

## Ch3 – L'unité centrale : composants et fonctionnement

Dernière maj : lundi 2 avril 2007

I.	ARCHITECTURE GENERALE DE L'UNITE CENTRALE.....	1
A.	RAPPELS.....	1
II.	ROLE DES COMPOSANTS DE L'UNITE CENTRALE .....	2
A.	UN EXEMPLE : L'ACTIVITE HUMAINE.....	2
III.	FONCTIONNEMENT GENERAL DE L'UNITE CENTRALE .....	3
A.	L'EXECUTION D'UNE INSTRUCTION .....	3
B.	L'EXECUTION D'UN PROGRAMME.....	4
IV.	STRUCTURE GENERALE DES COMPOSANTS DE L'UNITE CENTRALE.....	5
A.	MEMOIRE CENTRALE.....	5
B.	PROCESSEUR .....	7
C.	BUS.....	9

### I. Architecture générale de l'Unité Centrale

#### A. Rappels

Un ordinateur est composé de 3 éléments essentiels :

- le **PROCESSEUR** (*anglais : to process* : traiter, exécuter); c'est le processeur qui exécute les programmes, qui leur permet de fonctionner (on parle aussi d'**unité centrale de traitement**);
- la **MEMOIRE centrale** (mémoire de travail) ; elle conserve les programmes et les données qui sont en cours d'utilisation; par exemple quand on est en train de saisir un texte sous MS-Word, le programme MS-Word est en mémoire, ainsi que les données du texte qu'on est en train de saisir ;
- les **UNITES D'ECHANGES** sur lesquelles sont connectés les périphériques ; ce sont des composants électroniques qui font le lien entre le couple processeur-mémoire et les périphériques (clavier, souris, disque dur, réseau, etc.).

Ces 3 éléments sont reliés entre eux grâce à un ensemble de fils, qu'on appelle les **BUS** (pourquoi les bus ? pour aller d'un lieu à un autre il faut un moyen de transport, c'est la même chose pour les données, qui, pour circuler entre les différents composants d'un ordinateur ont besoin de voies de transport.

► Un ordinateur est composé de 3 éléments essentiels : le **PROCESSEUR**, la **MEMOIRE CENTRALE** et les **UNITES D'ECHANGES** (ou contrôleurs d'entrées/sorties) sur lesquelles sont connectés les **périphériques**.

► Ces 3 éléments sont reliés entre eux grâce à un ensemble de fils, les **BUS**.

► La **CARTE MERE** est un circuit imprimé supportant l'ensemble de ces éléments.

- Le **processeur central** d'un ordinateur est appelé **microprocesseur** pour les microordinateurs (microordinateur, micro=petit) ; on a voulu miniaturiser les ordinateurs, donc il a fallu en même temps réduire la taille des processeurs, qu'on appelle maintenant microprocesseurs;
- certaines unités d'échanges peuvent également contenir des processeurs qui seront affectés à des tâches spécialisées (par exemple sur l'unité d'échange ou contrôleur qui est relié à l'écran, il existe parfois des processeurs qui sont là pour exécuter des calculs complexes pour réaliser des formes graphiques, des images 3D par exemple)
- La **mémoire centrale** sert directement au fonctionnement de l'unité centrale

