

Architecture des Ordinateurs

Vue d'Ensemble
(2023-2024)

Fabrice BOISSIER – fabrice.boissier@epita.fr



Architecture des Ordinateurs

- Objectifs :
 - *Découvrir ce qu'est l'Architecture des Ordinateurs*
 - Connaître les composants d'un ordinateur
 - Comprendre le format des données manipulées par un processeur
- N'apprenez pas par cœur les schémas de cette séance...
(certains sont simplifiés pour mieux comprendre les concepts)
- ...cette séance sert à vous donner un aperçu de ce cours et des enjeux de l'ensemble des cours touchant au bas niveau

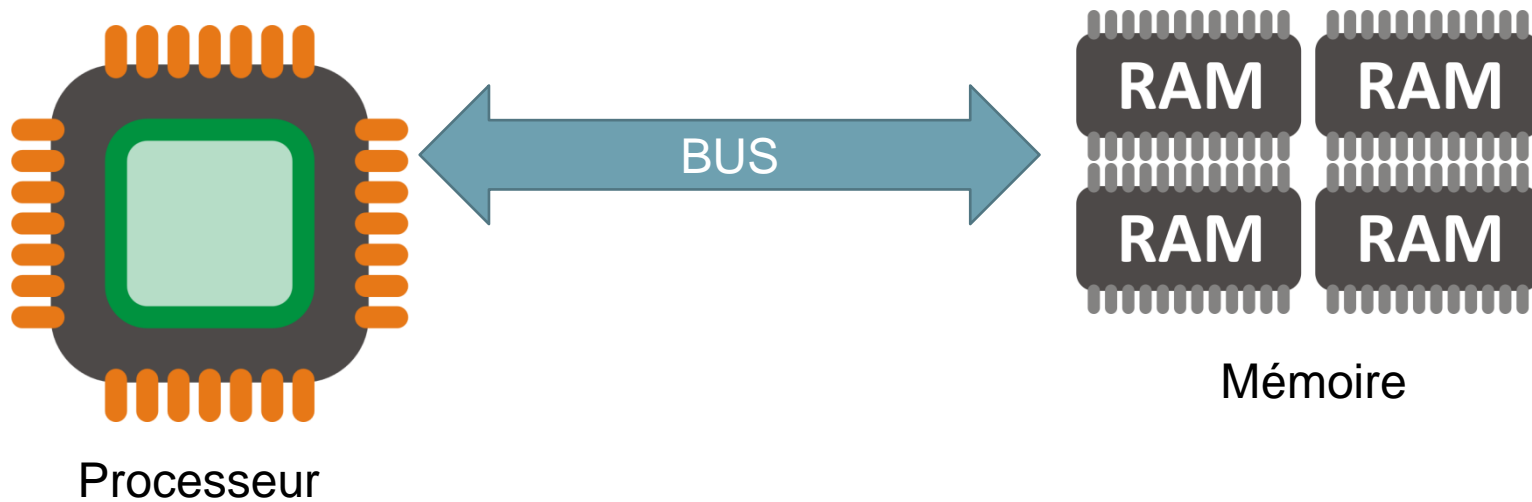
Les « Ordinateurs » : Historique

- Un peu plus que des calculatrices
 - Ne fait pas que du calcul
- Suite de l'évolution technique dans l'industrie
 - Machines mécaniques / vapeur & transmission de force
 - Machines électro-mécaniques
 - Machines électroniques
- Usages des ordinateurs à l'époque :
 - Gestion & Recherche

Les « Ordinateurs » : Historique

[Voir vidéo SICOB / M.Patron]

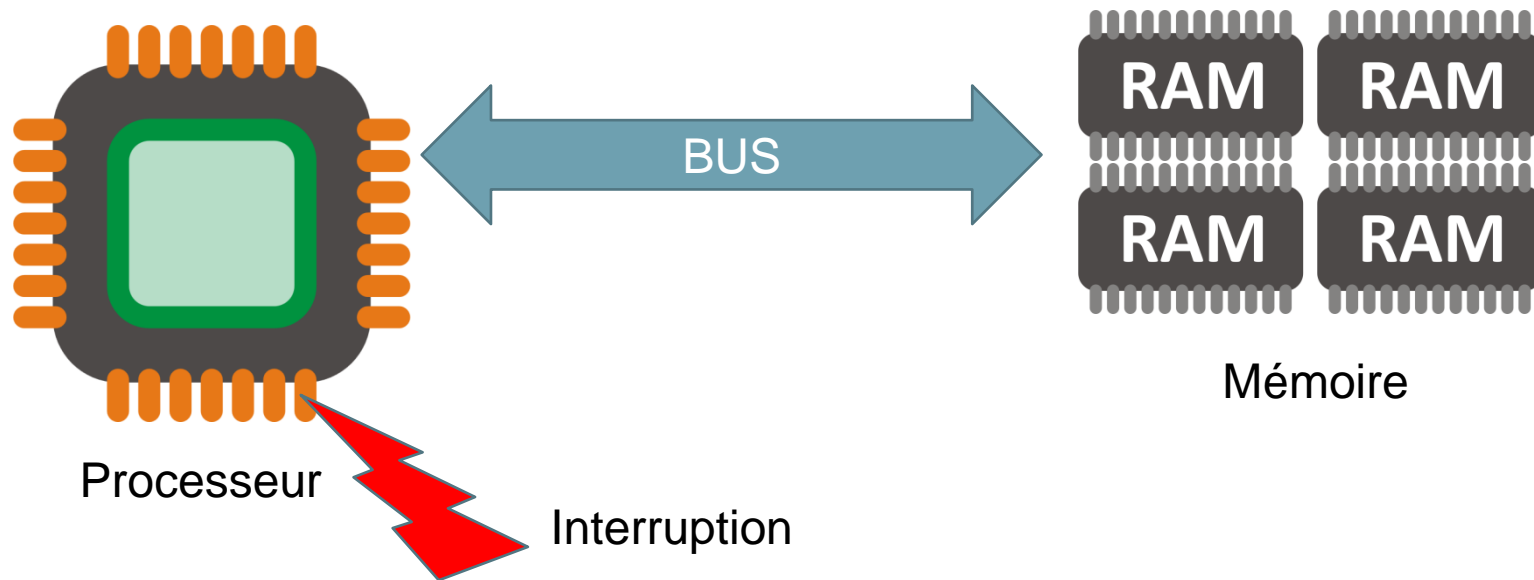
Les « Ordinateurs »



On sait maintenant compter, déplacer des valeurs, en respectant les ordres

Mais on se sent vite seul...

