



Introduction aux systèmes Numériques

Fabrice CAIGNET
LAAS - CNRS
fcaignet@laas.fr

Plan du Cours d'introduction

I : Introduction aux systèmes

- généralités sur les systèmes
- les différents types de systèmes numériques

II. Les FPGA

III. Le langage VHDL

IV. Les convertisseurs CAN et CAN

III. Protocole de communication : bus CAN

I. Introduction aux systèmes

I. Notions élémentaires en électronique numérique

- électronique Analogique
- électronique Numérique

II. Notions d'évolution des techniques

III. Notion hiérarchique de conception

IV. Les systèmes actuels.

- Microcontrôleur
- FPGA
- DSP
- ASIC

Plan du Cours d'introduction

I. Notions élémentaires en électronique numérique

- électronique Analogique
- électronique Numérique

II. Notions d'évolution des techniques

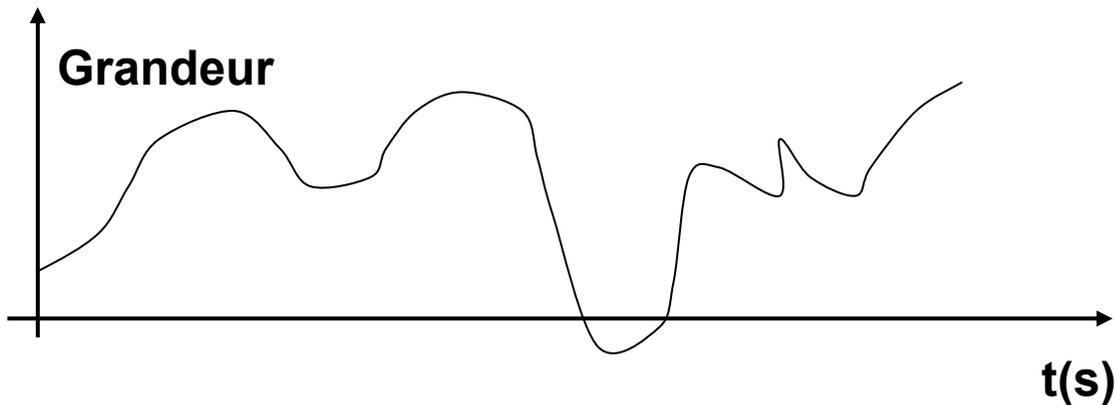
III. Notion hiérarchique de conception

IV. Les systèmes actuels.

- Microcontrôleur
- FPGA
- DSP
- ASIC

I : Notions élémentaires en électronique numérique

Le signal analogique



Un signal évolue dans le temps

Le signal est défini par sa grandeur physique (V, T, P...)

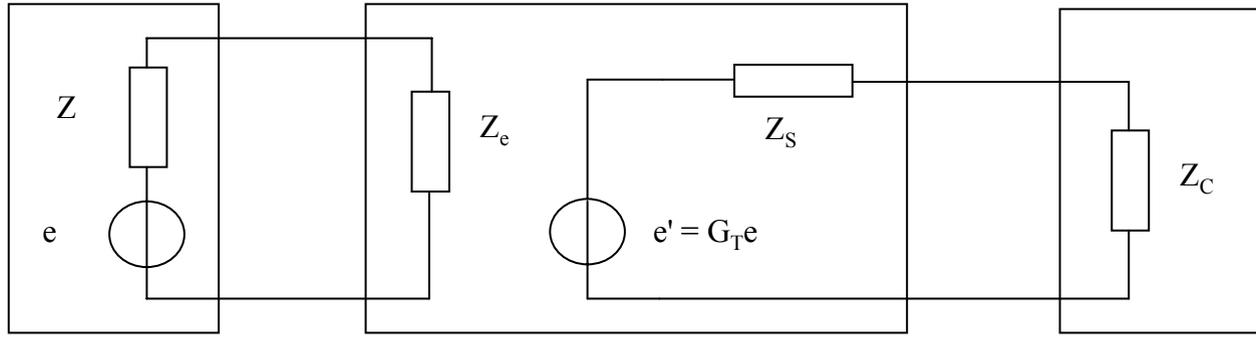
On dira que le signal est continu.

Les caractéristiques principales des signaux analogiques sont :

- leur dynamique : caractérisant l'échelle de variation de l'amplitude
- le temps caractéristique d'évolution temporelle mais aussi le spectre des fréquences à transmettre.

Notion de traitement analogique

Exemple de chaîne de traitement analogique (schéma de Thevenin équivalent)



Capteur

transforme les variations continues de la grandeur physique à prélever (déplacement, vitesse, pression,...) en variations continues d'un signal électrique (tension, courant)

Chaîne de traitement

amplification, opérations diverses, filtrage, modulation, démodulation

Charge

charge destinée à restituer à l'utilisateur l'information initiale prélevée par le capteur

Ex : HIFI, téléphonie analogique, radio,...

Notion de traitement analogique

caractéristique de la chaîne de traitement analogique

Dans la chaîne de traitement, la source de tension y est caractérisée par la relation :

$$e' = GT e$$

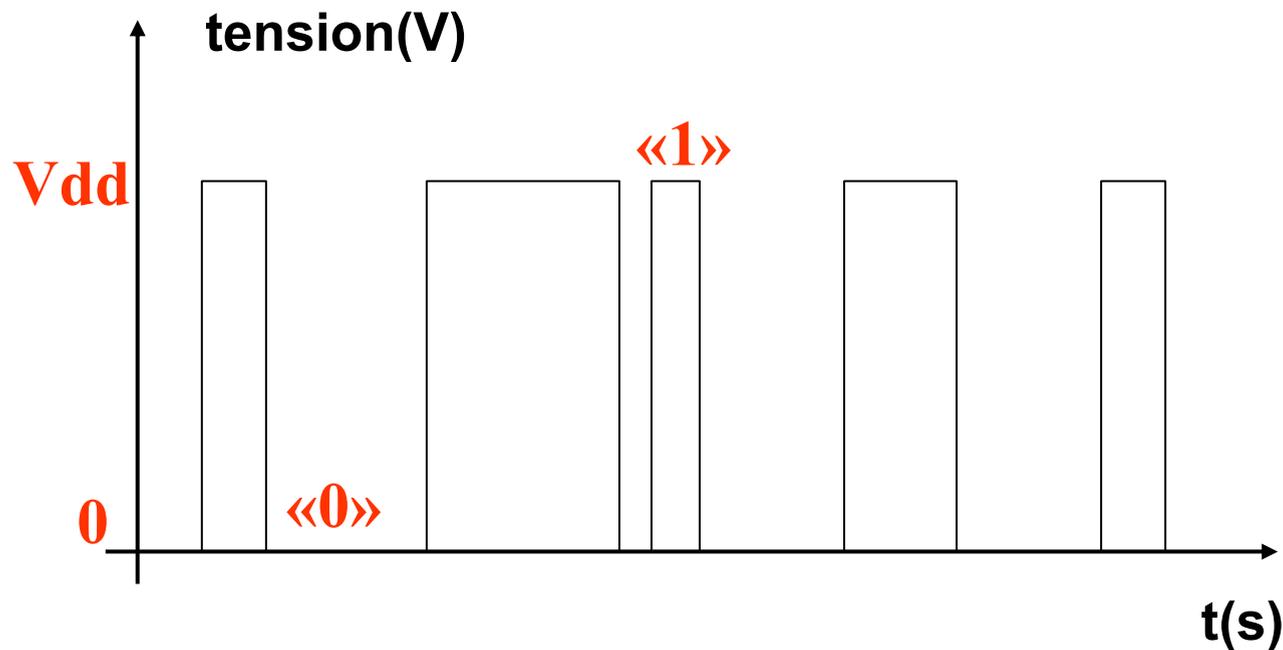
- ➔ Chaque élément de la chaîne ci-dessus déforme plus ou moins le signal d'entrée car tous ses harmoniques ne sont pas traités de la même manière.
- ➔ Chaque opération effectuée rajoute une composante parasite à caractère aléatoire en amplitude et en fréquence dite bruit, leurs effets étant cumulatifs. L'amplitude du bruit résultant peut être minimisée mais jamais annulée

Cela se traduit par :

-  une valeur minimale de l'amplitude du signal que l'on pourra traiter, valeur en dessous de laquelle on ne pourra pas le distinguer du bruit.
-  Il y a aussi une limitation haute de cette amplitude correspondant à la distorsion due aux phénomènes de réponse non linéaire

Le signal numérique

Définition



Un signal évolue dans le temps

Le signal n'est défini que par deux grandeurs , 0 ou 1

On dira que le signal est **discret**

Le signal numérique

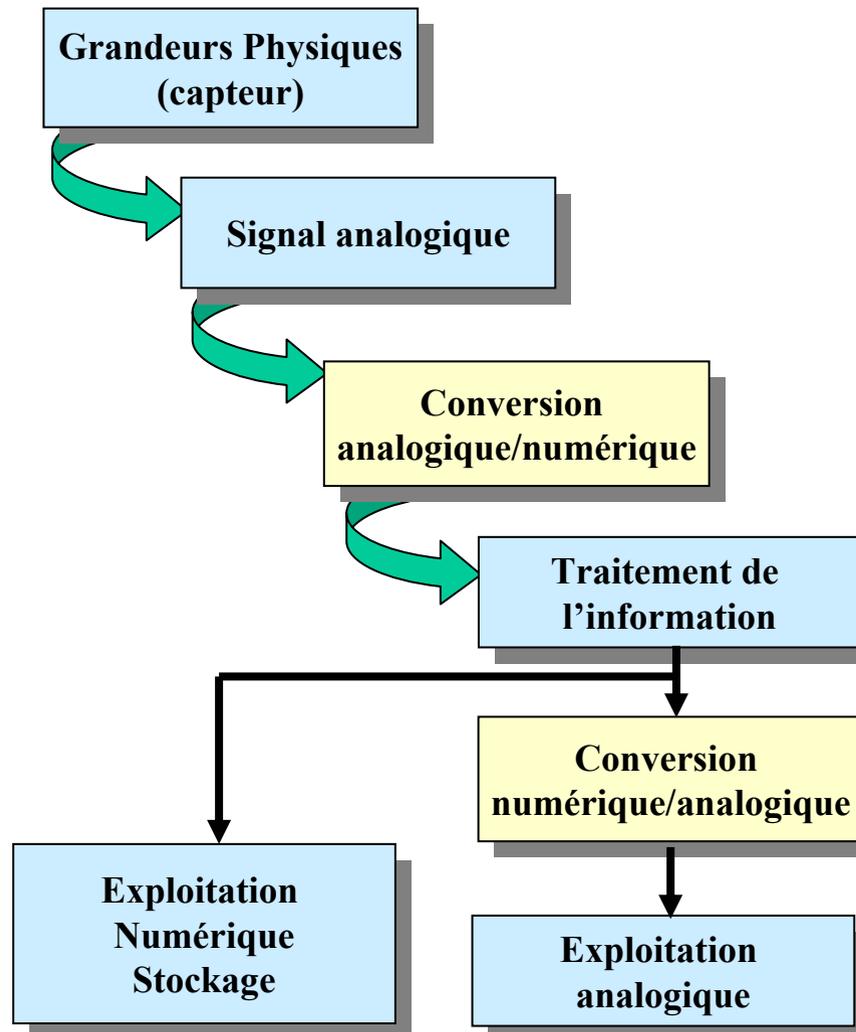
Principe :

Les signaux analogiques sont l'images de grandeurs physiques :

- Température
- pression
- débits
- ...

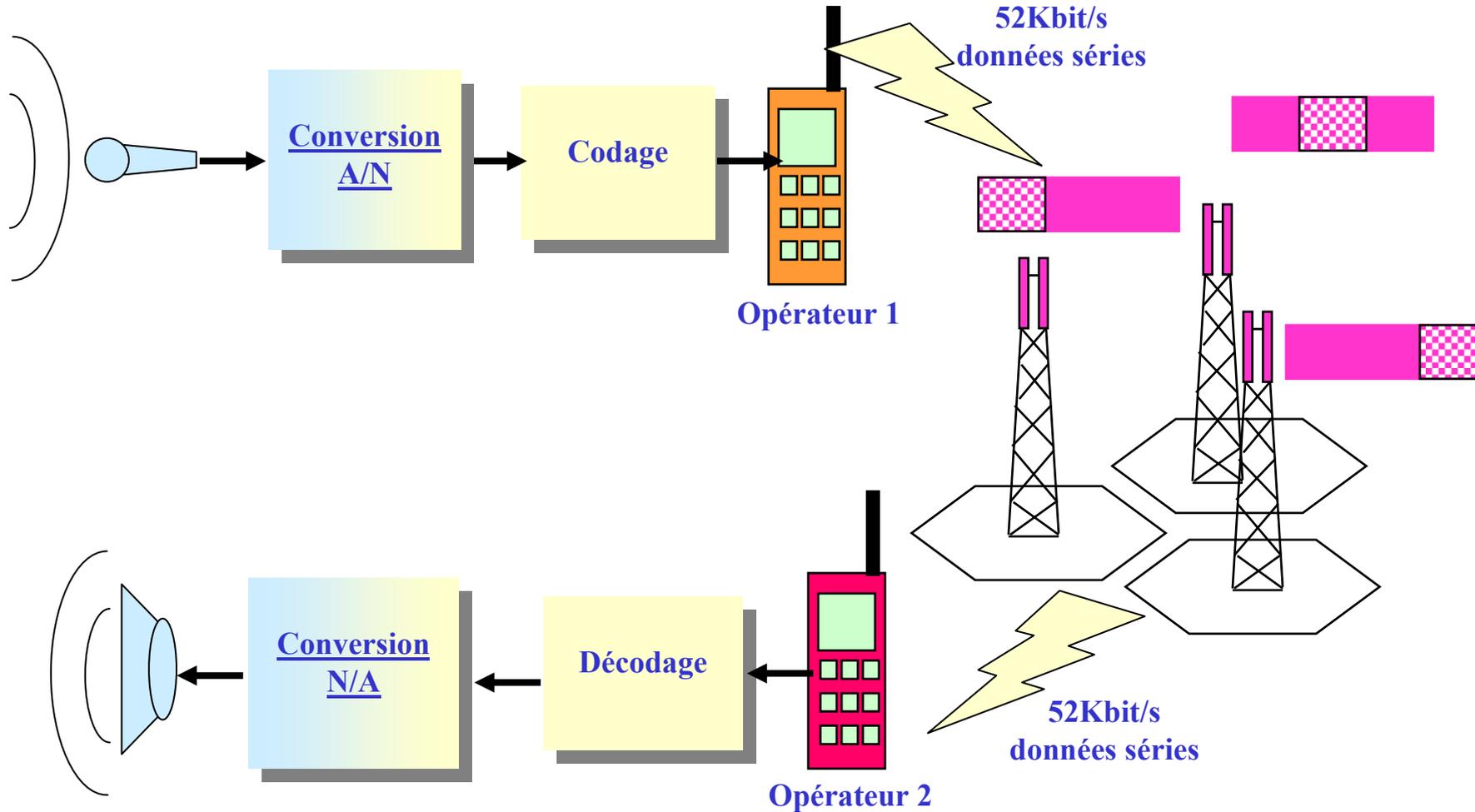
Les signaux numériques représentent des grandeurs :

- Discrètes
- Quantifiées
- Codées



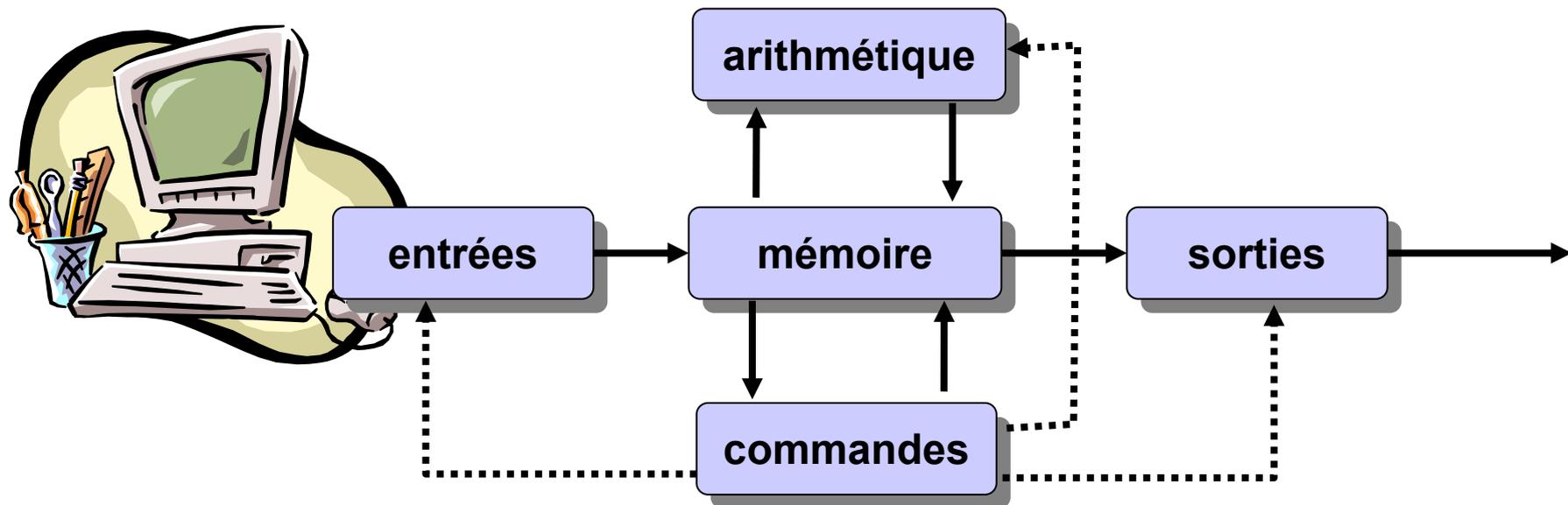
Le signal numérique

Exemple d'application : la téléphonie mobile (GSM)



A. Qu'est ce que l'électroniques numérique?

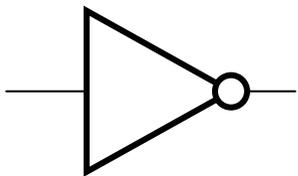
Architecture simplifiée de PCs : le système numérique par excellence



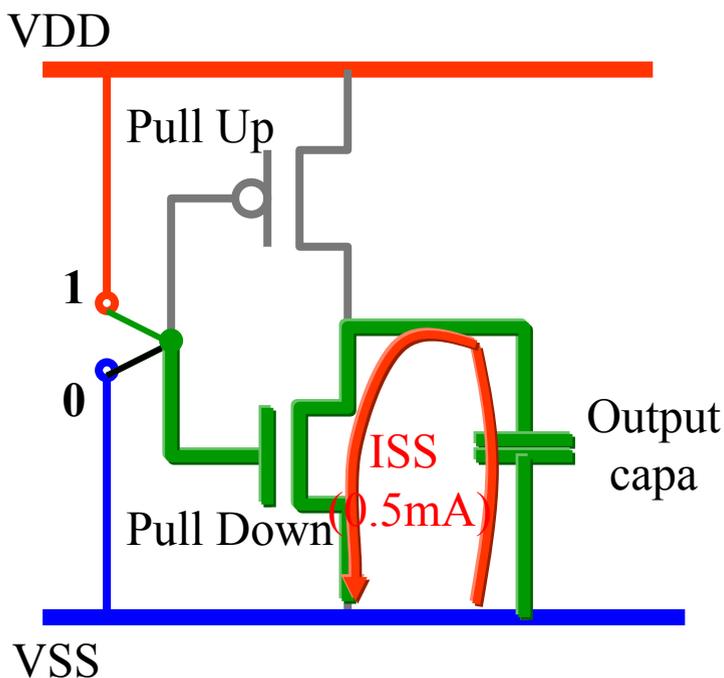
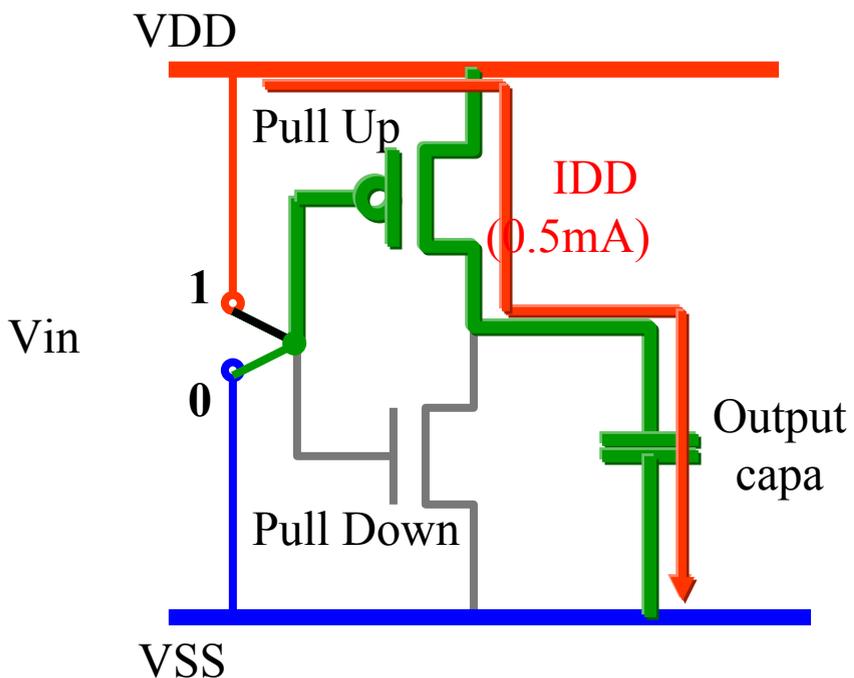
**Il est plus facile de transporter des informations binaires (0V ou 5V)
Il est plus facile de traiter des informations binaires « 0 » ou « 1 »**

A. Qu'est ce que l'électroniques numérique?

Pourquoi est-il plus facile de travailler avec des 0 et des 1 (0V, et 5V)

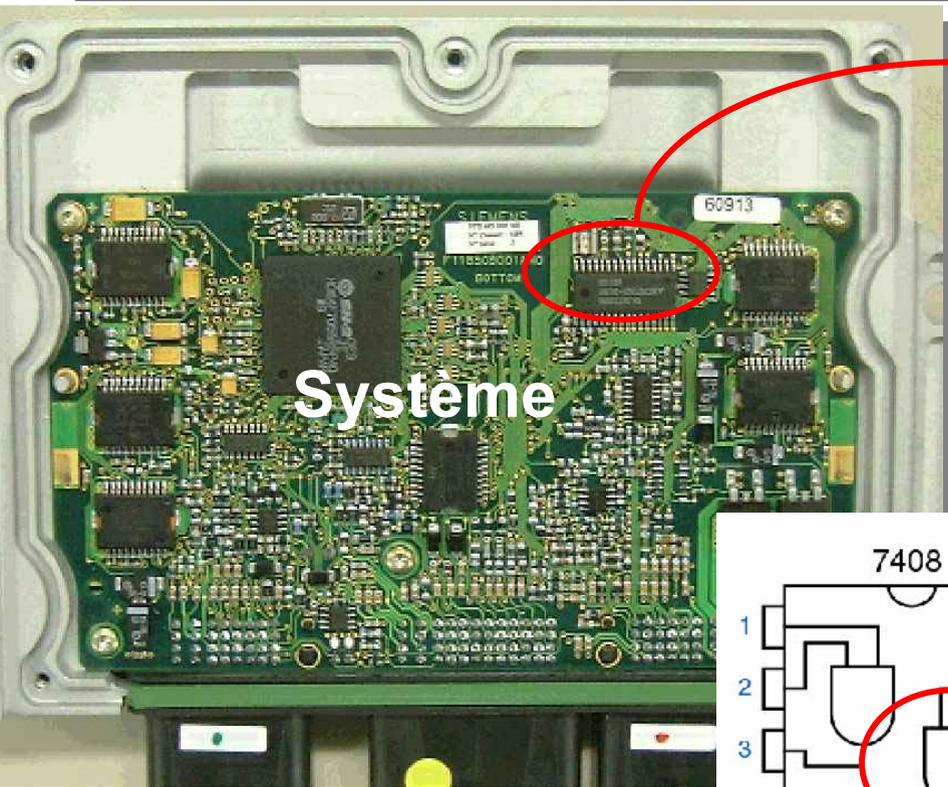


Exemple avec l'inverseur CMOS

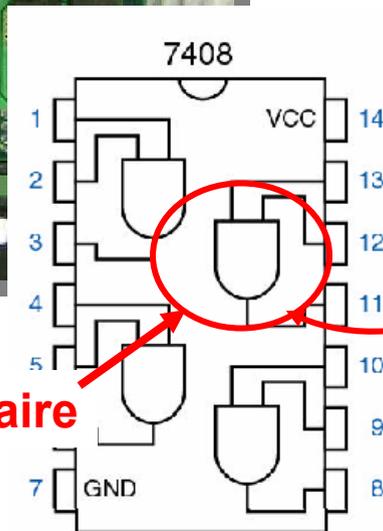
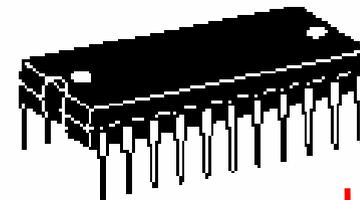


Les technologies CMOS sont des processus faciles à réaliser.

