

ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: HOFFMANN

Prénom: Christophe

Né(e) le: 1995

à: IPHC - Strasbourg

Signe particulier:

INTERFACES POUR LES TESTS

**GPIB
I2C**

**CAN
JTAG**

**USB
ETHERNET**

IDFRACNRS <<<<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<<1317092010

ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: GPIB

Prénom: General Purpose Interface Bus

Né(e) le: 1975

à: IEEE 488

Signe particulier:

**Connexion ordinateur → instruments
sur les bancs de mesures**

IDFRACNRS <<<<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<< 1317092010

Bus GPIB

Bidirectionnel

Parallèle 8 bits

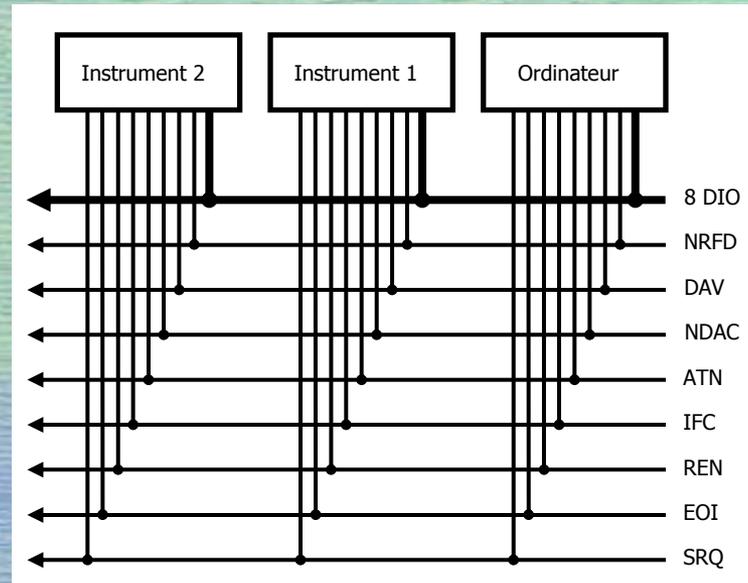
Asynchrone (Handshake)

24 fils

1 Moctet/s

14 adresses

20 m



Les instruments sont pilotés par l'ordinateur



DIO 1	1	13	DIO 5
DIO 2	2	14	DIO 6
DIO 3	3	15	DIO 7
DIO 4	4	16	DIO 8
EOI	5	17	REN
DAV	6	18	GND
NRFD	7	19	GND
NDAC	8	20	GND
IFC	9	21	GND
SRQ	10	22	GND
ATN	11	23	GND
GND	12	24	GND

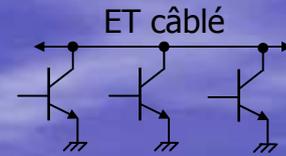
bus de données 8
 + lignes de contrôle 3
 + lignes de gestion 5

lignes de signal 16
 + GND 8

TOTAL 24

Lignes de contrôle

(collecteur ouvert) →



DAV (Data Valid)

piloté par l'émetteur
0V : donnée disponible

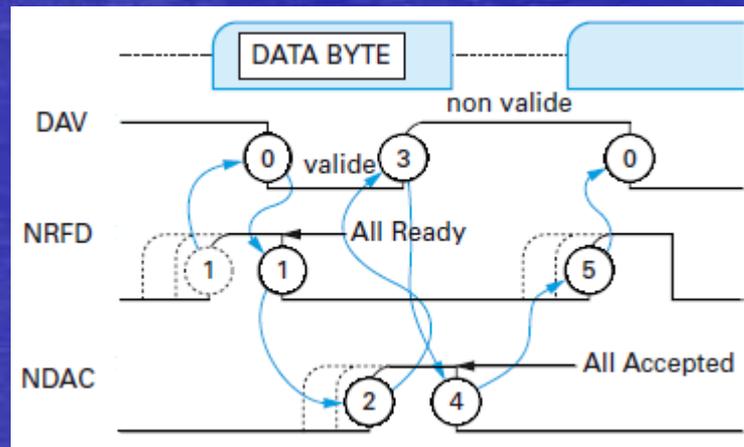


NRFD (No Ready For Data)

piloté par tous les récepteurs
0V : ne pas envoyer donnée suivante

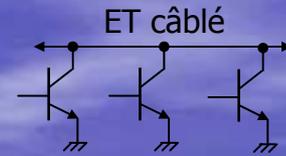
NDAC (No Data Accepted)

piloté par tous les récepteurs
0V → 5V : donnée acceptée



Lignes de gestion

(collecteur ouvert) →



ATN (ATention)

piloté par l'ordinateur
0V : mode commande
5V : mode donnée



IFC (InterFace Clear)

piloté par l'ordinateur
0V : reset général du bus

REN (Remote ENable)

piloté par l'ordinateur
0V : instrument piloté par le bus
5V : instrument piloté par sa face-avant

SRQ (Service ReQuest)

piloté par tous les instruments
0V : demande la parole à l'ordinateur

EOI (End Or Identify)

piloté par l'émetteur
0V : dernière donnée envoyée

Gestion des conflits

Rappel

un instrument ne peut émettre qu'à la demande de l'ordinateur



les conflits sont impossibles

ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: I2C

Prénom: Inter Integrated Circuit

Né(e) le: 1982

à: Philips semiconductors

Signe particulier:

Connexion microprocesseur → circuits intégrés dans les télévisions

IDFRACNRS <<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<<1317092010

Bus I2C

Bidirectionnel

Série 8 bits

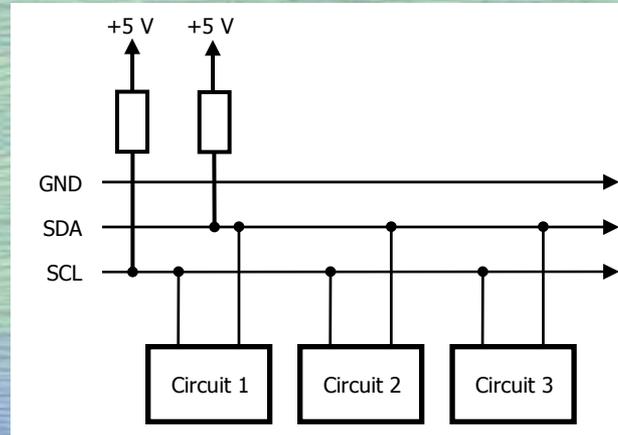
Synchrone

3 fils

400 Kbit/s

1024 adresses

< 400 pF



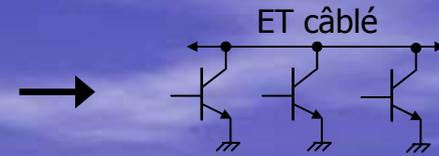
Chaque circuit peut émettre si le bus est inutilisé

En cas de conflit :

le destinataire le plus « important » est prioritaire

Le bus I2C

(collecteur ouvert)



SCL (Serial CLock) piloté par le circuit maître



SDA (Serial DATa) * piloté par le circuit maître (bit)
* piloté par le circuit esclave (ACK)

