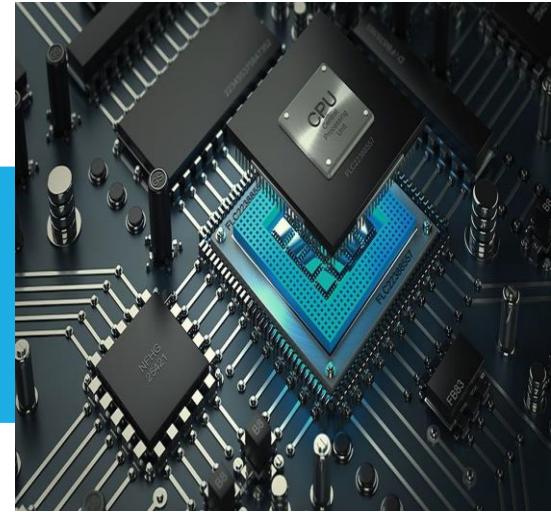
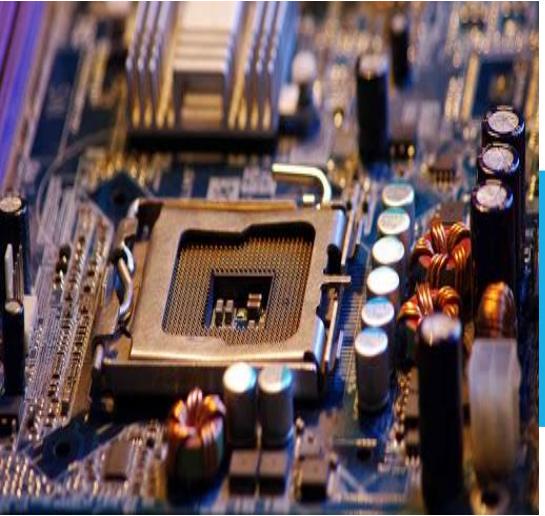




université
virtuelle
Burkina ★ Faso

Licence I
Génie Logiciel – Pure Developer



Architecture des ordinateurs

M. OUEDRAOGO W. A. Marc Christian

Ingénieur des travaux en réseaux et maintenance informatique

Ingénieur de conception en informatique (Analyse et programmation)

Doctorant en Intelligence Artificielle

Objectifs de la formation

OBJECTIFS

- ❖ Décrire le fonctionnement interne des ordinateurs et expliquer comment cette organisation interne affecte les performances.
- ❖ Appliquer les méthodes et techniques utilisées dans les architectures modernes pour améliorer les performances.
- ❖ Identifier les principales directions vers lesquelles les architectures vont se développer.

Chapitre I : Introduction générale



PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

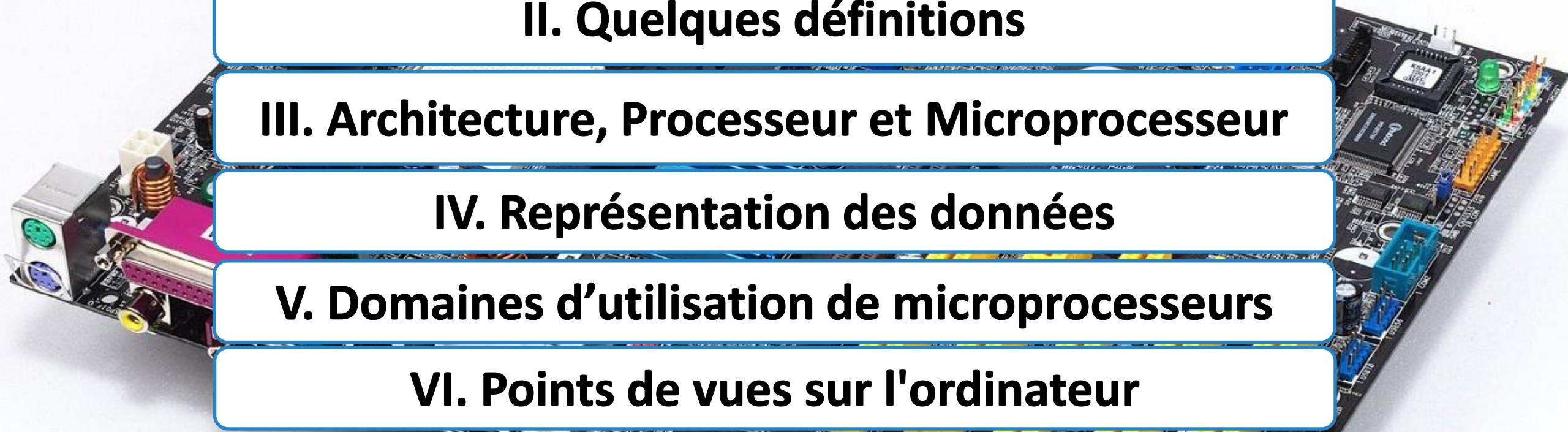
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

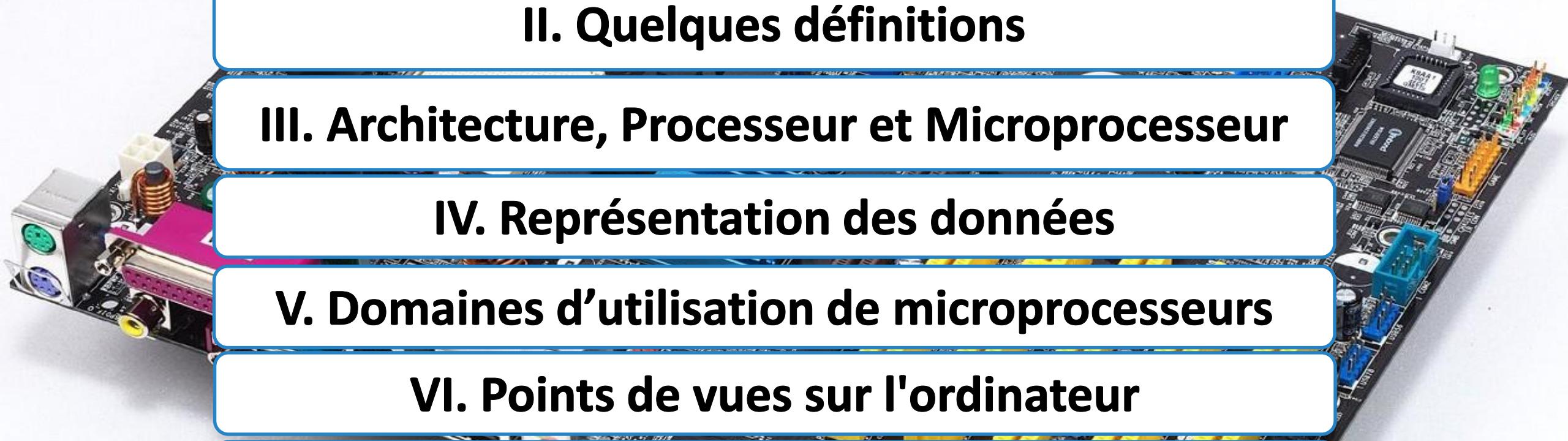
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



I. Généralités

L'informatique, contraction d'**information** et **automatique**, est la science du traitement de l'information.

Apparue au milieu du 20ème siècle, elle a connu une évolution extrêmement rapide.

A sa **motivation initiale** qui était **de faciliter et d'accélérer le calcul**, se sont ajoutées de nombreuses fonctionnalités, comme **l'automatisation, le contrôle et la commande de processus, la communication ou le partage de l'information**.

I. Généralités

Le cours d'architecture des ordinateurs (systèmes à microprocesseurs) expose les principes de base du traitement programmé de l'information.

La mise en œuvre de ces systèmes s'appuie sur deux modes de réalisation distincts, **le matériel et le logiciel**.

I. Généralités

Le matériel (hardware) correspond à l'aspect concret du système : unité centrale, mémoire, organes d'entrées-sorties, etc.

Le logiciel (software) correspond à un ensemble d'instructions, appelé programme, qui sont contenues dans les différentes mémoires du système et qui définissent les actions effectuées par le matériel.

I. Généralités

Suivant que l'on **soit simple utilisateur, programmeur, automaticien ou électronicien** par exemple nous avons des façons différentes de nous représenter ce qu'est un ordinateur et nous avons également des façons différentes d'appréhender ce qu'est l'informatique.

Ce que nous appelons aujourd'hui ordinateur est **le fruit de plusieurs siècles de travaux et de découvertes qui débutent depuis l'antiquité et qui couvrent aussi bien les mathématiques que l'électromécanique et l'électronique**.

PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

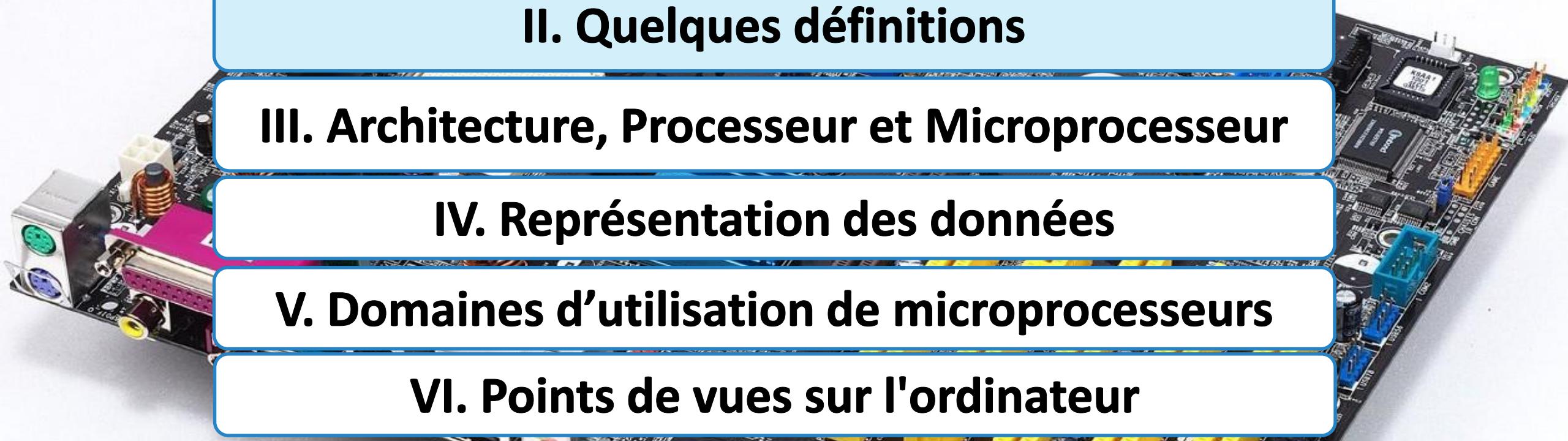
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



II. Quelques définitions

II.1. Informatique

Selon les auteurs Baudoin et Meyer, l'**Informatique** est "l'ensemble des théories et des techniques (discipline) de *traitement automatique* de l'*information* à l'aide d'un *ordinateur*".

II. Quelques définitions

II.2. Information

Il s'agit de tout ce qui permet de décrire plus ou moins partiellement un système quelconque (système mathématique, physique, économique, social, technique, etc.).

II. Quelques définitions

II.2. Information

Exemple de système : l'ensemble des élèves d'une classe.

Ces informations permettent :

- **de désigner les éléments du système.** Exemple : nom d'un élève;
- **d'exprimer une propriété d'un élément.** Exemples : âge, taille d'un élève, ... ;
- **de décrire des relations entre éléments.** Exemple : Léo est plus grand que Luc.

II. Quelques définitions

II.2. Information

Exemple de système : l'ensemble des élèves d'une classe.

Ces informations peuvent être :

- **qualitative.** Exemple : "Léo est grand" ;
- **quantitative.** Exemple : "Jérôme a 20 ans".

Elles sont exprimées sous forme de nombres, de textes, d'images, de sons, etc.

II. Quelques définitions

II.3. Traitement

C'est l'élaboration d'une information à partir d'autres informations.

Exemples :

moyenne de deux nombres ;
tracé d'une courbe à partir de son équation ;
résumé d'un texte, etc.

II. Quelques définitions

II.4. Ordinateur

C'est un système programmable de traitement automatique de l'information.

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- exécution rapide d'opérations élémentaires ;
- versatilité ;
- domaine d'application très étendu.

Les ordinateurs actuels sont des machines électroniques.

II. Quelques définitions

II.5. Synthèse

Des définitions précédentes, nous pouvons dégager les deux aspects principaux de la mise en œuvre de l'informatique à savoir :

- Un aspect *immatériel* (également appelé *logiciel* ou "software" en anglais) qui permet de spécifier les traitements à effectuer : les *algorithmes* et les *programmes*.
- Un aspect *matériel* (ou "hardware") qui concerne l'outil chargé d'exécuter les traitements. Cet aspect recouvre la partie tangible d'un système informatique : circuits intégrés, câbles électriques, alimentation, mémoire, terminaux, ...

II. Quelques définitions

II.6. Architecture des ordinateurs

L'architecture des ordinateurs est l'étude de la structure (organisation), du comportement (fonctionnement) et de la conception ("design") des ordinateurs.

II. Quelques définitions

II.6. Architecture des ordinateurs

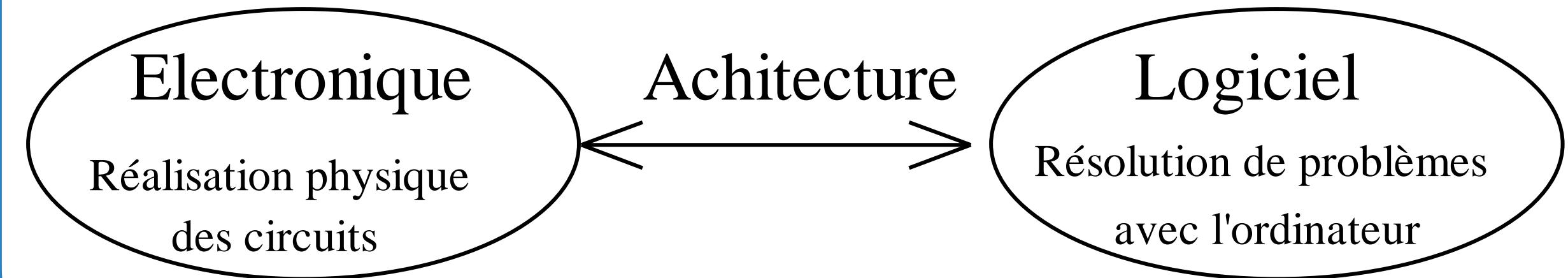
Elle s'est imposée comme une discipline propre assez récemment à cause de la prolifération des ordinateurs et aux différentes avancées technologiques dans le domaine de l'informatique (notamment en électronique digitale).

L'une des caractéristiques importantes dans ce domaine fut l'apparition des microprocesseurs au début des années 1970.

II. Quelques définitions

II.6. Architecture des ordinateurs

L'architecture des ordinateurs assure la liaison entre deux grands domaines conformément au schéma ci-dessous.



PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

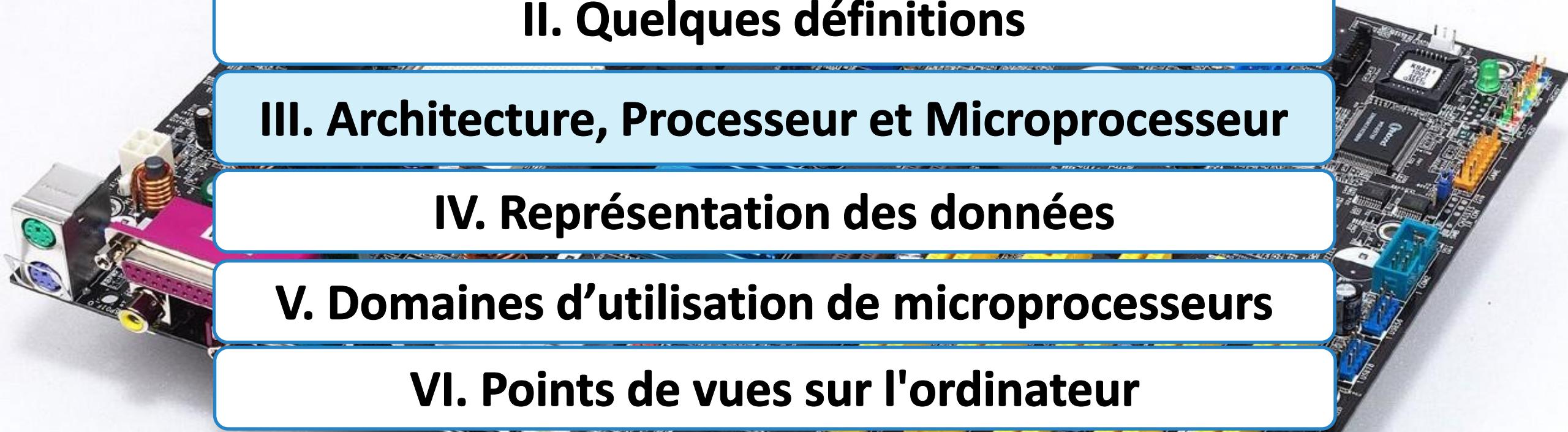
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

L'architecture d'un système à microprocesseur représente l'organisation de ses différentes unités et de leurs interconnexions.