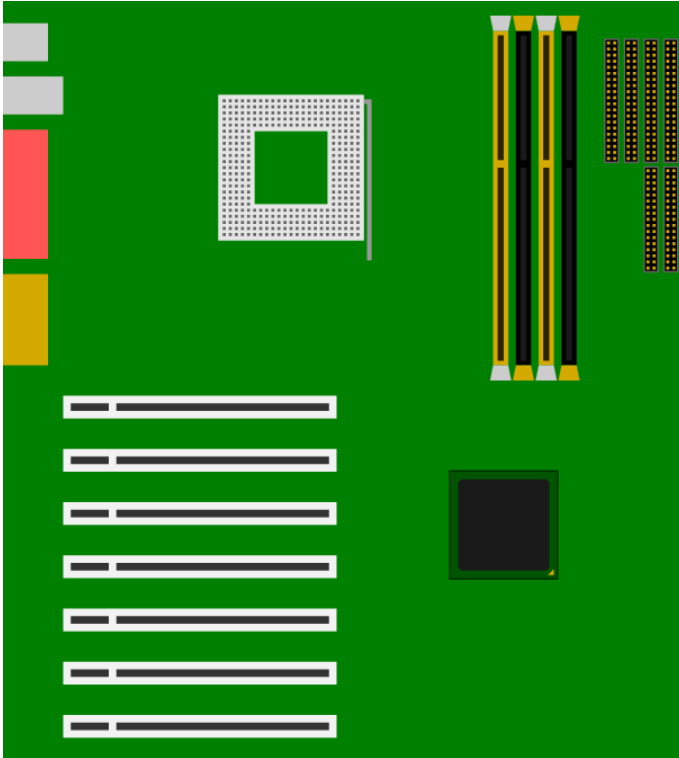
Les « Ordinateurs »



On sait maintenant compter, déplacer des valeurs, en respectant les ordres

On peut appeler quelqu'un d'autre, et se faire appeler aussi

Les « Ordinateurs »



La « carte mère » (ou n'importe quelle board) offre des services au processeur :

Pleins d'interruptions...

« Coucou CPU ! Ici réseau !

- Et clavier !

- Et souris !

- Et... »

Simplification de certaines situations

« J'ai fini de copier la mémoire »

FSB aligne tout le monde

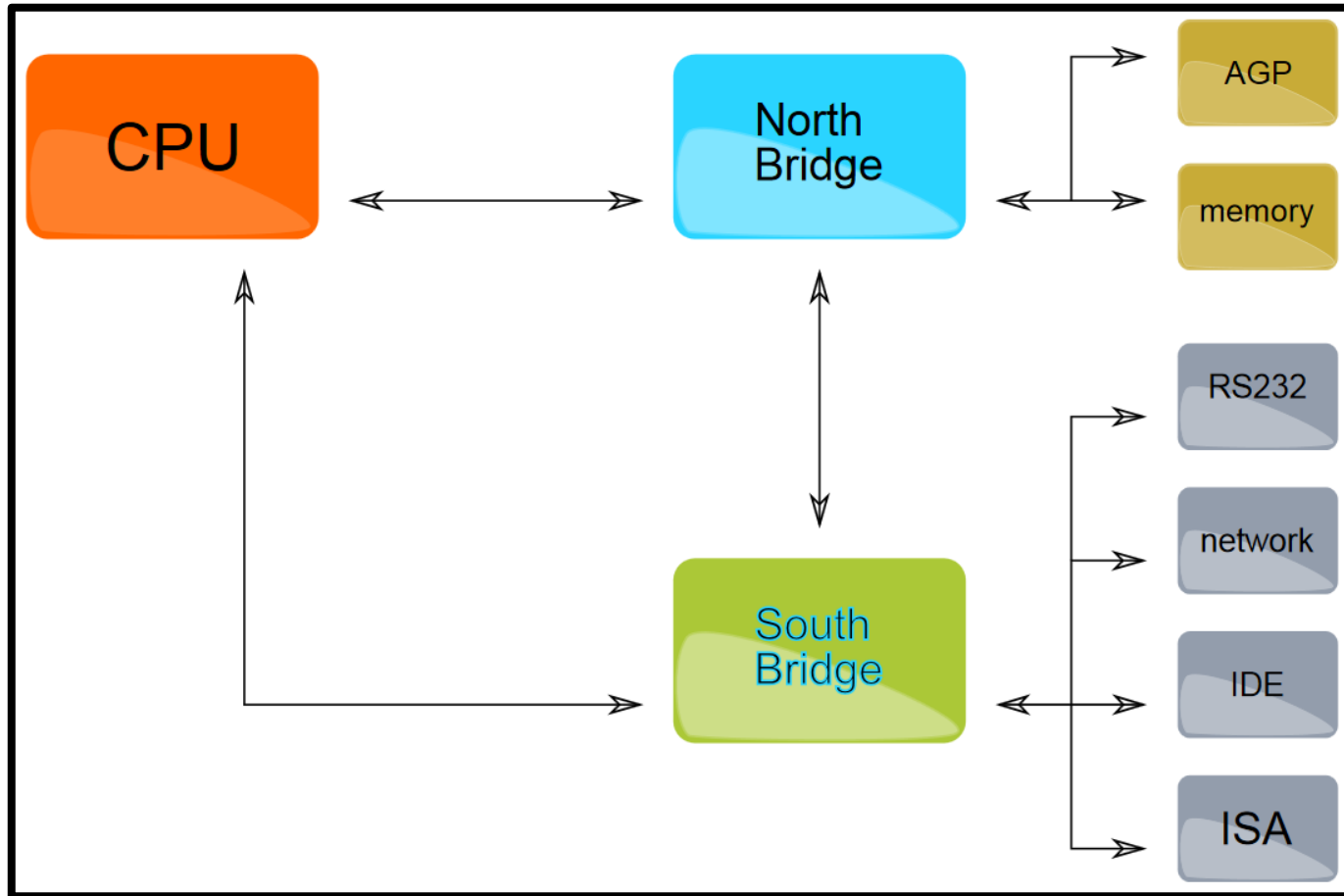
Mais elle limite aussi l'ordinateur :

Nombre max de processeurs

Max de mémoire

FSB limite tout le monde...

Les « Ordinateurs »



Standard IBM-PC
(IBM 5150)

Basé sur x86

A évolué !

Offre beaucoup de
canaux de
communication

Pas cher...

1 processeur au
centre de tout

Micro Informatique

Les « Ordinateurs » : Classes historiques

- Évolution au fil du temps des ordinateurs :
 - Mainframes
 - Super-Calculateurs / Super-Ordinateurs
 - Minis
 - Micros

Les « Ordinateurs » : Classes historiques

- Mainframes

- IBM (z System), Bull (GCOS), Fujitsu, HP, ...
- Dédié I/O et très forte charge
- Un seul référentiel

- Minis

- IBM : System i (AS/400), System p (POWER)
- DEC : VAX (VMS), PDP, ... *[disparu]*
- Plus récemment : HP, Sun/Oracle, SGI, ...
- Innombrables UNIX (AIX, HP-UX, Solaris, ...)
- Se relie les uns aux autres

- Micros

- PC (5150 et « compatibles PC »)
- Atari ST, Commodore, ...
- Bureautique, jeux : graphique

- Super-Ordinateurs
Super-Calculateurs

- Cray, Blue Gene, ...