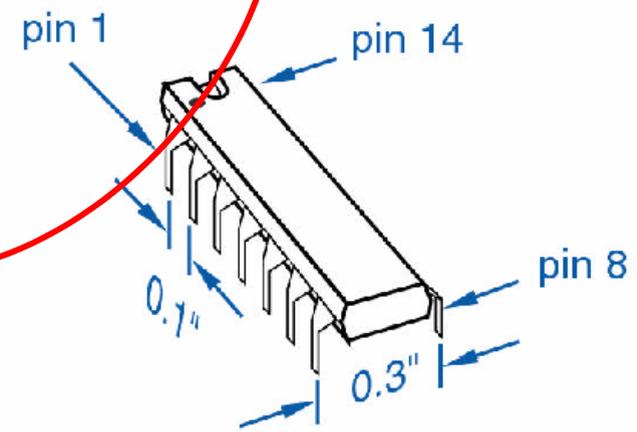
A. Qu'est ce que l'électroniques numérique?



composants

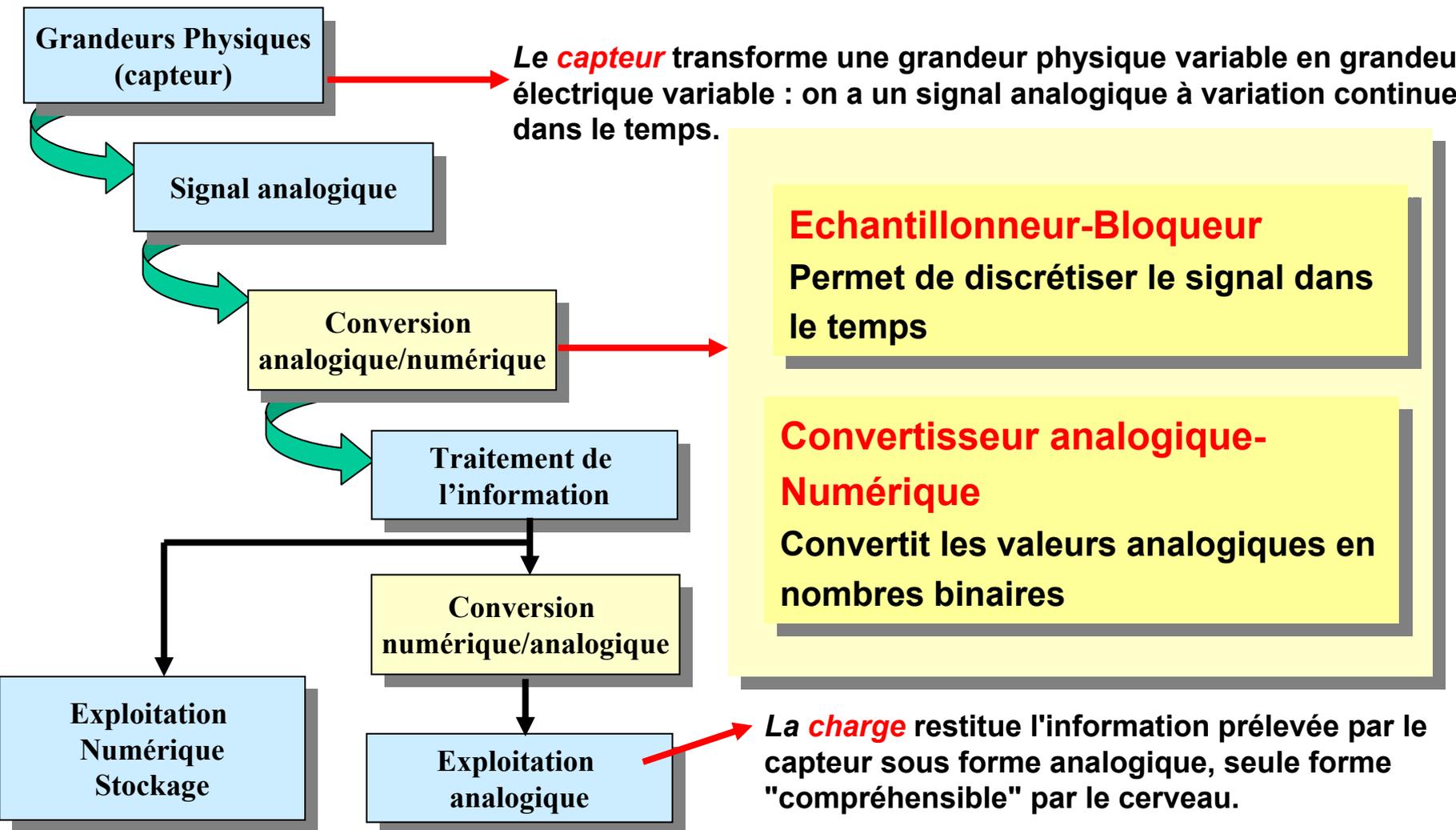


Porte élémentaire



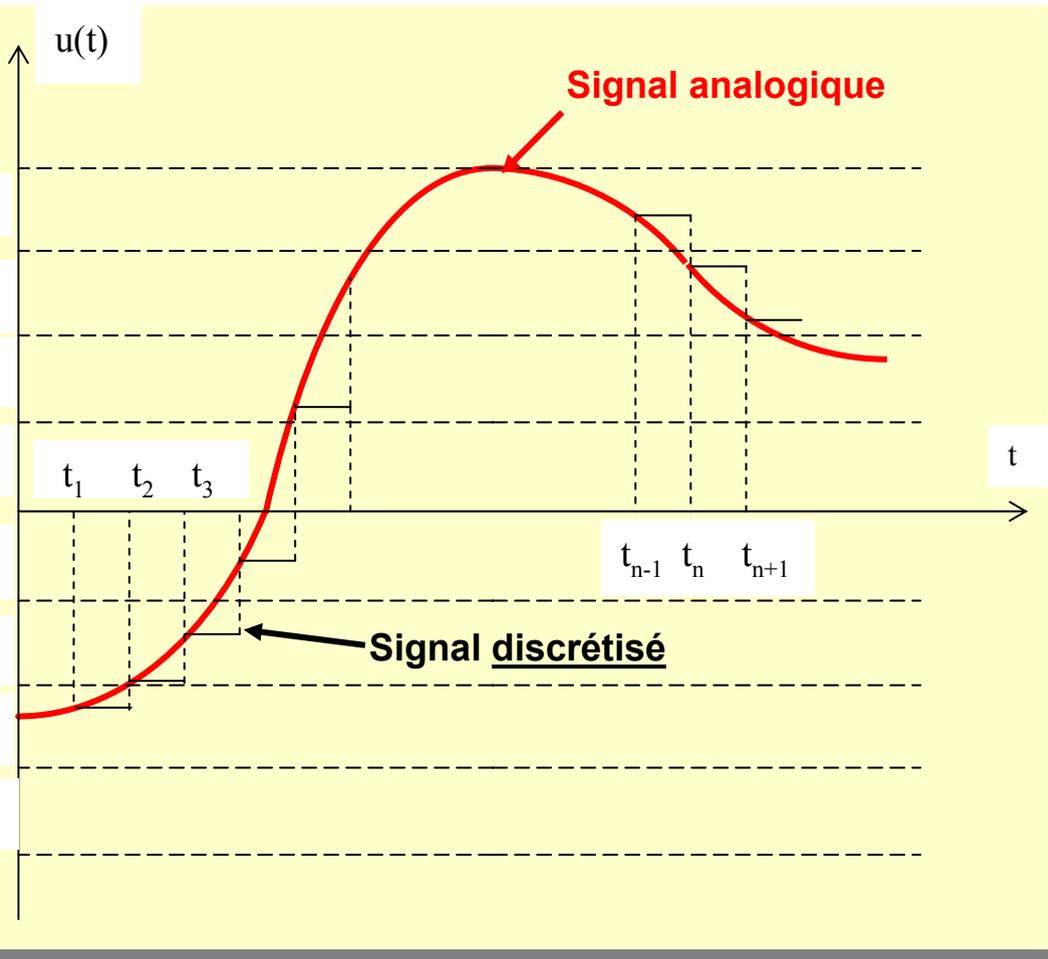
Le signal numérique

La chaîne de traitement numérique



Le signal numérique

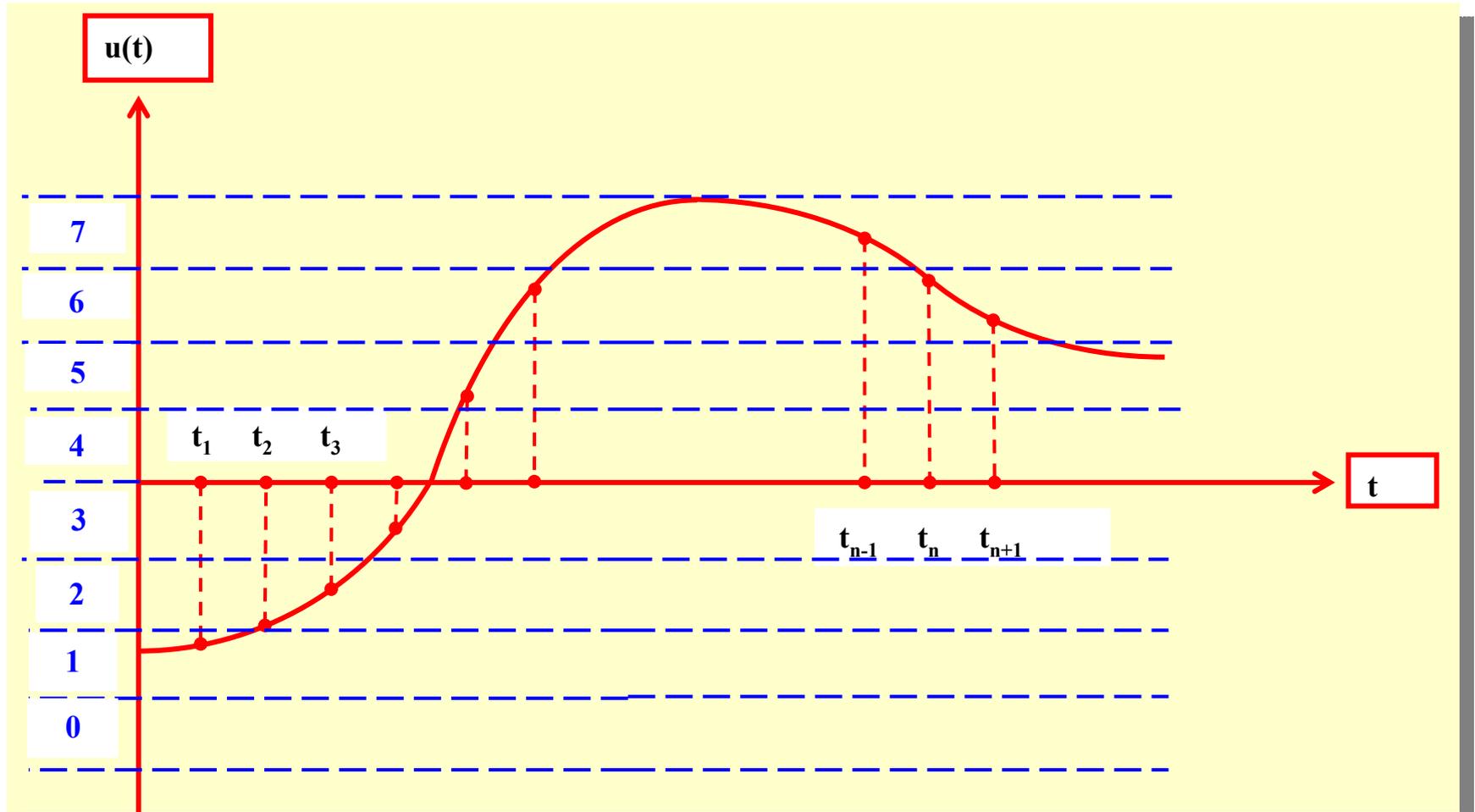
La chaîne de traitement numérique : échantillonneur - bloqueur



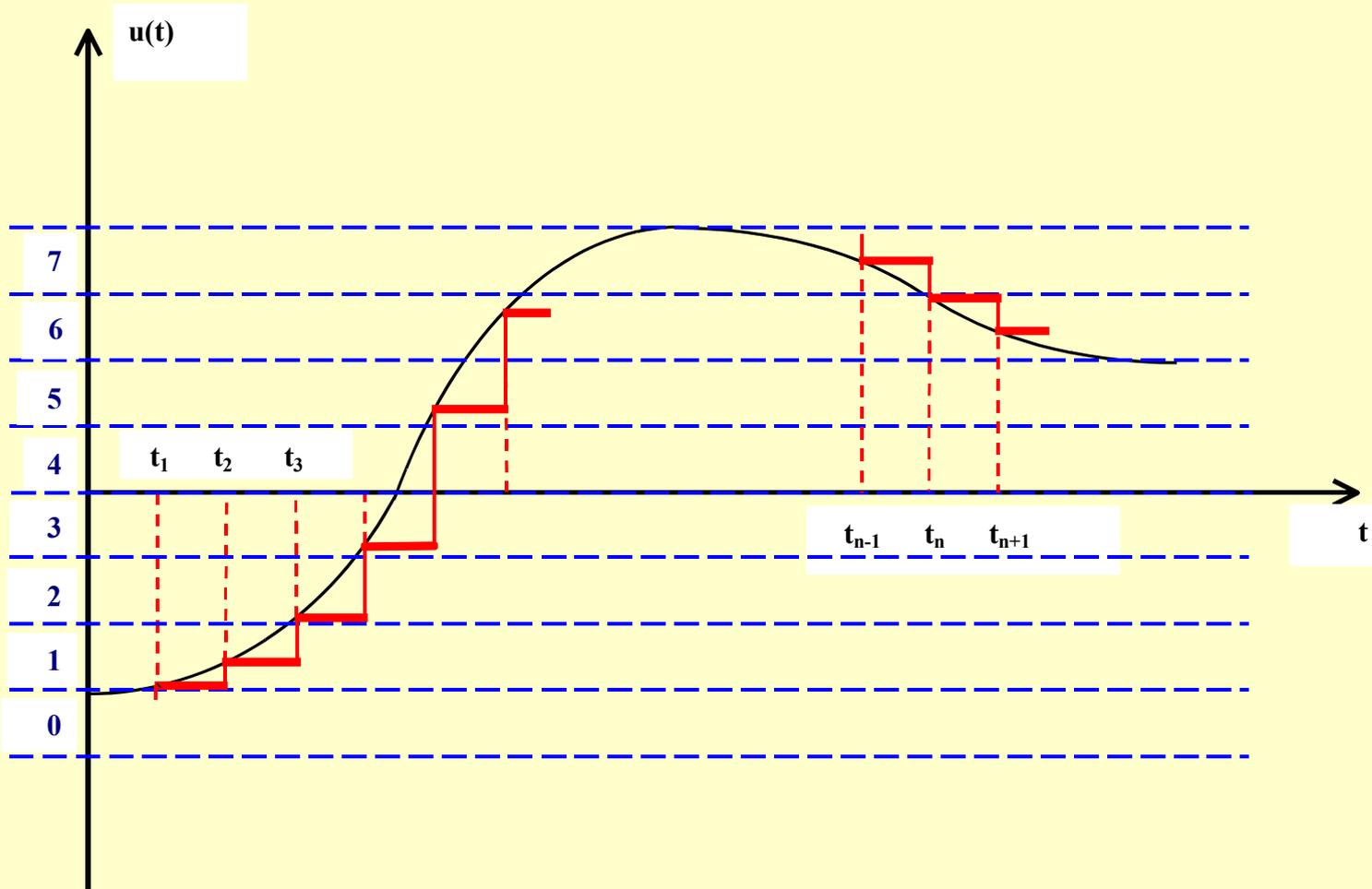
L'échantillonneur-bloqueur prélève les valeurs du signal à des instants régulièrement (ou pas) espacés dans le temps et mémorise ces valeurs dans une mémoire analogique (condensateur, par exemple, s'il s'agit d'une tension) : On passe d'une représentation **continue** à une représentation **discrète**

L'échantillonneur

prélève les valeurs du signal à des instants régulièrement (ou pas) espacés dans le temps. On passe d'une représentation continue à une représentation **discrète**



Le bloqueur : mémorise ces valeurs dans une mémoire analogique (condensateur, par exemple, s'il s'agit d'une tension) : c'est l'opération **de blocage**



Le signal numérique

La chaîne de traitement numérique : le Convertisseur analogique/Numérique : CAN

D'une manière générale, convertir une grandeur analogique en une grandeur numérique et vis-et-versa nécessite deux opérations :

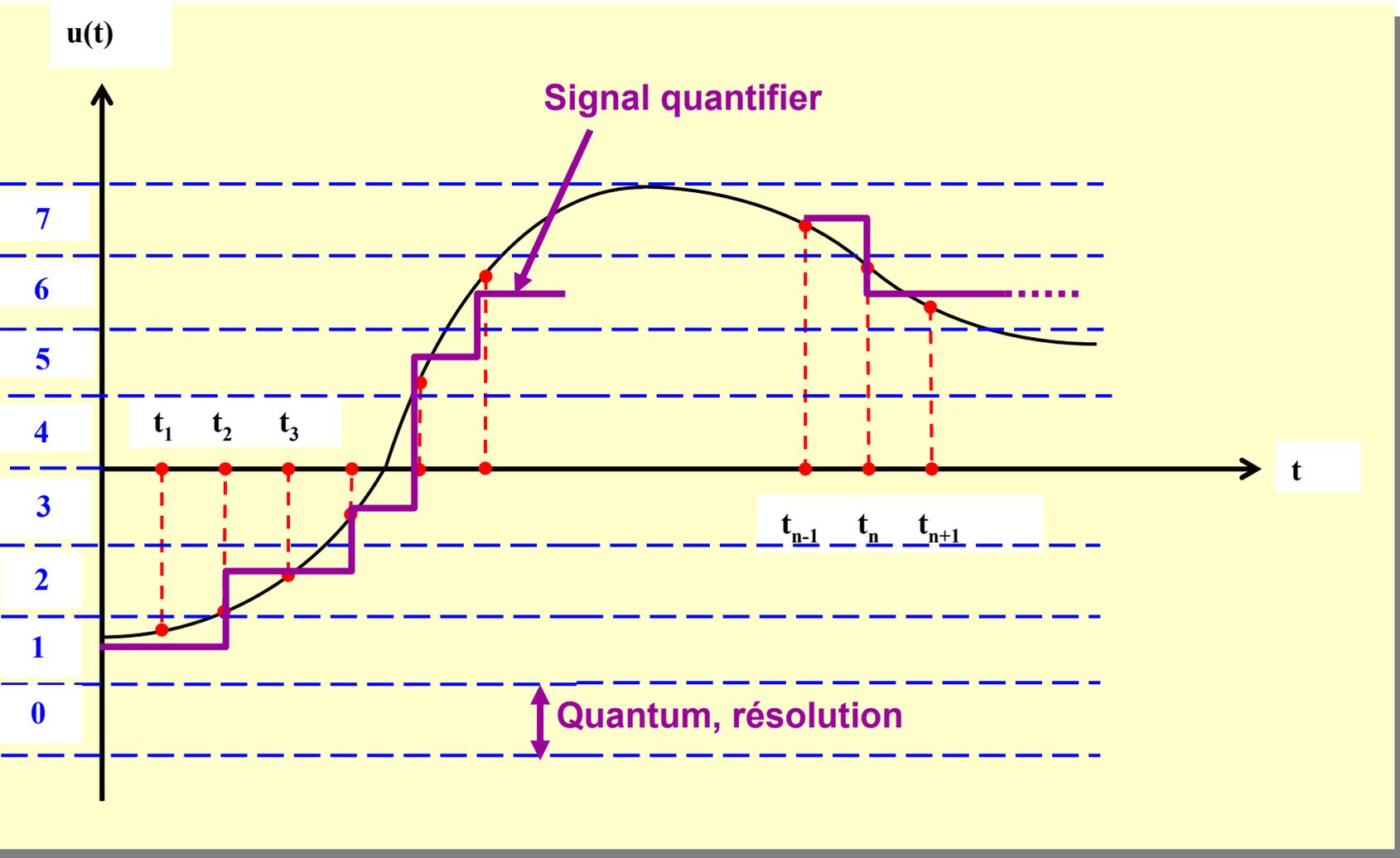
- la quantification : opération qui consiste à associer une valeur analogique à la plus petite variation mesurable entre deux valeurs codées distinctes en sortie. Cette valeur est appelée quantum ou résolution.

$$q = \frac{\Delta V e_{MAX}}{2^n} = \frac{V_{ref+} - V_{ref-}}{2^n}$$

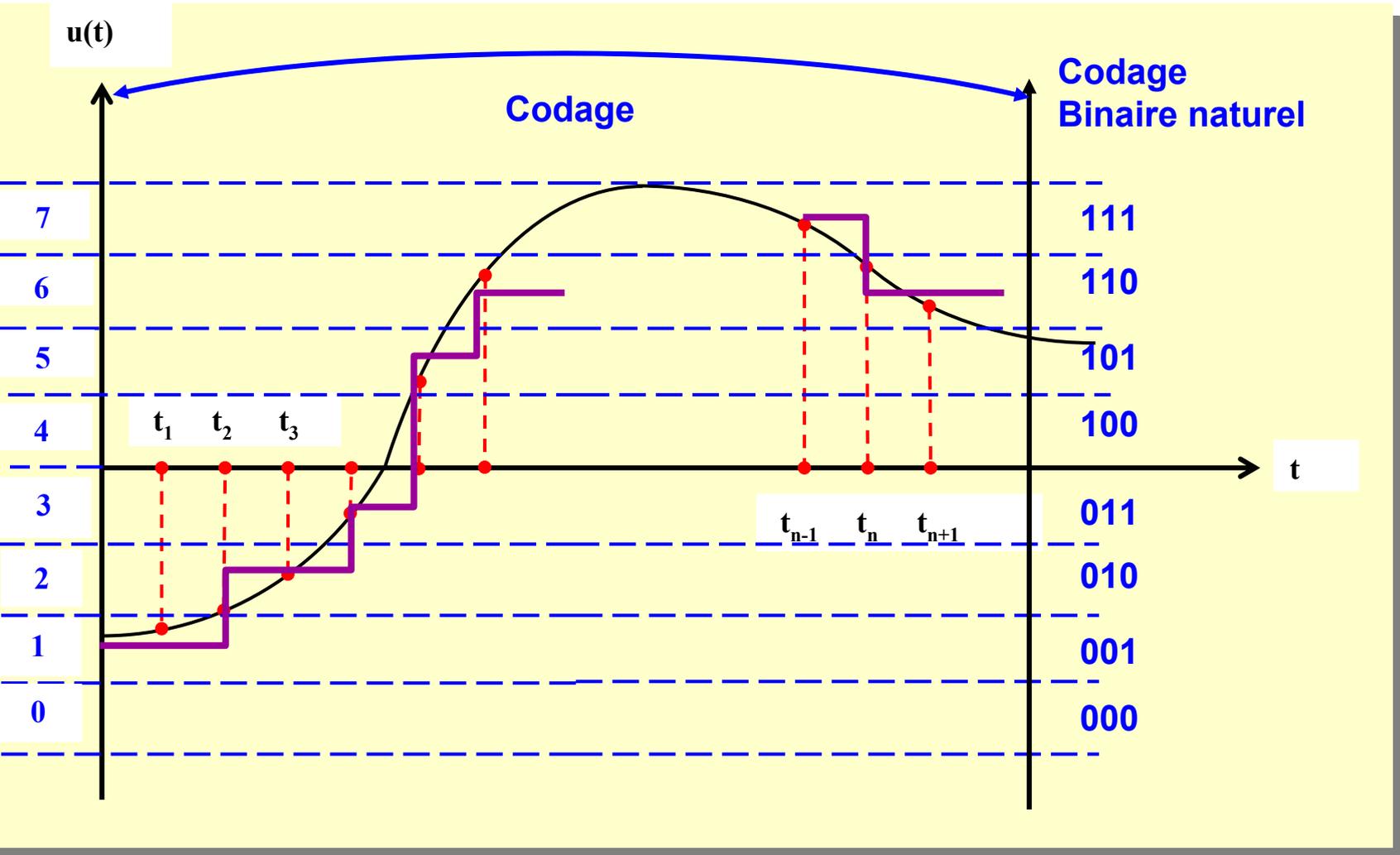
- Le codage : opération qui assigne une valeur numérique à chacun de ces niveaux. Les codages les plus couramment utilisés sont :

- “ Le binaire naturel, pour les nombres non signés,
- “ Le complément à 2 pour les nombres signés,
- “ Le code binaire signé.