repos

SCL 5V
SDA 5V

départ

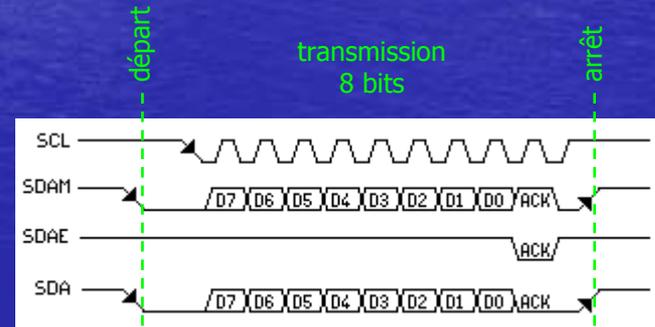
SCL 5V
SDA 5V → 0V

transmission
d'un octet

SCL 0V → 5V
SDA 1 bit

arrêt

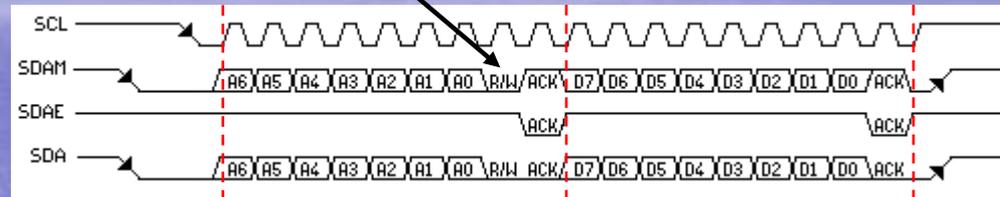
SCL 5V
SDA 0V → 5V



un seul esclave acquitte la trame

Adressage 7 bits

écriture d'une donnée

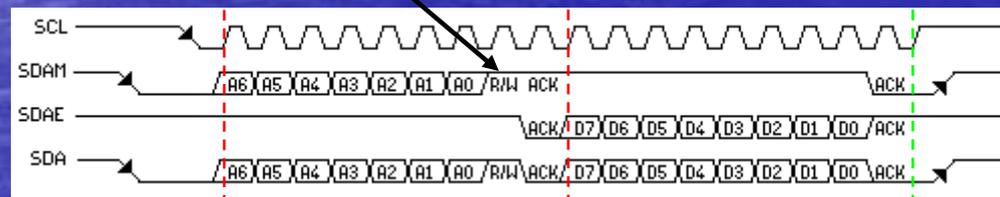


adresse
maître

donnée
maître



Lecture d'une donnée

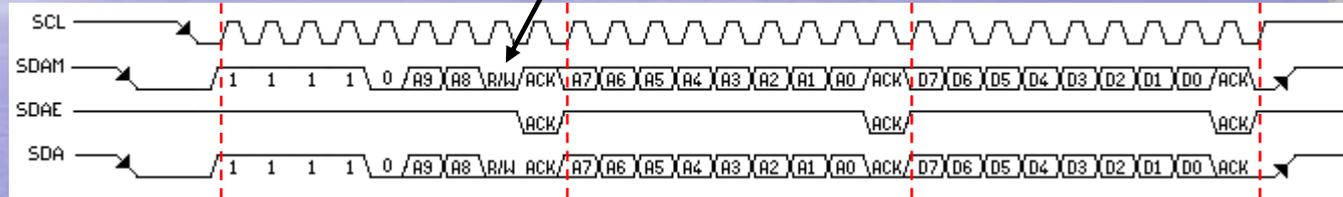


adresse
maître

donnée
esclave

Adressage 10 bits

Écriture d'une donnée

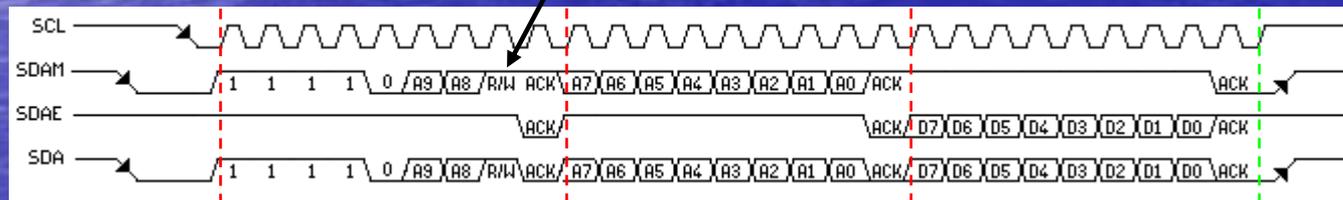


adresse
maître
A9-A8

adresse
maître
A7-A0

donnée
maître

Lecture d'une donnée



adresse
maître
A9-A8

adresse
maître
A7-A0

donnée
esclave

Gestion des conflits

Rappel

un circuit ne peut émettre que si le bus est inutilisé

Risque

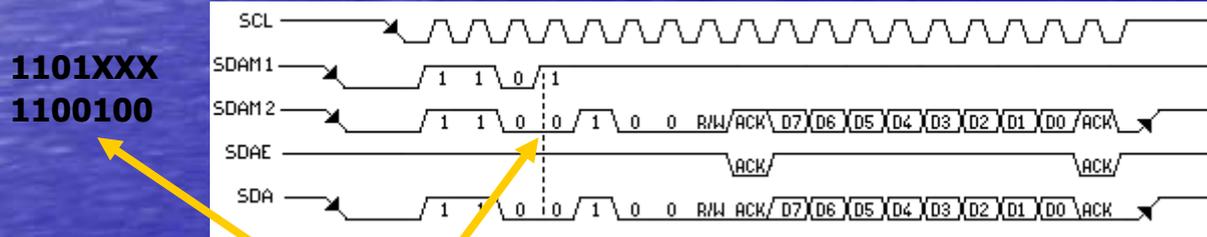
2 circuits décident d'émettre simultanément

Solution

chaque maître vérifie en permanence l'état de SCL et SDA
si un maître applique un niveau 1 et relit un niveau 0
→ conflit avec un autre maître, il arrête d'être maître



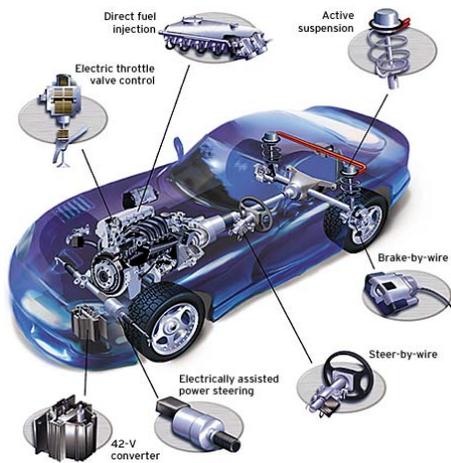
arbitrage bit à bit



priorité à l'adresse la plus petite

ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: CAN

Prénom: Controller Area Network

Né(e) le: 1983

à: Robert Bosch GmbH

Signe particulier:

**Réduction de la quantité de câbles
dans les voitures**

IDFRACNRS <<<<<<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<<1317092010

Bus CAN

Bidirectionnel

Série ≈ 100 bits

Synchrone

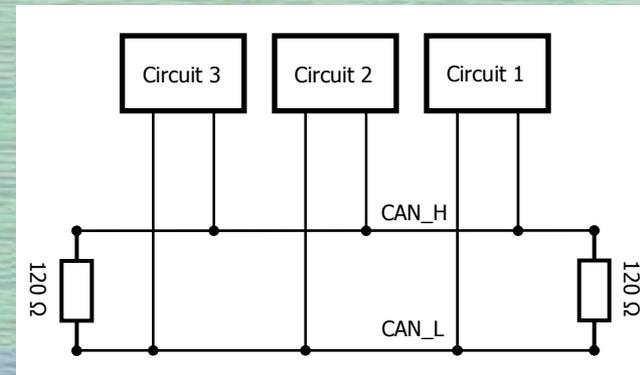
2 fils

1 Mbit/s

64 circuits

2048 messages

1 Km



Chaque circuit peut émettre si le bus est inutilisé

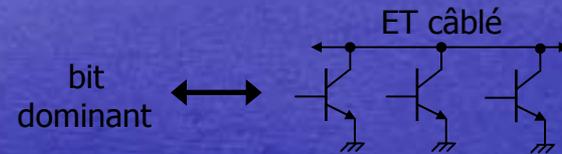
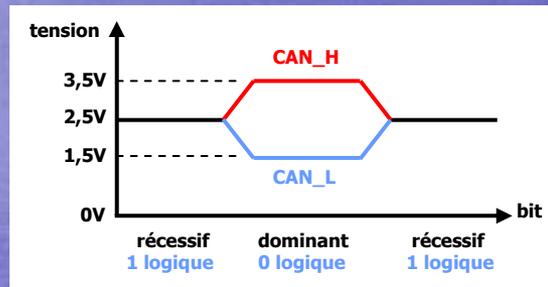
En cas de conflit :

le message le plus « important » est prioritaire

Le bus CAN

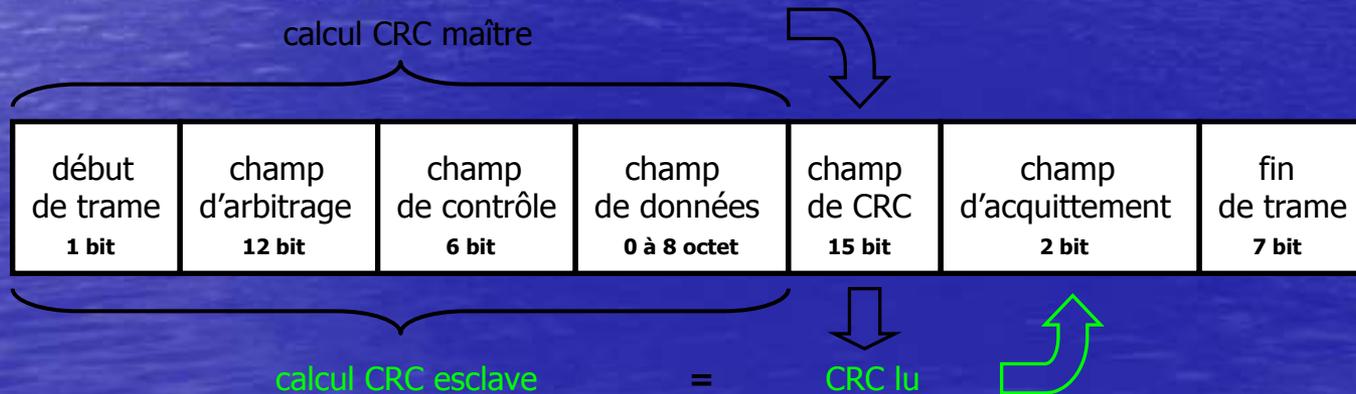
(paire différentielle)