- POWER, Xeon, SPARC64, Opteron, GPU NVidia, ...

- Calcul ! Pas I/O !
Effets d'une bombe atomique, simulation de neurones, ...

- Multiples machines reliées, PS3 en série, ...

Les « Ordinateurs » : Micro-Ordinateurs



Les « Ordinateurs » : Mini-Ordinateurs



Les « Ordinateurs » : Mainframes



Les « Ordinateurs » : Super-Ordinateurs

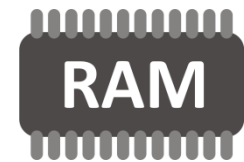
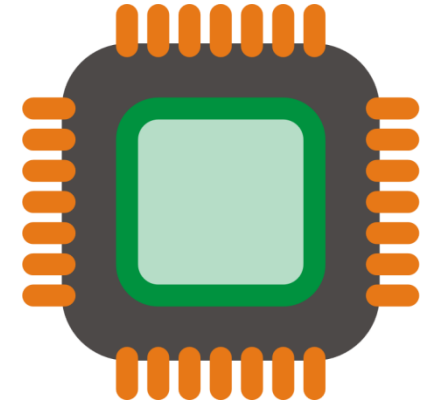


Les « Ordinateurs » : Classes actuelles

- Aujourd'hui on distingue plutôt :
 - Super-Calculateurs / HPC
 - Serveurs
 - Ordinateurs fixes / portables
 - Smartphones / Tablettes / SmartTV / ... *[appareils personnels]*
 - Embarqué & Temps Réel & IoT *[appareils non accessibles]*

Composants d'un ordinateur

- Processeur :
 - Exécute des instructions (en *langage machine*)
 - Accède à la mémoire
 - Envoie des signaux (interruptions) aux autres composants
 - Se programme avec du code écrit en langage *assembleur*
- Mémoire :
 - Contient des adresses (@)
 - Chaque adresse contient de la donnée



Autres composants

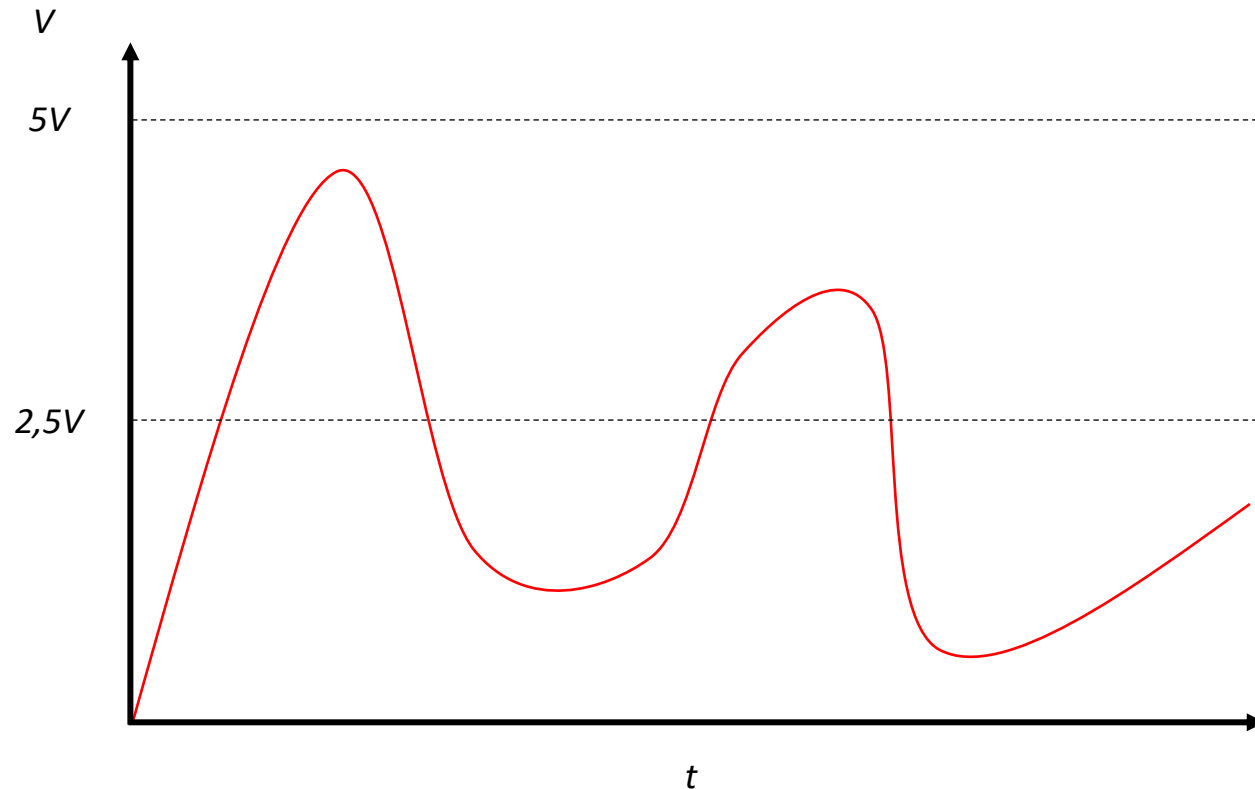
- Quartz :
 - Composant électronique générant des signaux réguliers
 - Permet de synchroniser tous les composants
- Microcontrôleur :
 - Composant électronique contenant un processeur et de la mémoire
 - Processeur simple et petite mémoire
 - Parfait pour contrôler quelques composants et faire un petit appareil
- Périphérique :
 - Assemblage de processeurs, mémoires, microcontrôleurs, etc...

Autres composants

- Les « puces électroniques » (*chip* en anglais) ou « circuits intégrés » (*integrated circuits* en anglais) sont simplement un emballage miniaturisé d'un ou plusieurs composants
 - Processeur
 - Mémoire
 - Microcontrôleur
 - Portes logiques
 - Amplificateurs
 - ...