La chaîne de traitement numérique : quantification



La chaîne de traitement numérique : codage



Le signal numérique

La chaîne de traitement numérique : Convertisseur Analogique – Numérique (CAN)

De manière intuitive, on peut comprendre que, étant donné un signal, si l'on prend des échantillons suffisamment proches les uns des autres et des tranches de quantification suffisamment fines il doit être possible d'arriver au résultat cherché. Mais on ne pourra pas aller vers des découpages extrêmement fins sous peine de saturer les capacités de traitement et de stockage du système numérique dont on dispose. D'ailleurs cela ne servirait qu'à renforcer l'information relative au bruit contenu dans le signal analogique délivré par le capteur et irait à l'encontre du but recherché.

Exemple : échantillonnage d'une tension allant de 0 à 5V

Sur 8 bits : $2^8 = 256$ combinaisons : $\text{Quantum} = \frac{5V}{256} = 19,5mV$

Sur 10 bits : $2^{10} = 1024$ combinaisons : $\text{Quantum} = \frac{5V}{1024} = 4,88mV$

Le signal numérique

La chaîne de traitement numérique : résumé

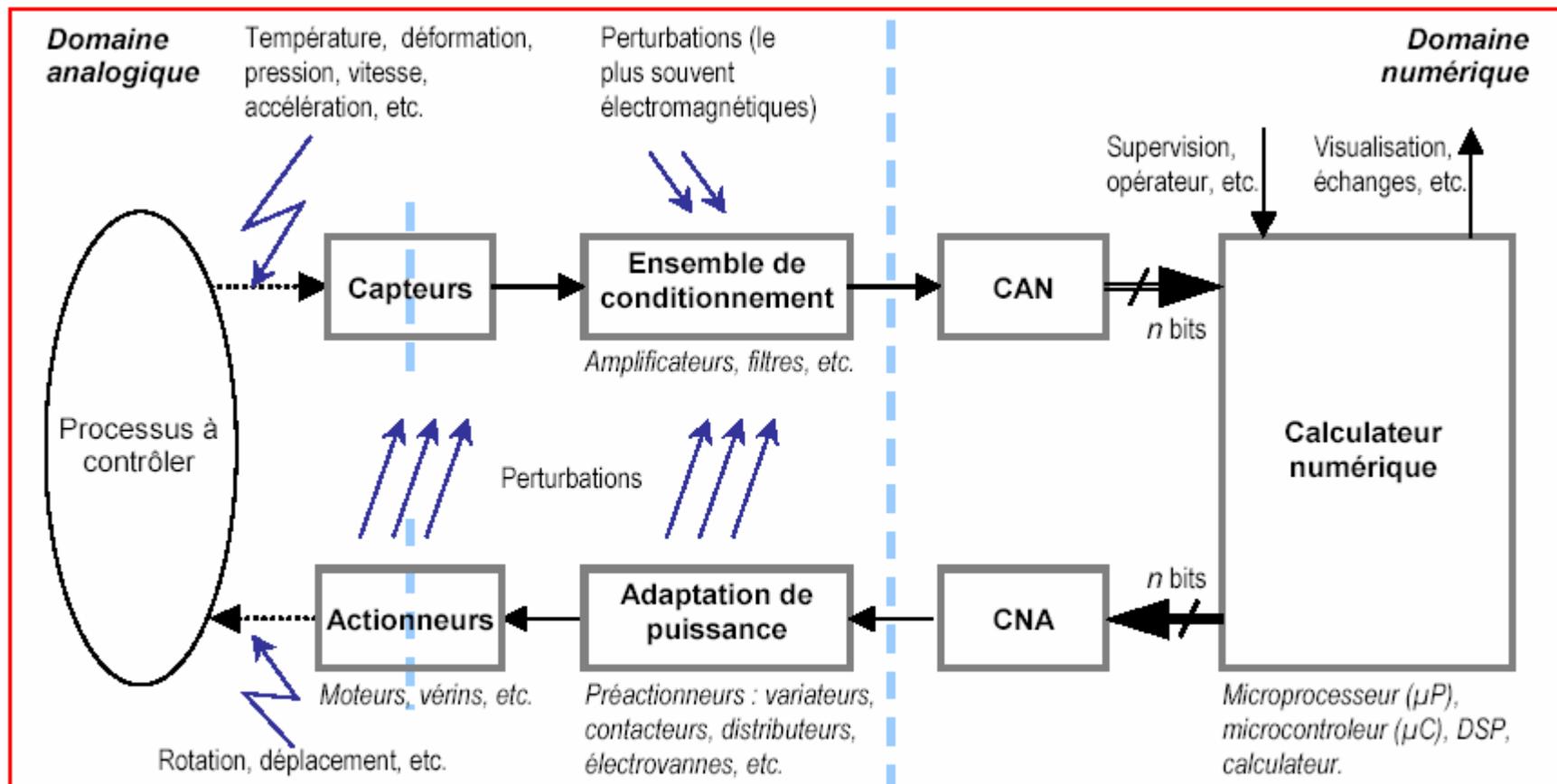


Figure 2 : Place des convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique dans le processus.

Le signal numérique

Avantages, inconvénients du passage au numérique

Avantages

- Prédominance du numérique
- Possibilité de stockage
- Possibilité de transformation
- Quantité d'information traité
- Réduction des coûts par standardisation

inconvénients

- Les signaux sont par définition analogiques
- perte d'information dans la conversion : difficulté de discrétisation
- temps de conversion

Exemple des PC : Vitesse de traitement, quantité d'infos traité,

Plan du Cours d'introduction

I. Notions élémentaires en électronique numérique

- électronique Analogique
- électronique Numérique

II. Notions d'évolution des techniques

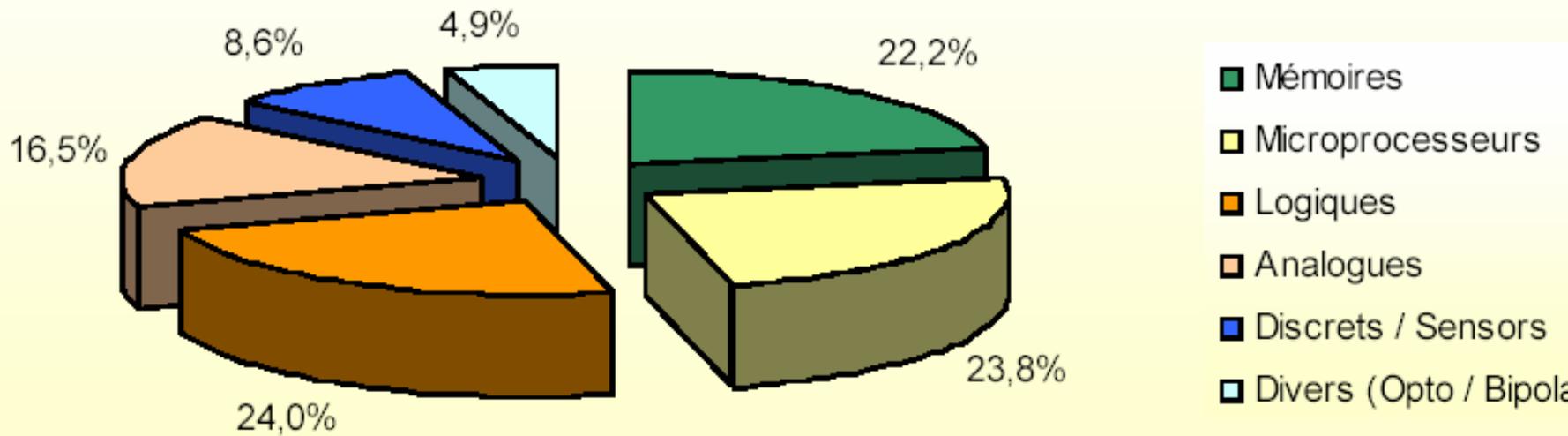
III. Notion hiérarchique de conception

IV. Les systèmes actuels.

- Microcontrôleur
- FPGA
- DSP
- ASIC

Les semi-conducteurs : briques de base des systèmes numériques

Part de marché des différentes familles de semiconducteurs en 2004



(Sur un marché estimé à 210 milliards \$ en 2004)

Les semi-conducteurs : briques de base des systèmes numériques

| | Ventes mondiales de semiconducteurs (en milliards de dollars U.S.) | | | | | | Taux moyen de croissance annuelle ⁽²⁾ (en pourcentage) | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|--------|--------|---------------------|
| | 1987 | 1997 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 87-97 | 87-02 | 00-01 | 01-02 | 02-03 |
| Circuits intégrés. | 25,4 | 119,5 | 176,9 | 118,5 | 120,5 | 140,0 | 16,7% | 10,9% | (33,0) | 1,7% | 16,2% |
| Analogiques (linéaires et à signal mixte) . . | 6,0 | 19,8 | 30,5 | 23,2 | 23,9 | 28,8 | 12,7 | 9,7 | (24,0) | 3,0 | 20,5 |
| Numériques Logiques. | 14,0 | 70,4 | 97,2 | 70,4 | 69,6 | 78,7 | 17,5 | 11,3 | (27,6) | (1,1) | 13,0 |
| Mémoire : | | | | | | | | | | | |
| DRAM | 2,4 | 19,8 | 28,9 | 11,2 | 15,2 | 16,7 | 23,5 | 13,1 | (61,3) | 35,7 | 9,8 |
| Autres. | 3,0 | 9,5 | 20,3 | 13,7 | 11,8 | 15,8 | 12,2 | 9,6 | (33,0) | (13,9) | 33,9 |
| Total Mémoires. | 5,4 | 29,3 | 49,2 | 24,9 | 27,0 | 32,5 | 18,4 | 11,3 | (49,5) | 8,4 | 20,4 |
| Total Produits Numériques | 19,4 | 99,7 | 146,4 | 95,3 | 96,6 | 111,2 | 17,8 | 11,3 | (34,9) | 1,4 | 15,1 |
| Discrets | 5,8 | 13,2 | 17,7 | 13,1 | 13,4 | 14,4 | 8,6 | 5,7 | (26,0) | 2,3 | 7,5 |
| Opto-électronique | 1,3 | 4,5 | 9,8 | 7,4 | 6,8 | 9,5 | 13,2 | 11,7 | (24,5) | (8,1) | 39,7 |
| Marché Total Disponible (TAM). . . | 32,5 | 137,2 | 204,4 | 139,0 | 140,7 | 166,4 | 15,5 | 10,3 | (32,0) | 1,2 | 18,3 ⁽³⁾ |
| Europe. | 6,2 | 29,1 | 42,3 | 30,2 | 27,8 | 32,3 | 16,7 | 10,5 | (28,6) | (7,9) | 16,3 |
| Continent Américain | 10,3 | 45,8 | 64,1 | 35,8 | 31,2 | 32,4 | 16,1 | 7,7 | (44,2) | (12,8) | 3,4 |
| Asie-Pacifique | 3,3 | 30,2 | 51,3 | 39,8 | 51,2 | 62,8 | 24,8 | 20,1 | (22,3) | 28,6 | 22,8 |
| Japon | 12,7 | 32,1 | 46,7 | 33,2 | 30,5 | 38,9 | 9,7 | 6,0 | (29,1) | (8,1) | 27,7 |
| Marché Total Disponible (TAM). . . | 32,5 | 137,2 | 204,4 | 139,0 | 140,7 | 166,4 | 15,5 | 10,3 | (32,0) | 1,2 | 18,3 ⁽³⁾ |

Les différents types de systèmes

Les domaines d'application



Les automobiles :

injection directe,
suspensions actives,
freinage assisté,
contrôle de la pression
des pneumatiques,
sécurité de l'habitacle
et airbag...



Les équipements

domestiques : produits
audio et vidéo,
réfrigérateurs, lave-
linges, sèche-linges...

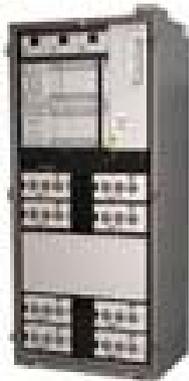


Application audio-visuel

Les écrans, téléphones
mobiles, moniteurs(LCD),
PC, Television,...

Les différents types de systèmes

Les domaines d'application

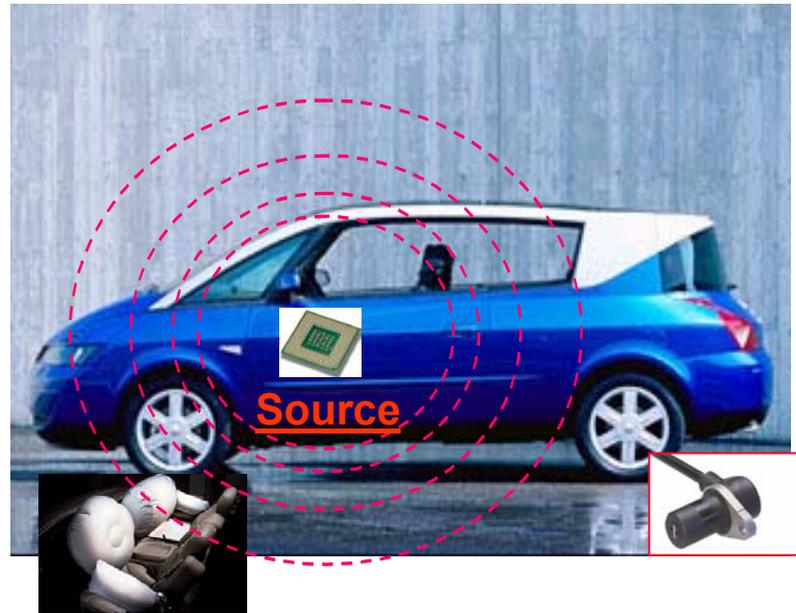
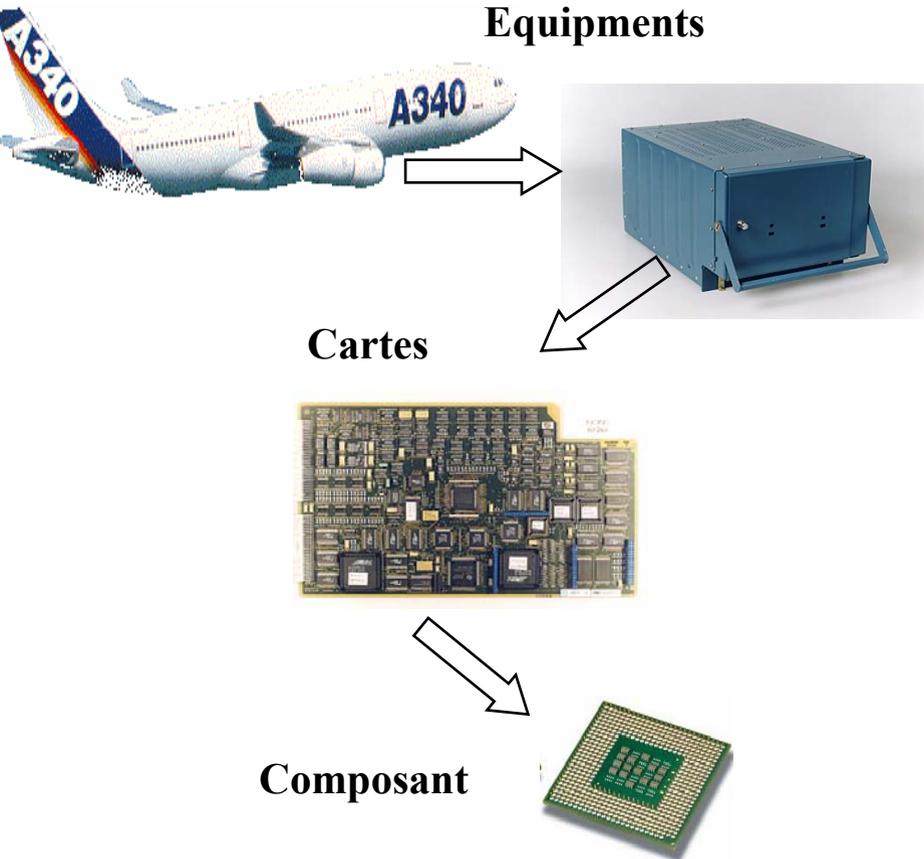


Les produits de réseaux :
applications Internet, accès
Internet par le câble,
réseaux domestiques...



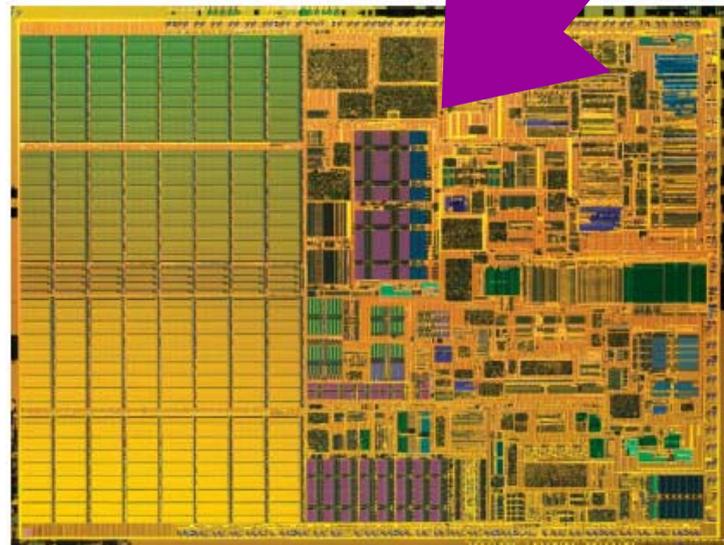
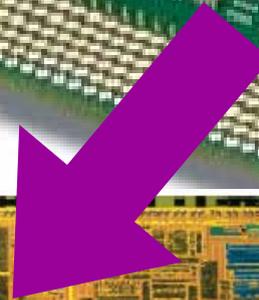
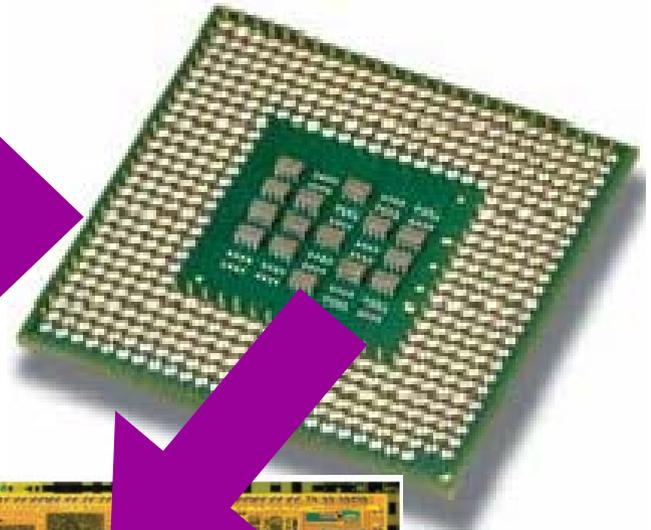
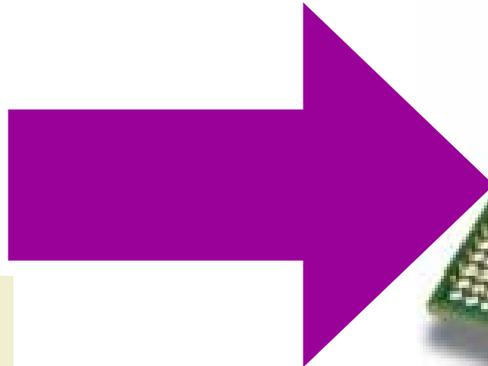
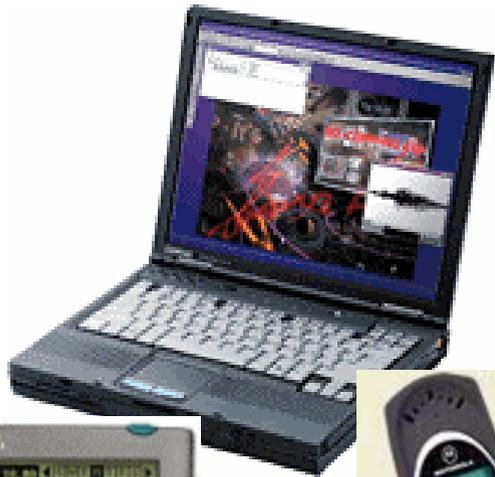
Contrôle industriel : De
nombreux produits liés au
contrôle industriel, au
contrôle d'applications et
d'interface, aux systèmes
de sécurité