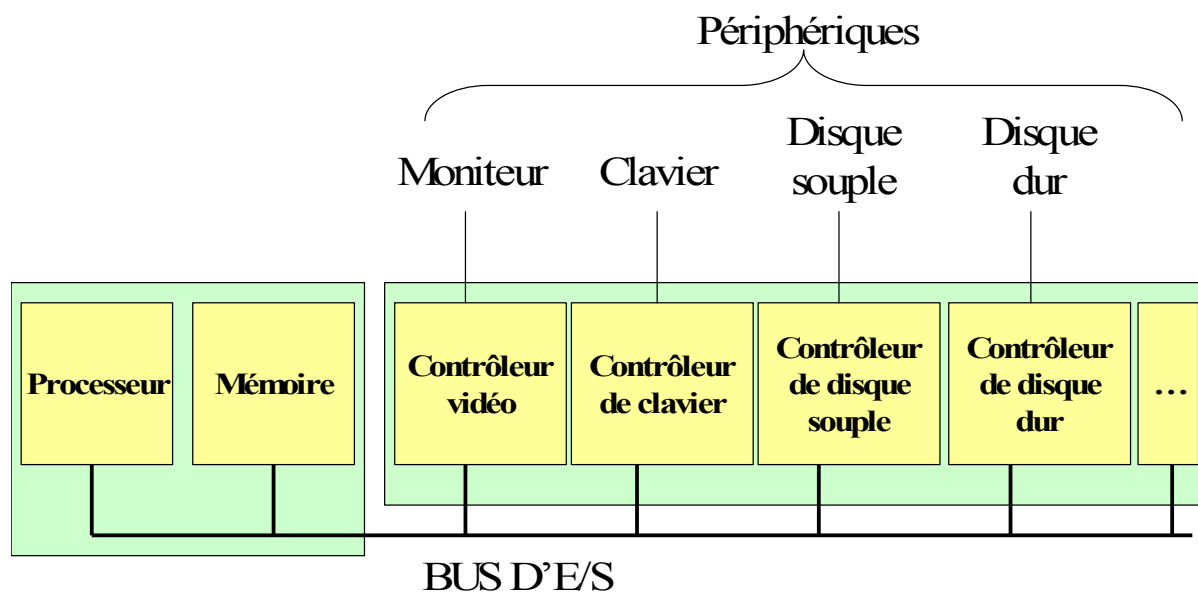


Figure 1 : architecture générale d'un ordinateur

## II. Rôle des composants de l'Unité Centrale

### A. Un exemple : l'activité humaine

L'activité humaine utilise des 'ressources' pour réaliser ses différentes tâches : par exemple lorsque l'on vous demande d'additionner 2 nombres, on peut considérer que pour réaliser l'addition vous devrez faire appel à certaines compétences particulières; on pourra découper les tâches en plusieurs phases :

- La demande nous est fournie sur un support papier que nous déposons sur notre table de travail (sur laquelle nous avons d'autres feuilles de papier qui représentent d'autres tâches à effectuer) ;
  - la table de travail est un espace de travail
  - les feuilles correspondent à la mémoire des tâches à effectuer : elles sont temporairement stockées sur la table de travail, le temps de leur réalisation ;
- Nous allons analyser le problème :
  - Notre vue va transmettre des données à notre cerveau qui va décoder ces informations
  - Sommes-nous capable de réaliser cette tâche (= avons-nous les compétences), par exemple savons-nous réaliser une addition ?

- Si oui, le cerveau va additionner les 2 nombres puis les retranscrire sur la feuille de papier
- Cette tâche étant terminée, nous allons restituer les résultats à celui qui nous a demandé de réaliser l'addition
- L'ordinateur fonctionne sur le même principe que l'être humain, les chercheurs se sont d'ailleurs inspirés du fonctionnement de l'être humain et de sa façon de raisonner pour créer des ordinateurs, c'est pour cela que l'on peut faire le parallèle entre l'être humain et la machine.

► La **MEMOIRE CENTRALE** assure le stockage temporaire des programmes à exécuter et des données nécessaires à leur exécution

➔ **FONCTION DE STOCKAGE TEMPORAIRE DES PROGRAMMES ET DES DONNEES**

► Le **PROCESSEUR** assure l'exécution des instructions des programmes qui se trouvent en mémoire.

➔ **FONCTION D'EXECUTION DES INSTRUCTIONS DES PROGRAMMES**

► Les **UNITES D'ECHANGE** (ou contrôleurs d'entrées/sorties) permettent d'échanger des données avec le monde extérieur par l'intermédiaire des périphériques.

➔ **FONCTION D'INTERFACE D'ECHANGE (lieux d'échange, lien) AVEC LES PERIPHERIQUES**

► Les **BUS** vont assurer la communication des données entre le processeur, la mémoire et les unités d'échanges.

