

# ***INTRODUCTION***

---

*Architecture et Technologie des Ordinateurs*

- ***hugo Descoubes***
- ***Grade*** : Professeur Agrégé responsable des enseignements de *Systemes Embarqués à l'ENSICAEN en France Basse Normandie*
- ***Contact*** : [hugo.descoubes@ensicaen.fr](mailto:hugo.descoubes@ensicaen.fr) , 02 31 45 27 61, Bureau en salle 203 2ieme étage du bâtiment A
- ***Publique visé*** : 1<sup>ère</sup> année (BAC+3) cycle Ingénieur en Informatique
- ***Droits*** : copyleft (me prévenir par mail en cas de réutilisation des documents et citer le nom de l'ENSICAEN)

*Domaines de l'Electronique et de l'Informatique :*

## **Electronique**

**Analogique ou Analog**

**Numérique ou Digital**

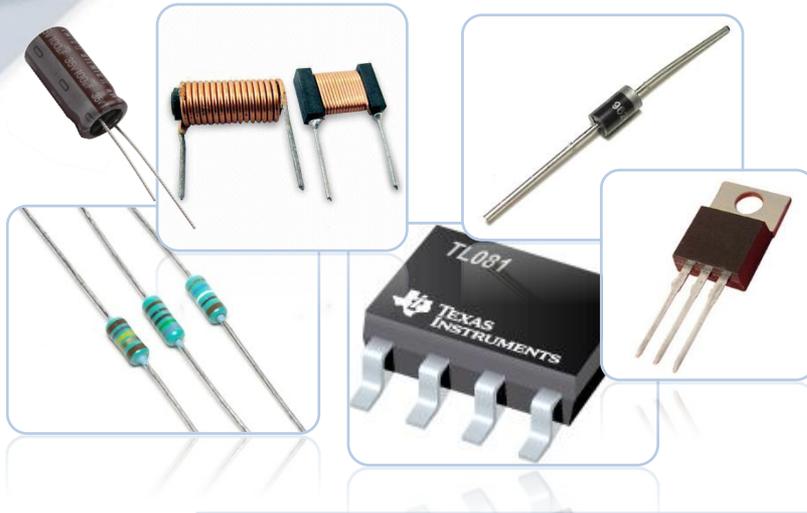
- **Processeurs**
- **Réseaux de Communication**

## **Informatique**

- **ODL**
- **Langages de programmation**
- **Algorithmique**
- **...**

## Analogique

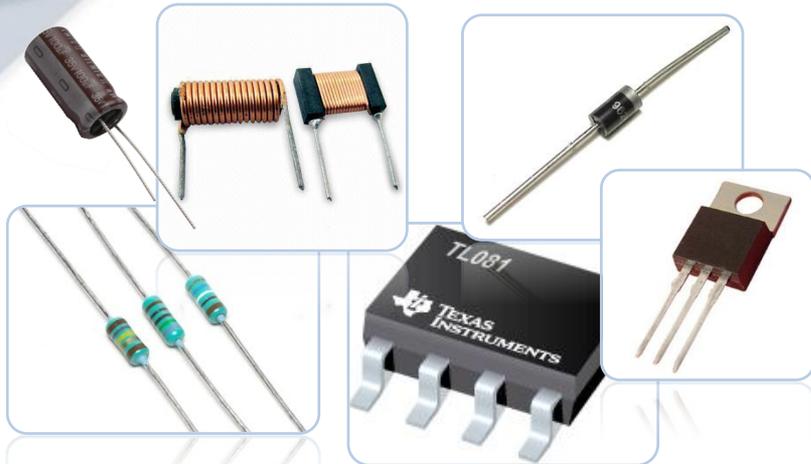
## Numérique



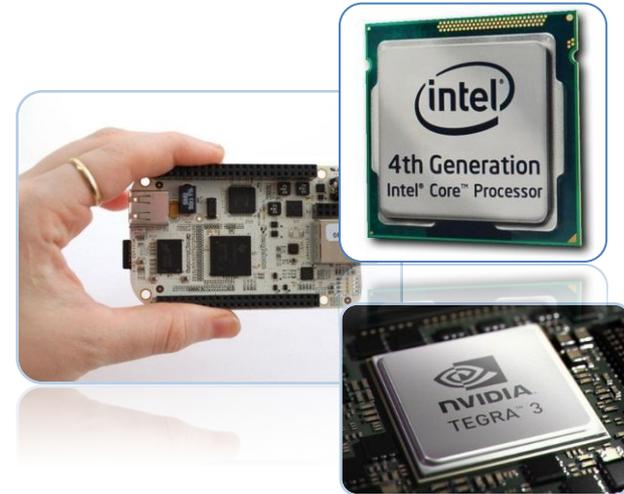
*Les composants et systèmes analogiques souffrent des contraintes :*

- *Tolérance des composants*
- *Sensibilité à la température*
- *Coût*
- *Encombrement*
- *Sensibilité aux perturbations*
- *Certains traitements impossibles à réaliser*
- *Fragilité mécanique*

## Analogique



## Numérique



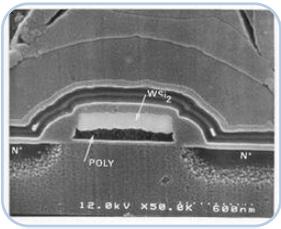
*Les processeurs numériques offrent de nombreux avantages :*