Les différents types de systèmes



➔ **Vision hiérarchique des systèmes**

Les différents types de systèmes



Le tableau ci-dessous indique la répartition du chiffre d'affaires net de la Société par famille de produits et par zone géographique :

| ST-microelectronics | Au 31 décembre | | | | |
|--|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
| | (en millions de dollars U.S., à l'exception des pourcentages) | | | | |
| Chiffre d'affaires net par groupe de produits : ⁽¹⁾ | | | | | |
| Télécommunications, Périphériques et Automobile ⁽¹⁾ | 2.305 | 3.482 | 3.031 | 3.074 | 3.268 |
| Produits Discrets et Circuits Intégrés Standards ⁽¹⁾ | 928 | 1.213 | 942 | 1.055 | 1.224 |
| Produits Mémoire | 836 | 1.553 | 1.382 | 1.055 | 1.358 |
| Produits Grand Public et Microcontrôleurs ⁽¹⁾ | 886 | 1.466 | 896 | 1.026 | 1.321 |
| Autres ⁽²⁾ | 101 | 99 | 106 | 108 | 67 |
| Total | 5.056 | 7.813 | 6.357 | 6.318 | 7.238 |
| Chiffre d'affaires net par zone géographique de livraison : ⁽³⁾ | | | | | |
| Europe | 1.834 | 2.629 | 2.169 | 1.832 | 2.012 |
| Amérique du Nord | 1.156 | 1.843 | 1.161 | 919 | 985 |
| Asie-Pacifique | 1.658 | 2.615 | 2.302 | 2.748 | 3.190 |
| Japon | 240 | 402 | 331 | 275 | 337 |
| Marchés Emergents ⁽⁴⁾ | 168 | 324 | 394 | 544 | 714 |
| Total | 5.056 | 7.813 | 6.357 | 6.318 | 7.238 |

Les clients de ST-microelectronics

| Marché applicatif | Clients | Applications | |
|--------------------|------------------------|-----------------|---|
| Télécommunications | Alcatel | Siemens | ● <u>Accès Internet (xDSL)</u> |
| | Humax | Sony Ericsson | ● Autocommutateurs privés |
| | Huawei | Thomson | ● Autocommutateurs pour les réseaux électroniques et optiques |
| | Kyocera | | ● Autocommutateurs téléphoniques publics |
| | Motorola | | ● <u>Téléphones cellulaires numériques (y compris applications Bluetooth)</u> |
| | Nokia | | ● Terminaux téléphoniques avec et sans fil |
| | Nortel Networks | | ● <u>Transport de données routage</u> |
| | Philips | | |
| | Sagem | | |
| Informatique | Acer | Lexmark | ● Gestion de puissance |
| | Agilent Technologies | Maxtor | ● <u>Image</u> |
| | Alpine | Microsoft | ● Imprimantes |
| | Creative Technology | Samsung | ● Moniteurs et écrans informatiques |
| | Delta | Seagate | ● <u>Stockage de données</u> |
| | Hewlett-Packard/Compaq | Western Digital | ● Webcams |
| | IBM | | |
| | | | |
| Automobile | Bosch | Siemens | ● <u>Applications multimédias à l'automobile</u> |
| | Conti | Valeo | ● Autoradio |
| | DaimlerChrysler | Visteon | ● Coussin à air |
| | Delphi | | ● Kit de câblages multiplexés |
| | Denso | | ● <u>Système de freinage antipatinage</u> |
| | Lear | | ● <u>Système de gestion du moteur (allumage et injection)</u> |
| | Marelli | | ● <u>Systèmes de navigation (GPS)</u> |
| | Motorola | | ● Verrouillage centralisé des portes |
| | Pioneer | | |

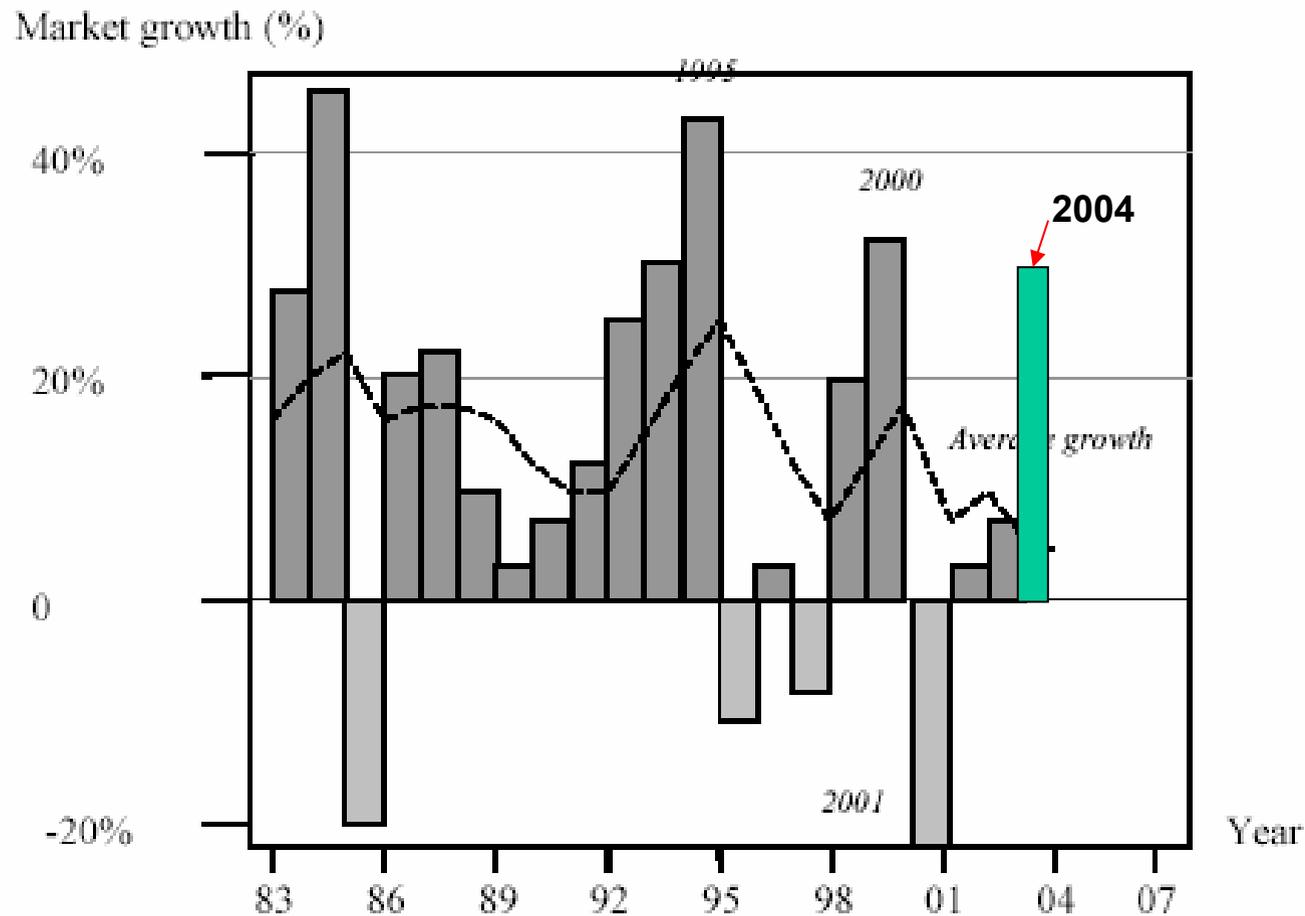
Les clients de ST-microelectronics (suite)

| Marché applicatif | Clients | | Applications |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------|--|
| Produits Grand Public | Agilent Technologies | Olympus | ● Appareils photos numériques |
| | Bose Corporation | Philips | ● DVD |
| | Echostar | Pioneer | ● Décodeurs |
| | Goldstar | Samsung | ● Lecteurs musiques numériques |
| | Grundig | Scientific Atlanta | ● Magnétoscopes |
| | Hugues | Sony | ● Télévision analogique |
| | Kenwood | Thomson | ● Télévisions numériques |
| | Matsuhita | Vestel | ● Processeurs audio (CD, DVD, DVD-Hifi) |
| | Applications industrielles et Autres | American Power | Nagra |
| Conversion | | Oberthur | ● Alimentation à découpage |
| Astec | | Philips | ● Chargeurs de batterie |
| Autostrade | | Schlumberger | ● Circuits intégrés pour cartes à puce |
| Delta | | Siemens | ● Consommateurs de puissance intelligente |
| Gemplus | | Toppan | ● Contrôleurs de moteurs |
| IBM | | | ● Industrielle |
| Liton | | | ● Systèmes d'allumage (protection de lampes) |
| Magnetek | | | ● Système de contrôle d'automatisation |

Semiconductor Market Growth in 2004

| Products families | '04 over '03 in % | Applications | '04 over '03 in % |
|---|-------------------|---------------------|-------------------|
| MPU | 12% | Computer | 27% |
| DRAM | 60% | Communications | 32% |
| Opto | 44% | Consumer | 25% |
| Flash | 35% | Automotive | 18% |
| Standard & Commodities | 10% | Industrial | 16% |
| MCU | 24% | | |
| Application Specific Products (incl. DSP) | 29% | | |
| Discretes | 18% | | |
| NV Memories & SRAM | 20% | | |
| Total Market | 28% | Total Market | 28% |

Semiconductor Market Growth in 2004



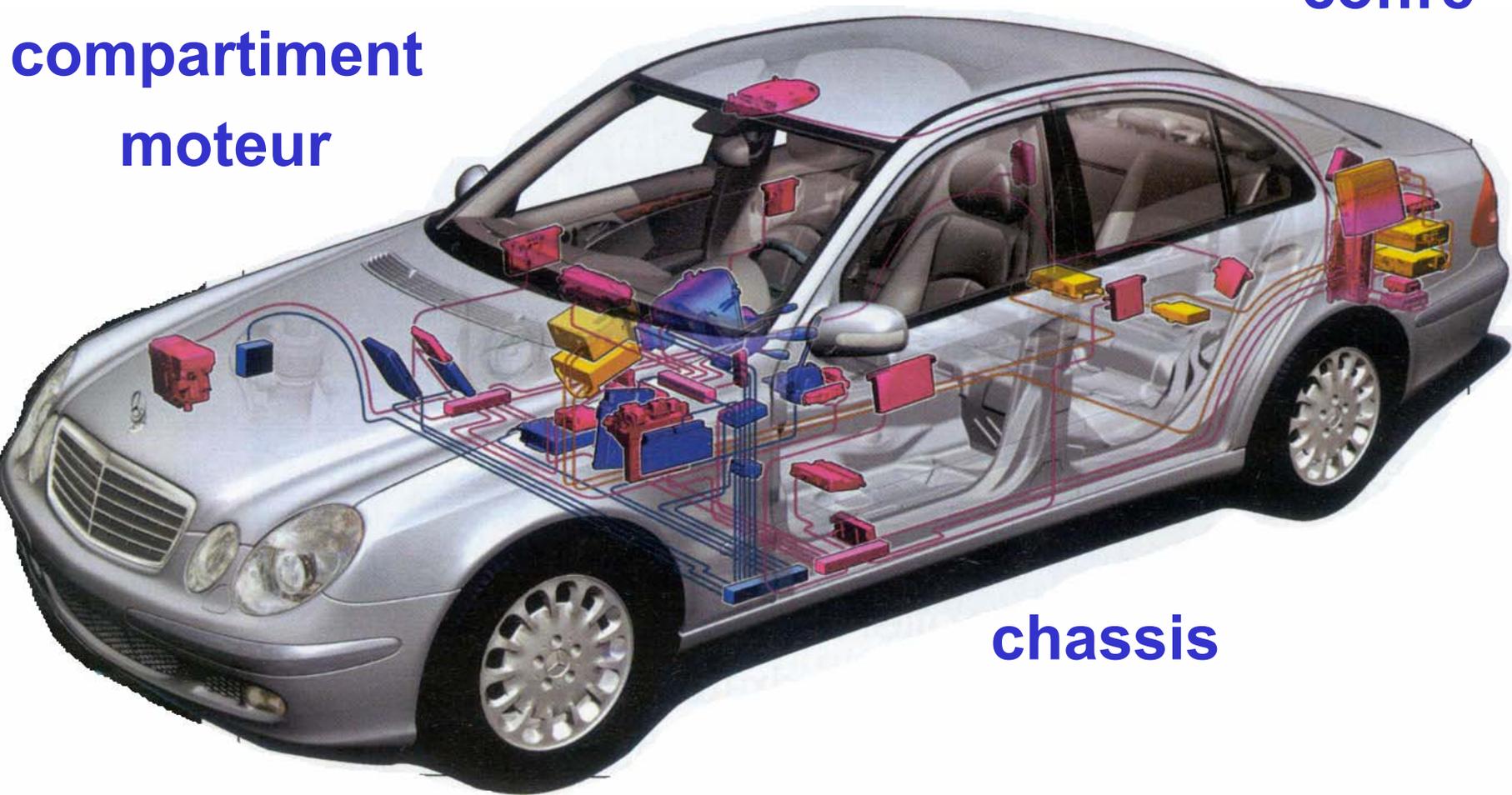
Les différents types de systèmes : automobile

SIEMENS VDO
Automotive

habitable

coffre

compartiment
moteur



chassis

Les différents types de systèmes : automobile



SIEMENS VDO
A u t o m o t i v e

Electronique moteur

- Fonctionnement moteur
- Gestion de la boîte de vitesse
- Embrayage pilotée
- Capteurs /actionneurs
- Boitier de servitude

Microcontroller 16 / 32 bits
Fréquence d'horloge < 100MHz
Logiciel applicatif < 1 Mo
Puissance fournie < 50W
Boitier métallique

Les différents types de systèmes : automobile

Electronique Chassis

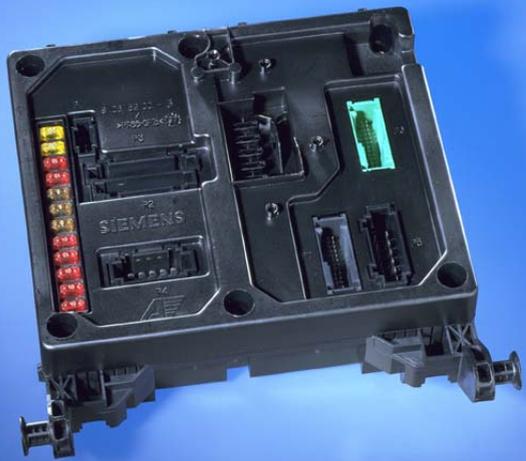
- ABS / Traction Control / EPS
- Direction assistée électrique
- Suspension active
- Frein de parking électrique
- Surveillance pression pneu
- Capteurs / actionneurs

Microcontroller 16 bits
Frequence d'horloge < 30MHz
Logiciel applicatif < 256 ko
Puissance fournie < 50w
Boitier plastique/métallique



SIEMENS VDO
A u t o m o t i v e

Les différents types de systèmes : automobile



SIEMENS VDO

A u t o m o t i v e

Electronique habitacle / coffre

- Boitier de servitude
- Boitier d'interconnexion
- Airbag
- Multimedia
- Afficheur centralisé
- Anti-démarrage / alarme

Microcontroller 8 / 16 bits
Frequence d'horloge < 16MHz
Logiciel application 128 ko
Mixte Numerique /Puissance
Boitier plastique



Les différents types de systèmes : automobile

SIEMENS VDO
Automotive



Capteurs

- Vitesse
- Temperature
- Mécanique
- Pression

Effet hall

Effet piezoélectrique

Effet inductif / capacitif / magnétique

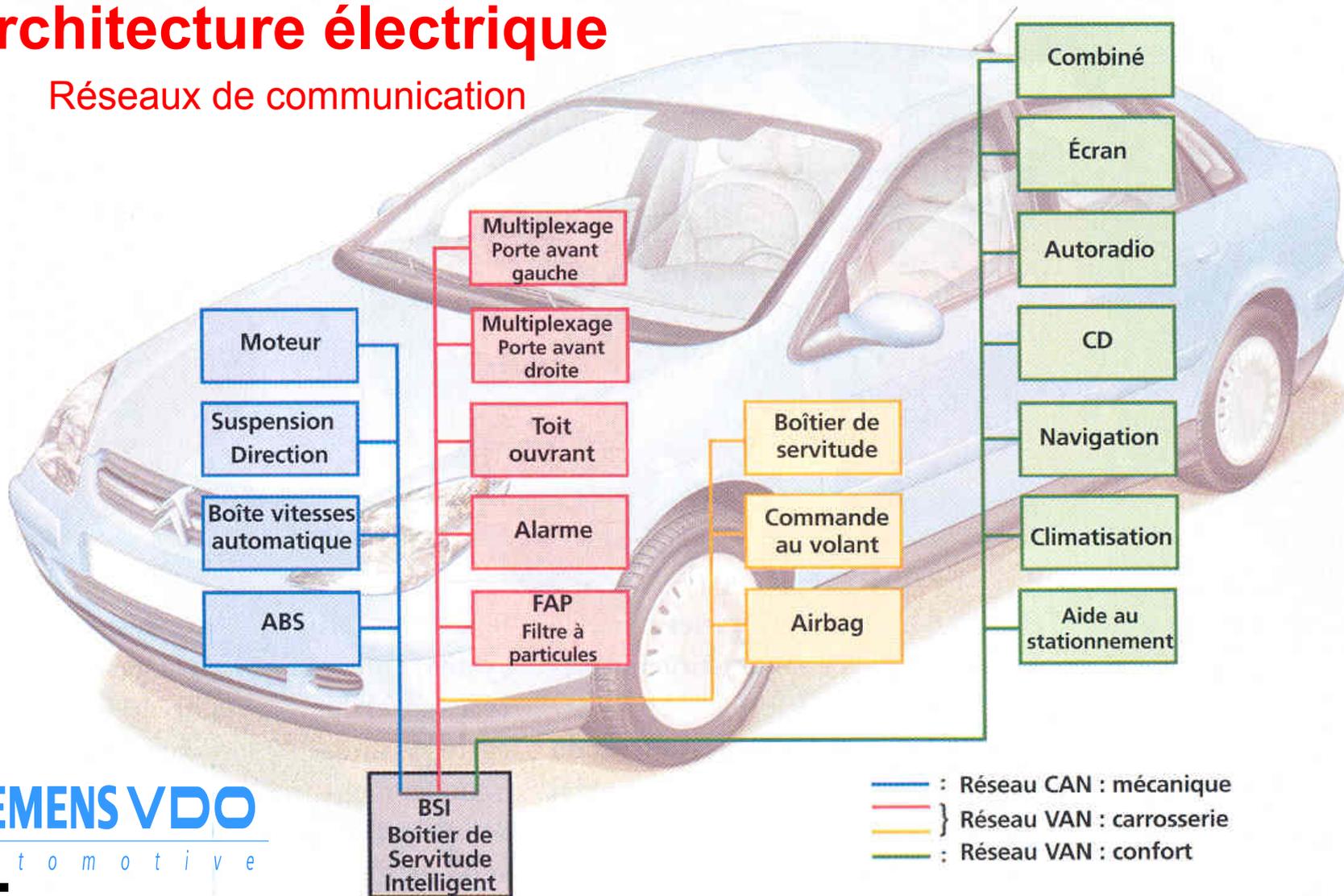
DSP 16 bits

Frequence d'horloge < 10MHz

Les différents types de systèmes : automobile

Architecture électrique

Réseaux de communication

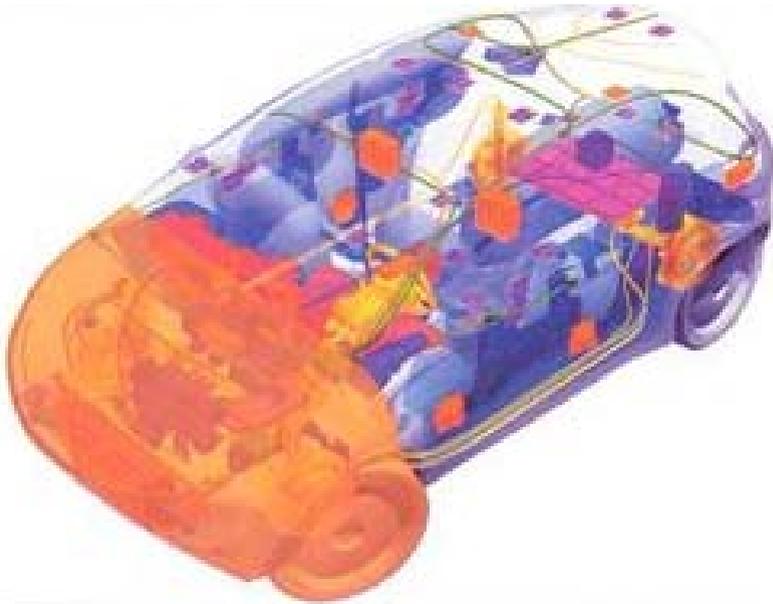


Les différents types de systèmes : automobile

Evolutions

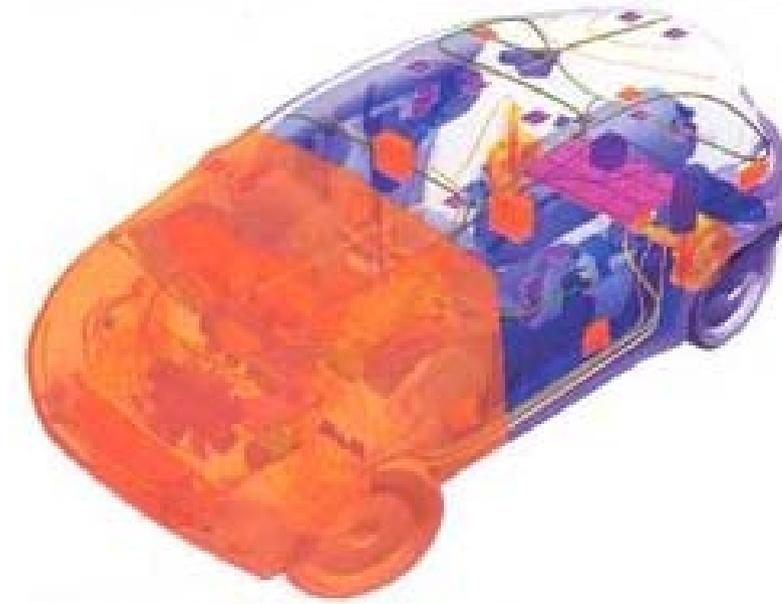
SIEMENS VDO
Automotive

Augmentation des systèmes électriques dans les véhicules



2001

Cout de l'electronique → 20%



2010

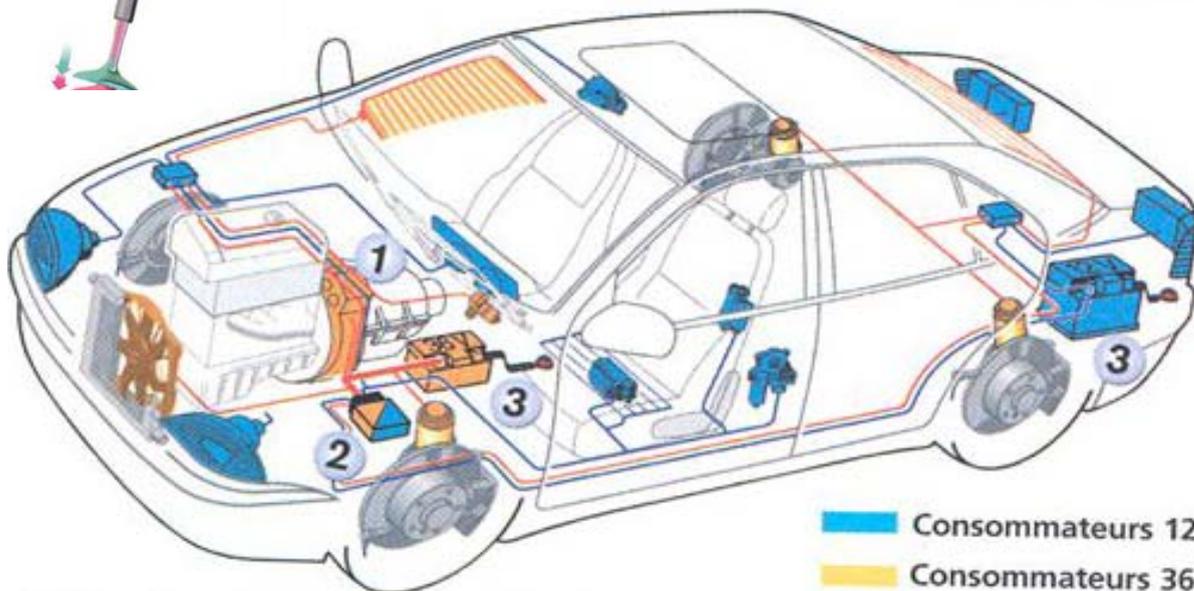
Cout de l'electronique → 40%

Les différents types de systèmes : automobile

Electronique compartiment moteur /chassis

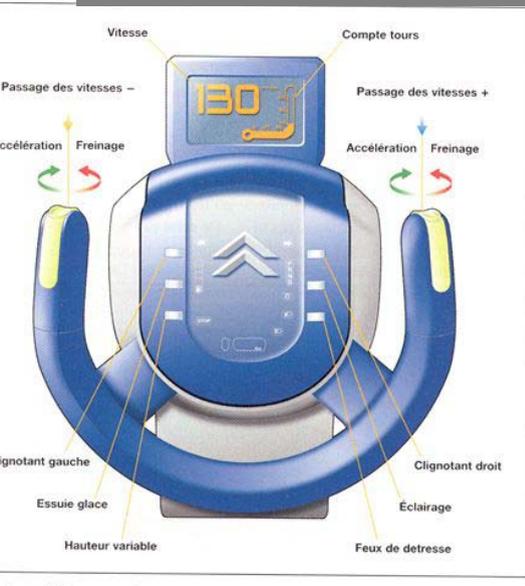


- Generalisation des superviseurs moteur
- Suppression des commandes mécaniques: cameless, frein / embrayage électriques
- Boite manuelle pilotée
- Capteurs / Actionneurs intelligents
- Utilisation de 2 reseaux 12V et 36v
- Generalisation du 36V
- Vehicule mixte diesel / électrique