➔ **FONCTION DE COMMUNICATION ENTRE MEMOIRE, PROCESSEUR ET UNITE D'ECHANGE**

- On peut comparer un programme à une tâche à effectuer (pour l'être humain);
- De même chaque instruction d'un programme peut être comparée aux différentes phases élémentaires d'une tâche ;
- Le fonctionnement de l'unité d'échange correspond à l'action de prendre la feuille de la main du demandeur et de la lui rendre;
- Le bus va correspondre au système nerveux ainsi qu'aux sens associés : la vue permet de communiquer les instructions de la feuille au cerveau, le système nerveux permet de commander l'action d'écrire le résultat sur la feuille

### **III. Fonctionnement général de l'Unité Centrale**

#### **A. L'exécution d'une instruction**

## Thème 3 – ARCHITECTURE MATERIELLE

- De la même manière que nous devons savoir quelle action exécuter avant de l'exécuter, le processeur doit récupérer l'instruction qui se trouve dans la mémoire avant de l'exécuter
- Après avoir lu le type d'opération, avons-nous les compétences pour l'exécuter ? Le processeur se pose la même question : il décode l'instruction qu'il vient de récupérer pour savoir s'il aura la compétence pour l'exécuter
- En fonction de l'action à exécuter, nous devons récupérer des données : pour une addition, nous devons lire les 2 nombres à additionner (qu'on appelle les opérandes de l'addition); de même, le processeur doit récupérer à partir de la mémoire les données nécessaires à l'exécution de l'instruction
- Enfin nous pourrons réaliser cette action, comme le processeur exécutera son instruction
- Les résultats pourront être reportés sur la feuille de travail ; ainsi le processeur reportera les résultats obtenus dans la mémoire
- ... et ainsi de suite pour réaliser toutes les actions d'une tâche ou toutes les instructions d'un programme.

### **L'EXECUTION D'UNE INSTRUCTION VA NECESSITER PLUSIEURS MICRO-OPERATIONS :**

- 1-RECHERCHER L'INSTRUCTION** à exécuter (**FETCH**) : de la mémoire → vers le processeur
- 2-DECODER L'INSTRUCTION** : à l'intérieur du processeur
- 3-RECHERCHER LES OPERANDES** : de la mémoire → vers le processeur
- 4-EXECUTER L'INSTRUCTION**: à l'intérieur du processeur
- 5-STOCKER LES RESULTATS** : du processeur → vers la mémoire

## **B. L'exécution d'un programme**

- De même que pour réaliser une tâche, nous réalisons une à une chacune de ses phases, l'ordinateur, pour exécuter un programme, exécutera une à une chacune de ses instructions.

### **EXECUTION D'UN PROGRAMME :**

- 1-DEBUT
- 2-**LIRE** LA PREMIERE INSTRUCTION
- 3-**EXECUTER** L'INSTRUCTION
- 4-TANT QUE (CE N'EST PAS LA DERNIERE INSTRUCTION)
  - 5-**LIRE** L'INSTRUCTION SUIVANTE
  - 6-**EXECUTER** L'INSTRUCTION
- 7-FIN TANT QUE
- 8-FIN

## IV. Structure générale des composants de l'Unité Centrale

---

Afin d'assurer l'exécution des fonctions qui leur sont assignées, les composants devront posséder des caractéristiques différentes.

Alors que l'activité humaine repose sur des circuits composés de cellules nerveuses et de neurones, les composants de l'ordinateur seront réalisés à partir de circuits électroniques regroupant un certain nombre de composants électroniques de base (transistor, condensateurs, diodes) : on parle de circuits intégrés.

### A. Mémoire Centrale

De la même manière que nous utilisons des feuilles quadrillées afin de retrouver plus facilement nos informations, la mémoire est organisée en cellules, chacune ayant un numéro unique permettant de la localiser.

Chaque quadrillage de la feuille permet de stocker un certain nombre de caractères : de même la capacité de chaque cellule mémoire est déterminée.

Les informations 'stockées' sur la feuille sont soit lues soit écrites : la mémoire de l'ordinateur permet également de lire ou d'écrire dans une cellule mémoire.