Le choix d'une architecture est toujours le résultat d'un compromis :

- entre performances et coûts
- entre efficacité et facilité de construction
- entre performances d'ensemble et facilité de programmation
- etc ...

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Un processeur (ou unité centrale de traitement, UCT ou en anglais Central Processing Unit, CPU) est un composant présent dans de nombreux dispositifs électroniques qui exécute les instructions machine des programmes informatiques.

Avec la mémoire, c'est notamment l'une des fonctions qui existent depuis les premiers ordinateurs.

Un processeur construit en un seul circuit intégré est un microprocesseur.

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Un microprocesseur est un circuit intégré complexe.

Il résulte de l'intégration sur une puce de fonctions logiques combinatoires (logiques et/ou arithmétique) et séquentielles (registres, compteur, etc...).

Il est capable d'interpréter et d'exécuter les instructions d'un programme. Son domaine d'utilisation est donc presque illimité.

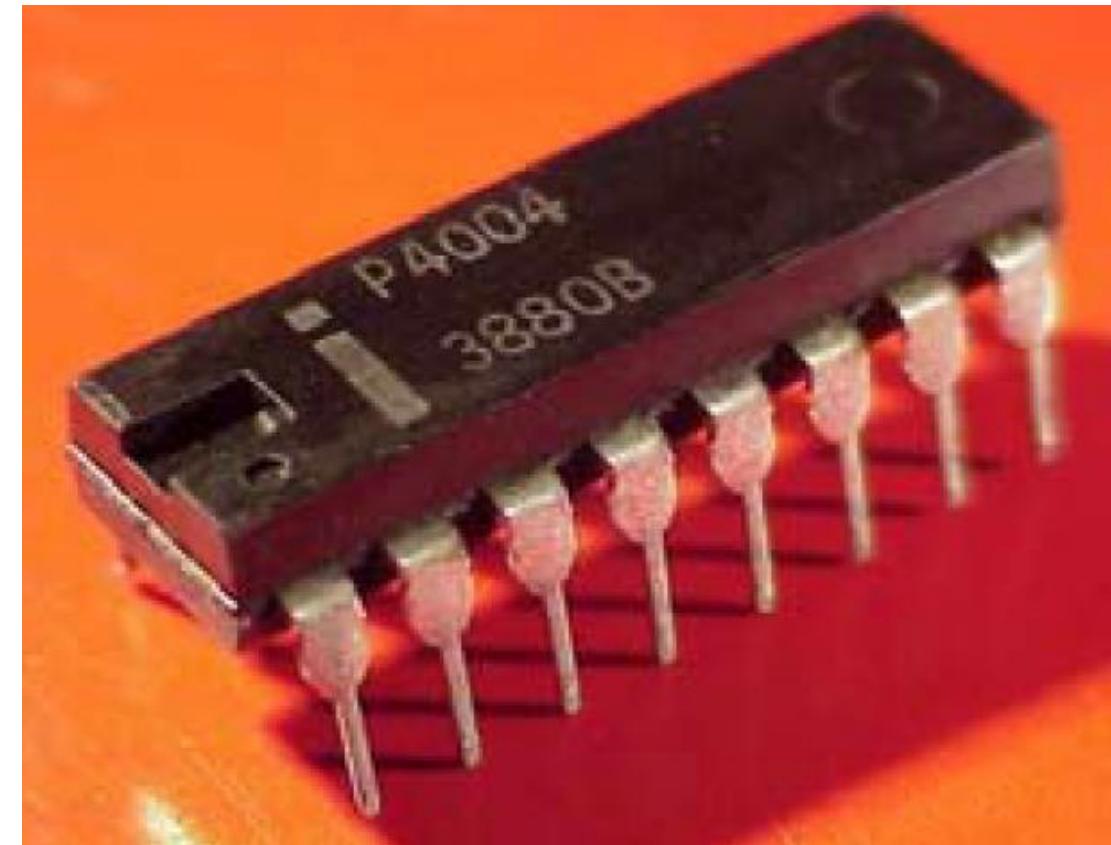
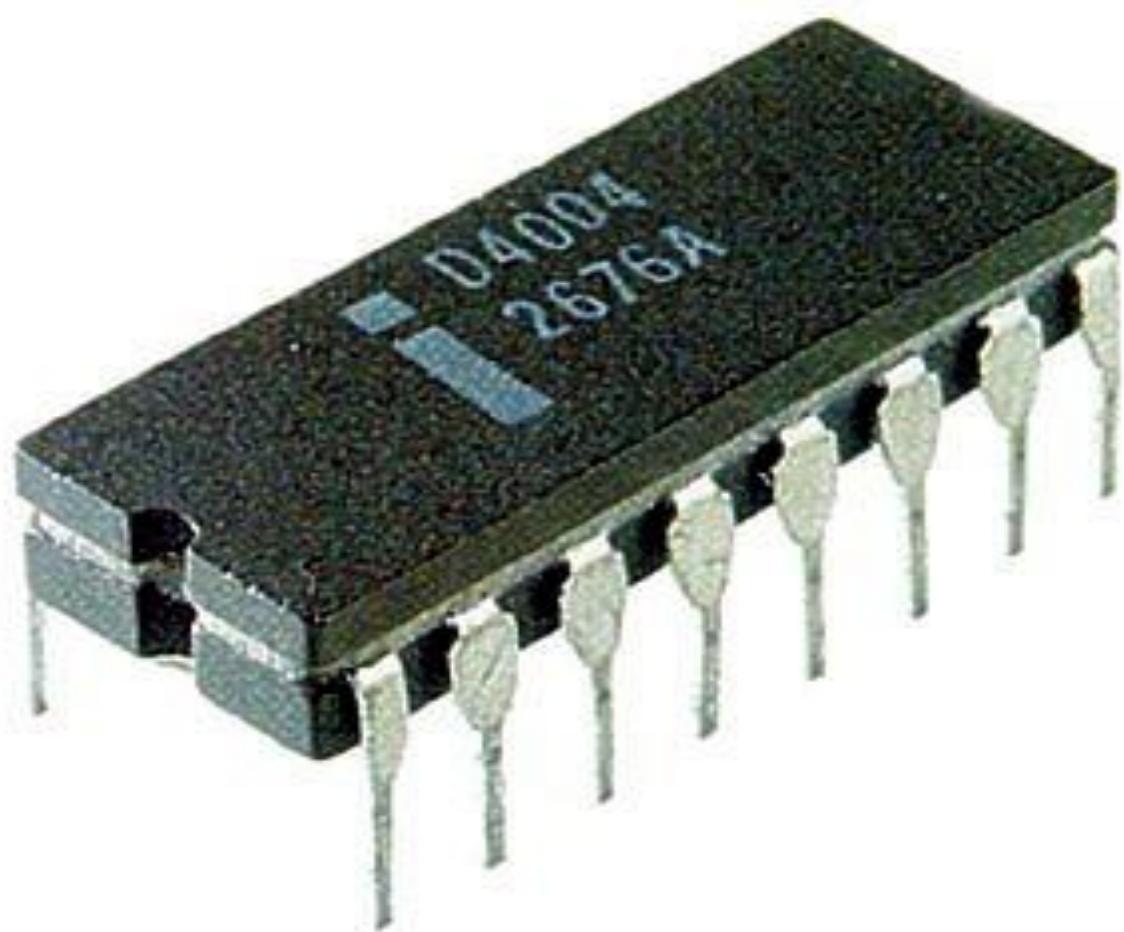
III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Le concept de microprocesseur a été créé par la Société Intel. Cette Société, créée en 1968, était spécialisée dans la conception et la fabrication de puces mémoire. À la demande de deux de ses clients : fabricants de calculatrices et de terminaux.