- *Dépannage et maintenance*
- *Amélioration et mise à jour*
- *Nombre de composants*
- *Encombrement*
- *Temps de développement*
- *Consommation*
- *Coût*
- *Sensibilité aux perturbations*

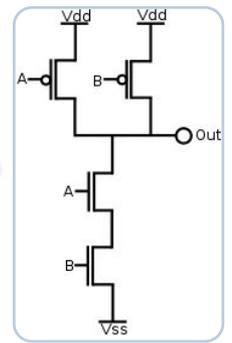
- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

A la base de l'Electronique Numérique

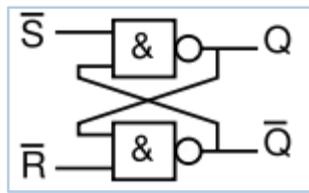
Transistor MOS



Porte NAND

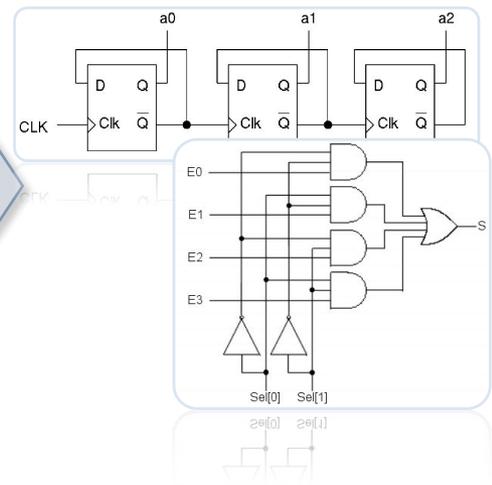


Bascule

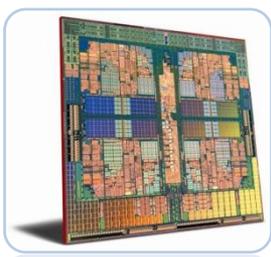


Compteur Multiplexeur ...

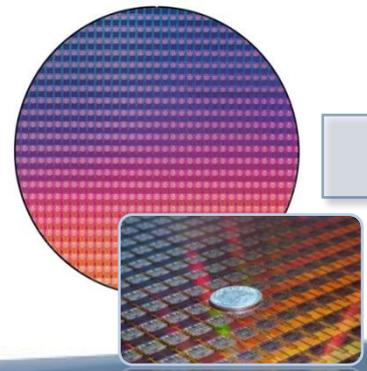
Décodeur Additionneur



Processeur



Wafer



Boîtier



Applications ...

- *Du transistor aux processeurs*
- *Familles de Processeurs*
- *Architectures à CPU*
- *General Purpose Processor*



***Cet enseignement s'appuie sur les compétences enseignées dans l'enseignement "Circuits et architectures logiques" assuré par M. Matthieu Denoual.***

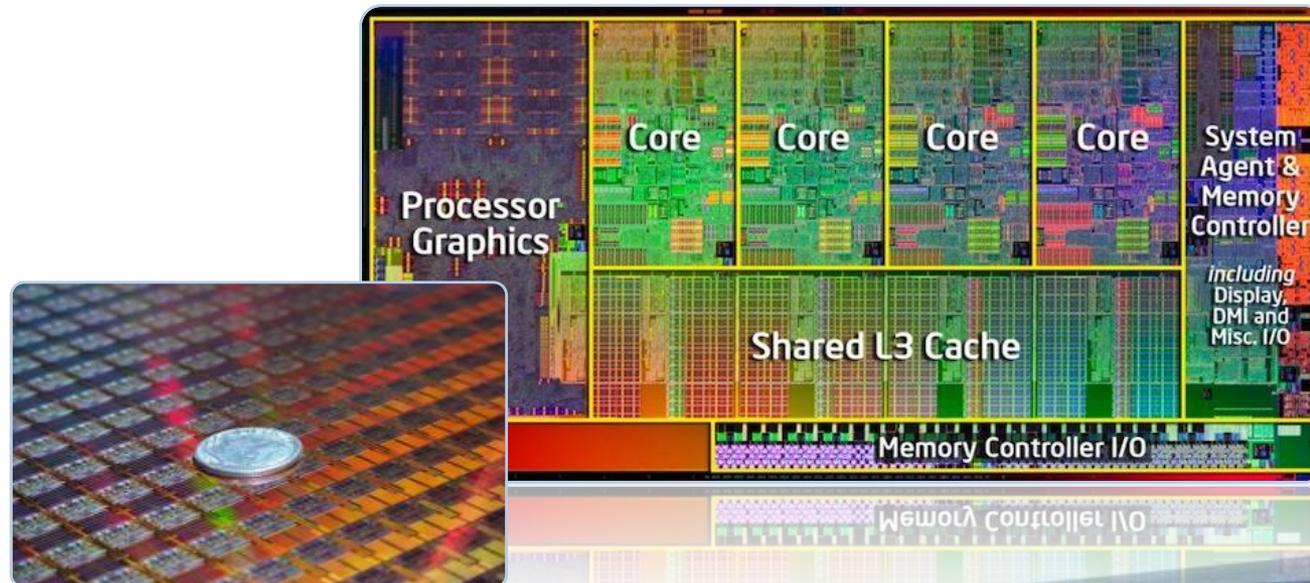
- *Du transistor aux processeurs*
- *Familles de Processeurs*
- *Architectures à CPU*
- *General Purpose Processor*