Structure interne de la mémoire :

► **ENSEMBLE DE CIRCUITS INTEGRES CAPABLES DE CONSERVER UNE VALEUR BINAIRE 0 ou 1 (BITS MEMOIRES)**

► **LES BITS MEMOIRES SONT REGROUPES EN MOTS MEMOIRES DE TAILLE DETERMINEE (8 bits, 16 bits, 32 bits, 64 bits)**

► **LE MOT MEMOIRE EST LA PLUS PETITE QUANTITE D'INFORMATION QUE L'ON PEUT LIRE OU ECRIRE EN MEMOIRE**

► **CHAQUE MOT MEMOIRE EST IDENTIFIE GRACE À SON ADRESSE**

► **CAPACITE MEMOIRE = TAILLE D'UN MOT MEMOIRE \* NOMBRE DE MOTS MEMOIRES** (exprimée généralement en Ko=Kilo octets, Mo=Méga octets ou Go=Giga octets ou bien KB=Kilo Bytes, MB=Méga Bytes, GB=Giga Bytes, 1 Byte = mot anglais pour octet)

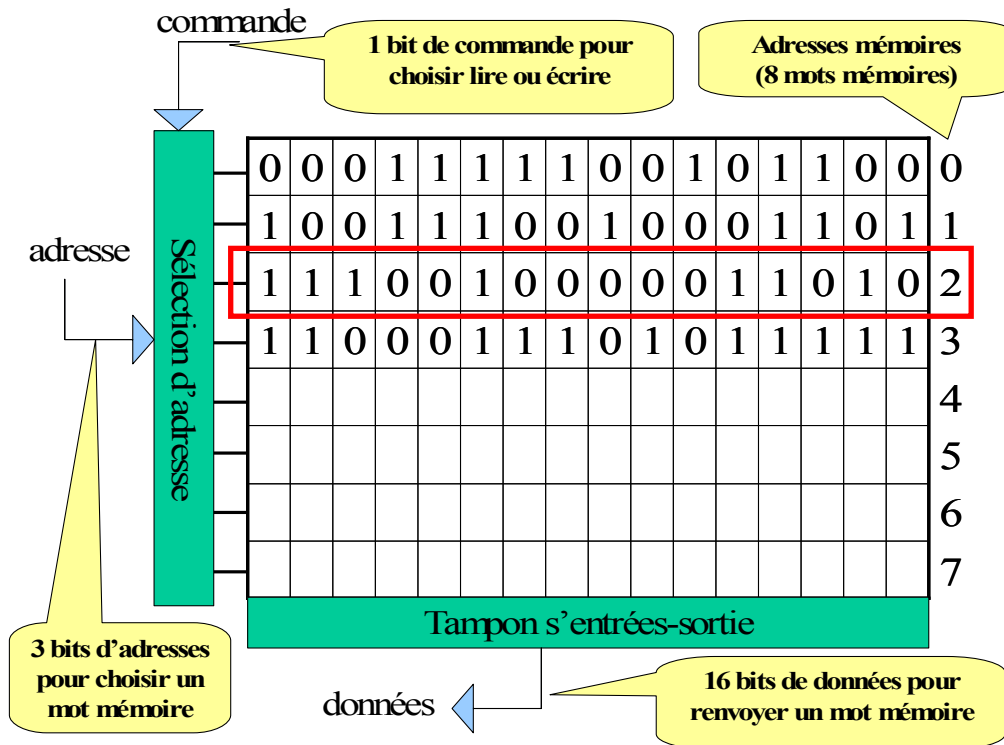


Figure 2 : mémoire structurée en mots

Quels sont les types d'accès à un mot mémoire :

- ▶ **LIRE UN MOT MEMOIRE,**
- ▶ **ECRIRE UN MOT MEMOIRE,**

Un fil de commande vers la mémoire permet de donner l'ordre d'effectuer ces opérations.

On doit **DISTINGUER L'ADRESSE D'UN MOT MEMOIRE ET SON CONTENU** :

- ▶ **L'ADRESSE DU MOT MEMOIRE DETERMINE SON EMPLACEMENT**
- ▶ **LE CONTENU DU MOT MEMOIRE CORRESPOND À LA VALEUR QUI Y EST RANGEE**