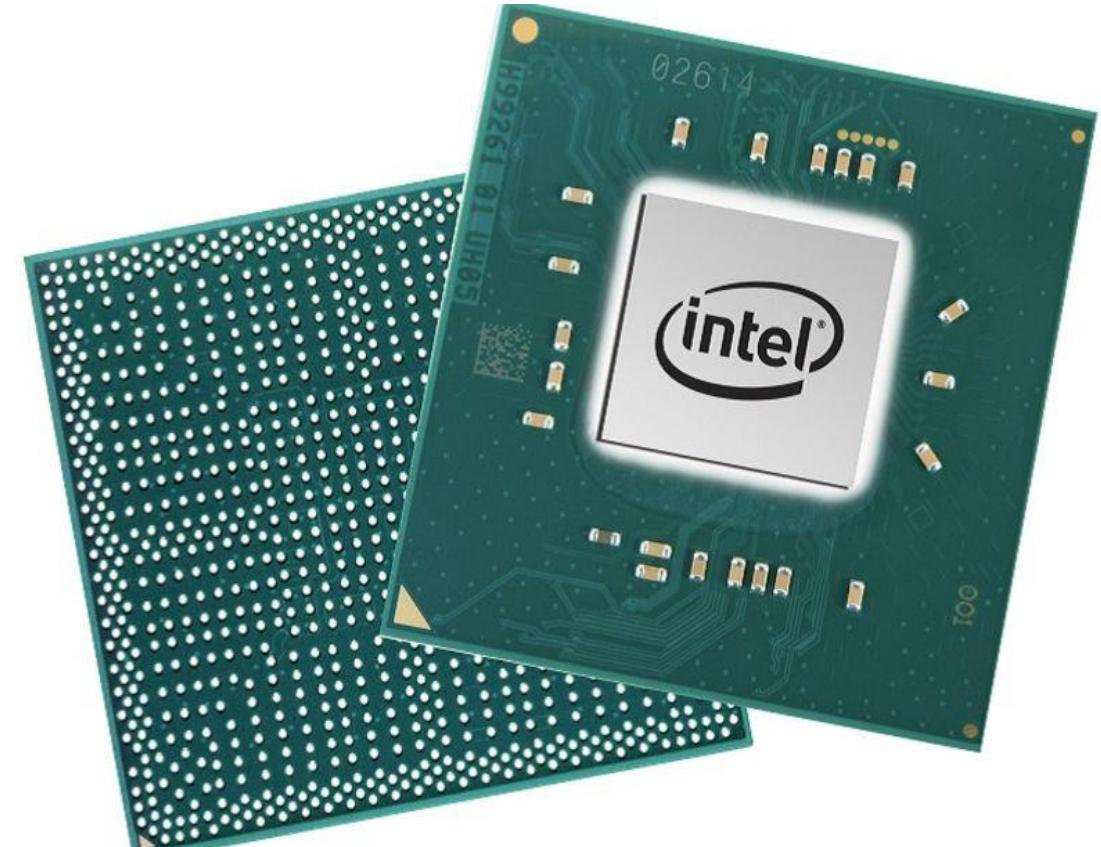
Intel étudia une unité de calcul implémentée sur une seule puce.

Ceci donna naissance, en 1971, au premier microprocesseur, le 4004, qui était une unité de calcul 4 bits fonctionnant à 108 kHz. Il résultait de l'intégration d'environ 2300 transistors.

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur



III. Architecture, Processeur et Microprocesseur



III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

La réalisation de circuits intégrés de plus en plus complexe a été rendue possible par l'apparition du transistor en 1947.

Le circuit intégré (CI), aussi appelé **puce électronique**, est un **composant électronique, basé sur un semi-conducteur**, reproduisant une, ou plusieurs, fonction(s) électronique(s) plus ou moins complexe(s), intégrant souvent plusieurs types de composants électroniques de base dans un volume réduit (sur une petite plaque), rendant le circuit facile à mettre en œuvre.

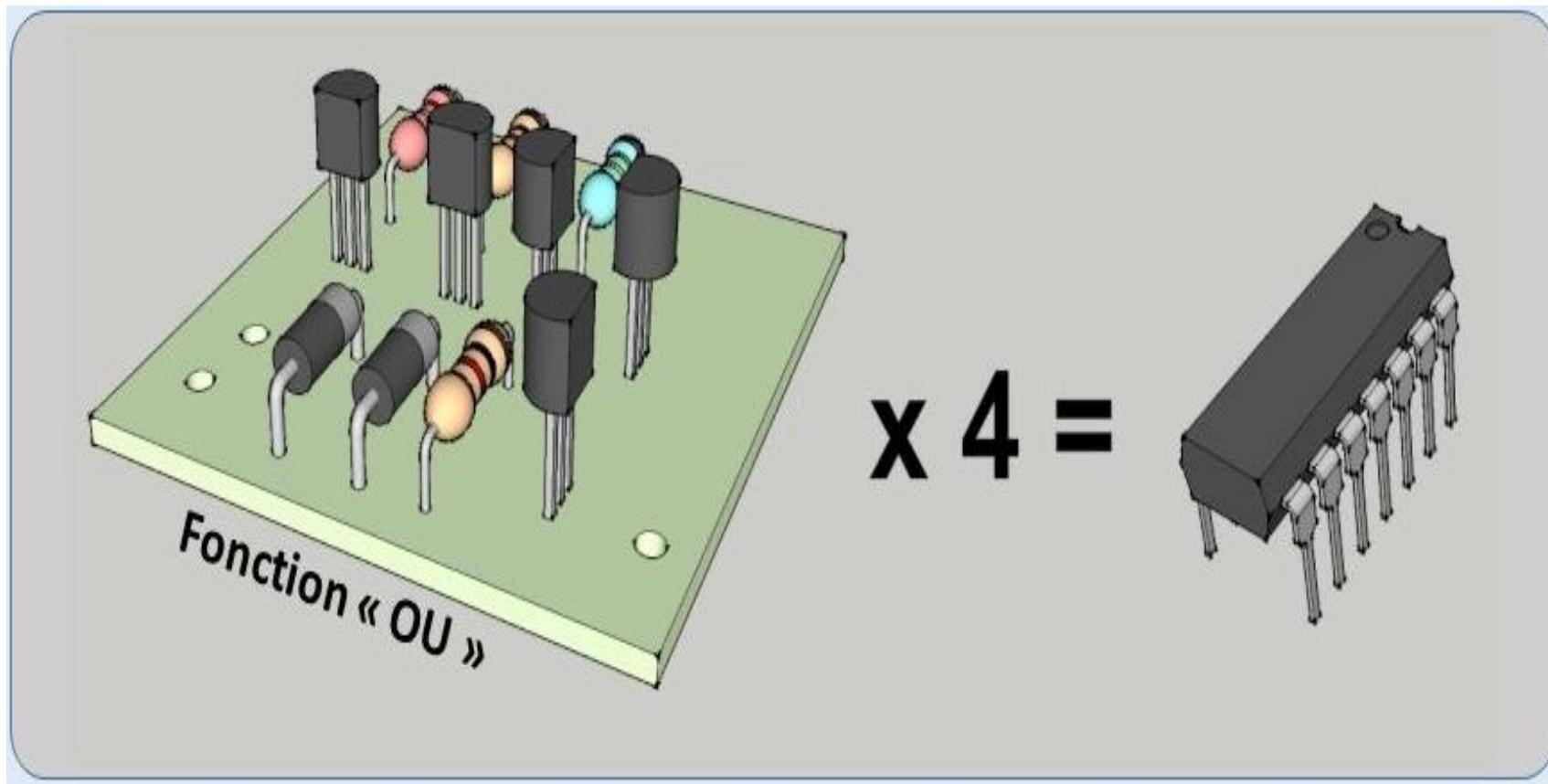
III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Un semi-conducteur est un matériau qui a les caractéristiques électriques d'un isolant, mais pour lequel la probabilité qu'un électron puisse contribuer à un courant électrique, quoique faible, est suffisamment importante.

En d'autres termes, la conductivité électrique d'un semi-conducteur est intermédiaire entre celle des métaux et celle des isolants.

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Les Circuits intégrés ne sont qu'un assemblage compacté de résistances, de diodes de transistors, etc.



III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Différence entre processeur et microprocesseur

Un **microprocesseur** est un **processeur** dont tous les composants ont été suffisamment miniaturisés pour être regroupés dans un unique boitier.

Fonctionnellement, le processeur est la partie d'un ordinateur qui exécute les instructions et traite les données des programmes.

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

Différence entre processeur et microprocesseur

L'unité centrale de traitement (CPU) est une puce qui fonctionne comme le cerveau de l'ordinateur.

Il est composé de millions de transistors. Les microprocesseurs sont les circuits qui entourent le CPU.

Le microprocesseur est plus que le CPU.

PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

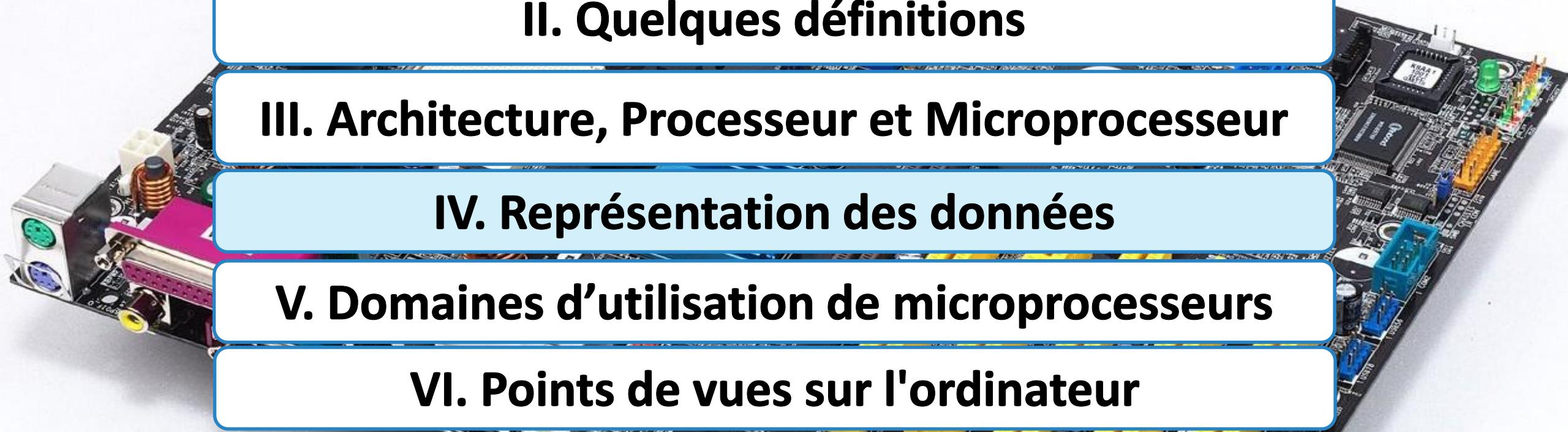
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



IV. Représentation des données

Les informations traitées par un ordinateur peuvent être de différents types (texte, nombres, etc.) mais elles sont toujours représentées et manipulées par l'ordinateur **sous forme binaire**.

Toute information sera traitée comme une suite de 0 et de 1.

L'unité d'information est donc le chiffre binaire (0 ou 1), que l'on appelle **bit** (pour **binary digit, chiffre binaire**).

IV. Représentation des données

On utilise la représentation binaire car elle est simple, facile à réaliser techniquement. Enfin, les opérations arithmétiques de base (addition, multiplication etc.) sont faciles à exprimer en base 2 .

Un bit est donc soit un 0, soit un 1, et une information est représentée par une séquence de bits.

Une séquence de **8 bits** est appelée un « **octet** »

(**1 octet = 8 bits**).

PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

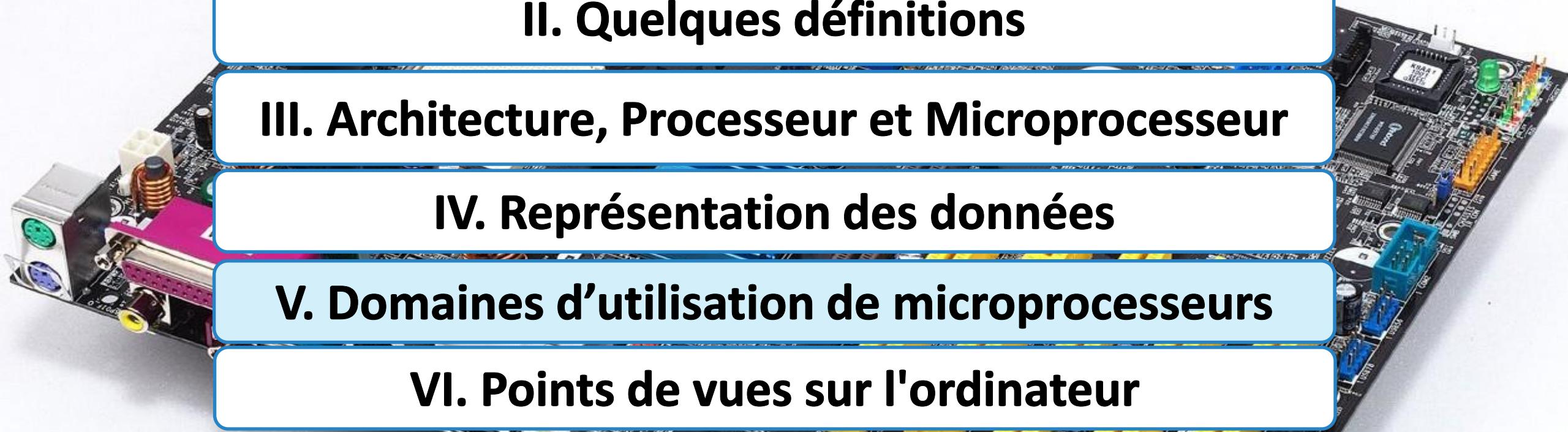
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

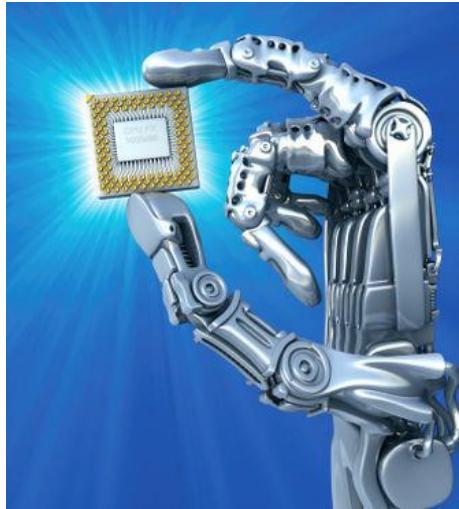
VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

Les applications des systèmes à microprocesseurs sont multiples et variées :



PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

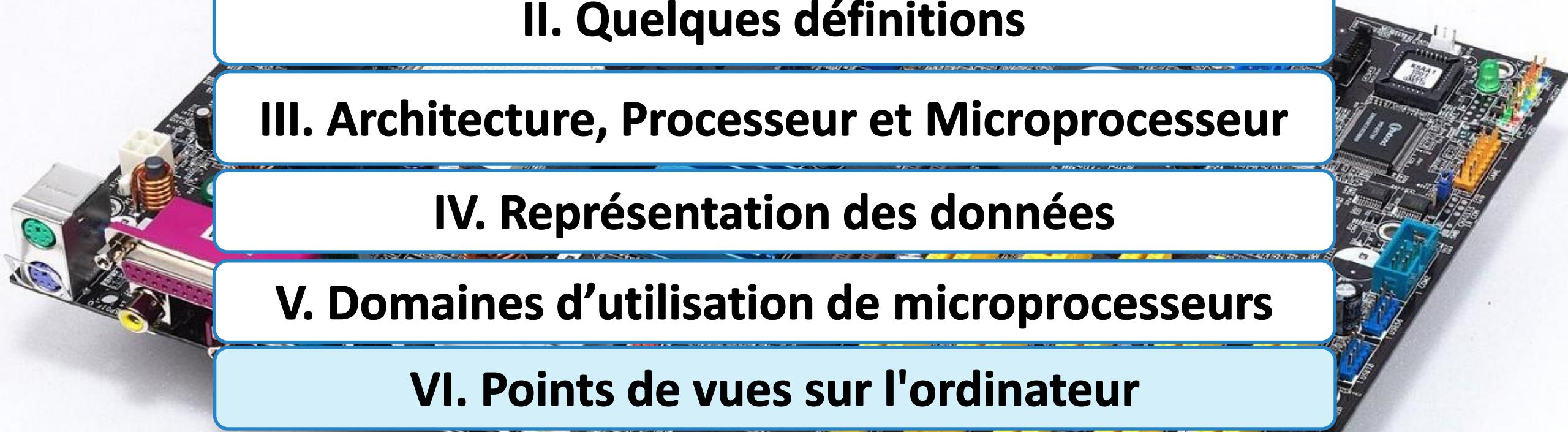
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



VI. Points de vues sur l'ordinateur

VI.1. L'ordinateur visible et l'ordinateur invisible

D'emblée nous pouvons dire à la vue de l'ordinateur qu'il est composé d'éléments tels que l'écran, l'unité centrale, la souris, le clavier ... qui sont visibles.

Mais un œil averti sait que pour que l'ordinateur marche il faut que l'unité centrale par exemple contienne d'autres éléments que nous dirons invisibles parce qu'ils ne sont pas visibles de l'extérieur. Ce sont entre autres le disque dur, les mémoires, le processeur, ...

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VI.1. L'ordinateur visible et l'ordinateur invisible

Tous ces éléments contribuent au bon fonctionnement et à la facilité d'utilisation de l'ordinateur mais suivant ce que nous faisons et attendons de l'ordinateur seules certaines parties nous intéresserons.