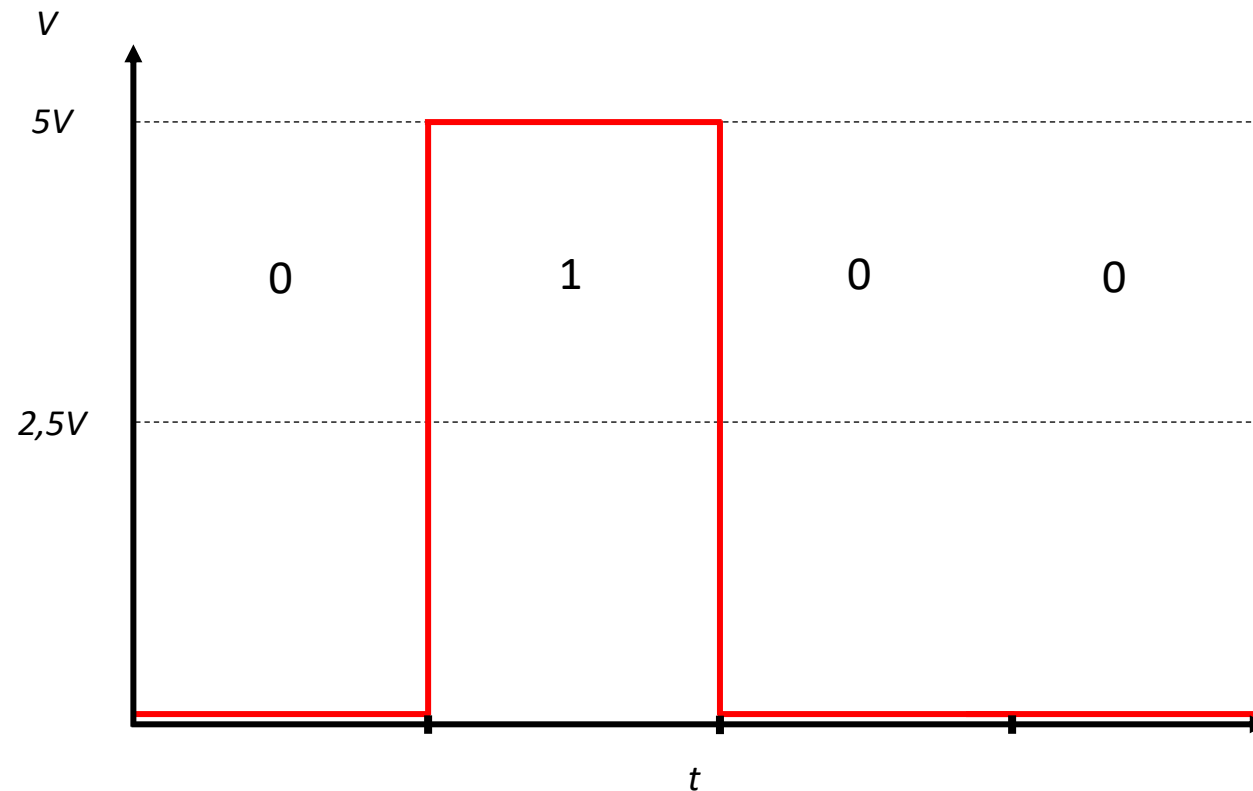
Signaux analogiques

- Signal Analogique (*Analog Signal*) : signal = grandeur



Signaux numériques

- Signal Numérique (*Digital Signal*) : signal = bits



Signaux

- Il existe des composants « analogiques » ou « numériques » (ou les 2)
 - Ex : les DSP sont des processeurs manipulant des signaux
- Dans le cadre de l'informatique, on s'intéresse surtout aux composants numériques...
- ...mais les sondes émettant certaines données peuvent être analogiques (capteur de lumière, micro, ...)
- Ce sont les transistors qui contribuent à transformer ces signaux analogiques en numériques

Standards / Définitions du numérique

- 1 bit peut prendre 2 valeurs :
 - 0
 - 1
 - (binaire)
- 8 bits = 1 octet = 1 Byte
- 1 octet peut prendre 256 valeurs (2^8) :
 - de 0 à 255 s'il est « non-signé »
 - de -128 à +127 s'il est « signé »

Standards / Définitions du numérique

• Kilo octet / KiloByte	= 1000 o / B	= 10^3 o / B
• Méga octet / MegaByte	= 1000 ko / kB	= 10^6 o / B
• Giga octet / GigaByte	= 1000 Mo / MB	= 10^9 o / B
• Téra octet / TeraByte	= 1000 Go / GB	= 10^{12} o / B
• Péta octet / PetaByte	= 1000 To / TB	= 10^{15} o / B
• Exa octet / ExaByte	= 1000 Po / PB	= 10^{18} o / B
• Zetta octet / ZettaByte	= 1000 Eo / EB	= 10^{21} o / B
• Yotta octet / YottaByte	= 1000 Zo / ZB	= 10^{24} o / B
• Ronna octet / RonnaByte	= 1000 Yo / YB	= 10^{27} o / B
• Quetta octet / QuettaByte	= 1000 Ro / RB	= 10^{30} o / B

Standards / Définitions du numérique

- Ne confondez pas les préfixes du SI (en décimaux)...
 - Kilo (k), Méga (M), Giga (G), Téra (T), ...
 - 1.000 , 1.000.000 , 1.000.000.000 , 1.000.000.000.000 , ...
- Avec les préfixes binaires !
 - Kibi (Ki), Mébi (Mi), Gibi (Gi), Tébi (Ti), ...
 - 1.024 (2^{10}) , 1.048.576 (2^{20}) , 1.073.741.824 (2^{30}) , 2^{40} , ...
 - ..., Pébi (Pi), Exbi (Ei), Zébi (Zi), Yobi (Yi)
 - ..., 2^{50} , 2^{60} , 2^{70} , 2^{80}

La Mémoire

- Circuit intégré
 - Dispose d'un premier bus pour sélectionner une adresse (@)
 - Dispose d'un second bus pour transférer la donnée vers/depuis l'extérieur de la mémoire
- Volatilité
 - Volatile : perte des données en cas de coupure de courant
 - Non-Volatile : données conservées hors tension
- Attention, la mémoire n'est pas faite pour le « stockage »
 - Disque dur, bande magnétique, Blu-Ray, flash, ...

La Mémoire

- RAM
 - *Random Access Memory* (ou mémoire vive)
 - Lecture/Écriture une fois mise sous tension
 - Généralement volatile
 - Exemples : DRAM (FPM, EDO, SDRAM, DDR, ...), SRAM, ...
- ROM
 - *Read-Only Memory* (ou mémoire morte)
 - Modifiable uniquement dans certaines conditions (voire pas du tout)
 - Généralement non-volatile
 - ROM, PROM, EPROM, EEPROM, ...