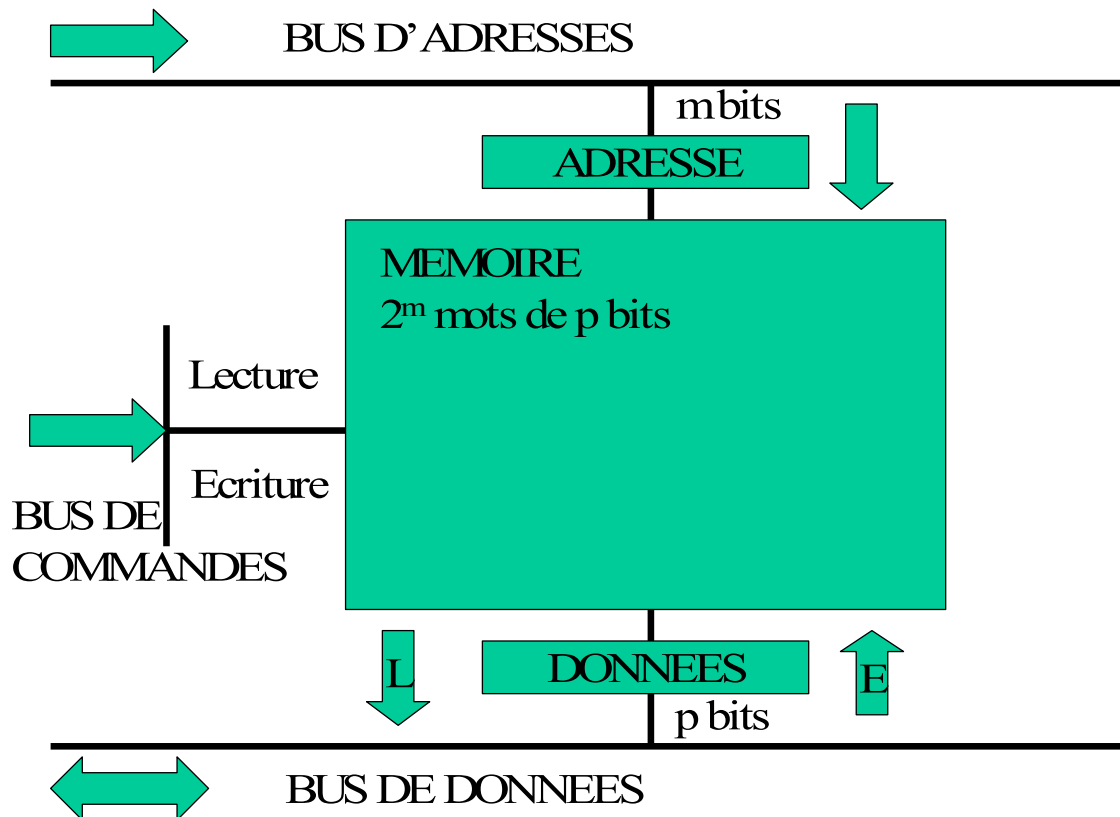


Figure 3 : accès mémoire en lecture/écriture

## B. Processeur

De même que notre cerveau est capable de stocker des informations, des savoir-faire, le processeur contient des circuits intégrés capables d'assurer également ces fonctions.

Les 3 parties principales du processeur

► Des **REGISTRES** généraux : zones de mémoires internes

► L' **UNITE ARITHMETIQUE ET LOGIQUE (UAL)** : c'est là où se trouvent toutes ces compétences, tout ce qu'il sait faire ; c'est un circuit intégré capable de réaliser les instructions de base de l'ordinateur : opérations arithmétiques (addition, multiplication,...), opération logiques (comparaison, ET, OU, ...)

► L' **UNITE DE COMMANDE** : le chef d'orchestre du processeur, va coordonner les différentes phases de l'exécution des instructions

- L'Unité de commande, chef d'orchestre du processeur, est assignée à suivre une cadence : celle du chef d'orchestre est déterminée par le diapason, celle du processeur par une horloge interne.
- Afin de réaliser sa tâche, l'unité de commande devra posséder les structures suivantes :