SIEMENS VDO
A u t o m o t i v e

Les différents types de systèmes : automobile



Electronique habitacle

- Généralisation des superviseurs habitacle
- Suppression des commandes mécaniques :
Direction électrique
- Redondance des calculateurs pour la sécurité
- Affichage tête haute
- Généralisation du multiplexage, - 30% de fils
- Augmentation des réseaux locaux
LIN ,CAN, TTP, MOST
- Généralisation de liaisons optiques pour les hauts débits : 30Mbits/s
- Utilisation de liaisons sans fils pour les équipements nomades: Bluetooth



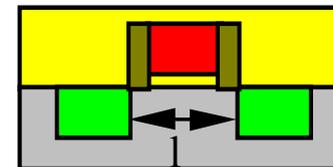
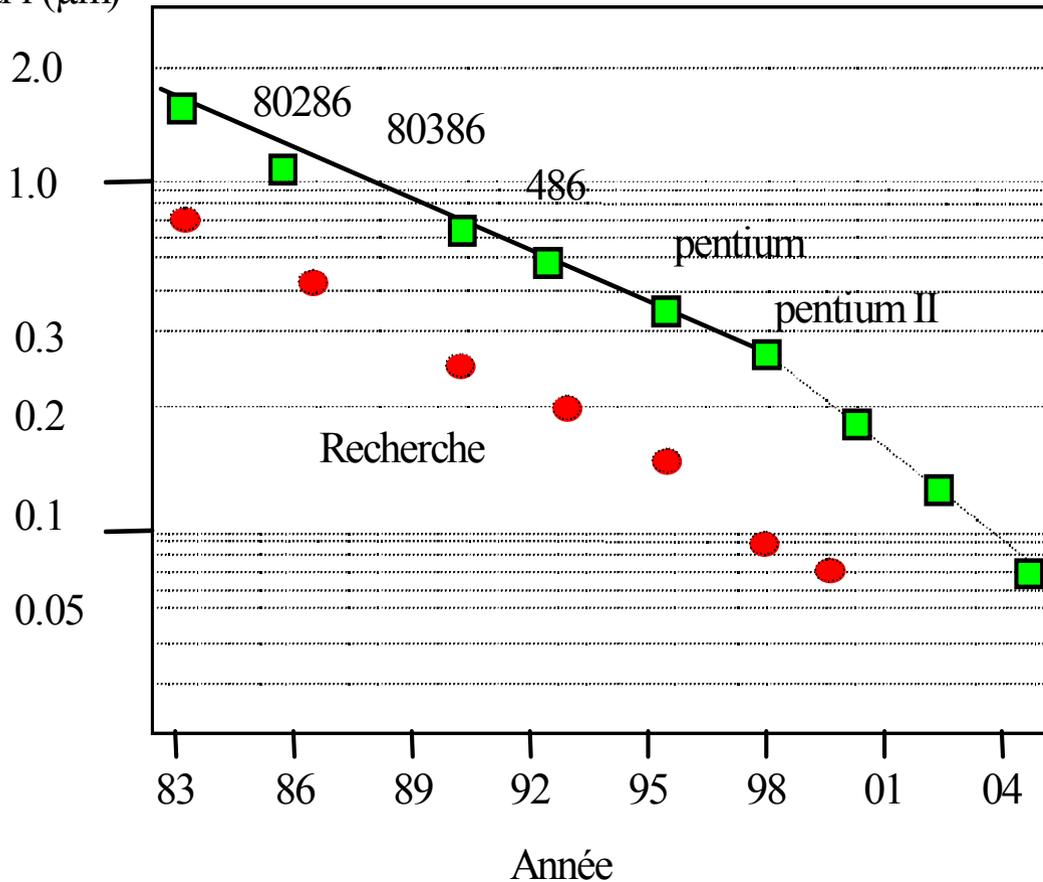
SIEMENS VDO

A u t o m o t i v e

Comment cette évolution est – elle possible?

• Évolution Lythographique

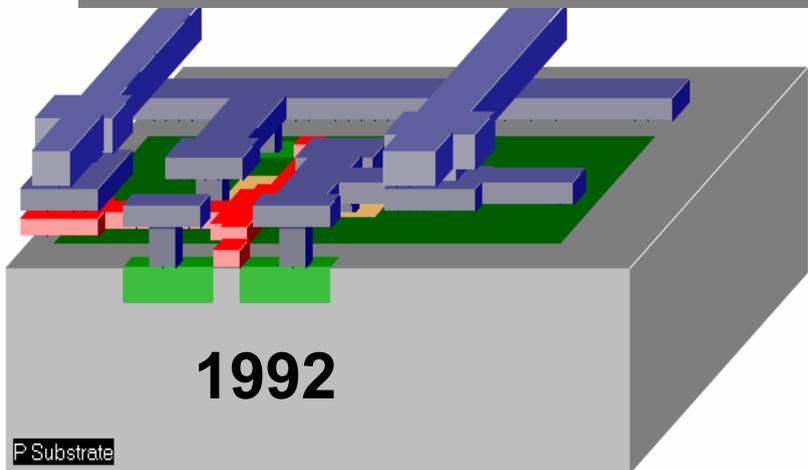
Canal 1 (μm)



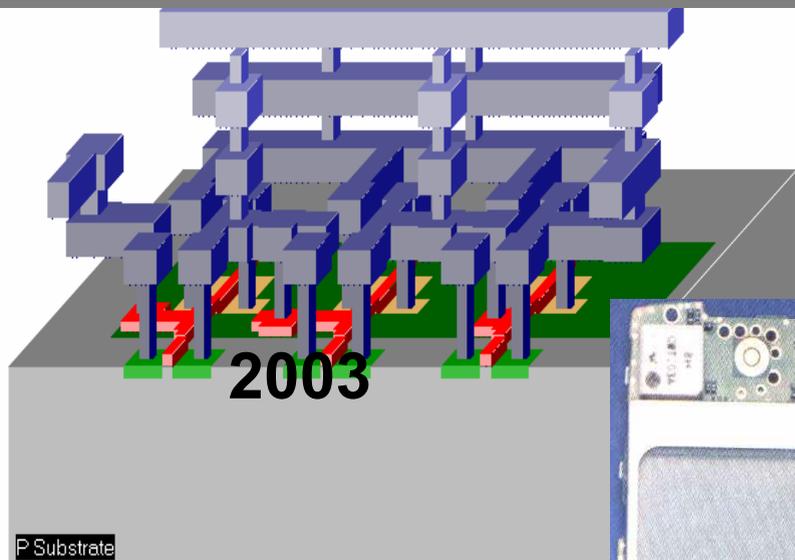
- Production Industrielle
- Recherche

Comment cette évolution est – elle possible?

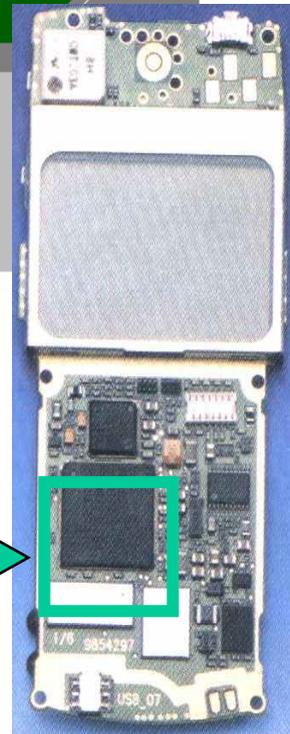
■ 10 ans d'évolution en Microélectronique



- ☺ 0.7 μ m, 5V
- ☺ 100,000 transistors,
- ☺ 50MHz



- ☺ 0.12 μ m, 1V
- ☺ 200M transistors,
- ☺ 1-5GHz



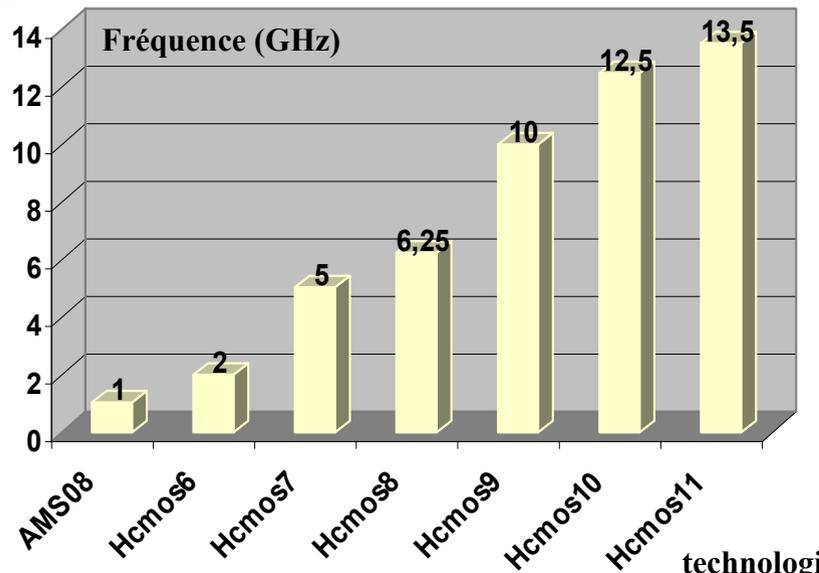
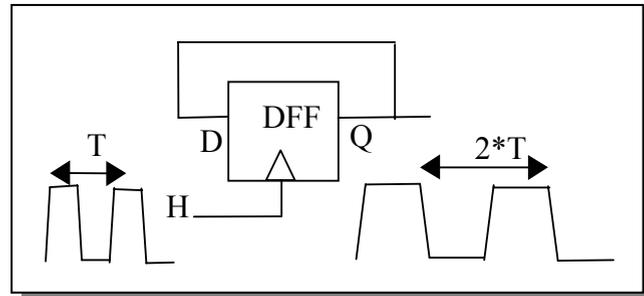
Comment cette évolution est – elle possible?

• Évolution Lythographique

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|-------|
| Année de mise en production | 1995 | 1997 | 1999 | 2001 | 2003 | 2006 | 2009 |
| Lithographie (μm) | 0.35 | 0.25 | 0.18 | 0.15 | 0.12 | 0.07 | 0.05 |
| Mémoires (Bits/Puce) | 64M | 256M | 1G | 1G | 4G | 16G | 64G |
| Processeurs (Transistors/ cm^2) | 3M | 4M | 6.2M | 10M | 18M | 84M | 180M |
| Taille des puces (mm^2) | 250 | 300 | 340 | 385 | 430 | 620 | 750 |
| Fréquences internes (MHz) | 500 | 750 | 1250 | 1500 | 2100 | 6000 | 10000 |
| Tension d'alimentation (V) | 3.3 | 2.5 | 2.0 | 1.8 | 1.5 | 0.7 | 0.6 |
| Nombre de Broches des Processeurs | 500 | 600 | 810 | 900 | 1100 | 2000 | 2700 |
| Nombre de Broches des ASIC | 800 | 1100 | 1500 | 1800 | 2200 | 4100 | 5500 |

Comment cette évolution est – elle possible?

- ➔ Signaux de plus en plus rapides
- ➔ Les tensions d'alimentation diminuent (Pb de réduction de consommation)
- ➔ Réseau d'interconnexions complexe
5 à 8 niveaux métalliques
nécessité d'outils spécifiques 3D
- ➔ CAO de plus en plus complexe pour
supporter de très hauts niveaux de
conception (System On Chip)



Les évolutions en résumé...

- **L'électronique numérique tend à s'installé de façon massive dans la plupart des systèmes (grand public, téléphonie, automobile, aéronautique, industries...)**
- **on prévoit une augmentation de la place de l'électronique dans les systèmes de l'ordre de 20%-30% ces 10 prochaines années**
- **Ceci est grandement due à l'évolutions des techniques de gravures sur Si**
 - ➔ **L'augmentation du nombre de transistor par puces**
 - ➔ **L'augmentation des fréquences de fonctionnement**
 - ➔ **L'augmentation des capacités de traitement numérique...**

Table 20 *Design Technology Improvements and Impact on Designer Productivity*

| <i>DT Improvement</i> | <i>Year</i> | <i>Productivity Delta</i> | <i>Productivity (Gates/Desn-Year)</i> | <i>Cost of Component Affected</i> | <i>Description of Improvement</i> |
|--|-------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| None | 1990 | | 4K | | |
| In-house place and route | 1993 | +38.9% | 5.55K | PD Integration | Automated block placement and routing. |
| Engineer | 1995 | +63.6% | 9.09K | Chip/ | tasks |
| Reuse—small blocks | 1997 | +340% | 40K | | |
| Reuse—large blocks | 1999 | +38.9% | 56K | C | |
| IC implementation suite | 2001 | +63.6% | 91K | C | |
| Intelligent testbench | 2003 | +37.5% | 125K | | |
| Electronic system-level (ES-level) methodology | 2005 | +60% | 200K | Sw development Ver | and design. It consists of a behavioral (where the system function has not been partitioned) and an architectural level (where HW and SW are identified and handed off to design teams). |
| Very large block reuse | 2007 | +200% | 600K | Chip/circuit/PD Verification | Blocks >1M gates; intellectual-property cores |
| TOTAL | | +15,000% | | | |

Vote travail de concepteur sera de concevoir des systèmes dont la complexité et de l'ordre du million de portes (certainement plus en fin de carrière...)

Plan du Cours d'introduction

I. Notions élémentaires en électronique numérique

- électronique Analogique
- électronique Numérique

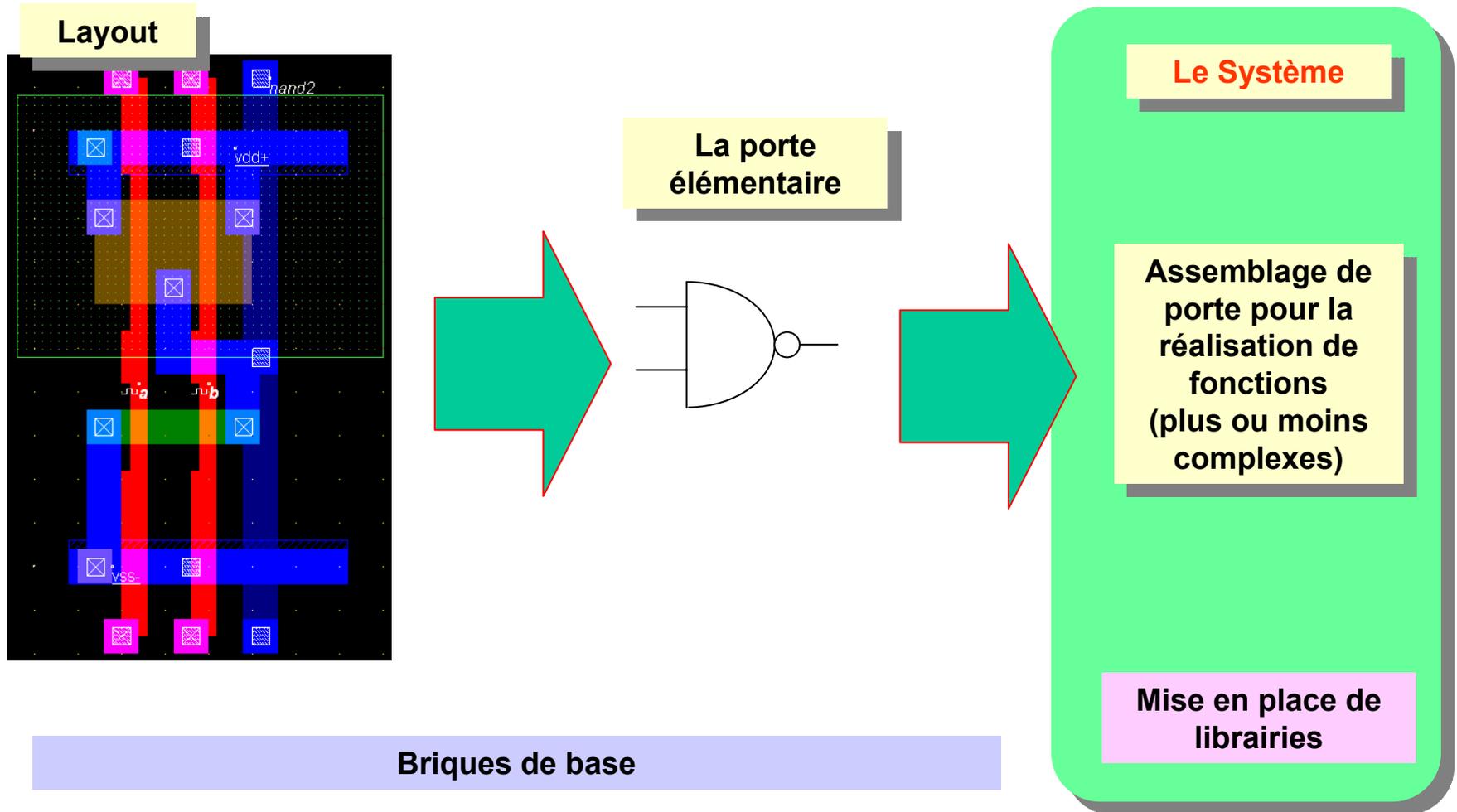
II. Notions d'évolution des techniques

III. Notion hiérarchique de conception

IV. Les systèmes actuels.

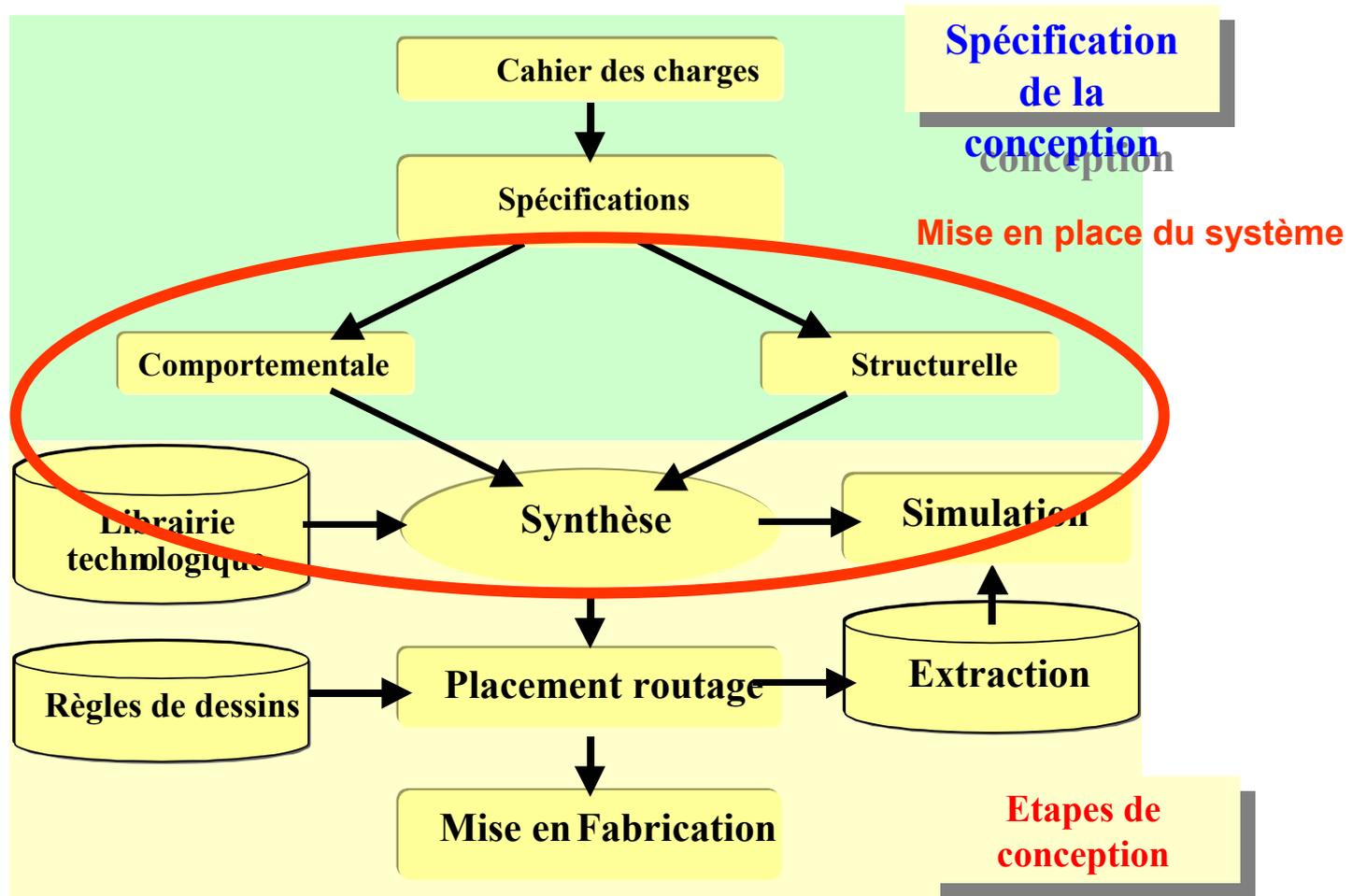
- Microcontrôleur
- FPGA
- DSP
- ASIC

Comment réalise-t-on un système numérique?



Comment réalise-t-on un système numérique?

• Conception de circuits (numériques)



Comment réalise-t-on un système numérique?