CAN_H et CAN_L ligne d'impédance caractéristique 120Ω



le bit dominant est prioritaire sur le bit récessif

chaque esclave acquitte la trame



Trame de données



1 bit dominant

11 bit ID

1 bit RTR

2 bit dominant

4 bit DCL

1 bit ACK_SLOT

1 bit récessif

7 bit récessif

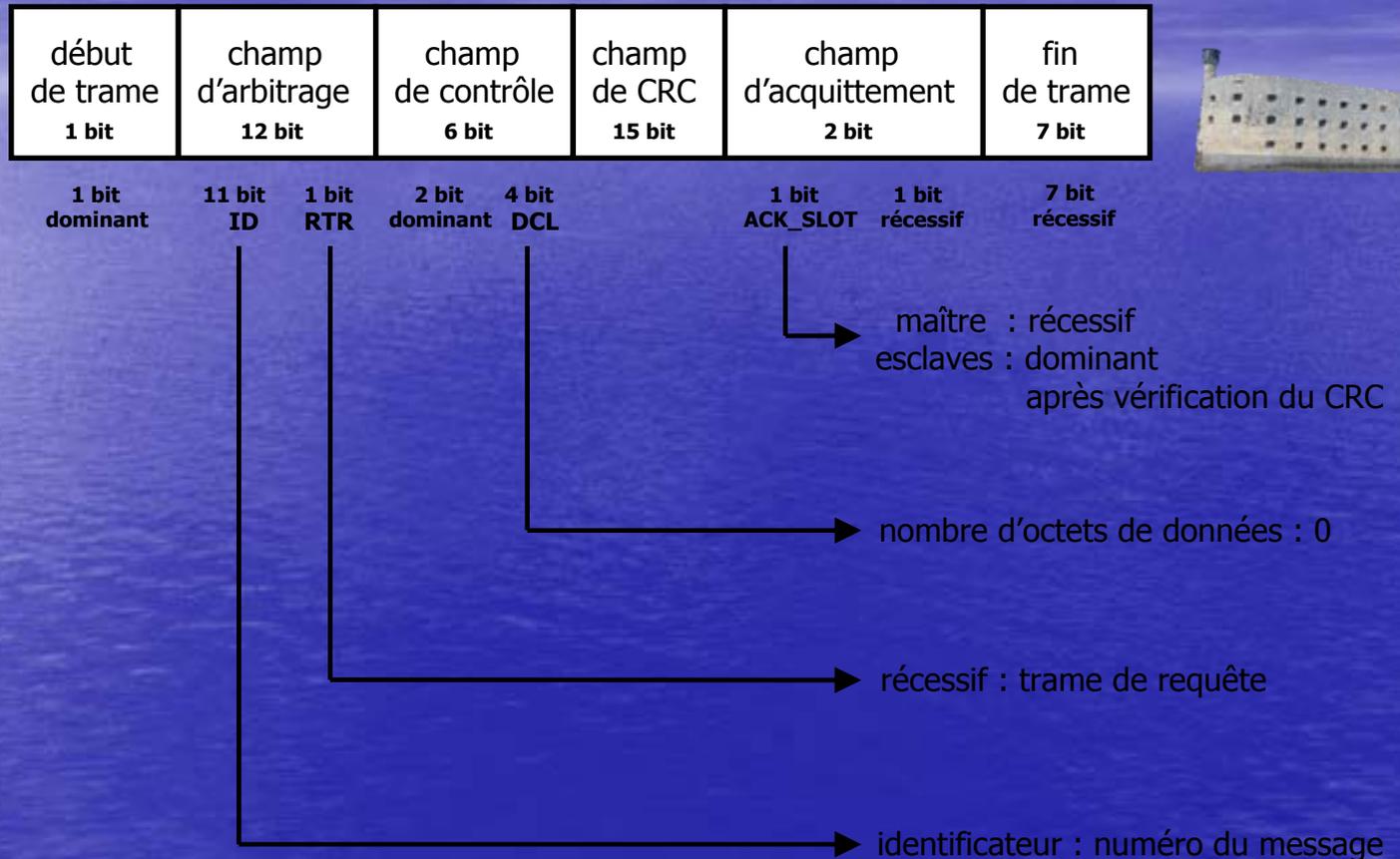
maître : récessif
esclaves : dominant
après vérification du CRC

nombre d'octets de données : 1 à 8

dominant : trame de données

identificateur : numéro du message

Trame de requête



Gestion des conflits

Rappel

un circuit ne peut émettre que si le bus est inutilisé

Risque

2 circuits décident d'émettre simultanément



Solution

chaque maître vérifie en permanence l'état de la ligne
si un maître applique un bit récessif (1) et relit un bit dominant (0)
→ conflit avec un autre maître, il arrête d'être maître

arbitrage bit à bit

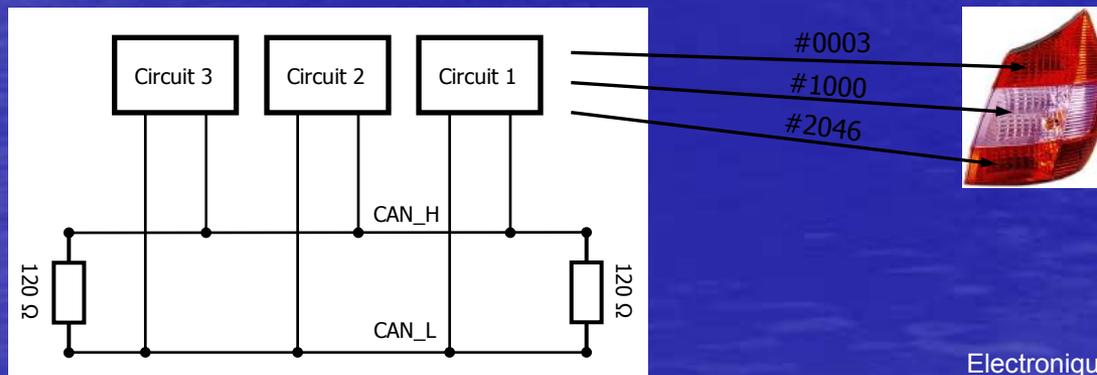
début de trame 1 bit	champ d'arbitrage 12 bit	champ de contrôle 6 bit	champ de données 0 à 8 octet	champ de CRC 15 bit	champ d'acquiescement 2 bit	fin de trame 7 bit
----------------------------	--------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	--------------------------

priorité au numéro de message le plus petit

Souplesse d'utilisation

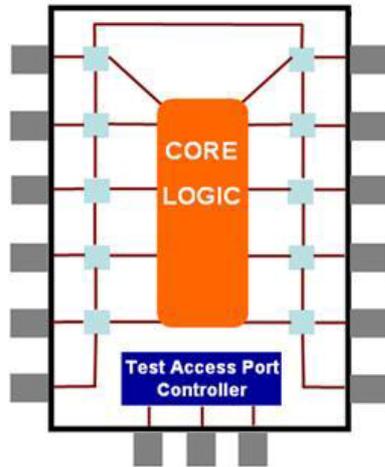
identificateur	message	données							
0000	réservé	///	///	///	///	///	///	///	///
0001	gestion ABS								
0002	pédale de frein				///	///	///	///	///
0003	feux stop				///	///	///	///	///
1000	feux de recul			///	///	///	///	///	///
2045	bouton antibrouillard		///	///	///	///	///	///	///
2046	feux antibrouillard		///	///	///	///	///	///	///
2047	réglage climatisation							///	///

un circuit peut gérer des messages de priorité différente



ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: JTAG

Prénom: Joint Test Action Group

Né(e) le: 1990

à: IEEE 1149.1 / Boundary Scan

Signe particulier:

Test sans contact de circuits numériques soudés sur un circuit imprimé

IDFRACNRS <<<<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<1317092010

Bus JTAG

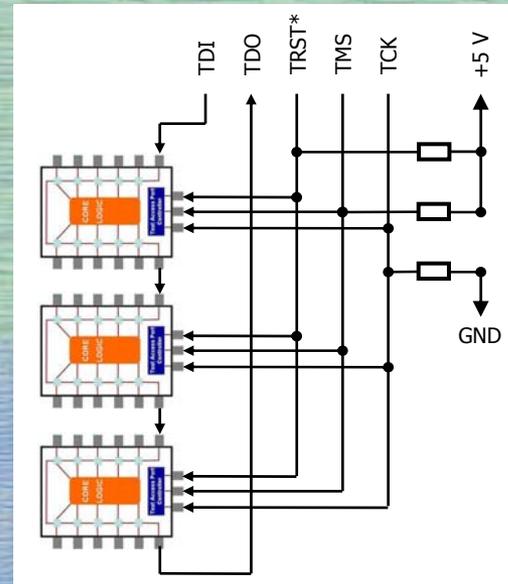
Unidirectionnel

Série

Synchrone

5 fils

50 Mbit/s



Le bus JTAG

TDI (Test Data Input)

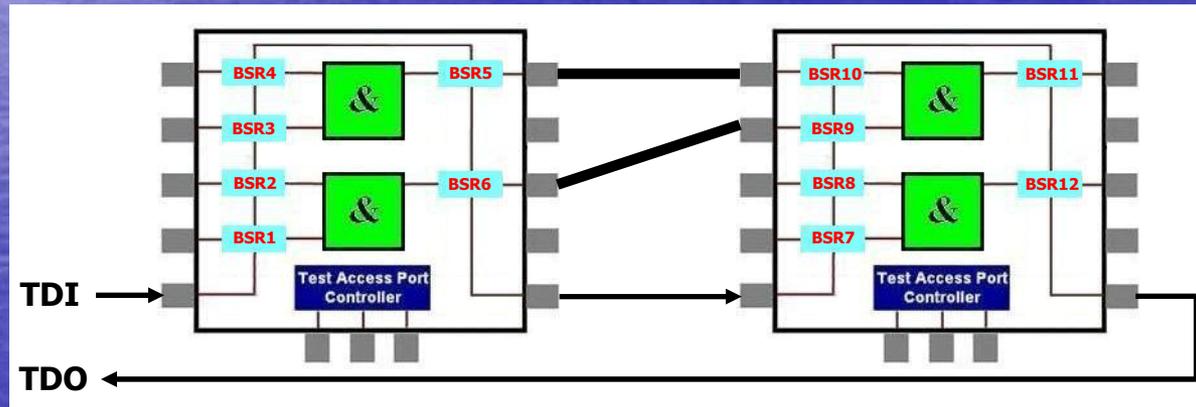
TDO (Test Data Output)

TMS (Test Mode Select)

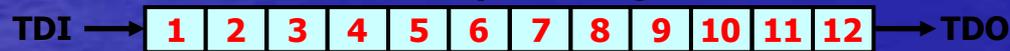
TCK (Test Clock)

TRTS* (Test Reset)

TAP (Test Access Port)



BSR: Boundary Scan Register



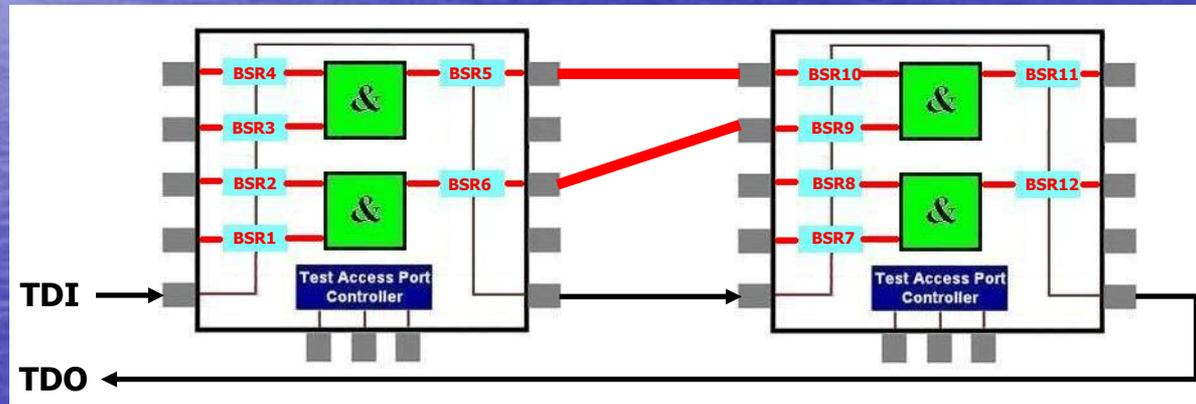
registre à décalage 12 bits

SAMPLE/PRELOAD

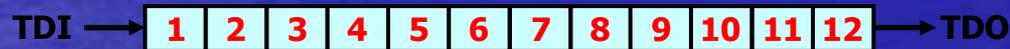
(instruction obligatoire)

PRELOAD accès au BSR

SAMPLE copie broches → BSR



BSR: Boundary Scan Register

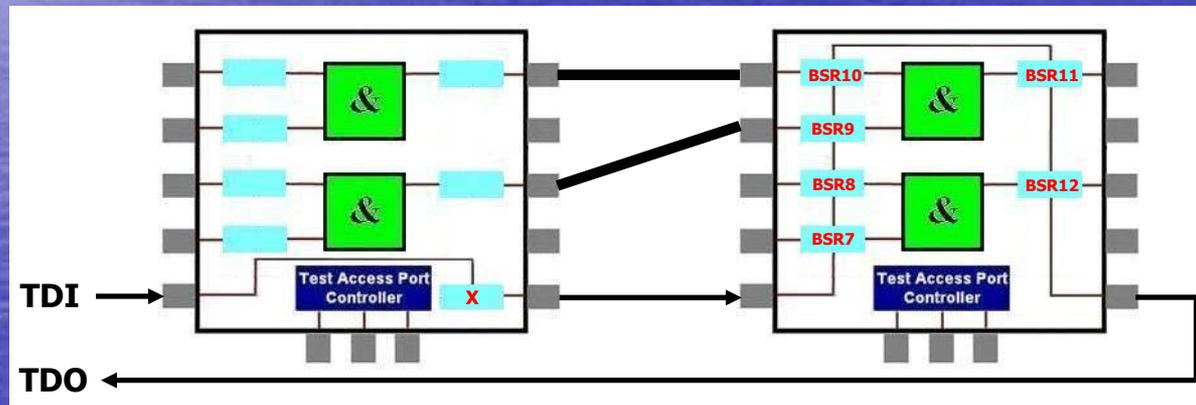


registre à décalage 12 bits

BYPASS

(instruction obligatoire)

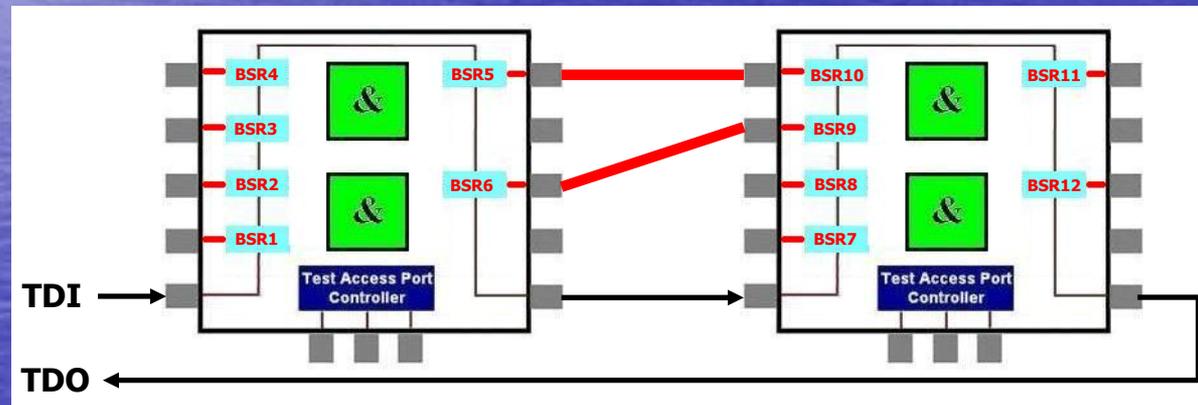
réduction de la chaîne BSR



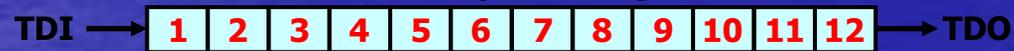
EXTEST

(instruction obligatoire)