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VI.2. L'ordinateur vue par un utilisateur ordinaire

L'utilisateur ordinaire appréhende l'ordinateur au travers de ses périphériques (dispositifs externes à l'unité centrale) :

clavier;

souris;

écran;

imprimante;

disques;

clé usb;

Lecteur CD/DVD ;

...

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VI.3. L'ordinateur vue par un programmeur

Ce que le programmeur retient d'un ordinateur ce sont ses spécifications :

- ❖ les différentes façons d'implémenter des entrées/sorties (lire et afficher des données) ;
- ❖ la taille (nombre de bits) des types de données et leurs représentations en mémoire (int représenté sur 2 ou 4 octets, tableau comme suite d'octets contiguës) ;

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VI.4. L'ordinateur vue par un Maintenancier / Électronicien

L'électronicien lui voit l'ordinateur comme un ensemble de composants électroniques :

- circuits intégrés ;
- condensateurs ;
- tubes cathodiques ;
- ...

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VI.5. Qu'appelle-t-on ordinateur?

Seule la partie **unité centrale** correspond à l'appellation ordinateur.

L'unité centrale est constituée d'un boîtier qui contient une carte mère sur laquelle sont fixés le processeur, les mémoires, les périphériques internes et des cartes permettant de connecter des périphériques externes sur le boîtier.

PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

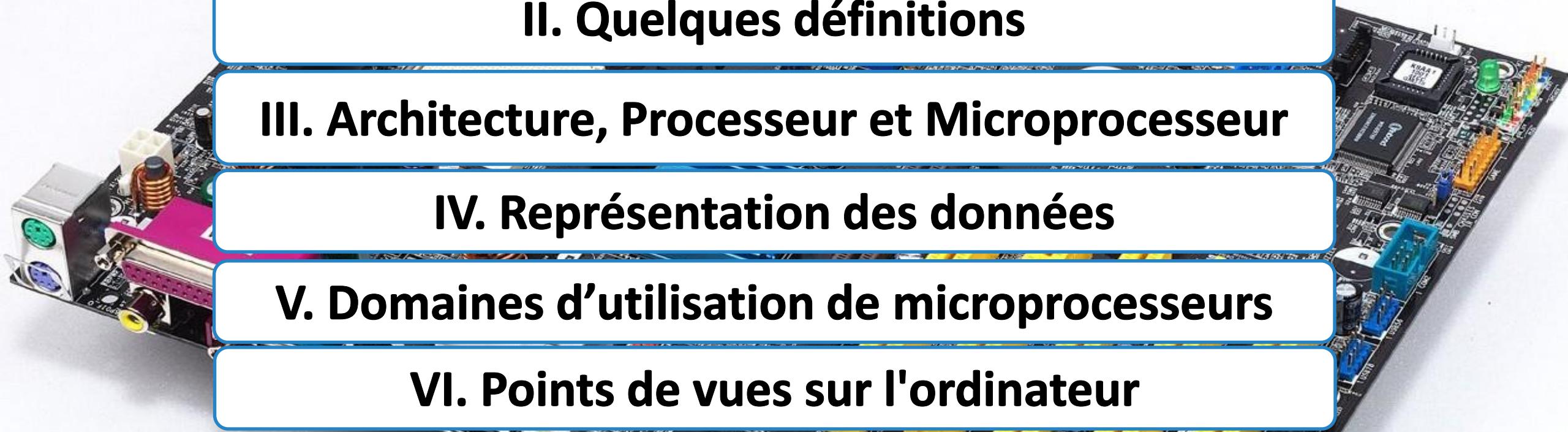
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



VII. Les grandes évolutions de l'informatique

Du point de vue historique, l'évolution du traitement automatique de l'information peut être subdivisée en deux grands ères :

I'ère mécanographique et l'ère électronique.

Dans cette partie nous nous intéresserons à l'ère électronique.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1. L'ère électronique (1946 - ...)

L'avènement de l'ère électronique résulte des recherches entreprises en vue de pallier aux deux inconvénients majeurs des machines électromécaniques :

- Limitation de la vitesse de traitement à cause de l'inertie des parties mobiles;
- lourdeur de manipulation et manque de fiabilité.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1. L'ère électronique (1946 - ...)

Habituellement, l'ère électronique est décomposée en un certain nombre de générations d'ordinateurs.

Chacune de ces générations correspond à des modifications notables au niveau de la technologie de conception des ordinateurs.

Cependant, le début et la fin de chaque génération ainsi que le nombre des générations (de trois à cinq) sont variables selon les auteurs.

De ce fait, le découpage et les dates que nous présentons ci-dessous sont indicatifs.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1. L'ère électronique (1946 - ...)

VII.1.1. La première génération d'ordinateurs (1946 - 1954)

Caractéristiques principales :

- lampes (ou tubes) à vide : utilisation du courant électrique pour transmettre l'information à des vitesses proches de celle de la lumière;
- fils câblés à la main;
- programmes écrits en langage machine (binaire);
- temps d'exécution en millièmes de seconde.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

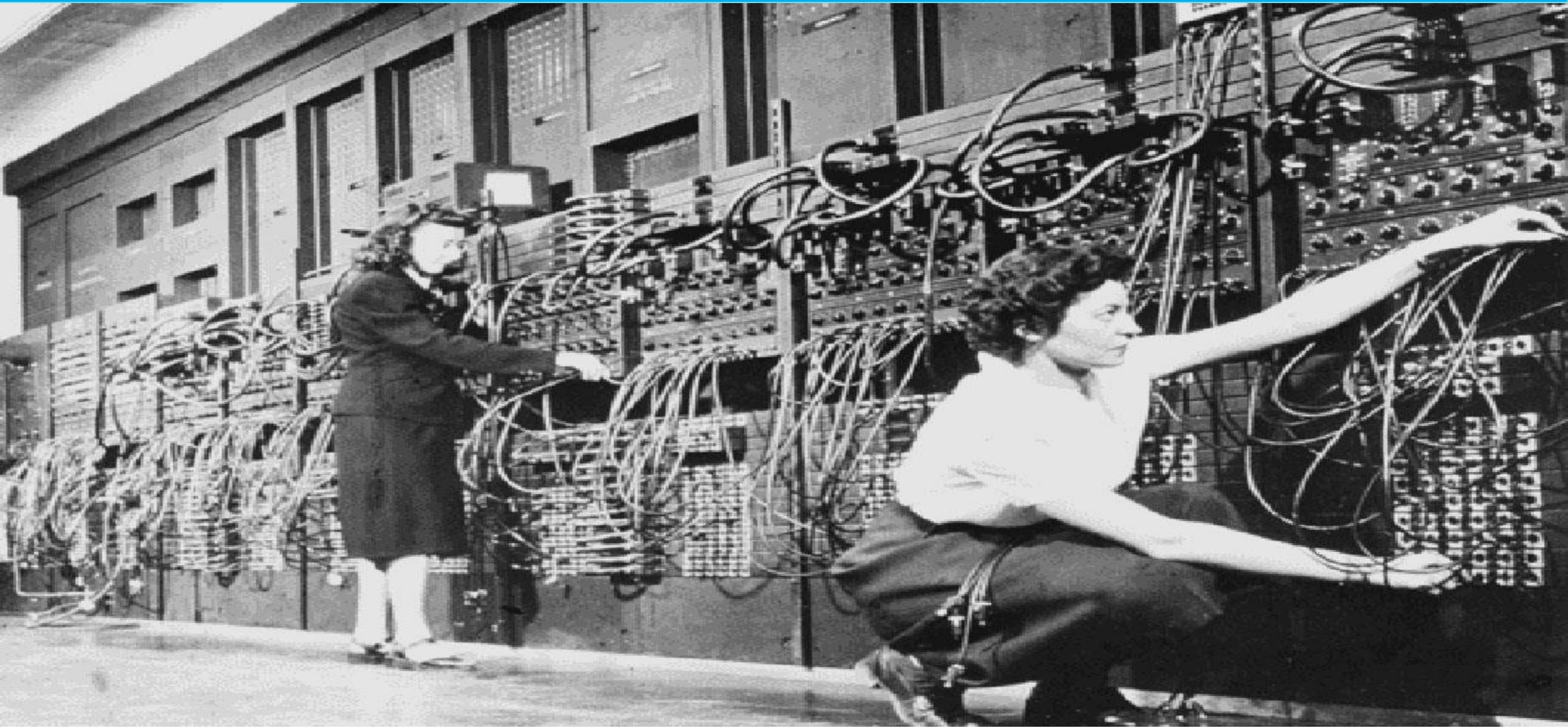
VII.1. L'ère électronique (1946 - ...)