*L'évolution du nombre de transistors embarqués on chip suit la loi de Moore. Observons cette évolution en quelques chiffres :*

<i>Processeur</i>	<i>Famille</i>	<i>Fabricant</i>	<i>Année</i>	<i>Process</i>	<i>Nombre de transistors intégrés</i>
<i>4004</i>	<i>GPP</i>	<i>Intel</i>	<i>1971</i>	<i>10um</i>	<i>2300</i>
<i>8086</i>	<i>GPP</i>	<i>Intel</i>	<i>1978</i>	<i>3um</i>	<i>29000</i>
<i>Pentium 4</i>	<i>GPP</i>	<i>Intel</i>	<i>2001</i>	<i>180nm</i>	<i>42 Millions</i>
<i>6xCores Corei7 Sandy Bridge-E</i>	<i>GPP</i>	<i>Intel</i>	<i>2011</i>	<i>32nm</i>	<i>2270 Millions</i>
<i>Virtex-7</i>	<i>FPGA</i>	<i>Xilinx</i>	<i>2011</i>	<i>28nm</i>	<i>6800 Millions</i>
<i>GK110</i>	<i>GPU</i>	<i>Nvidia</i>	<i>2012</i>	<i>28nm</i>	<i>7100 Millions</i>

- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

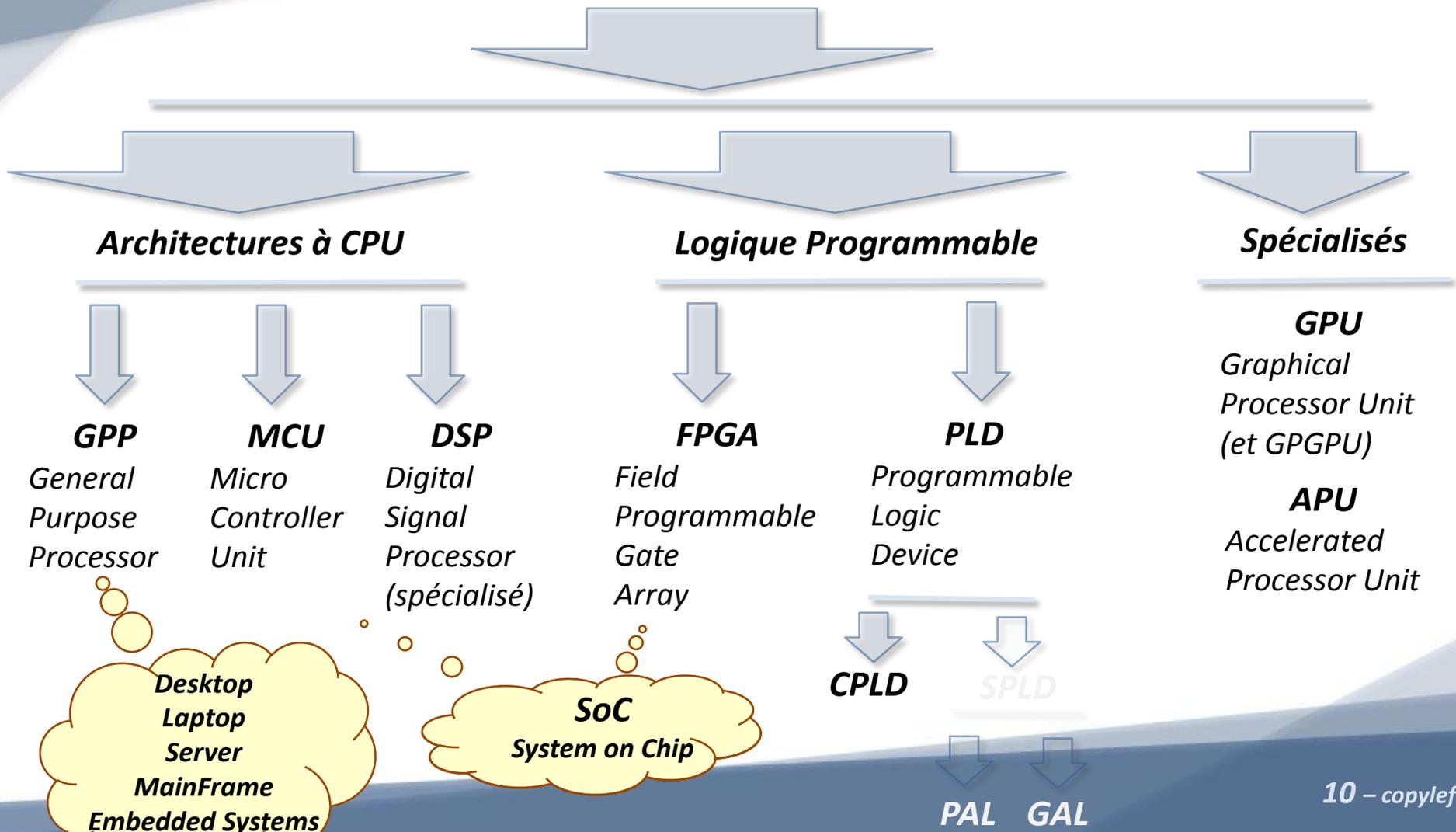
*Dans une grande partie des processeurs généralistes ou GPP modernes, la majorité des transistors sont utilisés pour intégrer de la mémoire cache. Prenons l'exemple de la gamme Corei7 Sandy Bridge de Intel, gamme leader en 2012 des GPP embarqués dans des ordinateurs de bureau :*