- Les techniques de mise en oeuvre

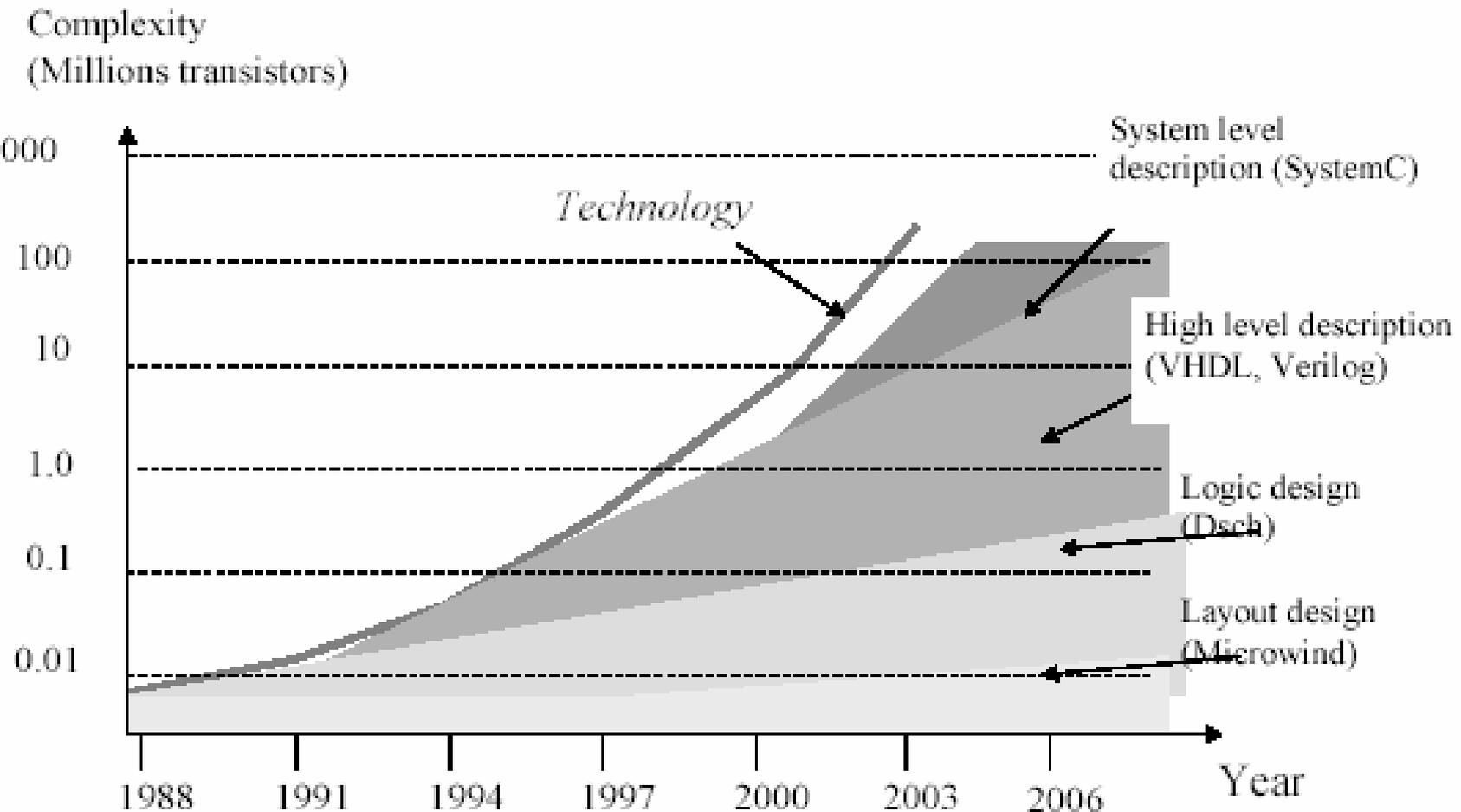
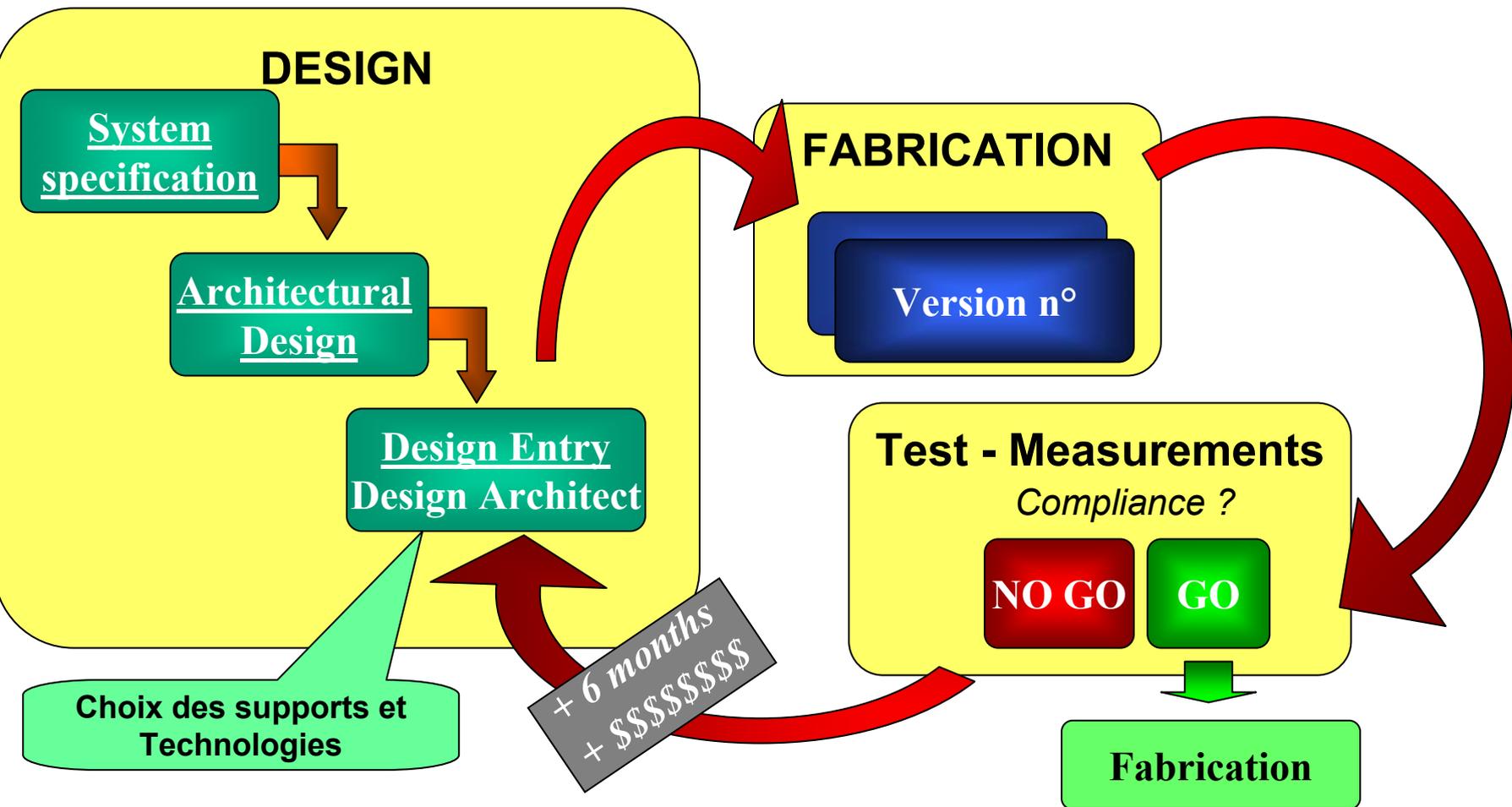


Figure 1-14: The evolution of integrated circuit design techniques, from layout level to system level

Comment réalise-t-on un système numérique?

Méthodologie de conception de système

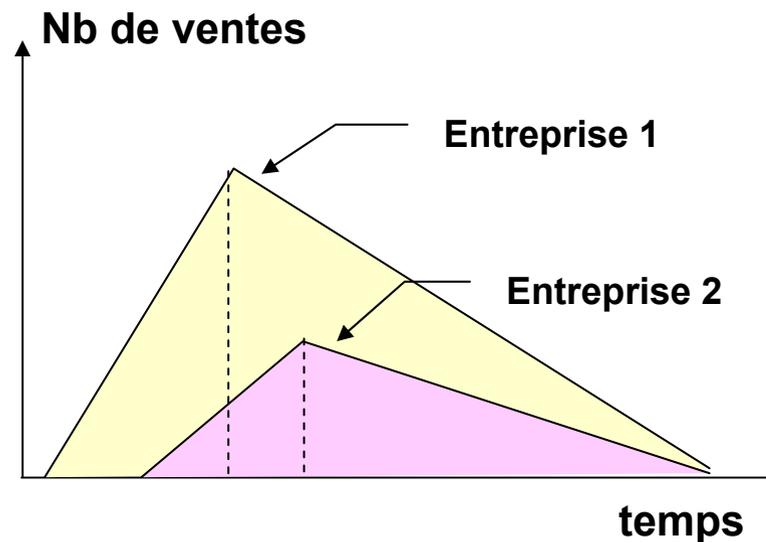


Comment réalise-t-on un système numérique?

Importance du «Time To Market »

Le cahier des charges du développement d'un système doit prendre en compte les paramètres suivants :

- Le coût de production
- Les performances
- La consommation
- L'intégration
- L'évolution du produit
- La maintenance
- La protection industrielle



Trois alternatives existent :

- Les ASIC (Application Specific integrated Circuits)
- Les Circuits à réseaux programmables
- Les Microprocesseurs, microcontrôleur, DSP

Plan du Cours d'introduction

I. Notions élémentaires en électronique numérique

- électronique Analogique
- électronique Numérique

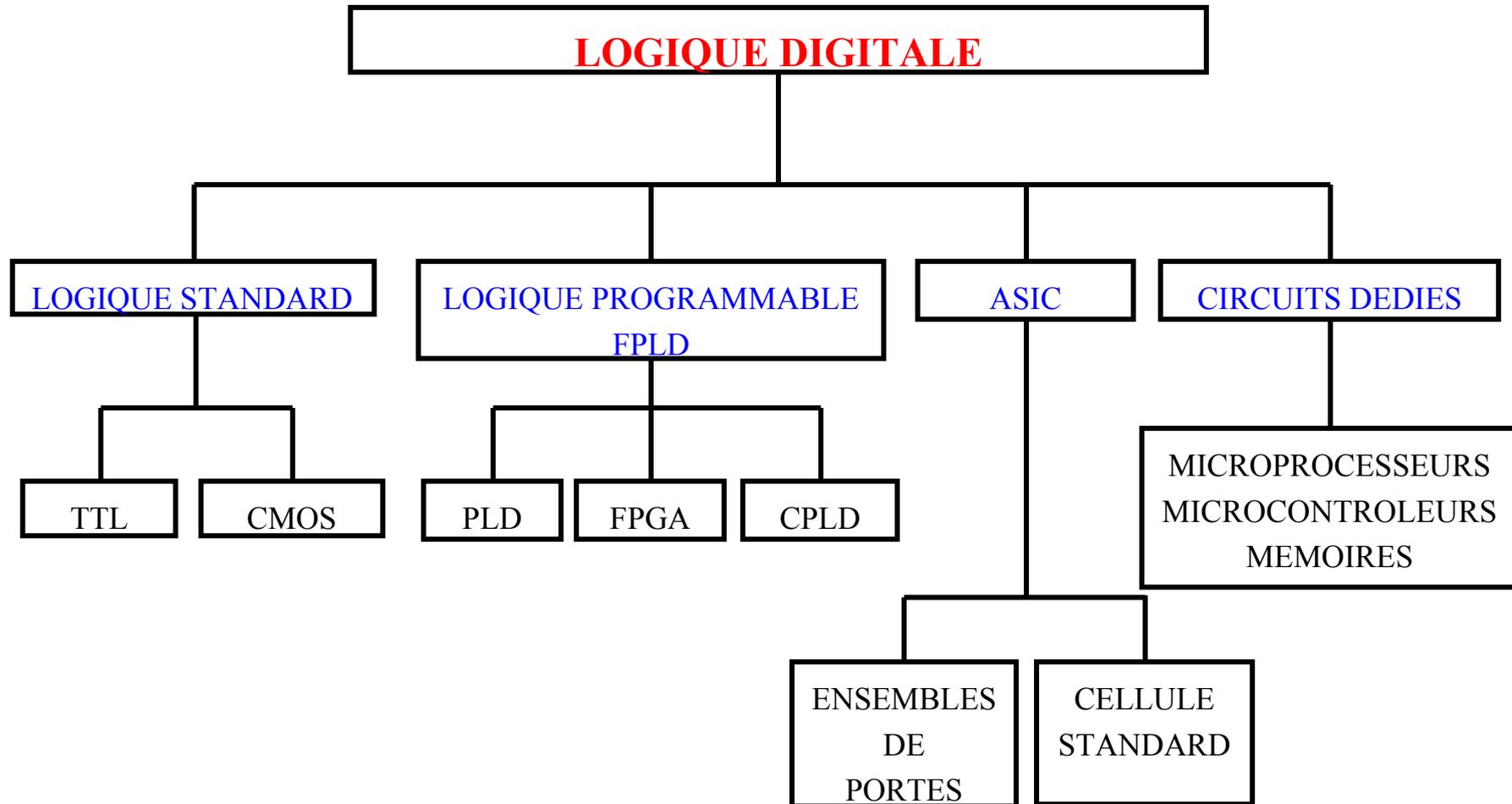
II. Notions d'évolution des techniques

III. Notion hiérarchique de conception

IV. Les systèmes actuels.

- Microprocesseurs - Microcontrôleur**
- FPGA**
- DSP**
- ASIC**

Quels sont les supports pour la conception de systèmes



Systemes à microprocesseurs : évolution

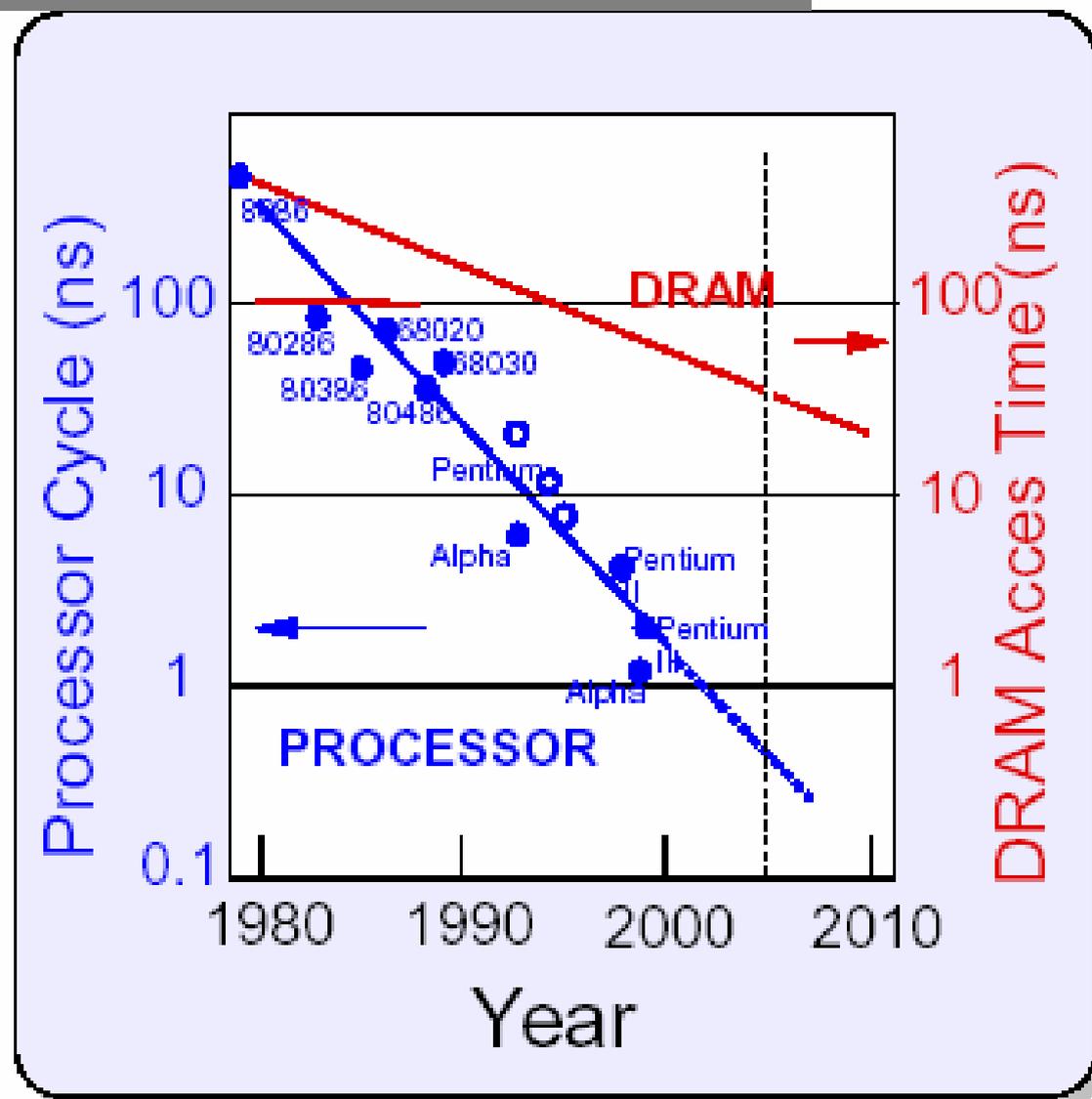
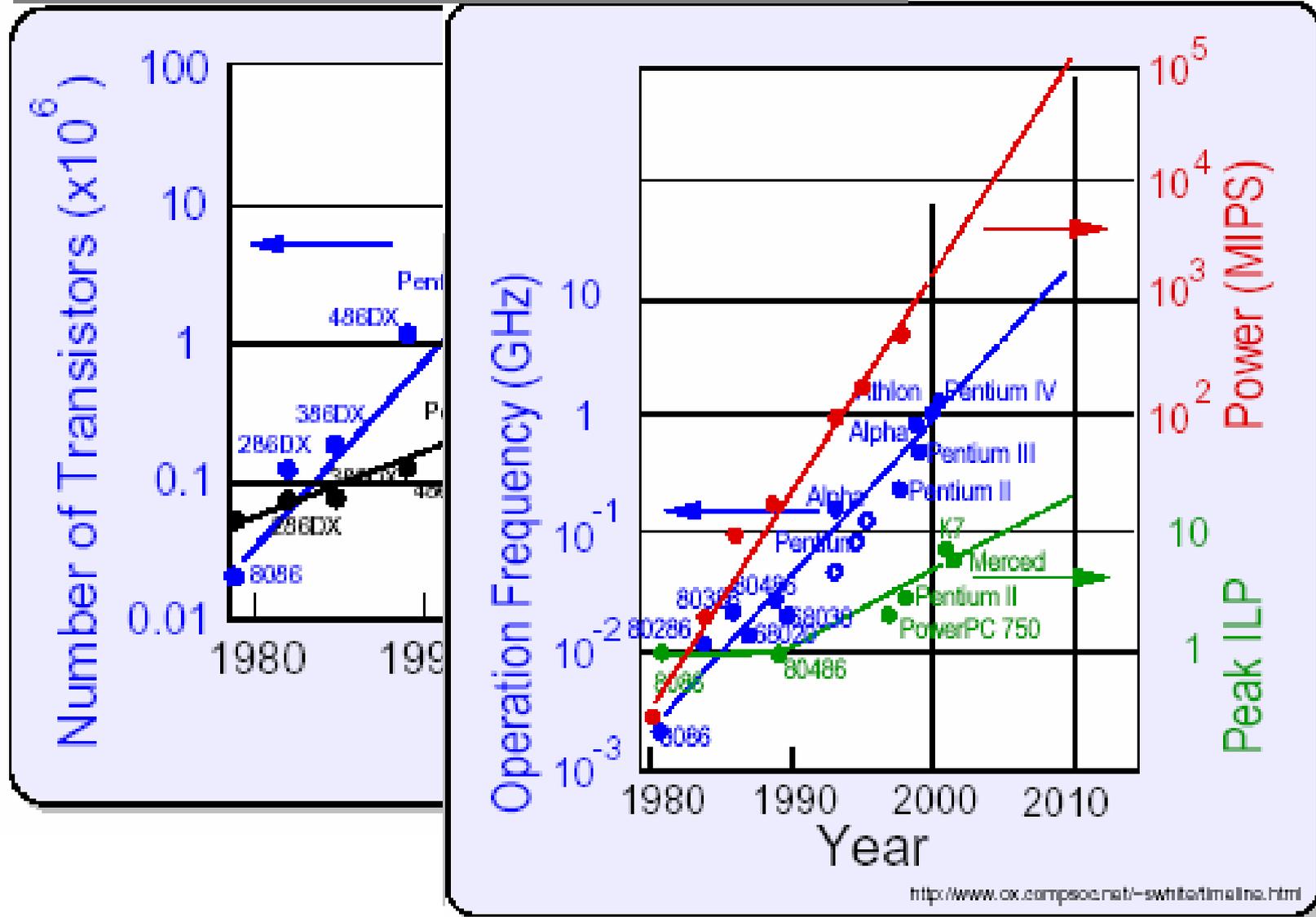


Fig. IV-2: Evolution of the processor cycle and the memory access time in the late 20 years

Systemes à microprocesseurs : évolution



<http://www.cx.comsoc.net/~swrite/timeline.html>

Systèmes à microprocesseurs : évolution

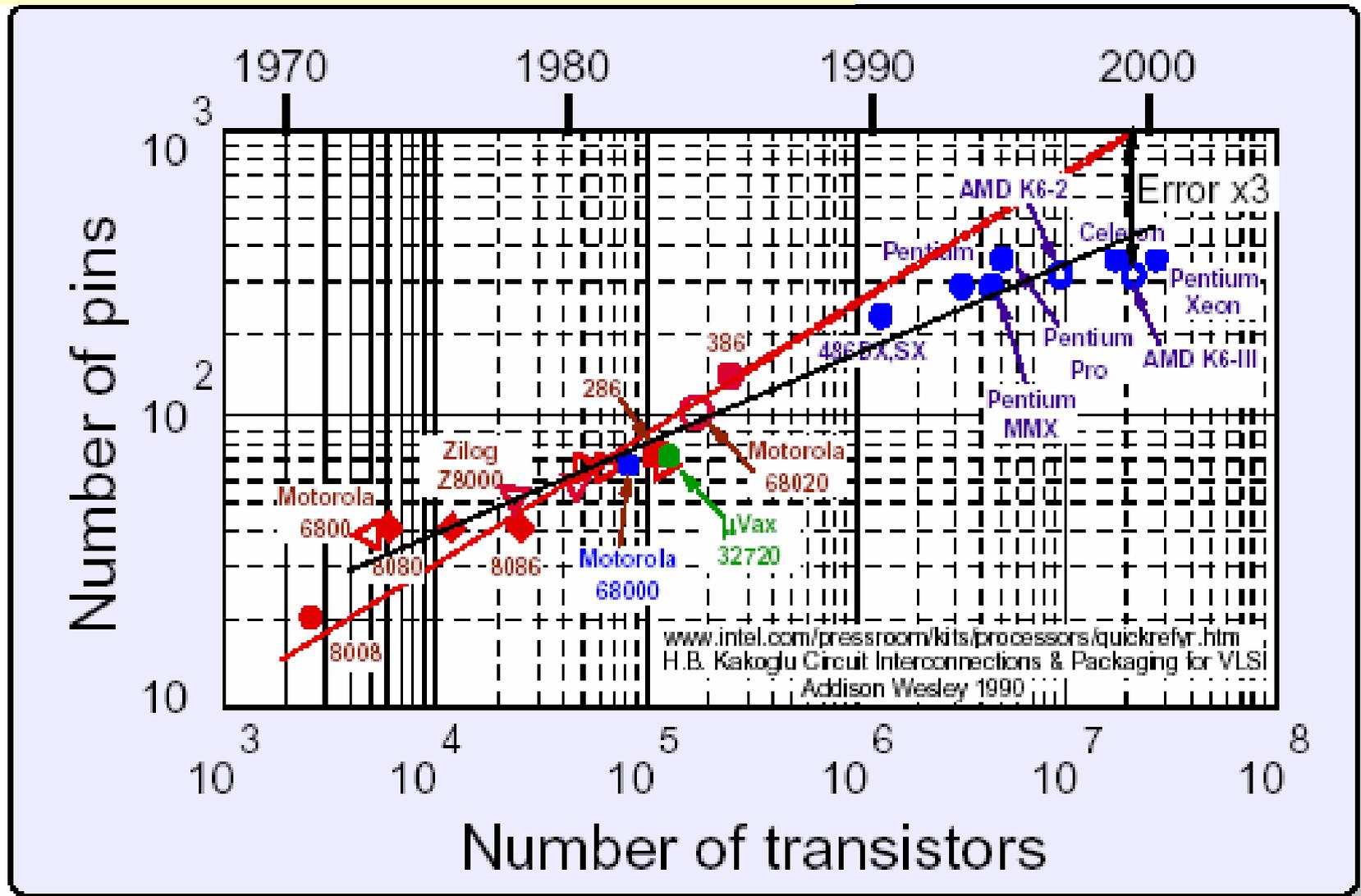


Fig. IV-5: Evolution of the number of transistors and the number of pins of processors