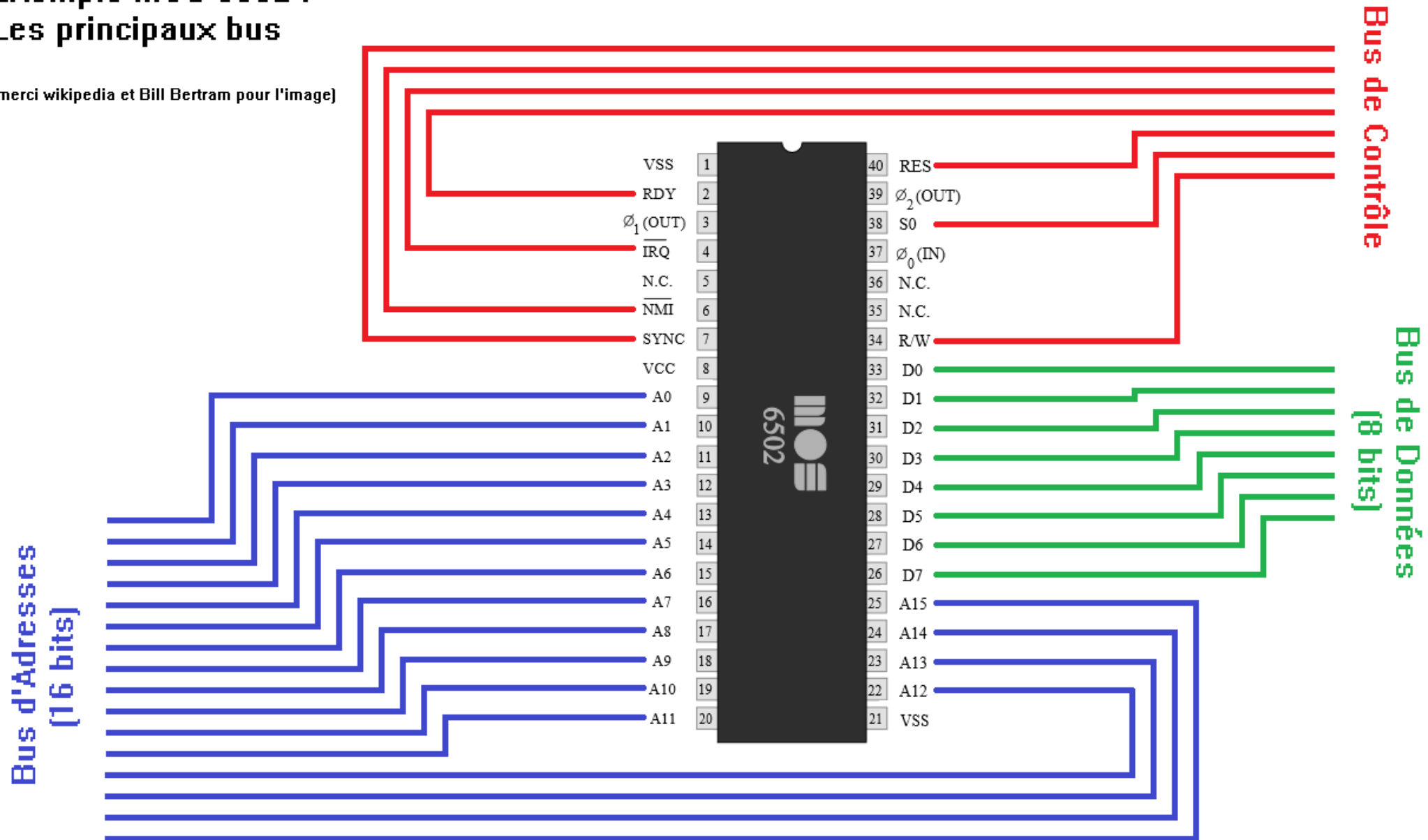
Les 3 Bus

- Bus d'adresse
 - Sélectionne une adresse
- Bus de données
 - Écrit un mot
 - Lit un mot
- Bus de contrôle
 - Gestion des interruptions
 - Gestion des composants externes

Les 3 Bus

Exemple MOS 6502 : Les principaux bus

(merci wikipedia et Bill Bertram pour l'image)



La taille des bus

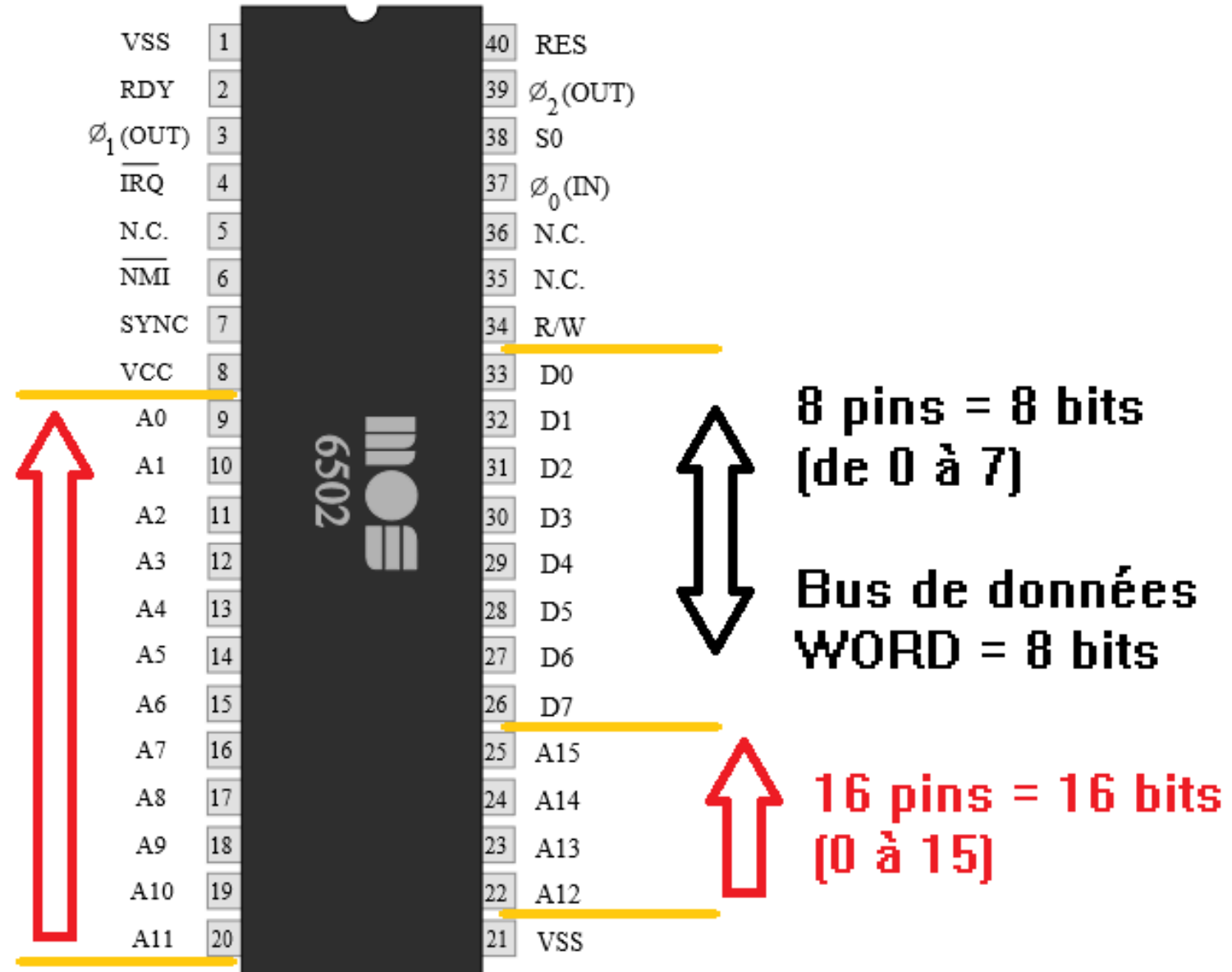
Exemple MOS 6502 :

(merci wikipedia et Bill Bertram pour l'image)

