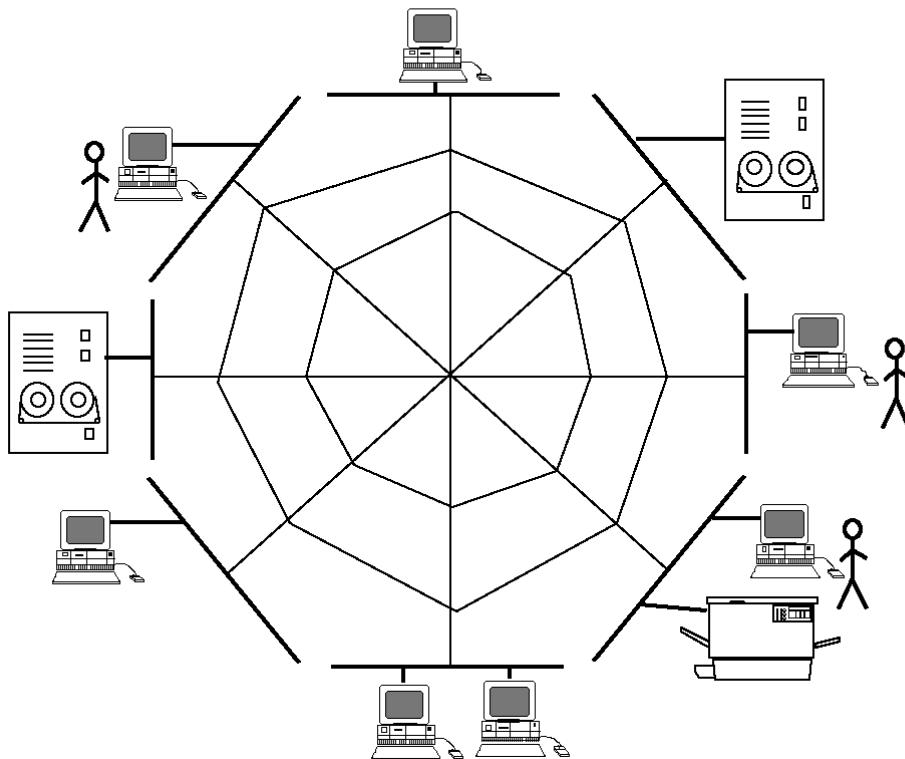
Partage de ressources coûteuses

Maintenance logicielle centralisée

Situation actuelle

Le Client-Serveur généralisé et mondialisé

Vers le client/serveur généralisé et mondialisé ?



- Services Web
- Accès à des bases de données
- Accès à des plateformes fournissant des ressources et des services (bureau virtuel)
- Ressources disponibles de n'importe où sur Internet
- = cloud computing

Systèmes parallèles multiprocesseurs

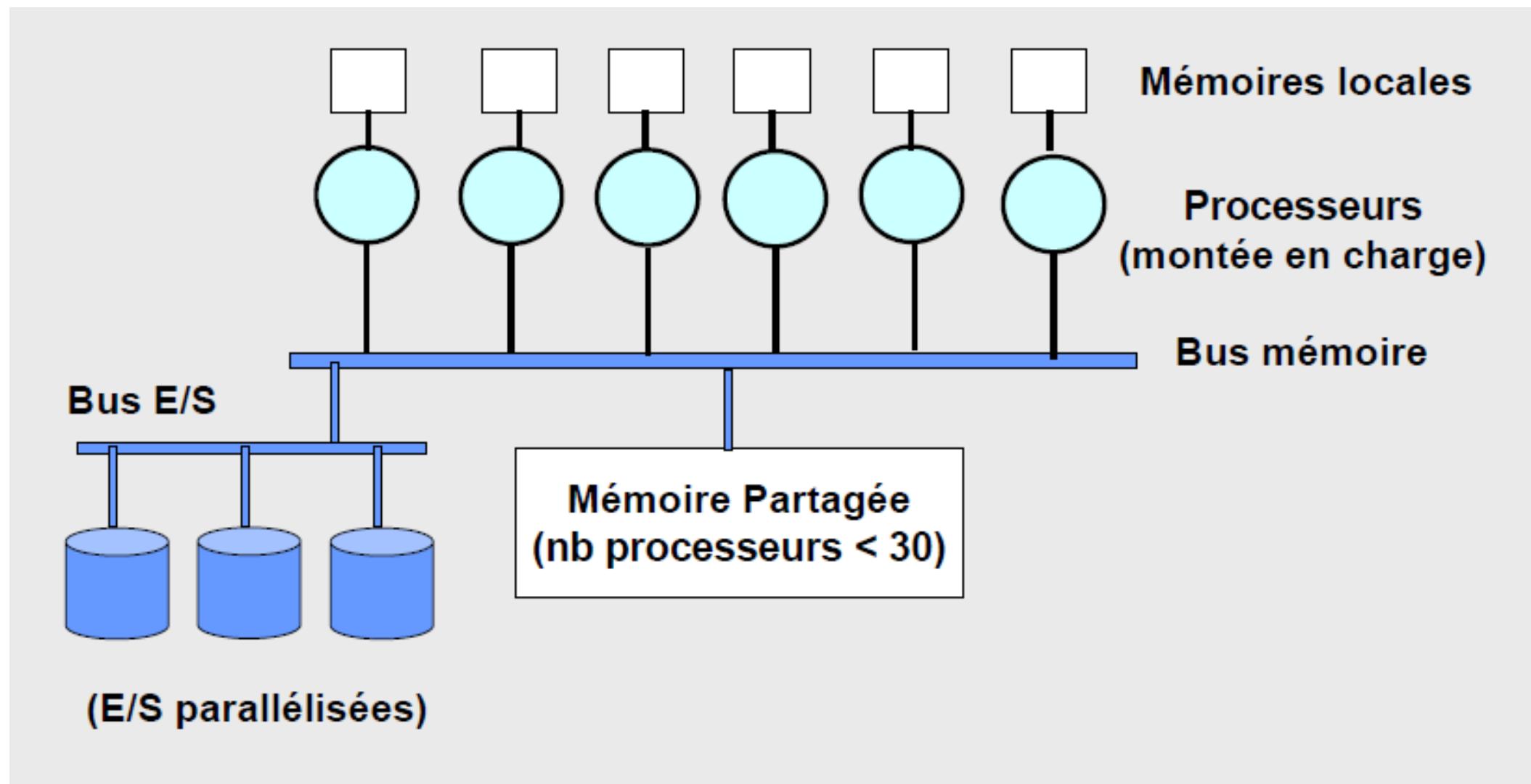
■ SMP (Symetric Multi Processeurs)