<http://www.presence-pc.com>

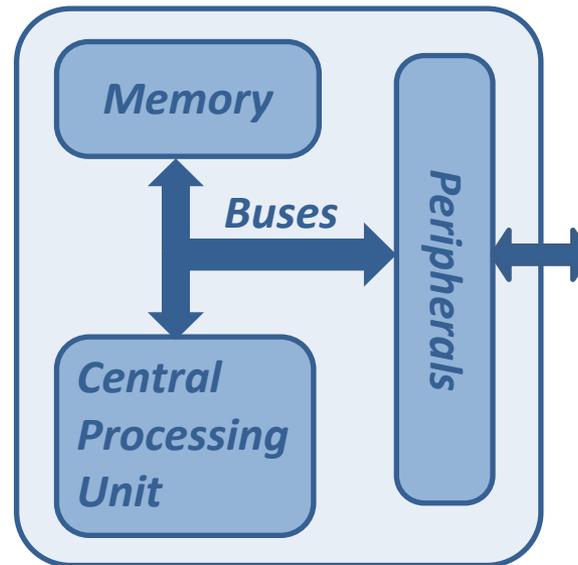
- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

### Familles de Processeurs Numériques



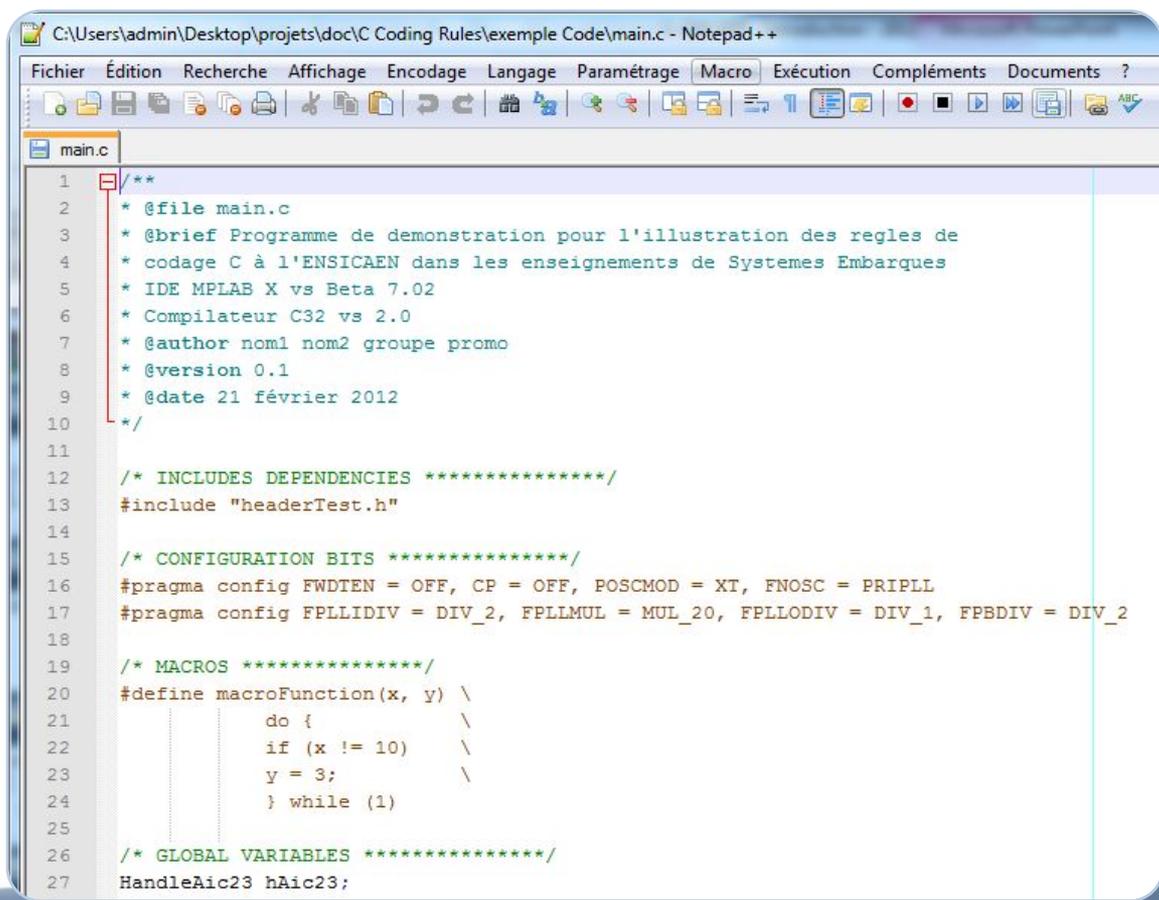
- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

*Intéressons-nous aux familles de composants travaillant autour d'une voire plusieurs unités centrales de traitement ou CPU's. Tous possèdent la même architecture :*



- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

Toutes ces familles de composants se programment en utilisant des langages de programmation (C/C++, JAVA , ASM ...)



```
1  /**
2  * @file main.c
3  * @brief Programme de demonstration pour l'illustration des regles de
4  * codage C à l'ENSICAEN dans les enseignements de Systemes Embarques
5  * IDE MPLAB X vs Beta 7.02
6  * Compilateur C32 vs 2.0
7  * @author nom1 nom2 groupe promo
8  * @version 0.1
9  * @date 21 février 2012
10 */
11
12 /* INCLUDES DEPENDENCIES *****/
13 #include "headerTest.h"
14
15 /* CONFIGURATION BITS *****/
16 #pragma config FWDTIEN = OFF, CP = OFF, POSCMOD = XT, FNOSC = PRIPLL
17 #pragma config FPLLIDIV = DIV_2, FPLLMUL = MUL_20, FPLLLODIV = DIV_1, FPBDIV = DIV_2
18
19 /* MACROS *****/
20 #define macroFunction(x, y) \
21     do { \
22         if (x != 10) \
23             y = 3; \
24     } while (1)
25
26 /* GLOBAL VARIABLES *****/
27 HandleAic23 hAic23;
```

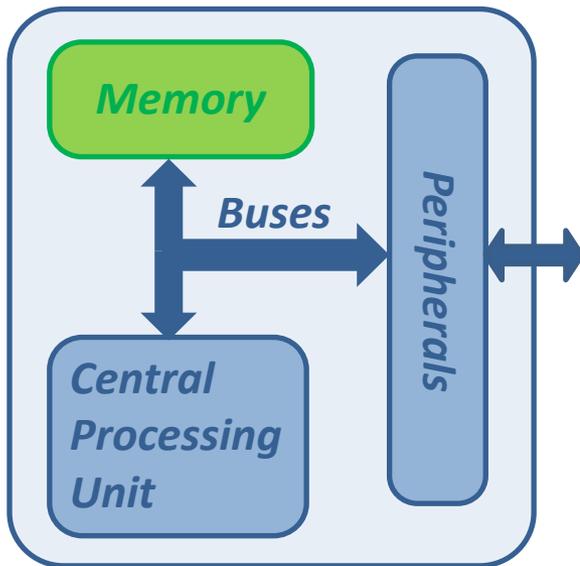


- outputFile.out (Unix)**
- outputFile.exe (DOS/Windows)**
- outputFile.??? (autres systèmes)**

- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

Etudions le rôle de chaque élément constitutif de ce type d'architecture :

2 types d'informations sont stockés en mémoire :

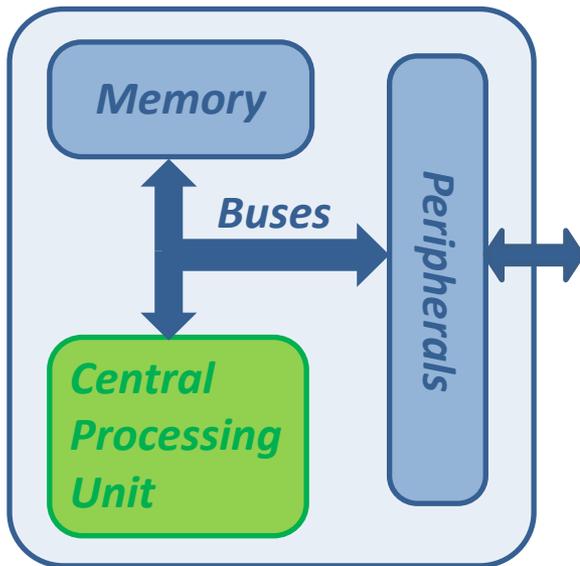


- **Code exécutable ou code binaire ou programme ou instructions binaires.** Nous parlerons de mémoire programme (program memory)
- **Données.** Nous parlerons de mémoire donnée (data memory)

- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

Etudions le rôle de chaque élément constitutif de ce type d'architecture :

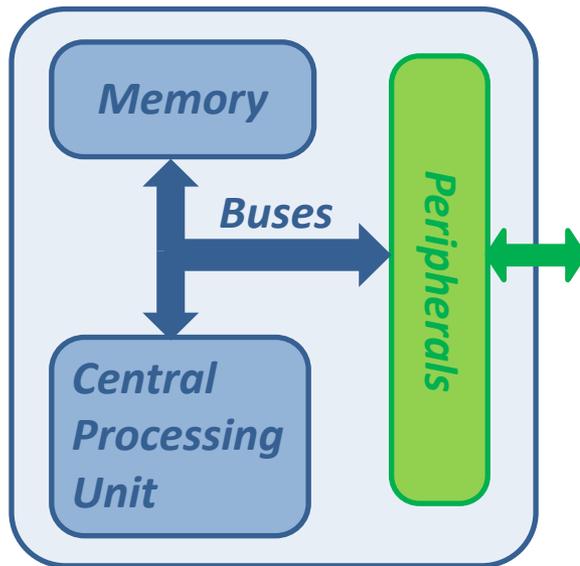
Le CPU est une unité de traitement et donc bien plus qu'une simple unité de calcul. Voici ses principales tâches :



- **Aller chercher le code présent en mémoire programme puis l'exécuter séquentiellement**
- **Manipuler les informations présentes en mémoire donnée ou dans des registres. Il est maître des bus.**

- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

Etudions le rôle de chaque élément constitutif de ce type d'architecture :

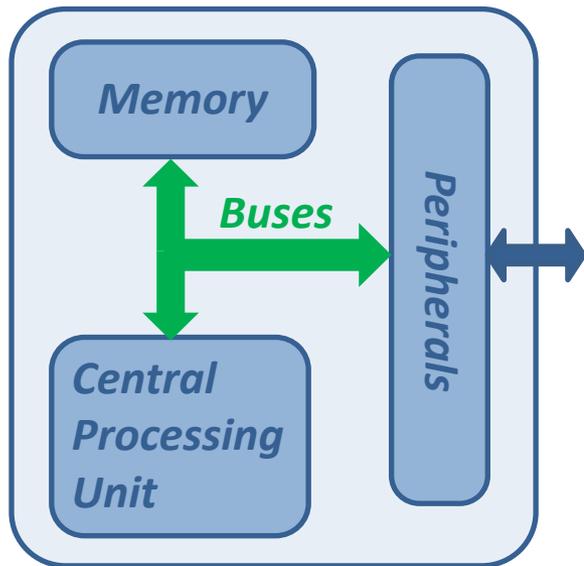


- **Une grande majorité des périphériques servent d'interface avec l'extérieur du processeur.** Prenons quelques exemples : contrôleurs USB, Ethernet, FireWire, graphique, série, GPIO ...
- **Tout périphérique, d'interface ou non, permet de soulager le CPU en déportant des traitements.** Prenons quelques exemples : DMA (accès mémoire autonome), Timer (comptage) ...

- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

Etudions le rôle de chaque élément constitutif de ce type d'architecture :

**Les bus permettent l'interconnexion et la communication des différents éléments précédemment présentés. Il existe différents types de bus : adresse, donnée, instruction et contrôle**



*Un bus est constitué d'un ensemble de conducteurs physiques. De nombreux protocoles et standards existent dans le domaine du numérique.*

- *Du transistor aux processeurs*
- *Familles de Processeurs*
- *Architectures à CPU*
- *General Purpose Processor*

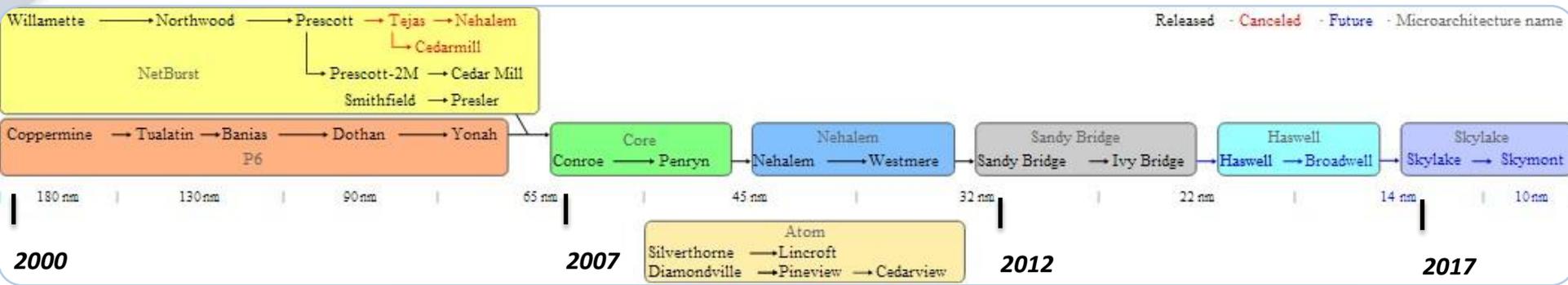
***Un GPP (General Purpose Processor) ou microprocesseur ou MPU (Micro Processor Unit) n'est qu'un CPU. Il est généralement monté sur une carte mère incorporant des bus, les mémoires principale et secondaire ainsi que certains périphériques.***

*Dans le monde des ordinateurs personnels, le leader incontesté du marché en 2013 est le géant Américain Intel :*



- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- General Purpose Processor

Observons le roadmap Intel pour les architectures d'ordinateur de bureau :



Optimized Power Performance Microarchitecture

Intel Xeon inside, Intel CORE inside

Westmere 32nm, Sandy Bridge, Ivy Bridge 22nm, Future Product 14nm

Low Power Microarchitecture

Intel Atom inside

Bonnell 45nm, Saltwell 32nm, Silvermont 22nm, Airmont 14nm

2011-2012, 2013, 2014

Taking Full Advantage of Our Process Technology in New Markets

\*All products, computer systems, dates, and figures specified are preliminary based on current expectations, and are subject to change without notice. Intel product plans in this presentation do not constitute Intel plan of record product roadmaps. Please contact your Intel representative to obtain Intel's current plan of record product roadmaps.