test des interconnexions



BSR: Boundary Scan Register

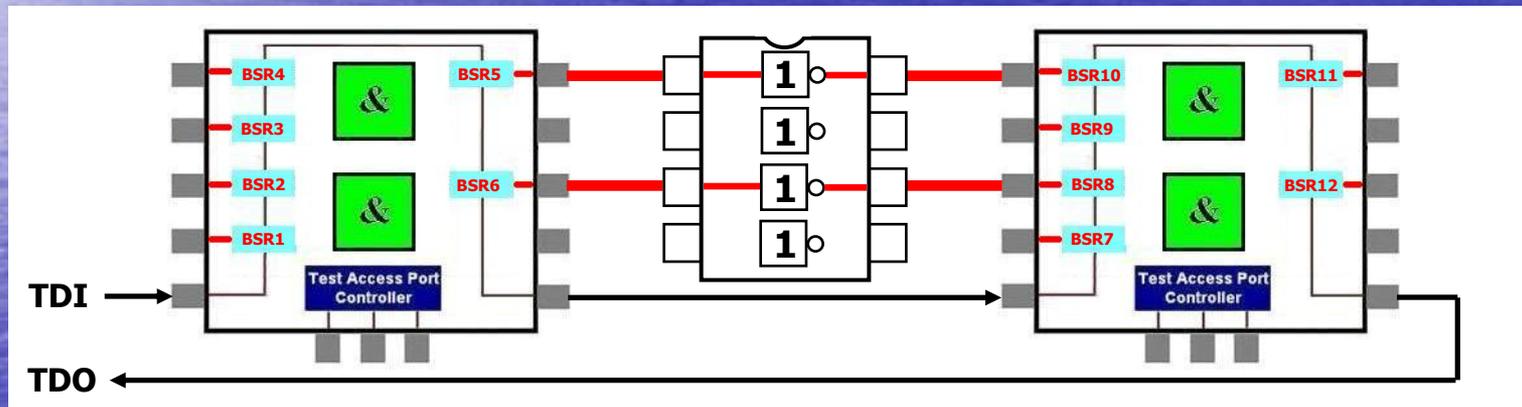


registre à décalage 12 bits

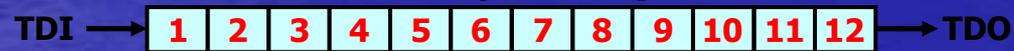
EXTEST

(instruction obligatoire)

test des circuits non Bondary Scan



BSR: Bondary Scan Register

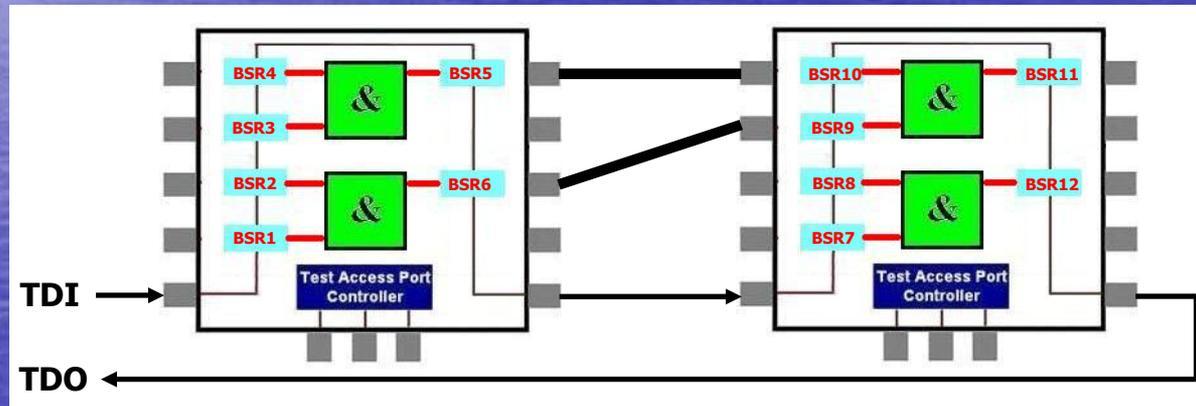


registre à décalage 12 bits

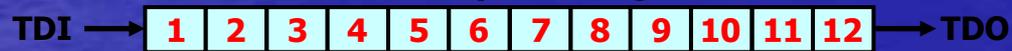
INTEST

(instruction facultative)

test de la logique interne du circuit



BSR: Bondary Scan Register



registre à décalage 12 bits

IDCODE

(instruction facultative)

lecture du code d'identification du fabricant



USERCODE

(instruction facultative)

lecture de la version de programmation du composant

ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: USB

Prénom: Universal Serial Bus

Né(e) le: 1996

à:

Signe particulier:

Remplacement des nombreux ports externes lents et incompatibles des ordinateurs

IDFRACNRS <<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<1317092010

Un peu d'histoire...



1.0 / 1.1

1996 / 1998

12 Mbit/s



2.0

2000

480 Mbit/s



On-The-Go

2001

périphérique ↔ host



WUSB

2005

**480 Mbit/s à 3m
110 Mbit/s à 10m**



3.0

2008

4.8 Gbit/s

Caractéristiques

- Bas coût, grand public
- Débits plus élevés que les ports série et parallèle
- Téléalimentation par le bus : 5V / 500mA maximum
- Auto détection et configuration des périphériques (Plug & Play)
- Hot Plug & Play
- Mise en veille automatique des périphériques non utilisés
- Jusqu'à 127 périphériques par ordinateur
- Compatibilité totale entre USB 1.1 et USB 2.0



- Limité à 5 m (25m avec 4 câbles répéteurs)
- Connectique inadaptée au milieu industriel

	480 Mbit/s 60 Mo/s High Speed / USB 2.0	12 Mbit/s 1.5 Mo/s Full Speed / USB 1.1
Isochrone	3 Ko / (1/8 cycle usb) 24 Mo/s	1 Ko/cycle usb 1 Mo/s
Interruption	1 Ko/trame <i>1 cycle usb ≤ 1 trame ≤ 255 cycles usb</i>	64 octets/trame
Bulk	53 Mo/s/trame <i>si 1 trame = 1 cycle usb</i> 53 Mo/s	1.2 Mo/s/trame 1.2 Mo/s
Contrôle	Énumération	



**Délai
d'acheminement
garanti**

**Intégrité
des données
garantie**

Isochrone



Interruption



Bulk



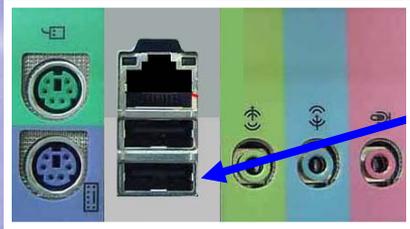
Contrôle



Connectique

Host

Périphérique



Femelle type A

Mâle

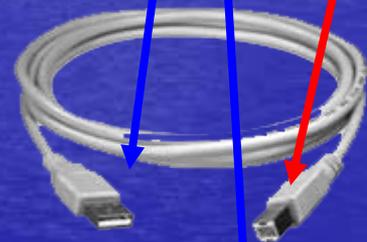


Mâle

type B

Mâle

Femelle

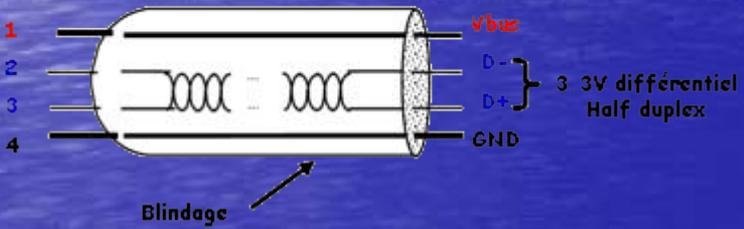


Mâle

mini-B

Mâle

5 broches (On-The-Go)