- Systèmes généralistes utilisés pour des serveurs (BD, Web, SI, Fichiers, etc.)
- Processeurs standards
- Partage total de la mémoire

■ Machines de calcul parallèles

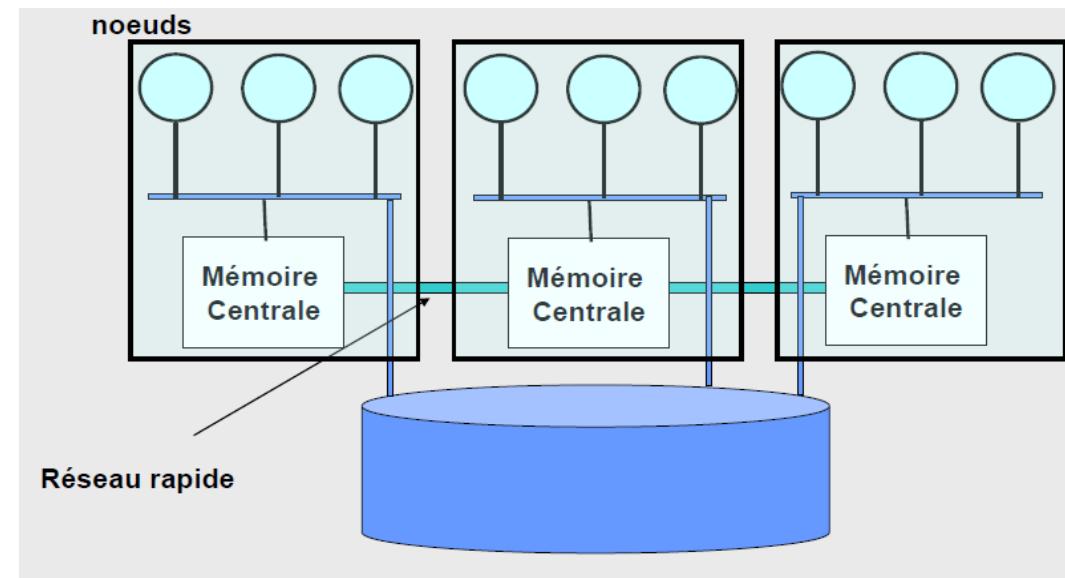
- Architectures spécialisées
- Processeurs spécifiques pour le calcul vectoriel
- Réseaux spécialisés
- Partage total ou partiel de la mémoire