- Du transistor aux processeurs
- Familles de Processeurs
- Architectures à CPU
- *General Purpose Processor*

*Observons les avantages et inconvénients des GPP à côté de solutions entièrement intégrées (MCU, DSP, SoC..) :*

### **Avantages :**

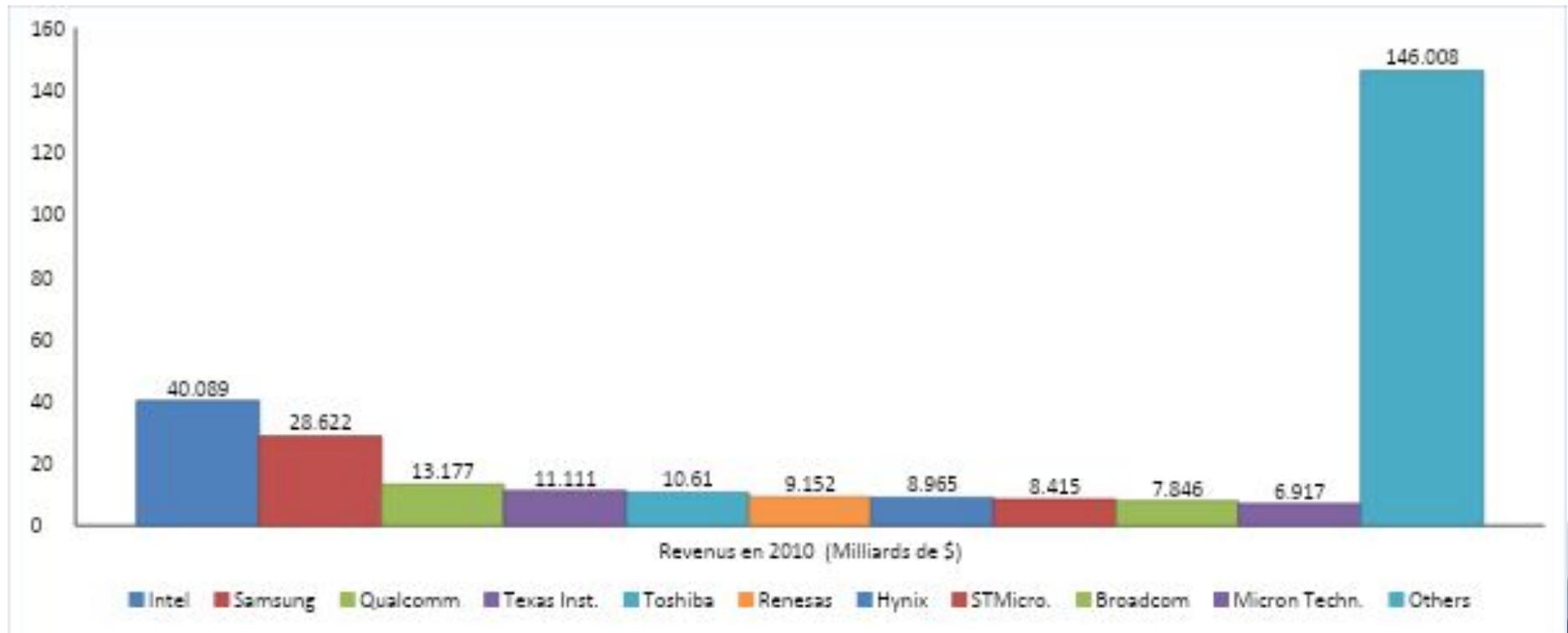
- *Polyvalence (applications généralistes, TNS, traitement d'image ...) et grande puissance de calcul*
- *Grande communauté et grand nombre de ressources logicielles sur architectures x86-64*
- *Grand nombre de drivers matériels*

### **Inconvénients :**

- **Encombrement** (carte mère : bus, mémoires, périphériques ...)
- **Coût** (en 2013, corei5 (Haswell) 4430 entrée de gamme ~180€)
- **Consommation et échauffement** (en 2012, corei7 ~15-20W vs Atom ~2W)

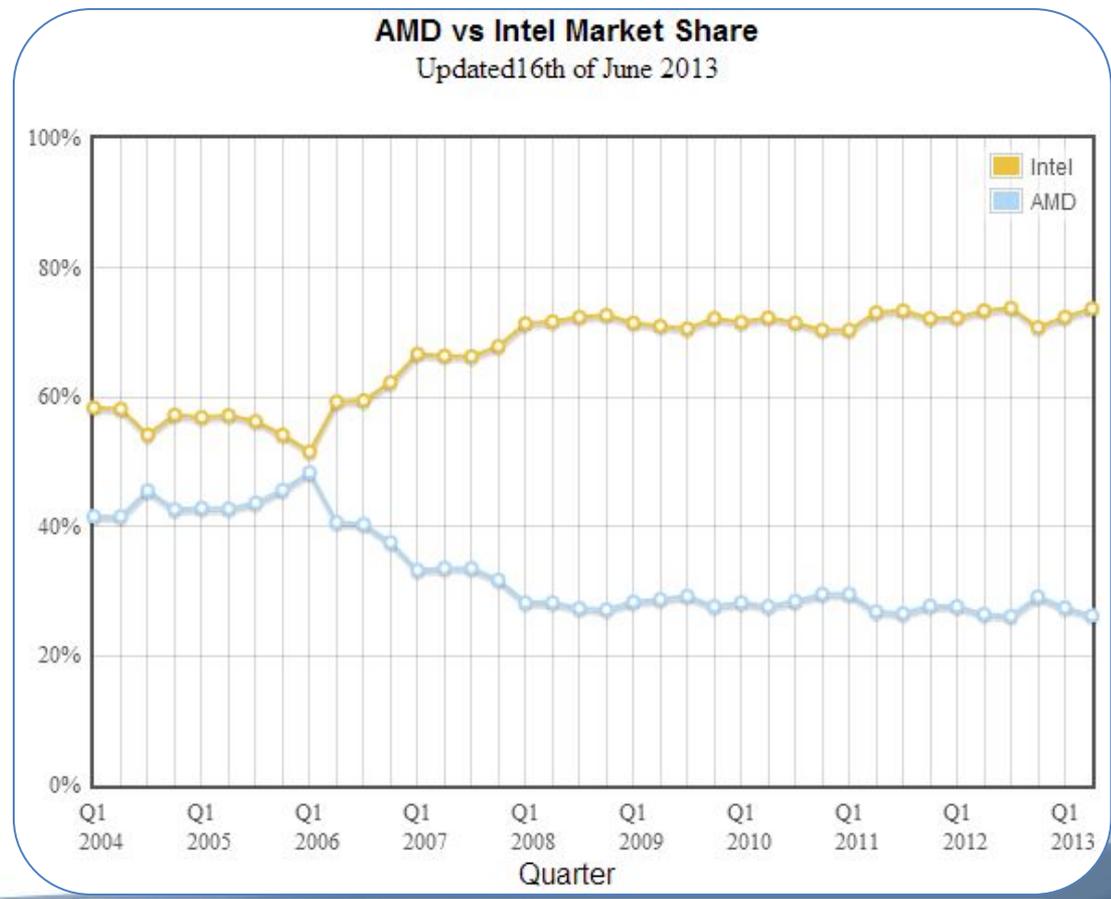
- **Semi-Conducteurs**
- GPP Ordinateur de Bureau
- Assembleurs Compatibles PC