Le Bus

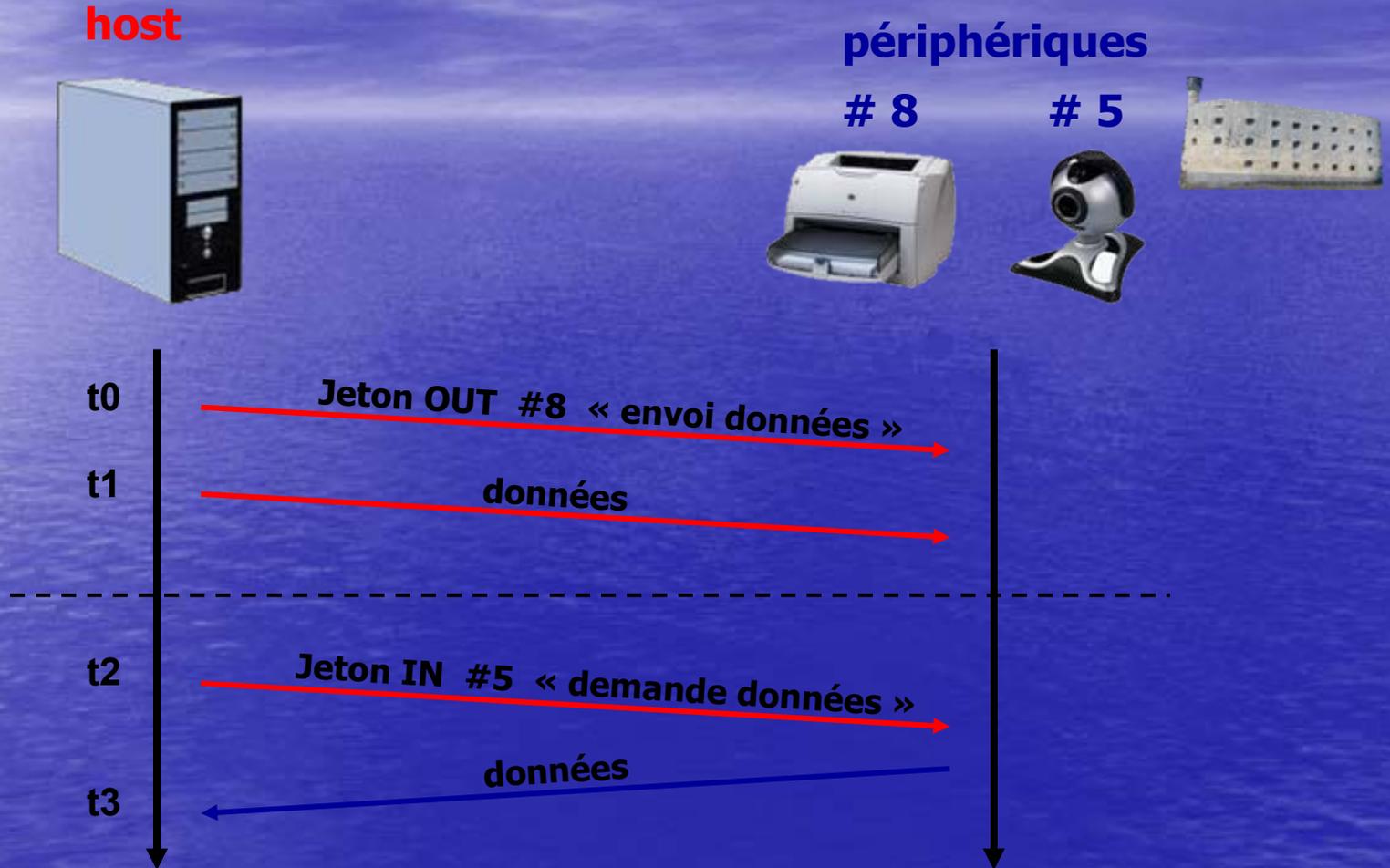
- Bus série
- Connexion point à point
- Architecture Maître – Esclave
- Topologie en arbre, la racine est le « host »
- « host » distribue le temps de parole
- Modulaire (Hub)
- 3 types de transferts (+1)
isochrone, interruption, bulk, (contrôle)

Dialogue host ↔ périphérique

Dialogue entre 2 périphériques interdit

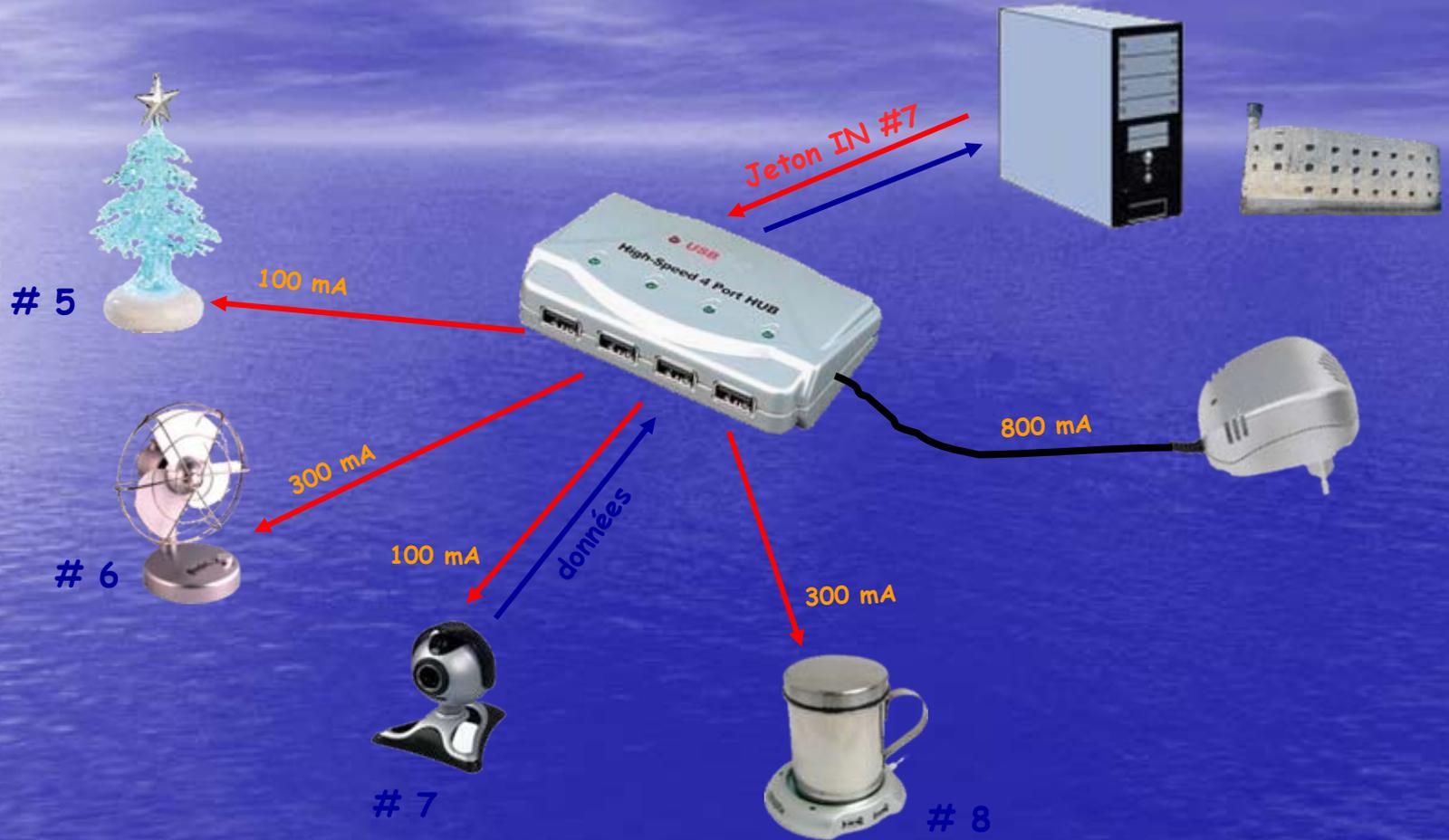


Modes de transfert



Hub

host

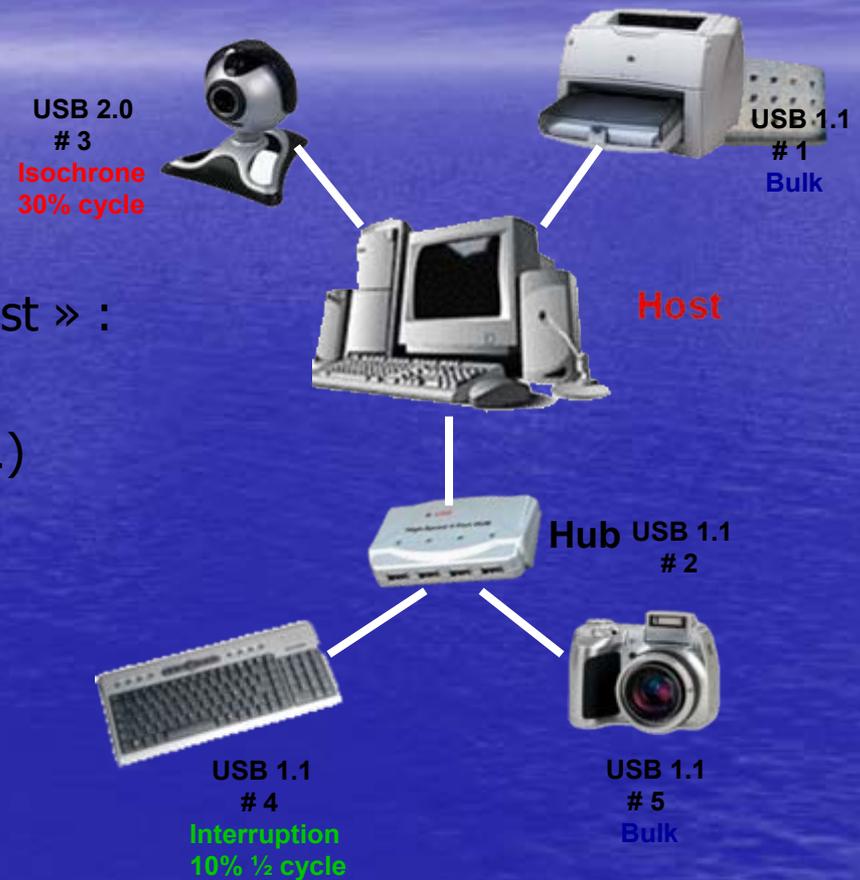


L'énumération

A la mise sous tension

Recherche des périphériques par le « Host » :