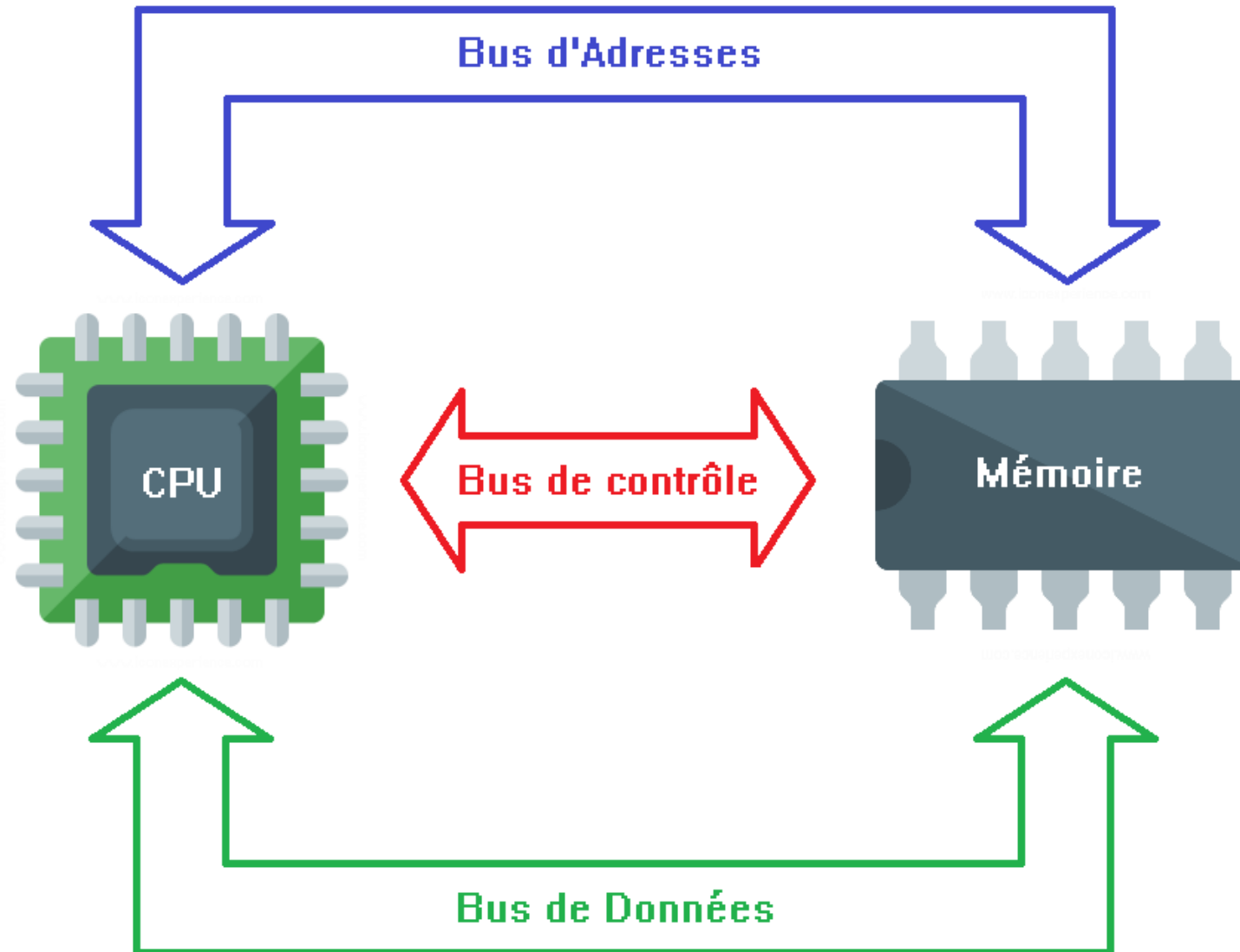
Taille des bus

Bus d'@ de
taille 16 bits

Soit 65.536
adresses
accessibles



La Mémoire



La Mémoire

- Lecture :

- 1 - Le processeur met sur le bus d'@, l'adresse qu'il souhaite atteindre

- 1 - Le processeur indique sur le bus contrôle qu'il souhaite lire (READ)

- 2 - La mémoire charge l'adresse et récupère la donnée

- 3 - Le processeur indique sur le bus de contrôle qu'il est prêt à recevoir la donnée

- 4 - La mémoire prend la donnée, et l'envoie sur le bus de données

La Mémoire

- Ecriture :

- 1 - Le processeur met sur le bus d'@, l'adresse qu'il souhaite atteindre

- 1 - Le processeur indique sur le bus contrôle qu'il souhaite écrire (WRITE)

- 2 - La mémoire charge l'adresse

- 3 - Le processeur indique, via le bus de contrôle, qu'il est prêt à émettre la donnée

- 3 - Le processeur charge la donnée sur le bus de données

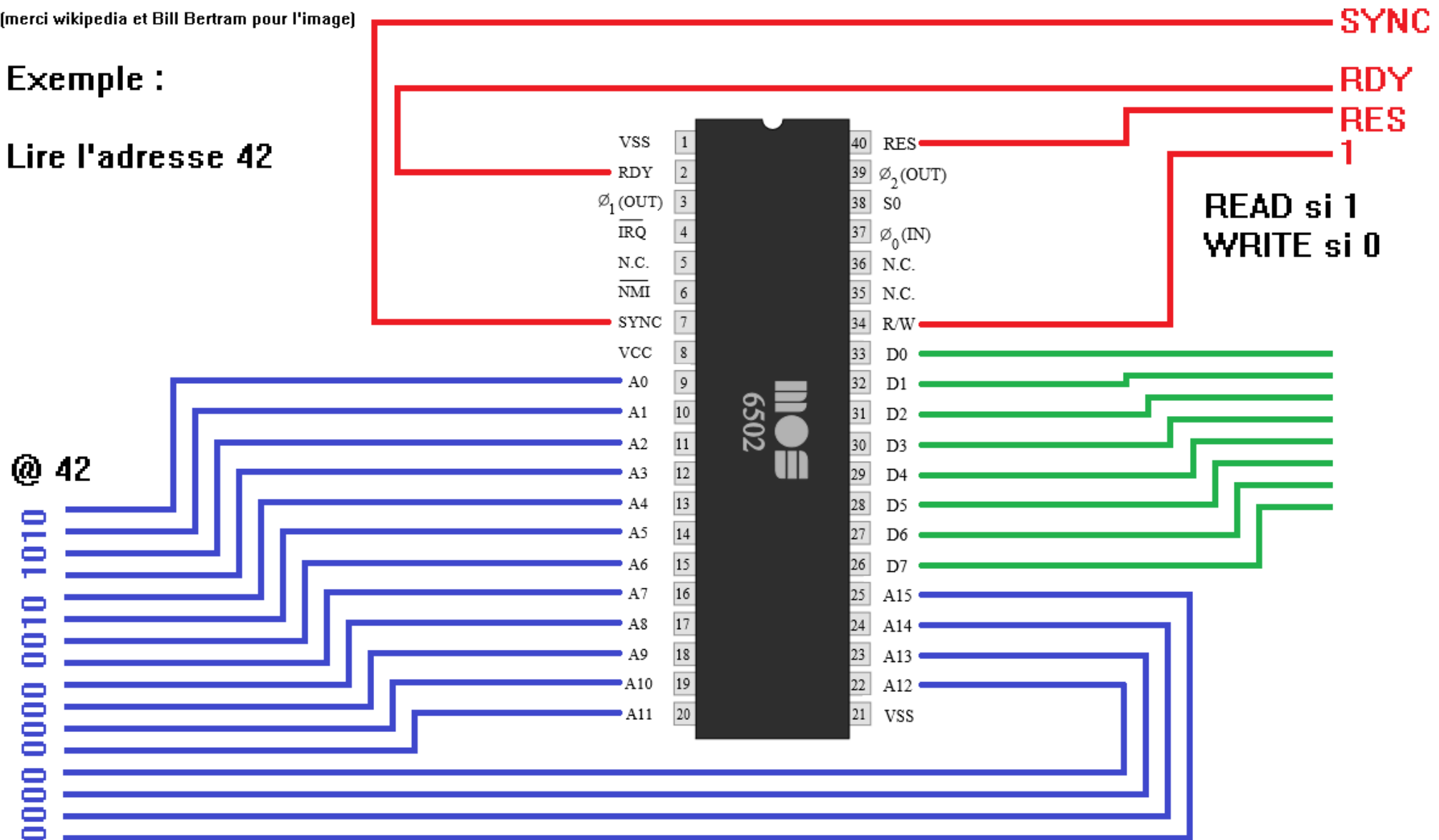
- 4 - La mémoire prend la donnée, et l'écrit à l'adresse indiquée