VII.1.1. La première génération d'ordinateurs (1946 - 1954)

Dates importantes :

1946 : achèvement de la construction de l'*E.N.I.A.C.* (Electronic Numerical Integrator and Calculator). Elle est généralement considérée comme le premier ordinateur électronique.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique



VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1. L'ère électronique (1946 - ...)

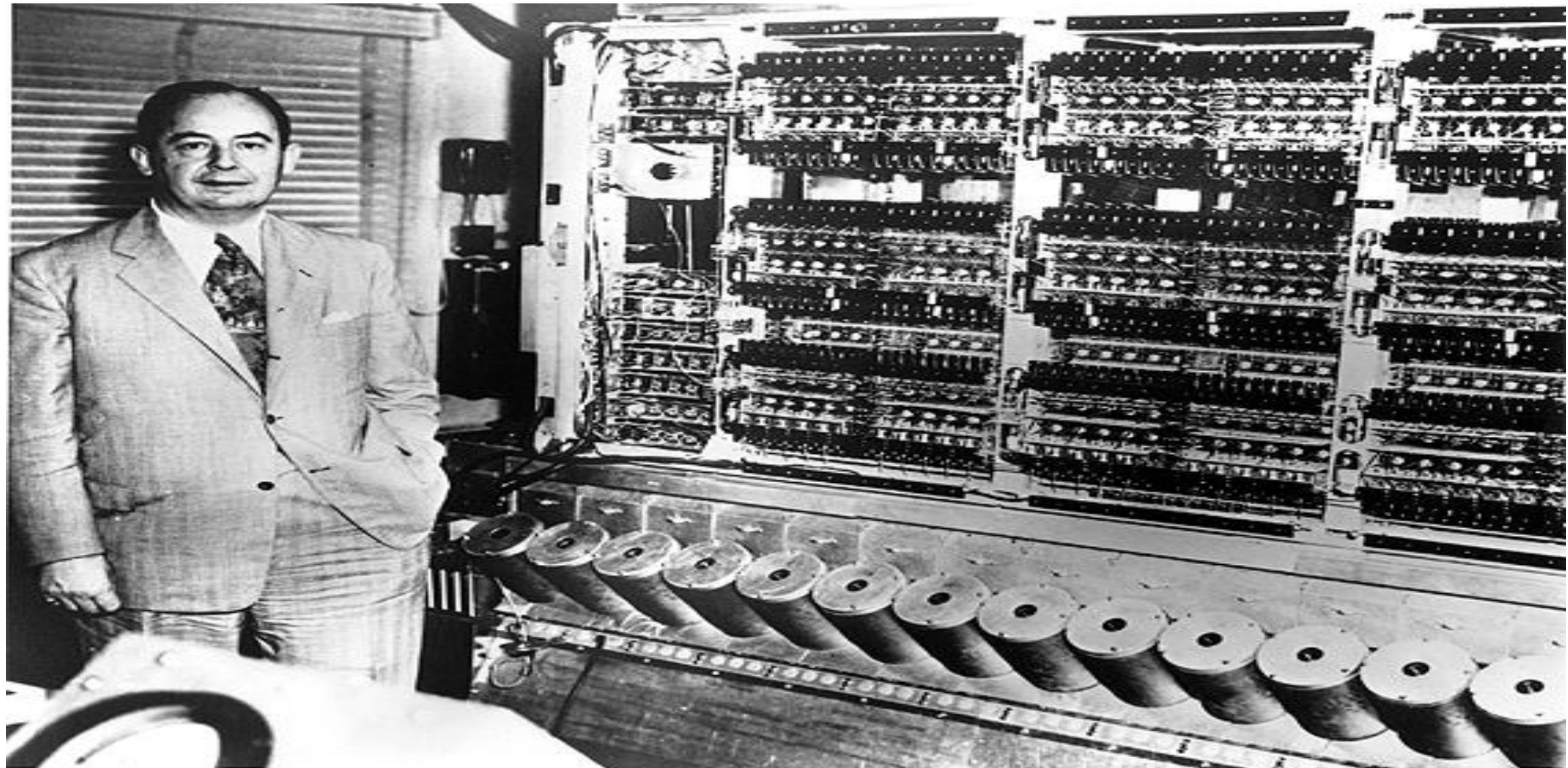
VII.1.1. La première génération d'ordinateurs (1946 - 1954)

Dates importantes :

1945 : le mathématicien *J. Von Neumann* proposa le concept consistant à stocker les programmes et les données dans une même unité mémoire (la mémoire centrale).

Cela a permis de réaliser la synthèse entre machine à programme figé et machine à programme enregistré. Cette idée fut utilisée lors de la construction de l'E.D.V.A.C. (Electronic Discrete Variable Computer) qui devint opérationnel en 1951.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique



VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1.2. La deuxième génération d'ordinateurs (1955 - 1964)

Caractéristiques principales :

- remplacement progressif des tubes à vide par les transistors ;
- utilisation de tores magnétiques et de tambours magnétiques (à la place des tubes à rayons cathodiques et des lignes à retard) pour réaliser la mémoire centrale ;
- programmes écrits en langage symbolique (assembleur) ;
- temps d'exécution en microsecondes (10^{-6} sec.) ;

Exemple de machine typique de cette époque : l'IBM 7094.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique



VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1.3. La troisième génération d'ordinateurs (1965 - 1977)

Caractéristiques principales :

- utilisation de circuits intégrés (SSI : Small Scale Integration et MSI : Medium Scale Integration) ;
- apparition des langages de haut-niveau (Algol, COBOL, Fortran) ;
- temps d'exécution en nanosecondes (10⁻⁹ sec.) ;
- traitement à distance ;
- apparition des mini-ordinateurs.

Exemple de machine typique de cette génération : le mini-ordinateur PDP-8 de DEC.

VII. Les grandes évolutions de l'informatique



VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VII.1.4 Quatrième génération d'ordinateur (1978 - 1980)

Caractéristiques principales :

- mémoire électronique ;
- temps d'exécution en fraction de nanosecondes ;
- micro-ordinateurs
- généralisation de techniques de traitement parallèle (pipeline, multiprogram-mation, multitraitemet, etc.) ;
- réseaux d'ordinateur.

Exemple de machine typique de cette génération : le micro-ordinateur PC d'IBM

VII. Les grandes évolutions de l'informatique



PLAN

I. Généralités

II. Quelques définitions

III. Architecture, Processeur et Microprocesseur

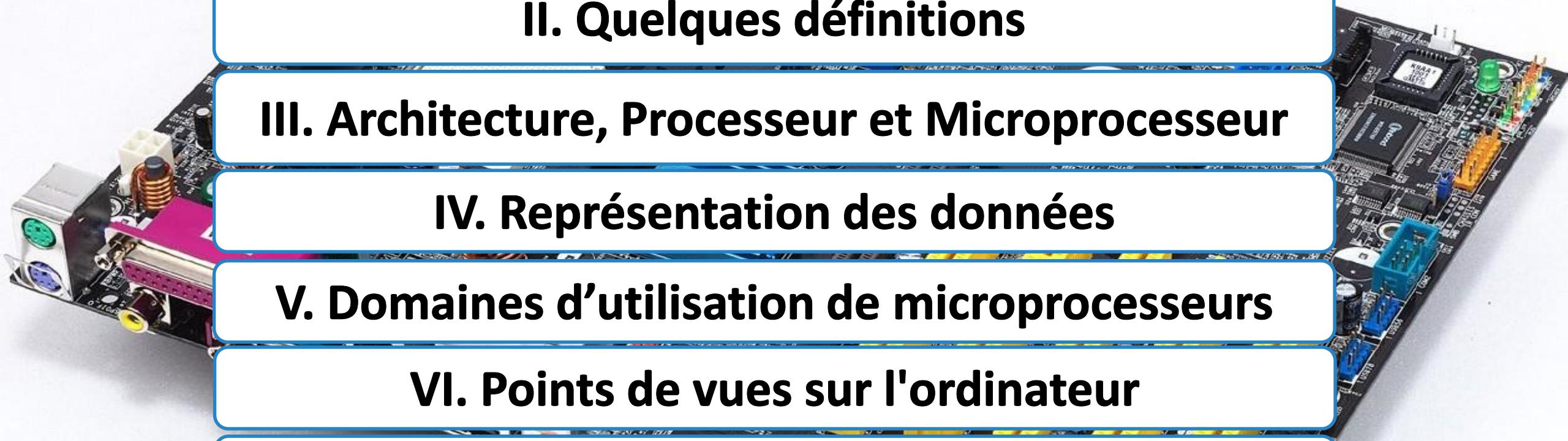
IV. Représentation des données

V. Domaines d'utilisation de microprocesseurs

VI. Points de vues sur l'ordinateur

VII. Les grandes évolutions de l'informatique

VIII. Les grands types d'architecture



VIII. Les grands types d'architecture

L'ordinateur est constitué essentiellement du processeur, de la mémoire et des périphériques d'entrées/sorties.