- Transfert contrôle
- Identification (type, version, vitesse...)
- Installation du driver
- Affectation d'une adresse (#...)
- Configuration du périphérique
- Réservation de la **Bande Passante** (**isochrone** et **interruption**)



Cycle USB 1.1



S
O
F

Start Of Frame

Iso

Transfert Isochrone

Int

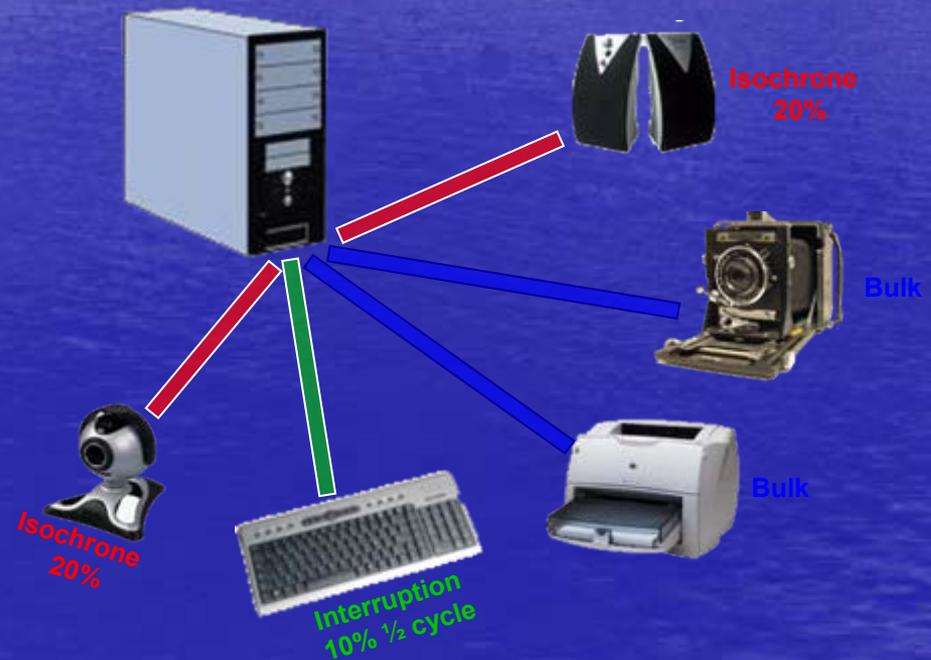
Transfert Interruption

Ctrl

Transfert Contrôle

Bulk

Transfert Bulk (gros)



ELECTRONIQUE NUMERIQUE 2010

Carte nationale d'identité



Nom: Ethernet

Prénom:

Né(e) le: 1985

à: IEEE 802.3

Signe particulier:

Connexion des ordinateurs en réseau

IDFRACNRS <<<<<<<<<<<<< OLERON17
0388106380IN2P3 <<<<<<1317092010

Ethernet

- 1970 création du premier réseau Ethernet
- 1985 première norme (IEEE 802.3)
- Adresse MAC unique / carte réseau
- Transmission série (trames)
- Ethernet partagé : bus ou étoile
- Ethernet commuté : étoile
- Câble coaxial, paire torsadée, fibre optique, sans-fil
- Protocole **CSMA-CD**
- Simple, « *ne s'occupe de rien* »
- Faible coût
- Attention aux temps de latence



Adresse MAC

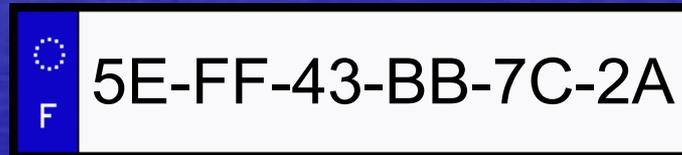
Media Access Control address

Adresse physique **gravée** sur la carte réseau

Adresse unique mondiale

Codé sur 48 bits (~281 000 milliards)

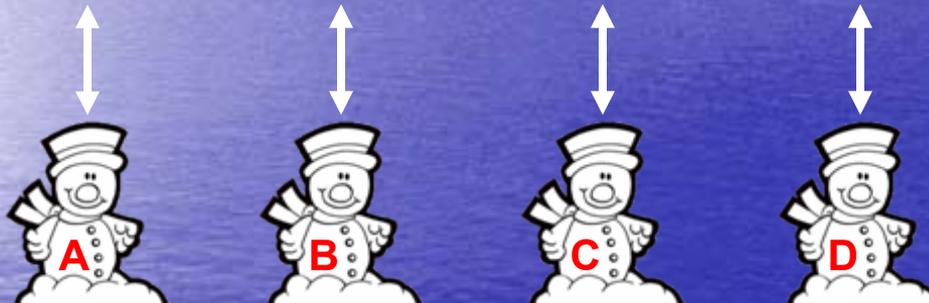
6 octets Hexa



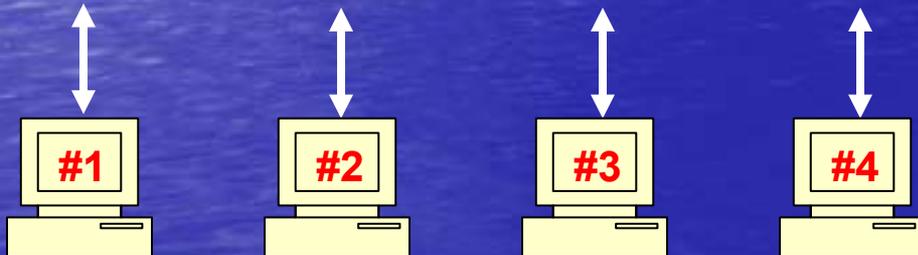
Caractéristiques

Sigle	Support	Débit	Portée
10 base 2	Coaxial 50 Ω	10 Mb/s	185 m
10 base-T	Paire torsadée	10 Mb/s	100 m
100 base-T	Double paires torsadées	100 Mb/s	100 m
1000 base-T	4 paires torsadées	1 000 Mb/s	100 m
CPL	Câble 220 V	200 Mb/s	1 500 m ²
WI-FI 5	Sans fil – 5 GHz	50 Mb/s	10 m
WI-FI max	Sans fil – 2.4 ou 5 GHz	600 Mb/s	90 m