*Observons les principales sociétés réalisant design et fabrication de composants semi-conducteur en 2012 (fondeurs) :*



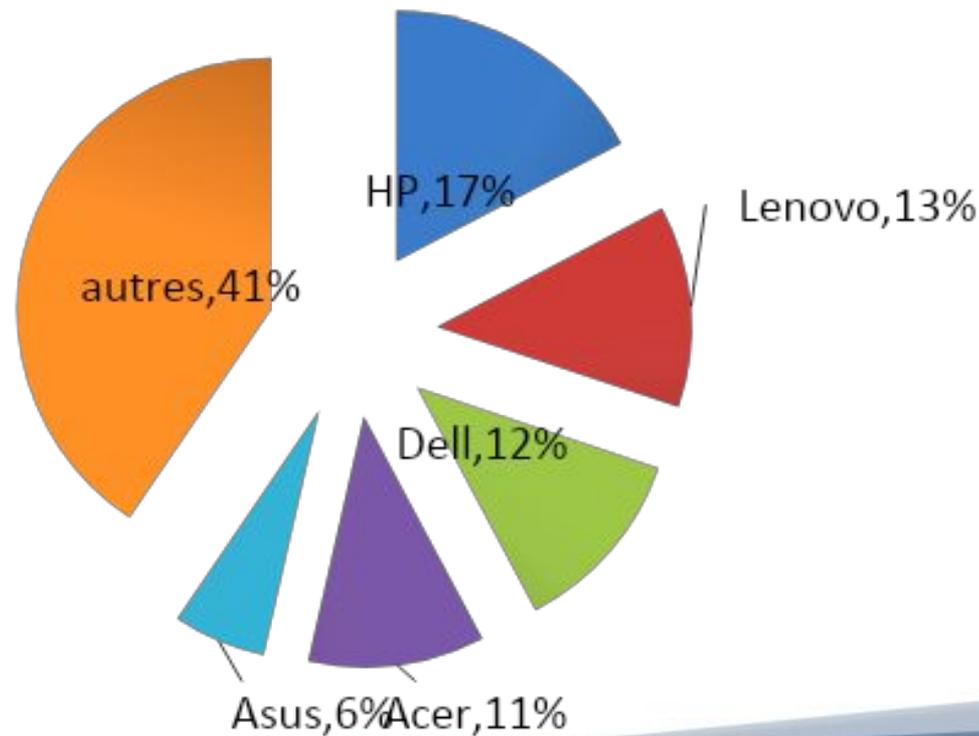
- Semi-Conducteurs
- **GPP Ordinateur de Bureau**
- Assembleurs Compatibles PC

Observons les parts des deux principaux acteurs du marché des GPP pour ordinateurs personnels en 2013 :



- Semi-Conducteurs
- GPP Ordinateur de Bureau
- Assembleurs Compatibles PC

Observons les principaux vendeurs d'ordinateurs personnels en 2011 (desktop computer et laptop) :



*Les principales applications grand public et donc grand volume des GPP's sont bien évidemment les ordinateurs de bureau ou desktop et les ordinateurs portables ou laptop :*



*Dans le monde des systèmes embarqués, de nombreuses solutions sont encore développées sur des bases de GPP (souvent compatibles x86), même si des architectures concurrentes offrant de meilleures performances sur les critères suivants existent : consommation, coût, échauffement, encombrement.*



<http://www.pcper.com>

*Ces solutions sont souvent choisies afin de faire vieillir des banques de logiciels déjà développées au sein de la société. Le changement d'architecture imposant de lourdes contraintes quant à la recompilation et la validation d'anciens logiciels et la formation des équipes de développement.*

***Merci de votre attention !***