Ces parties sont reliées entre elles par des bus.

VIII. Les grands types d'architecture

- ❑ **Le processeur** est le cerveau de l'ordinateur ; c'est lui qui traite toutes les informations.

Plus il est capable de traiter simultanément des informations plus il est puissant ;

VIII. Les grands types d'architecture

- **La mémoire** est un dispositif capable de stocker des informations (instructions et données) de telle sorte que l'ordinateur puisse à n'importe quel moment accéder à l'information dont il a besoin.

Les informations peuvent être **écrites ou lues**. Il y a **écriture** lorsqu'on **enregistre des données en mémoire**, et **lecture** lorsqu'on **sort des informations précédemment enregistrées**.

La lecture peut être **destructive** (l'information lue n'est plus en mémoire) ou **non** ;

VIII. Les grands types d'architecture

□ On peut organiser les périphériques en familles de périphériques selon plusieurs terminologies :

➤ **Suivant leurs relations à l'ordinateur** on peut les classer en :

périphériques d'entrées qui fournissent des informations à l'ordinateur: clavier, souris, scanner, microphone, webcam...

périphériques de sorties qui retournent des informations de l'ordinateur : écran, imprimante, haut parleur, ...

périphériques d'entrées et de sorties qui assurent les deux rôles : Graveur de CD/DVD, clé usb

VIII. Les grands types d'architecture

- On peut organiser les périphériques en familles de périphériques selon plusieurs terminologies :
- Suivant leurs positionnements vis à vis de l'ordinateur on peut les classer en :
 - périphériques internes** qui sont intégrés dans l'unité centrale : lecteurs de disque dur, de cd/dvd, graveur de cd/dvd ;
 - périphériques externes** qui sont raccordés à l'unité centrale : imprimante, scanner, clé usb, lecteur de disques internes.

VIII. Les grands types d'architecture

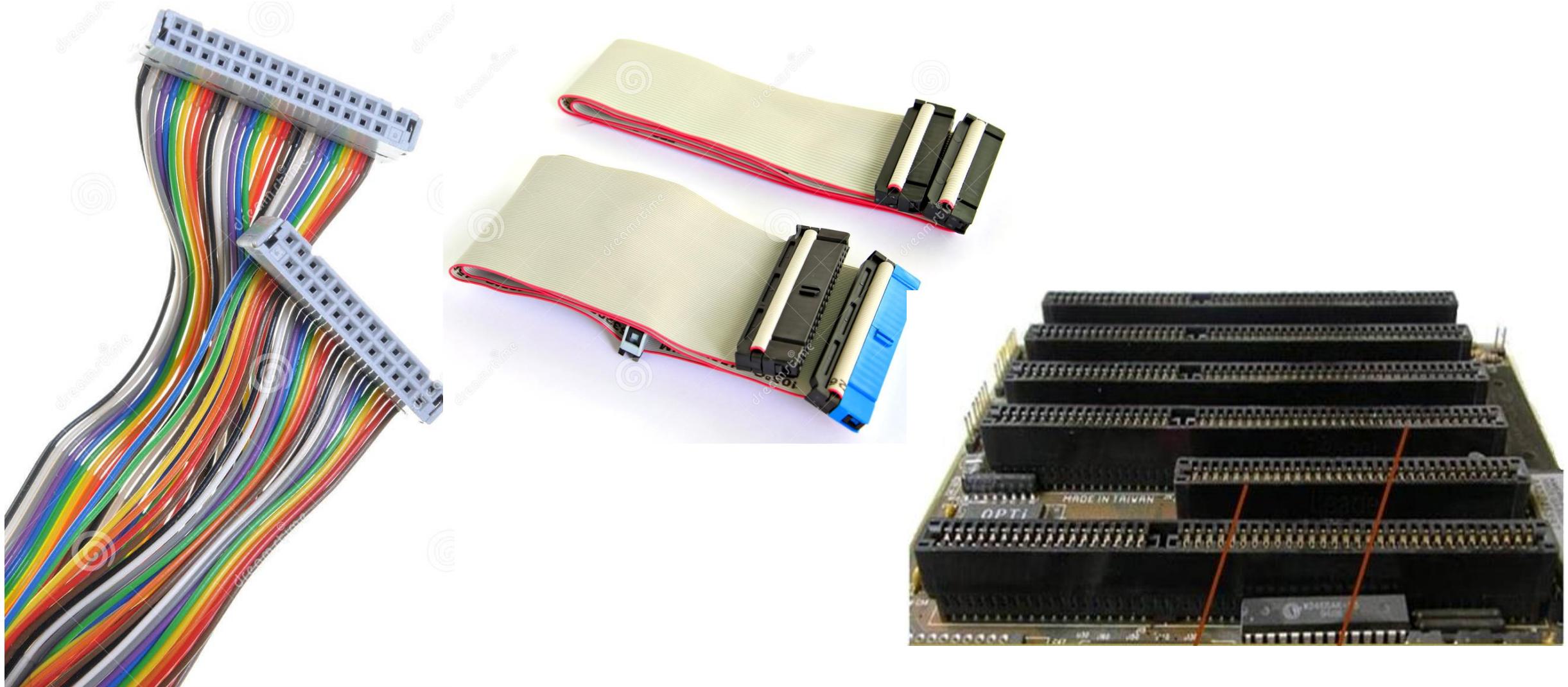
Les périphériques ont également **besoins de pilotes** (programme permettant au système d'exploitation de reconnaître et faire fonctionner un périphérique) pour fonctionner.

VIII. Les grands types d'architecture

Le bus est un moyen de communication entre les différents éléments de l'ordinateur. Il s'agit en général d'un ensemble de fils électriques. Les différents éléments sont reliés au bus par des connecteurs.

Sur un bus circulent différents types de signaux : adresses, données, contrôle, alimentations, etc...

VIII. Les grands types d'architecture



VIII. Les grands types d'architecture

VIII.1. Le modèle Neumann

En 1946, J. Von Neumann a décrit un modèle de machines universelles sur lequel s'appuient les machines actuelles. Selon ce modèle un ordinateur est composé :

- ✓ d'une mémoire qui contient les programmes et les données ;
- ✓ d'une unité arithmétique et logique (UAL ou ALU) qui effectue les calculs ;
- ✓ d'une unité d'entrées/sorties (E/S ou I/O pour Input/output) pour l'échange d'informations avec les périphériques ;
- ✓ d'une unité de commande (UC) pour le contrôle,
- ✓ et d'un bus pour relier les différentes parties

VIII. Les grands types d'architecture

VIII.1. Le modèle Neumann

Rapidité du modèle de Neuman

La rapidité d'une machine sera définie par l'élément le plus lent.

C'est pourquoi il ne sert à rien d'avoir un processeur très rapide si la mémoire n'est pas capable de lui fournir à un rythme suffisant les instructions à exécuter, ni les données à traiter.

VIII. Les grands types d'architecture

VIII.1. Le modèle Neumann

Rapidité du modèle de Neuman

De manière générale lorsqu'on améliore les performances d'un élément de la machine il faut s'assurer que les autres éléments qui lui sont connectés seront capables de supporter des débits plus élevés.

Dans le cas contraire il peut être favorable de revoir l'architecture de la machine.

VIII. Les grands types d'architecture

VIII.1. Le modèle Neumann

Rapidité du modèle de Neuman

L'efficacité d'un ordinateur est directement liée au débit des informations (instructions et données) qui circulent entre les différents éléments.

La conception d'une architecture a pour but d'optimiser ce débit, en prenant en compte des contraintes financières, commerciales et techniques.

VIII. Les grands types d'architecture

VIII.2. Le modèle Harvard

Le modèle Harvard sépare physiquement la mémoire des instructions et la mémoire de données en rendant accessible chacune par un bus différent.

Il est alors possible d'accéder simultanément aux instructions et aux données, ce qui permet d'augmenter le flux des informations approximativement par deux, en multipliant par deux la vitesse du processeur tout en conservant le même type de mémoire.

VIII.2. Le modèle Harvard

Cette architecture peut se montrer plus rapide à technologie identique que l'architecture de von Neumann; **le gain en performance s'obtient cependant au prix d'une complexité accrue de structure.**

CONCLUSION

**MERCI DE VOTRE
AIMABLE ATTENTION!!!**