### Thème 3 – ARCHITECTURE MATERIELLE

- Le COMPTEUR ORDINAL (CO): contient l'adresse mémoire de la prochaine instruction à exécuter
  - Le REGISTRE D'INSTRUCTION (RI): contient l'instruction qui vient d'être récupérée de la mémoire (= l'instruction qu'on va devoir exécuter)
  - Le DECODEUR (DEC) : correspond à un circuit capable de décoder le contenu de l'instruction et savoir s'il est capable de l'exécuter
  - Le SEQUENCEUR (SEQ): correspond à un circuit qui va enchaîner l'exécution des micro-instructions de l'instruction à exécuter
  - Les informations à destination de la mémoire :
    - Une LIGNE DE COMMANDE (CMD) : contient une valeur déterminant l'accès que l'on souhaite effectuer en mémoire
    - Un REGISTRE D'ADRESSE (RAD): contient l'adresse du mot mémoire à lire ou à écrire
    - Un REGISTRE DE DONNEES (RDO): contient la valeur d'un mot mémoire à écrire
- Tous les éléments formant l'architecture interne du microprocesseur sont reliés par des voies de communication interne (BUS INTERNE).
  - Cf. SIMULATION d'exécution

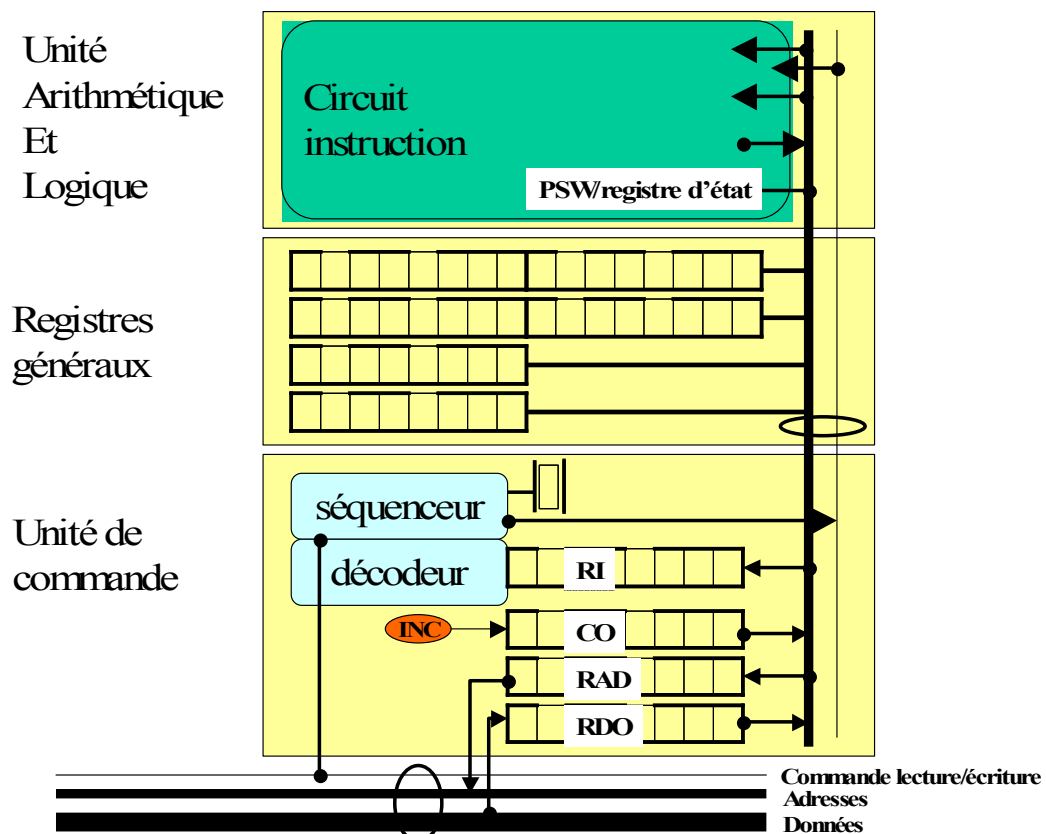


Figure 4 : structure interne fonctionnelle d'un microprocesseur



### C. BUS

► Un **BUS** est un **ENSEMBLE DE FILS** qui véhiculent des signaux correspondant aux valeurs binaires 0 ou 1 entre le processeur, la mémoire et les unités d'échanges.