Exemple de Lecture en Mémoire

(merci wikipedia et Bill Bertram pour l'image)

Exemple :

Lire l'adresse 42

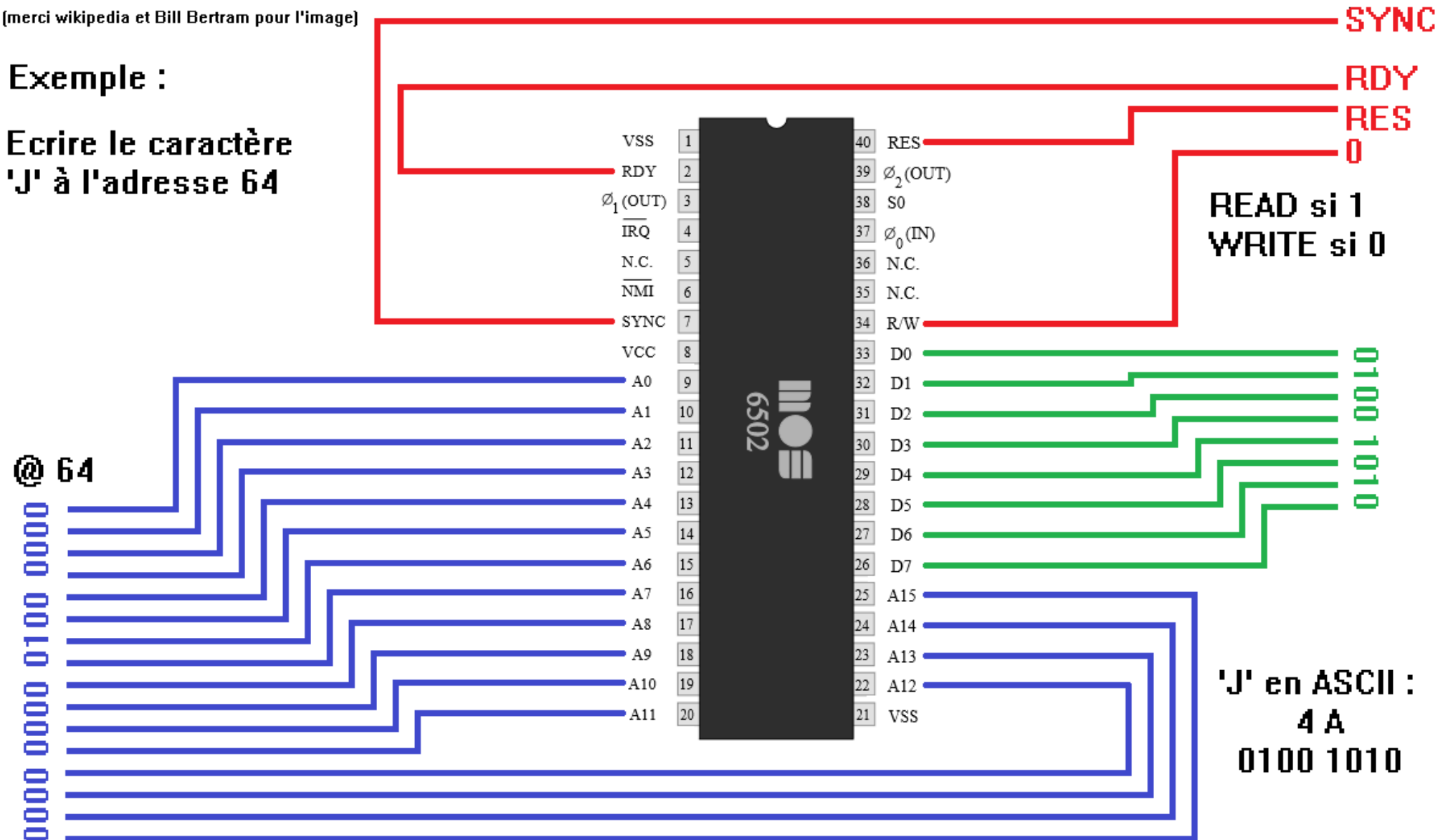


Exemple d'Écriture en Mémoire

(merci wikipedia et Bill Bertram pour l'image)