Systemes à microprocesseurs (1985)

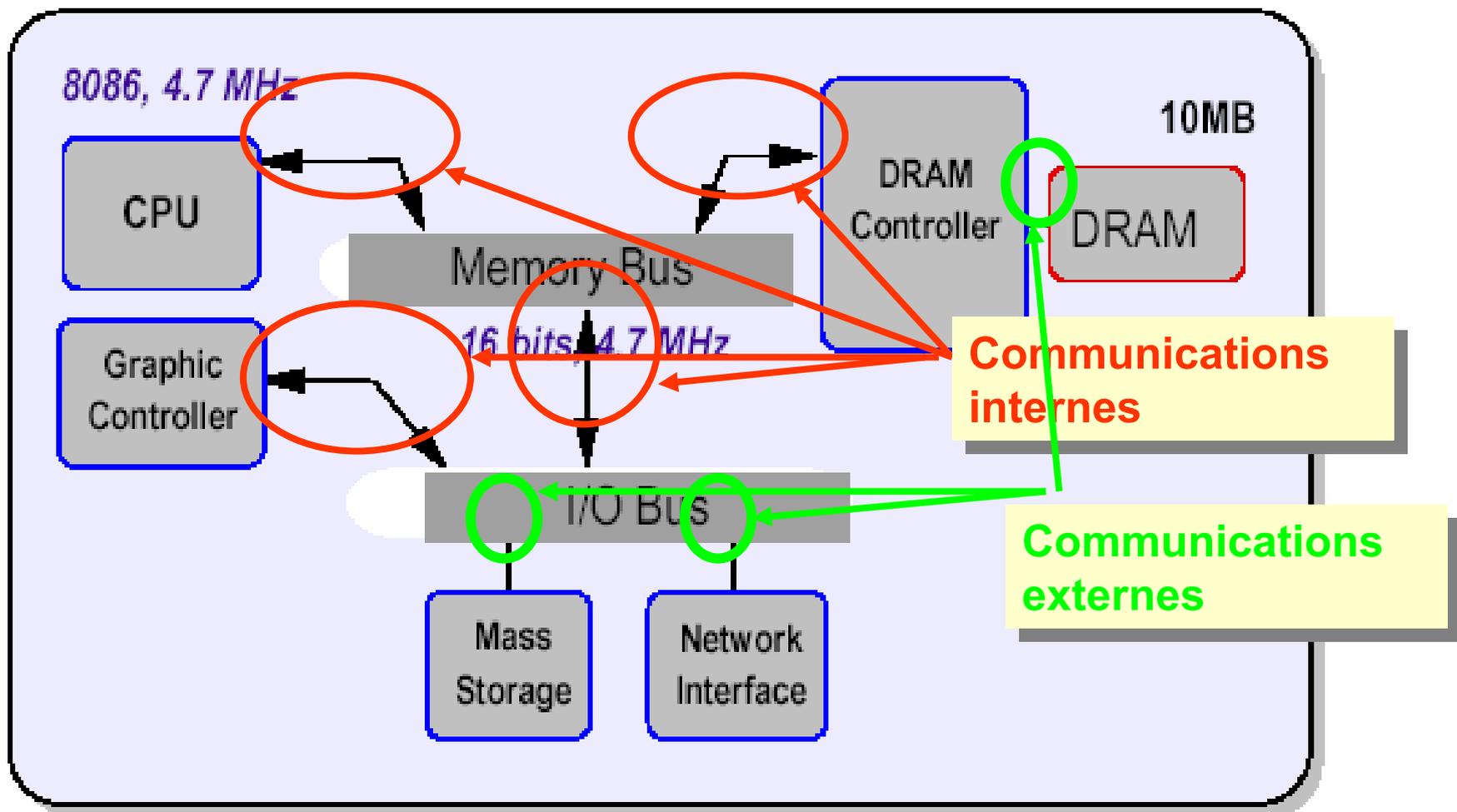


Fig. IV-1: Former PC architecture

Systemes à microprocesseurs : (2000)

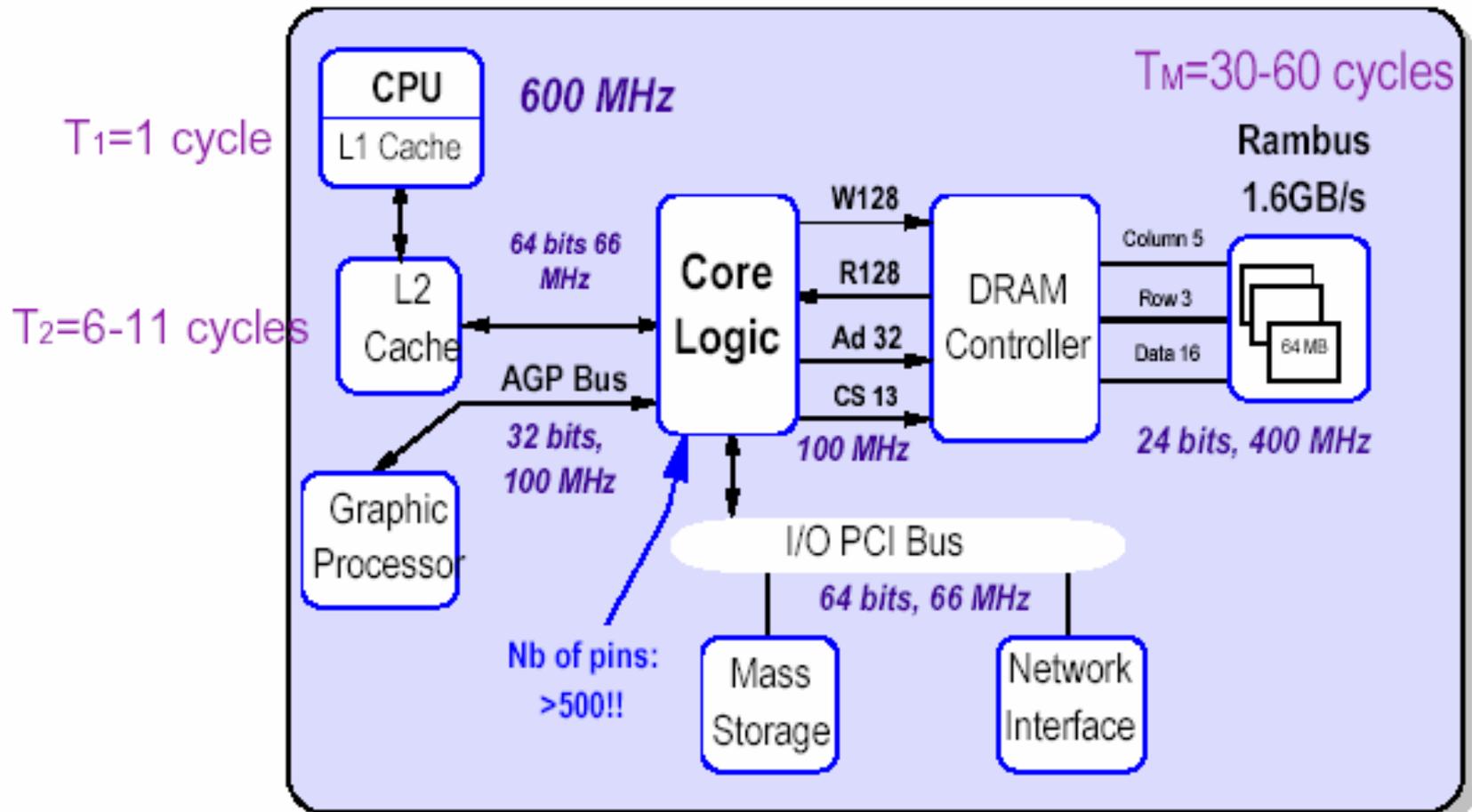


Fig. IV-3: Typical current architecture of a monoprocessor machine. Note the different times T_1 , T_2 , T_M needed by the processor to access data (or instructions) in L1, L2, or the main memory respectively

Systemes à microprocesseurs : évolution

| Processor | Pentium II (Intel) | Pentium II Xeon (Intel) | Pentium III (Intel) | Motorola G4 (Power PC RISC) | AMD Athlon (Core K7) |
|---------------------------|---|---|---|---|---|
| Operation frequency (MHz) | 500 (may 99) | 500 | 500 (may 99) 667 (nov. 99) | 500 MHz | 650 (Jul-99) |
| L1 Instruction cache | 8 kB | 8 kB | 16 kB-4way | 32 kB-8way | 64 kB-2way |
| L1 Data Cache | 8 kB | 8 kB | 16 kB-4way | 32 kB-8way | 64 kB-2way |
| L2 Cache Location | On chip 256kB Clocked at CPU speed External: 512kB to 4.0MB clocked at half CPU speed (server Ap) | External: 512kB to 2.0MB clocked at half CPU speed | on chip 256kB 2Way clocked at half CPU speed 6-cycle access time 256 bits bus size | 512kB-2MB 2-Way external clocked at half CPU speed 9-cycle access time 64 or 128 bits bus size | 512kB-8M 2way external clocked at half CPU speed 11-cycle access time 64 bits bus size |
| L2 Tags location | Off chip | Off chip | On chip | On chip | On chip |
| Memory BUS | 100 MHz In order transaction | 133 MHz In order transaction | 133 MHz In order transaction | Enhanced 60x 100 MHz Out of Order transaction | Alpha EV6, 200MHz Out of order transaction |
| Peak ILP | 4 | 4 | 5 | 6 | 9 |
| Chipsets | 440BX AGP supports 1GB mem 100 MHz mem bus | 440GX AGP up to 2GB mem 450NX PCI supports 8GB mem | 440BX AGP | | |

Table IV-1: Some critical parameters of the PC architectures

Systèmes à microprocesseurs : System bus

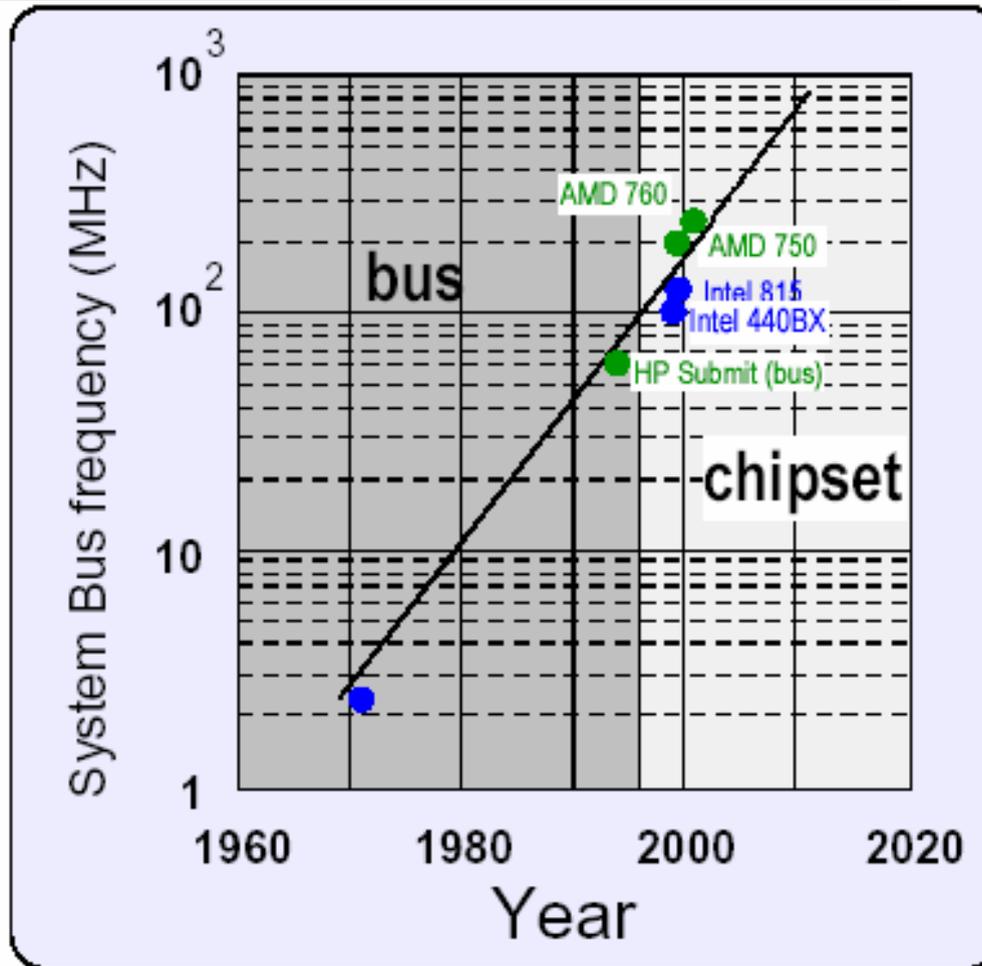
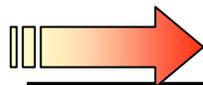


Fig. IV-6: Evolution of the system bus operation frequency

- Évolution des systèmes de bus vers l'intra-chip



Systemes à microprocesseurs : System bus

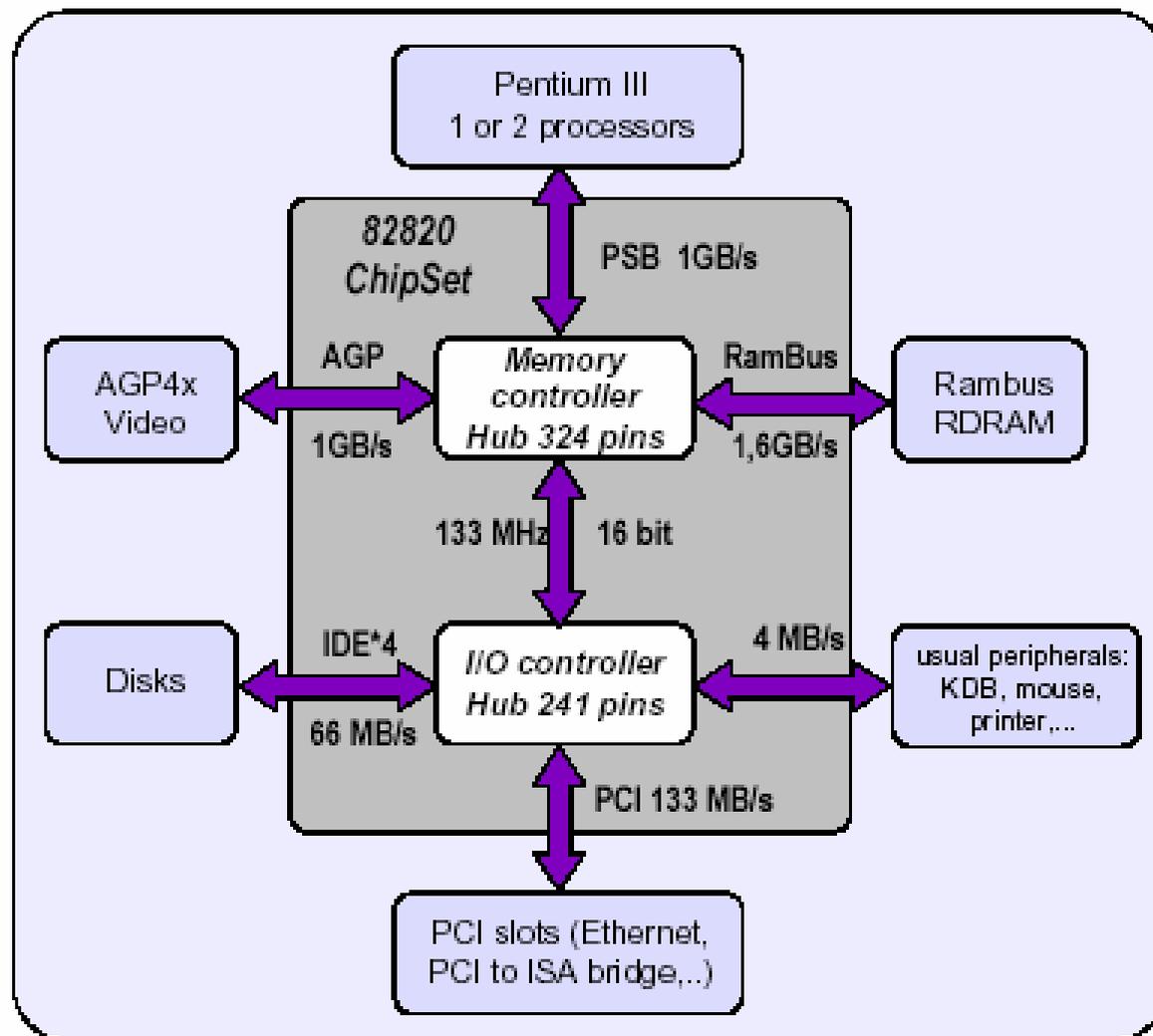


Fig. IV-7: New PC architecture organization around the 820/840 chipset

Systèmes à microprocesseurs : Future

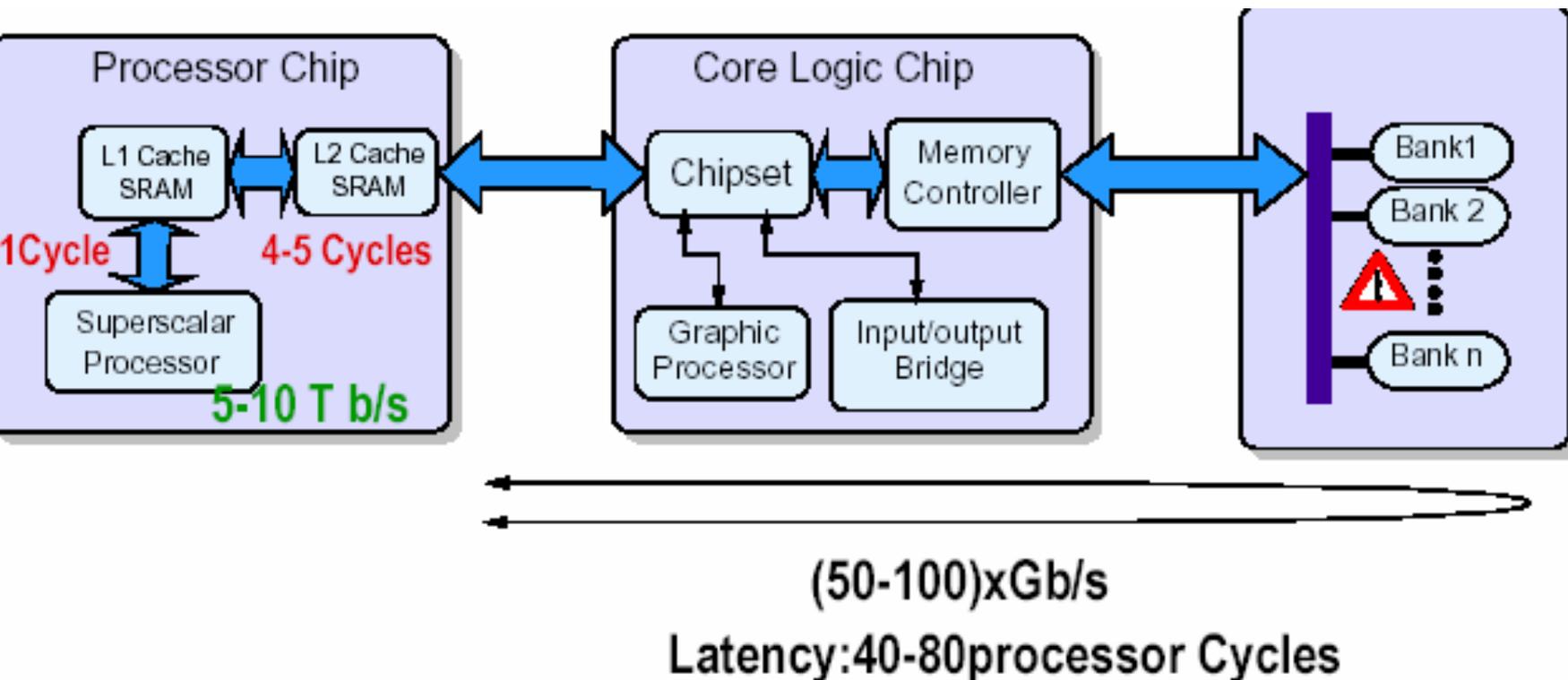


Fig. IV-8: Future Monoproccessor architecture reducing to 3 chips

- ➔
- intégration massives des systèmes de communication pour réduire les coûts et les temps de latence

Systemes à Microprocesseurs : Principe de communication

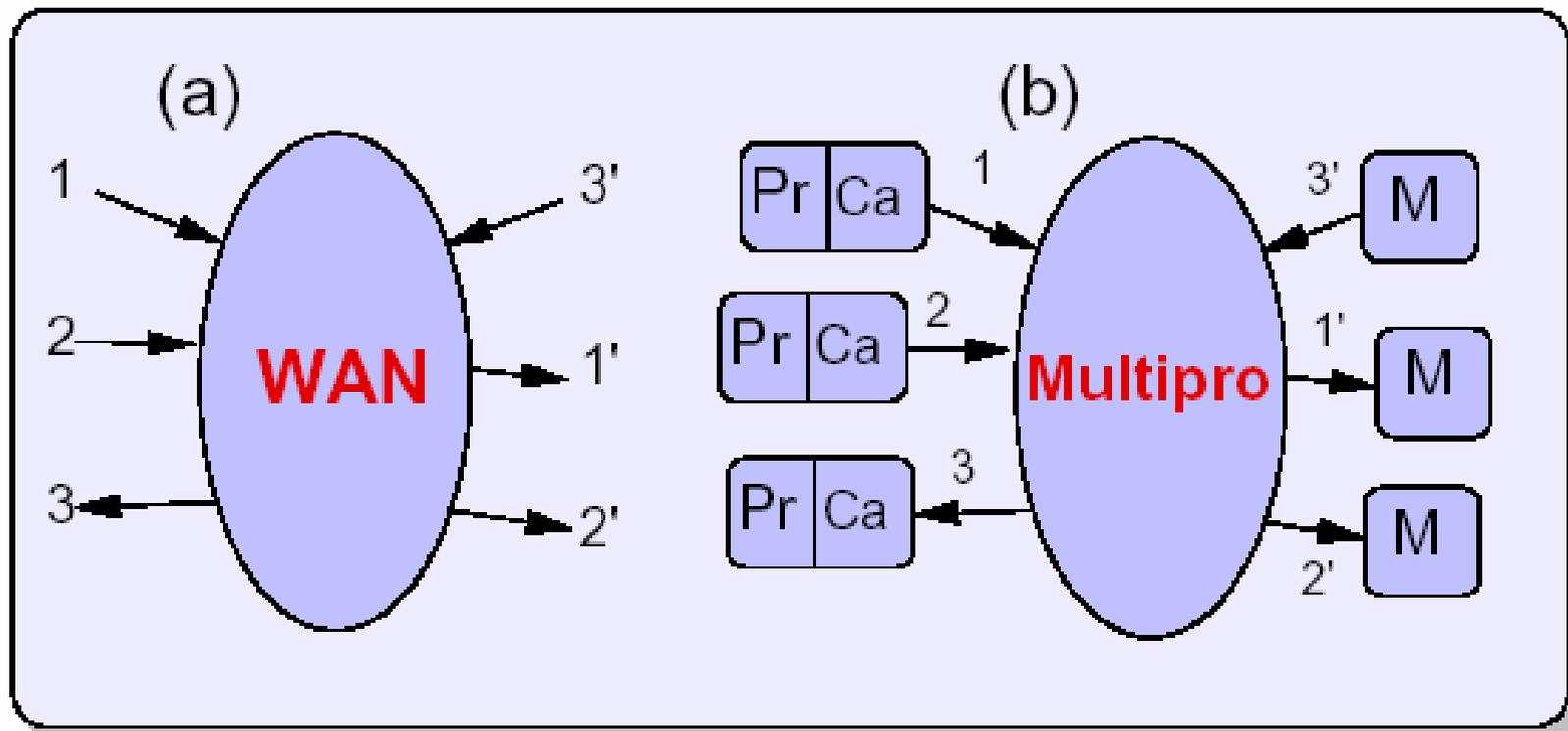


Fig. 0-2: a): Telecom network (World Area Network); b): Multiprocessor network. Pr: processor, Ca: cache, M: memory chip.