► Le **NOMBRE DE FILS** détermine la **LARGEUR DE BUS** : il correspond au nombre de bits que l'on peut transporter en même temps

On trouve généralement **3 TYPES DE BUS** en fonction des informations qu'ils transportent :

► **BUS D'ADRESSE** : transport des adresses vers la mémoire

► **BUS DE DONNEES** : transporte des données en provenance de la mémoire ou vers la mémoire

► **BUS DE COMMANDES** : transporte l'ordre de lecture ou d'écriture envoyé à la mémoire

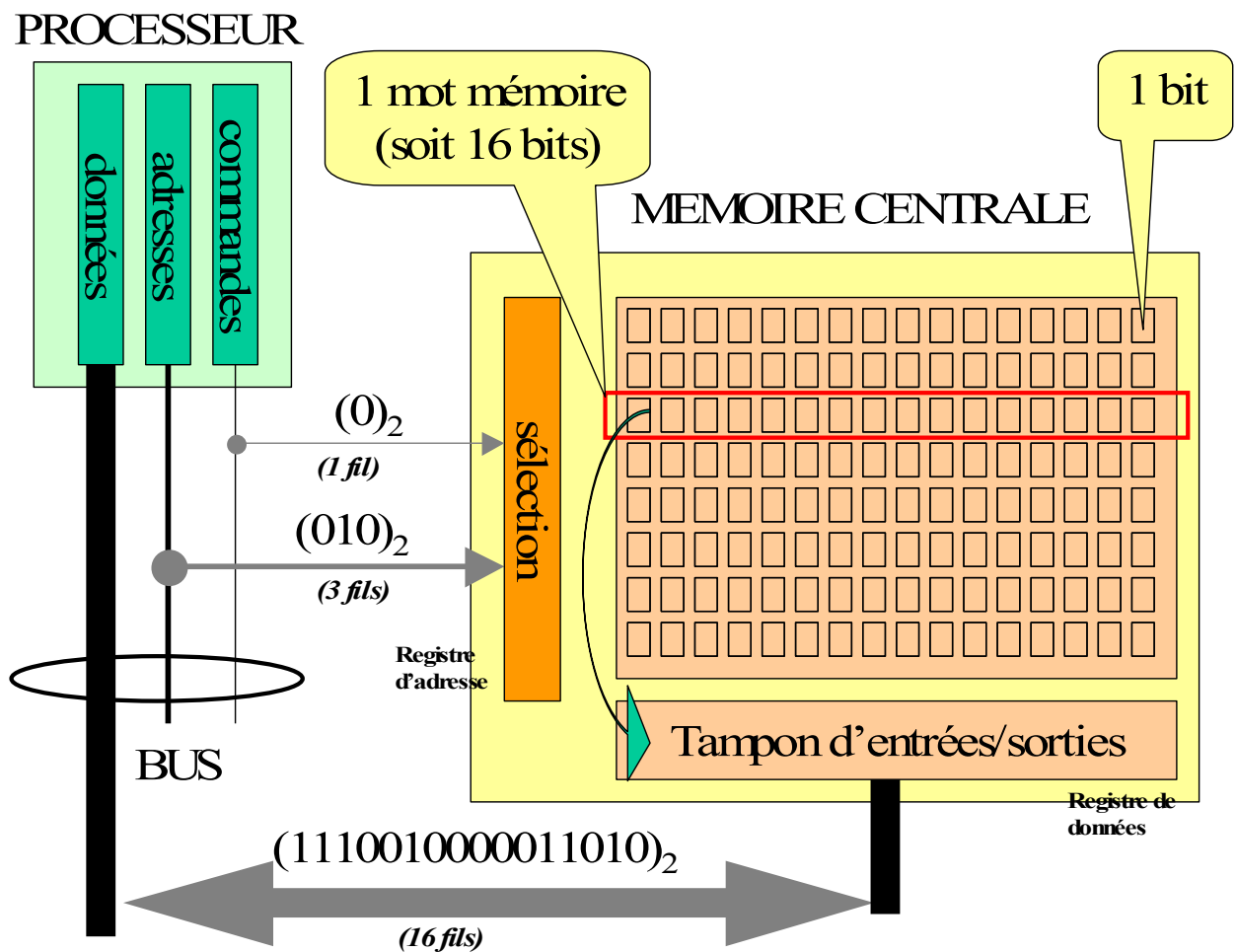


Figure 5 : le bus relie le processeur à la mémoire et aux unités d'échange