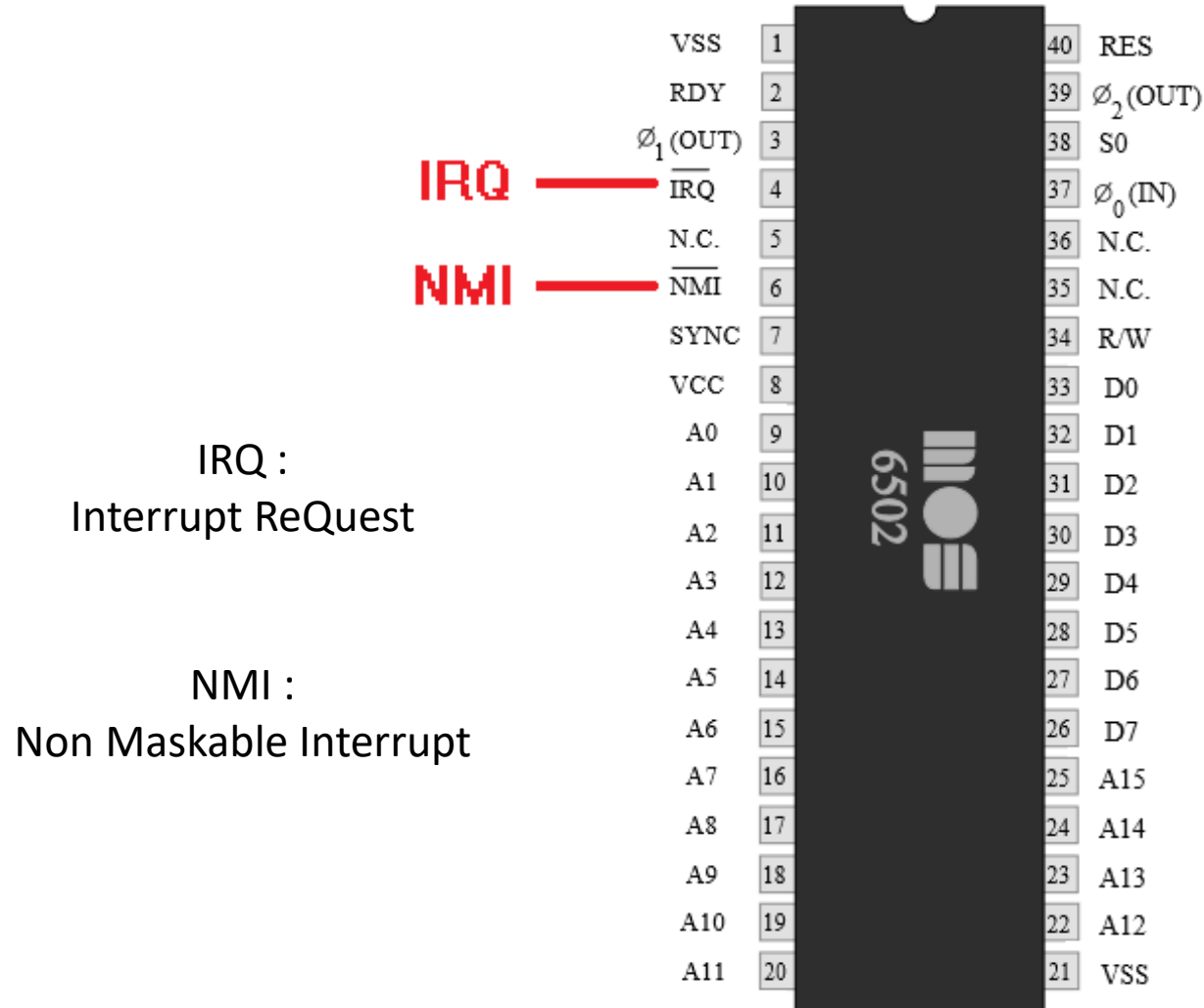
Exemple :

Ecrire le caractère
'J' à l'adresse 64

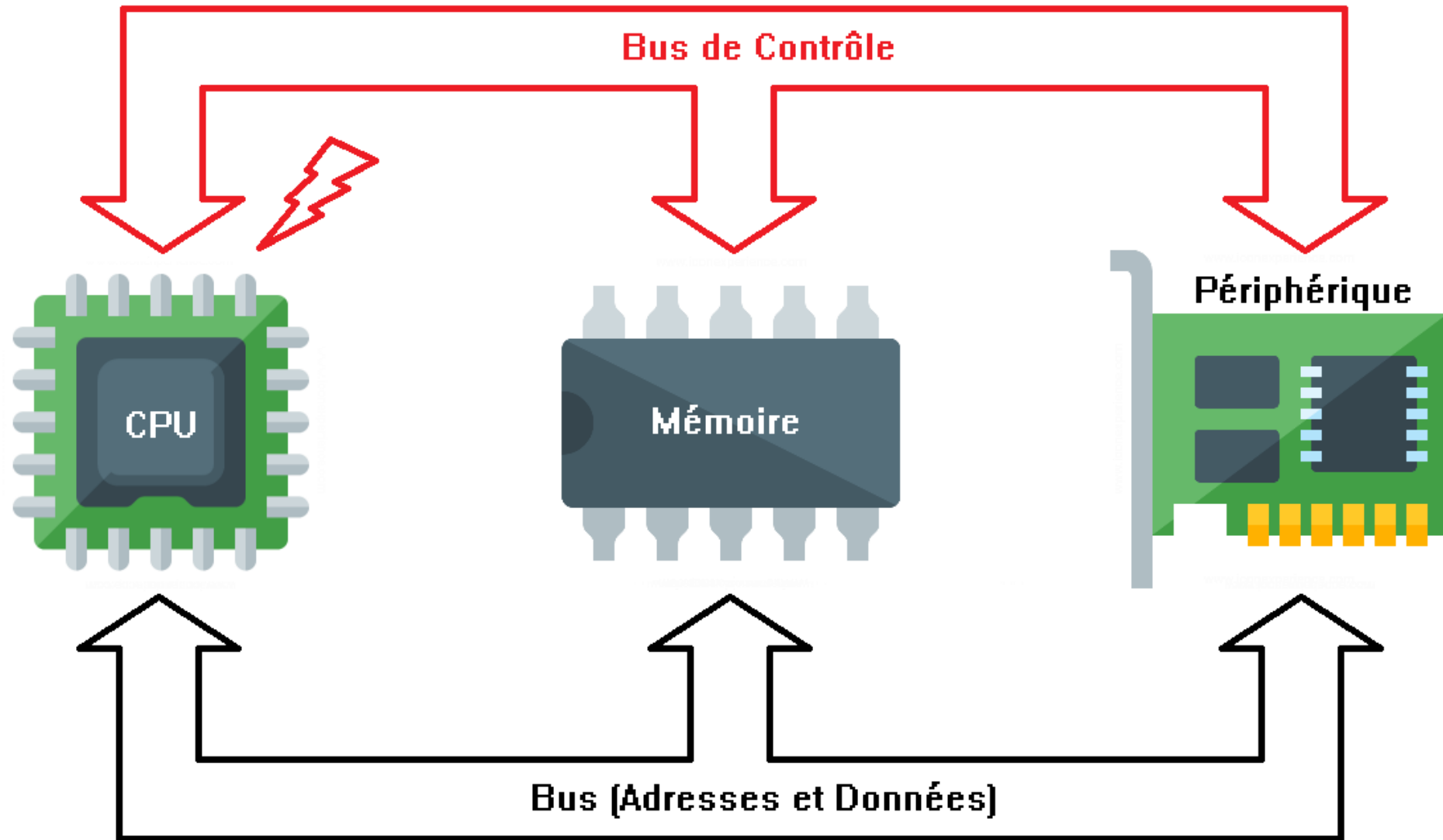


Les Interruptions

(merci wikipedia et Bill Bertram pour l'image)



Les Interruptions



Et maintenant...

- Vous avez maintenant une vision générale simplifiée des ordinateurs
- Ainsi que des composants à l'intérieur
- Et comment ces derniers communiquent
- Il est temps de voir les détails techniques.