➔ Pas de réelle différences dans les concepts de communication

Latence de propagation

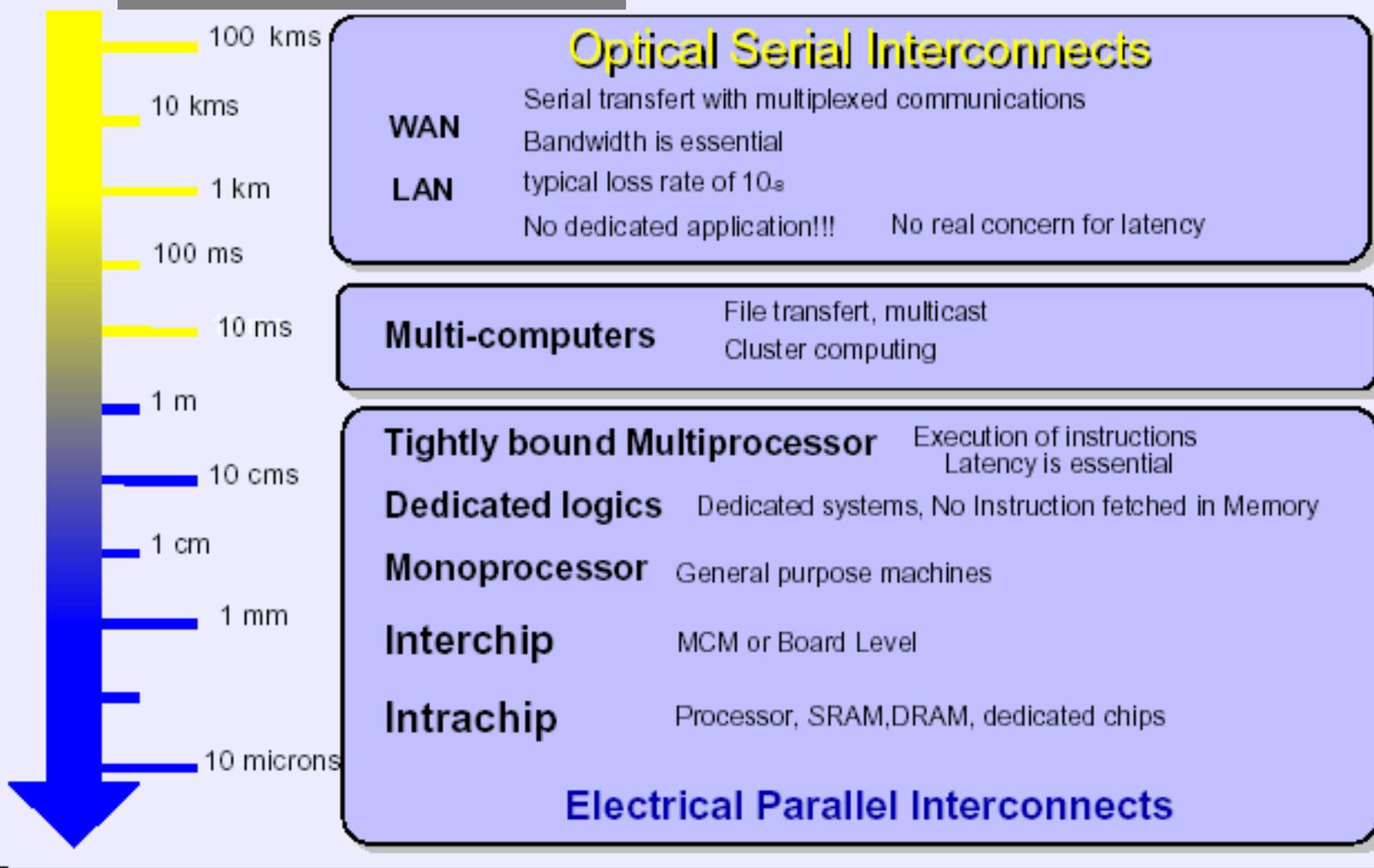
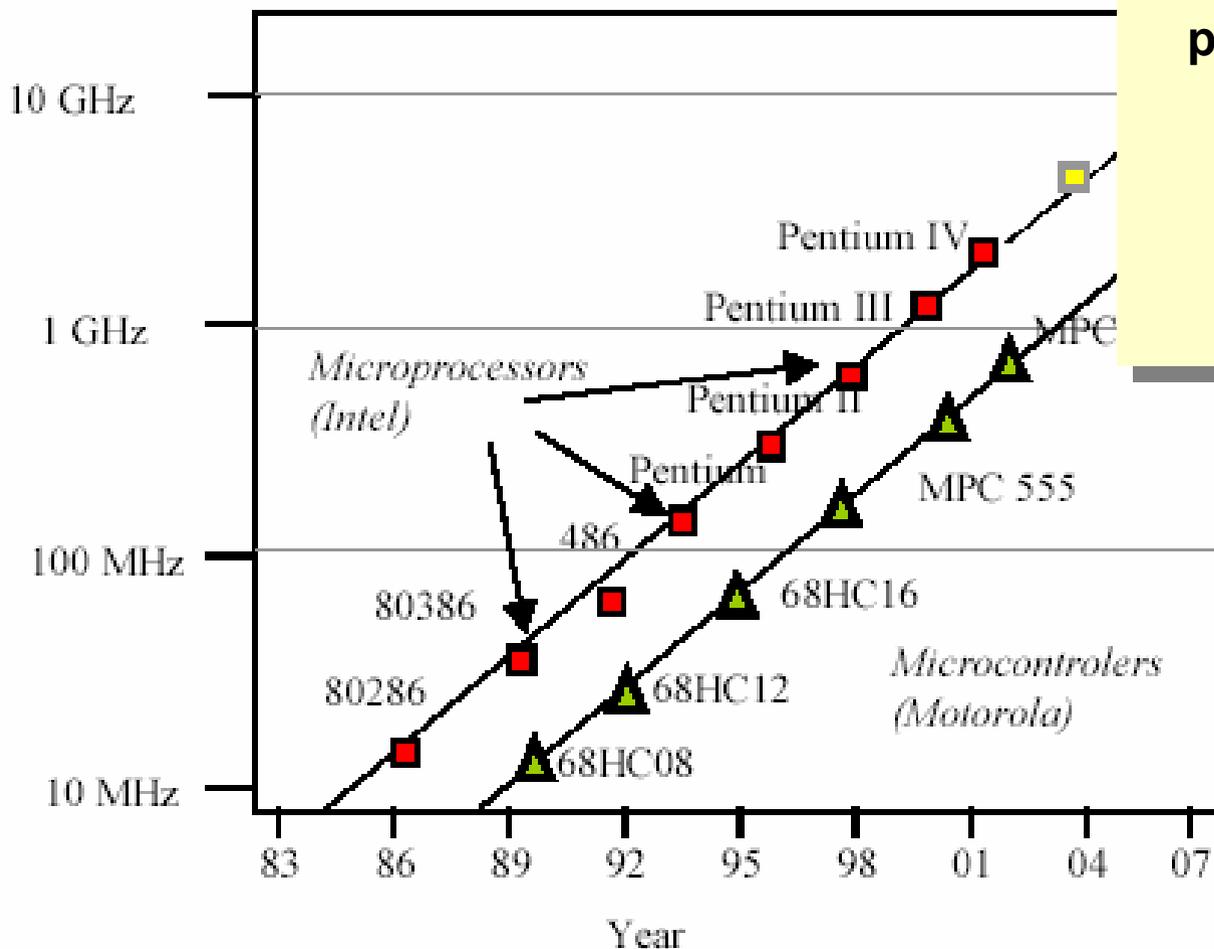


Fig. 0-1: Current state of the penetration of optical interconnects in communication systems versus average propagation distance.

Systemes à Microcontrôleurs

Operating frequency



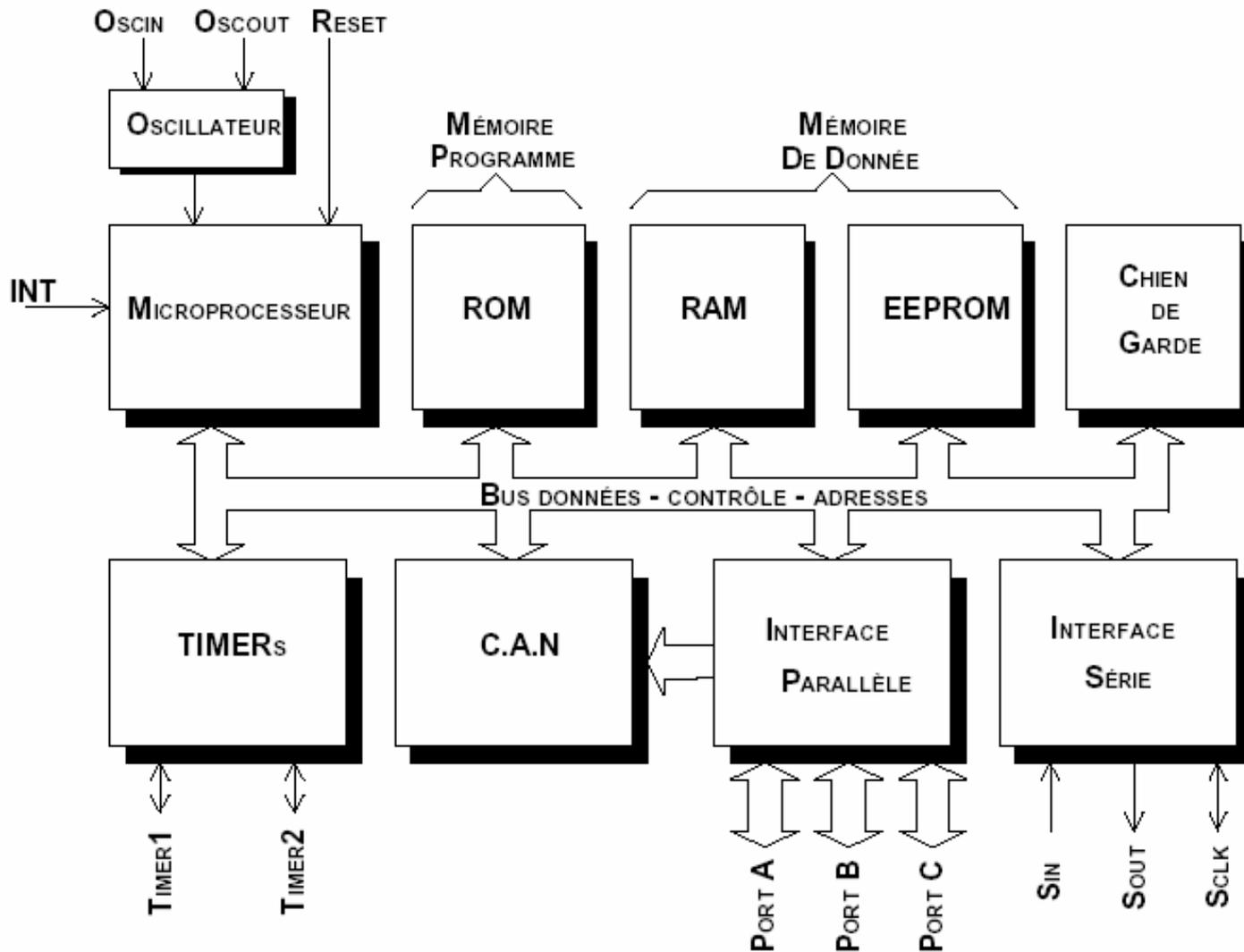
Un microcontrôleur se présente sous la forme d'un circuit intégré réunissant tous les éléments d'une structure à base de microprocesseur.

Systemes à Microcontrôleurs

Voici généralement ce que l'on trouve à l'intérieur d'un tel composant :

- ♦ Un microprocesseur (C.P.U.),
- ♦ De la mémoire de donnée (RAM et EEPROM),
- ♦ De la mémoire programme (ROM, OTPROM, UVPROM ou EEPROM),
- ♦ Des interfaces parallèles pour la connexion des entrées / sorties,
- ♦ Des interfaces séries (synchrone ou asynchrone) pour le dialogue avec d'autres unités,
- ♦ Des timers pour générer ou mesurer des signaux avec une grande précision temporelle,
- ♦ Des convertisseurs analogique / numérique pour le traitement de signaux analogiques.

Architecture générale des Microcontrôleurs



Architecture générale des Microcontrôleurs

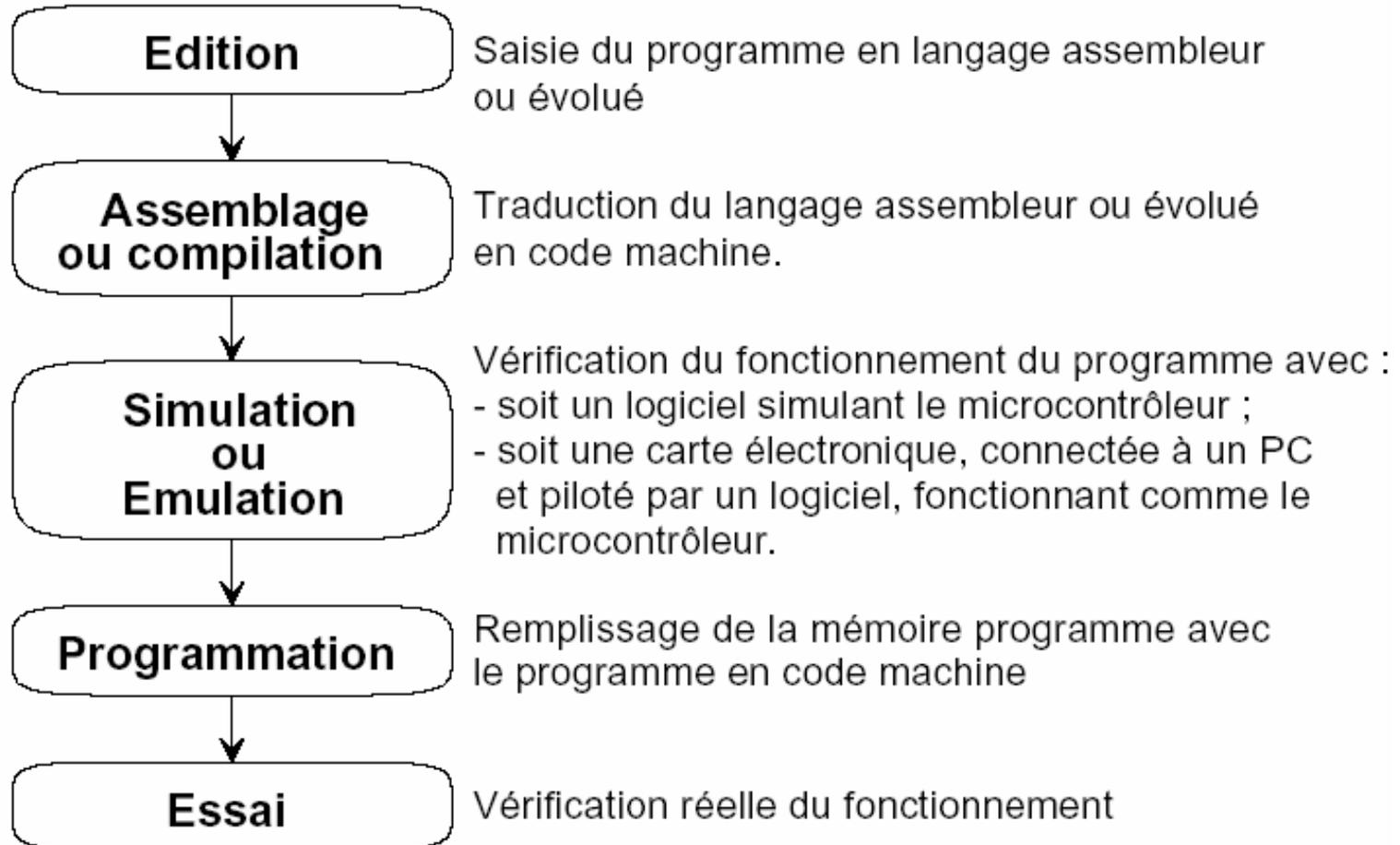
➤ Avantages :

- Encombrement réduit,
- Circuit imprimé peu complexe,
- Faible consommation,
- Coût réduit.

➤ Inconvénient :

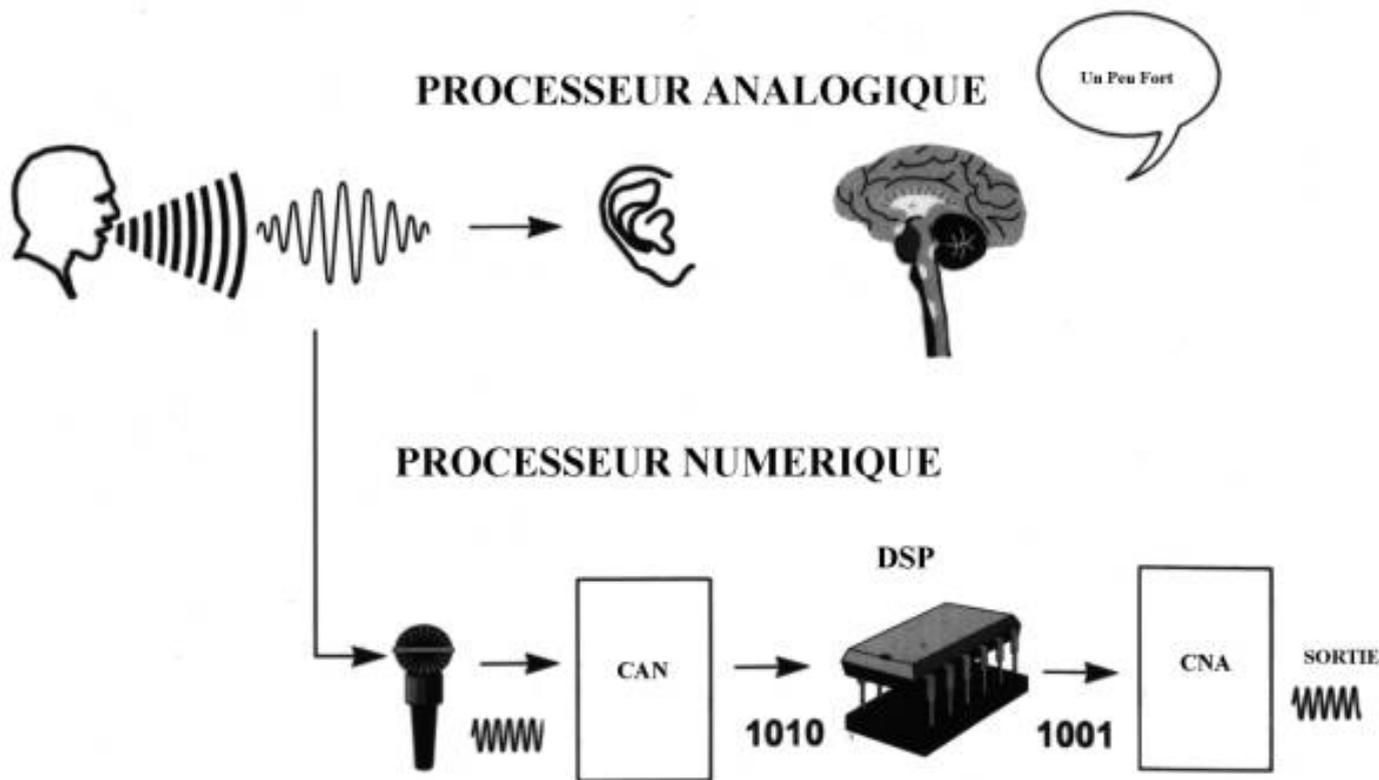
- Système de développement onéreux,
- Programmation nécessitant un matériel adapté.
-

Architecture générale des Microcontrôleurs : mise en place



Les DSP (Digital Signal processing)

Ce sont des processeurs dédiés au traitement numérique du signal



Les DSP sont utilisés dans de nombreuses applications telles que – Audio, Téléphonie, Radar, Sonar, TV numérique, Multimédia, Fax, Commande de Processus, etc

Les DSP (Digital Signal processing)

Les avantages des DSP sont communs à de nombreux systèmes numériques, ils incluent :

Polyvalence : Les systèmes numériques peuvent être reprogrammés pour d'autres applications (dans le cas où des DSP programmables sont utilisés). Les systèmes numériques peuvent être portés sur des hardware différents

Reproduction : Les systèmes numériques peuvent être facilement dupliqués, ils ne dépendent pas de strictes tolérances de composants, leur réponse ne varie ni avec la température, ni avec le vieillissement

Simplicité : De nombreuses applications se réalisent plus facilement en numérique, qu'avec les systèmes analogiques correspondants. D'autres ne peuvent être implémentées que numériquement (Compression sans pertes, Notch Filters, Filtres à phase linéaire...) Leur version analogique est très loin d'être aussi efficace. Rappelons que les filtres à phase linéaire sont partiellement responsables de la qualité sonore des lecteurs de CD.

Les DSP (Digital Signal processing)

La plupart ont des caractéristiques communes des DSP sont :

- Ils utilisent une certaine quantité de mathématiques (Multiplication et Addition de Signaux).
- Ils fonctionnent avec des Signaux en Temps réel.
- Ils ont un certain temps de réponse.

Lorsque des processeurs DSP d'usage général sont utilisés, la plupart des applications traitent des signaux de fréquence se situant dans la gamme Audio

Les DSP (Digital Signal processing)

Quelques DSP Actuel :

| Fabricant | DSP | fréquence MHz | type | taille des mots | |
|-------------------|------------|------------------|-------|-----------------|--------|
| | | | | données | instr. |
| Analog Devices | ADSP-21xx | 80 | fixe | 16 | 24 |
| | ADSP-2116x | 100 | flot. | 32/40 | 48 |
| | ADSP-2153x | 300 | fixe | 16 | 16/32 |
| Texas Instruments | TMS320C24x | 40 | fixe | 16 | 16/32 |
| | TMS320C28x | 150 | fixe | 32 | 16/32 |
| | TMS320C54x | 160 | fixe | 16 | 16 |
| | TMS320C55x | 200 | fixe | 16 | 8 – 48 |
| | TMS320C62x | 300 | fixe | 16 | 32 |
| | TMS320C64x | 600 | fixe | 8/16 | 32 |
| | TMS320C67x | 167 | flot. | 32 | 32 |
| Motorola | DSP563xx | 240 | fixe | 24 | 24 |
| | DSP568xx | 80 | fixe | 16 | 16 |
| | DSP5685x | 120 | fixe | 16 | 16 |

Source : www.bdti.com