Systèmes parallèles multiprocesseurs



Systèmes clusterisés

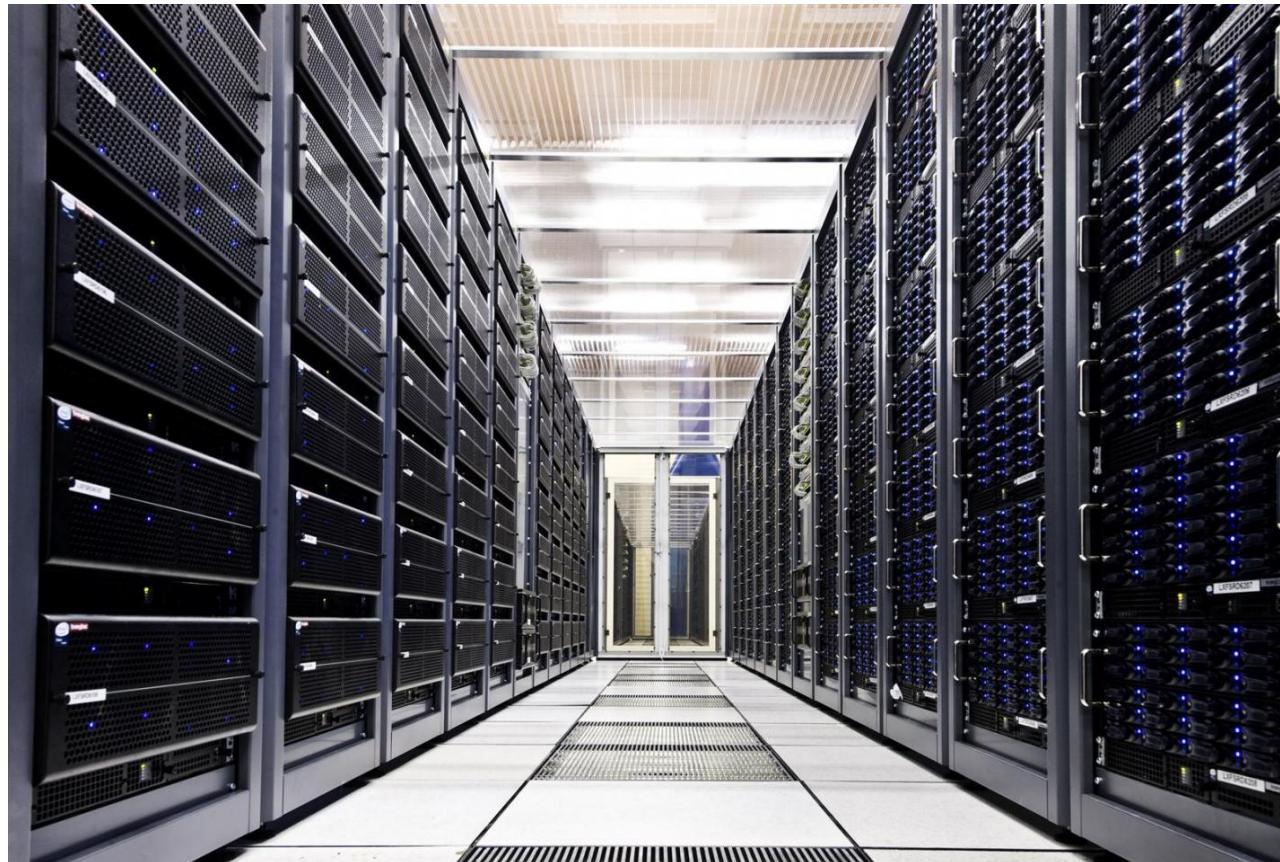
- Plusieurs nœuds connectés par un réseau spécialisé : échange rapide de données de grande taille
- Permettent : la montée en charge, le passage à l'échelle, une haute disponibilité



Grilles de calcul

- Infrastructures réparties composées d'un ensemble de machines hétérogènes et potentiellement distantes
- Milliers de machines
- Calcul intensif
- Garanties de disponibilité
- Système de réservation des ressources matérielles

Grilles de calcul



Les serveurs du Centre de données du CERN forment le niveau 0 de la Grille de calcul mondiale pour le LHC (Image : CERN)

Le Cloud Computing

- Système réparti dans lequel les clients utilisent des services déportés sur un ou plusieurs serveurs distants, sans avoir à administrer ces services ni les machines qui les supportent
- Les services proposés par le Cloud peuvent s'exécuter au sein d'architectures cluster
- 3 modèles
 - IaaS (Infrastructure as a Service)
 - PaaS (Platform as a Service)
 - SaaS (Software as a Service)



Systèmes répartis

Englobent maintenant

- Architectures distribuées fortement couplées
 - Systèmes parallèles multiprocesseurs
 - Architectures clusters
- Architectures distribuées faiblement couplées
 - Grilles de calcul
 - Cloud computing
 - Applications s'exécutant sur Internet

Le Système d'Exploitation réparti est mis en œuvre par une couche logicielle fonctionnant au dessus des SE des serveurs du système réparti.