CSMA-CD



Câble coaxial



Carrier Sense

écouter avant de parler



Multiple Access

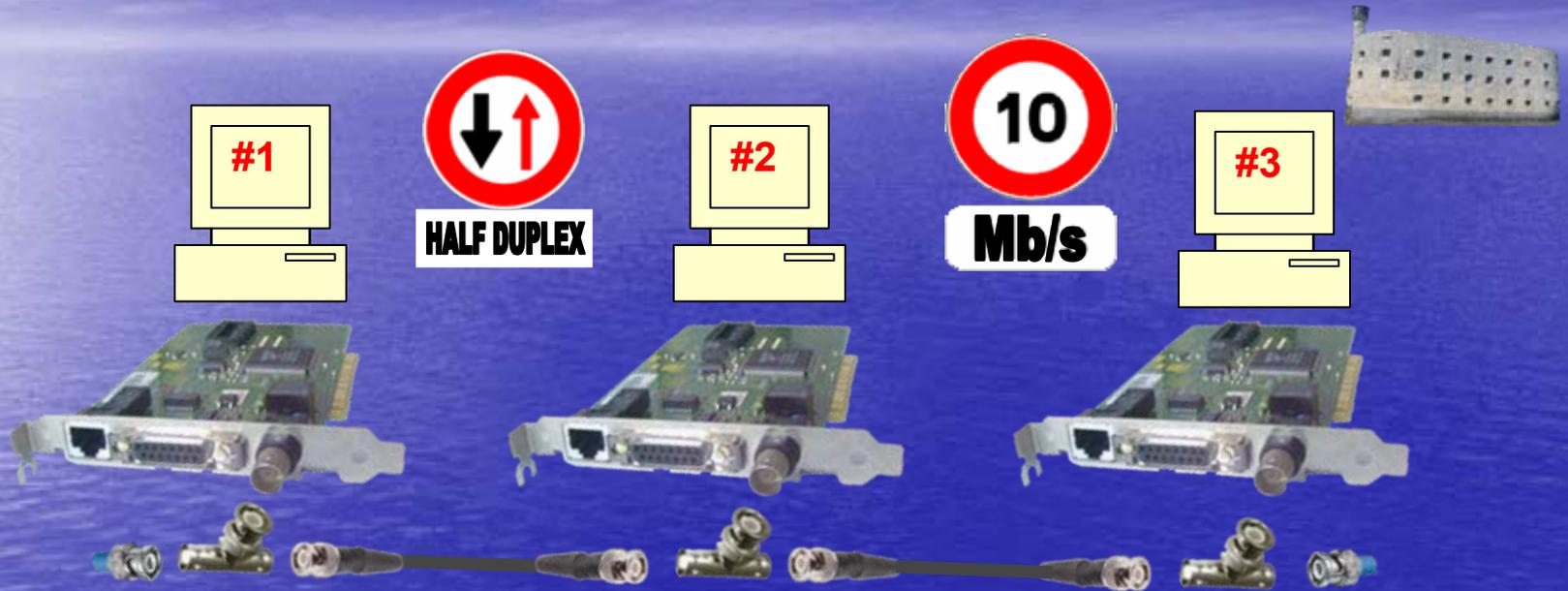
*chacun peut prendre la parole,
si personne n'est en train de parler*

Collision Detection

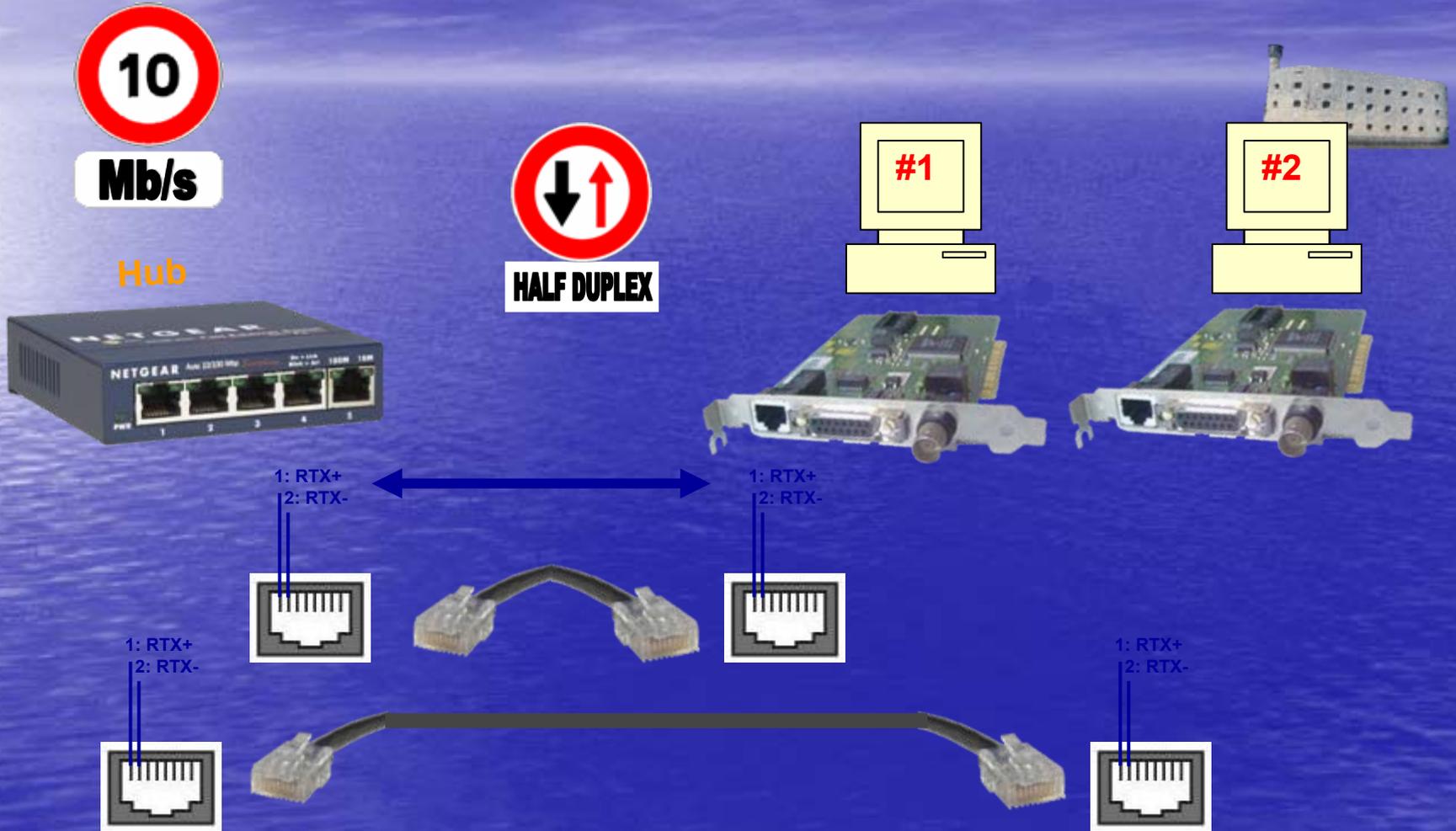
détection de multiple parleurs



Coaxial



Paire torsadée



Double paires torsadées



100

Mb/s

Switch



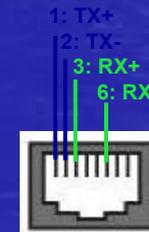
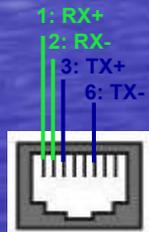
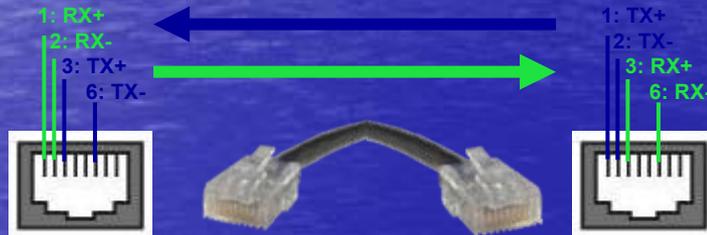
FULL DUPLEX



#1



#2



4 paires torsadées

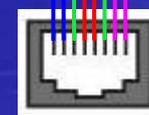
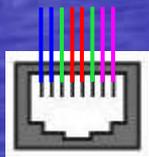
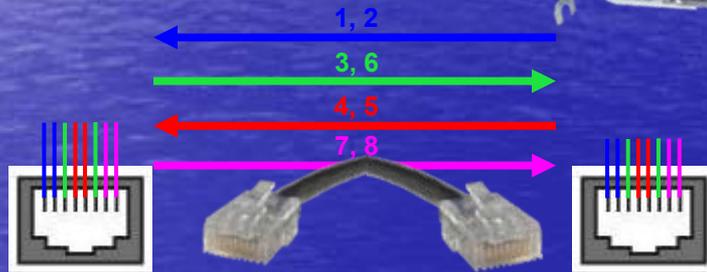
1

Gb/s

Switch

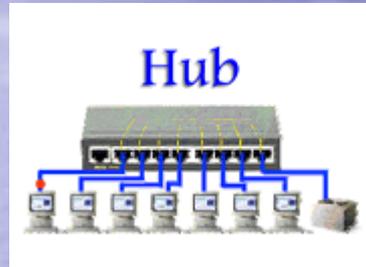


FULL DUPLEX



Hub et Switch

100 base-T

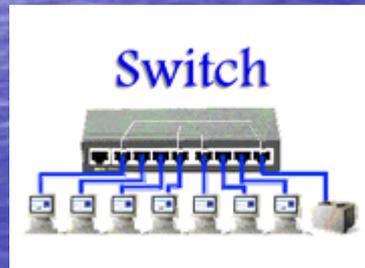


Hub = répéteur



Trame envoyée à toutes les sorties
Bande Passante totale 100 Mb/s

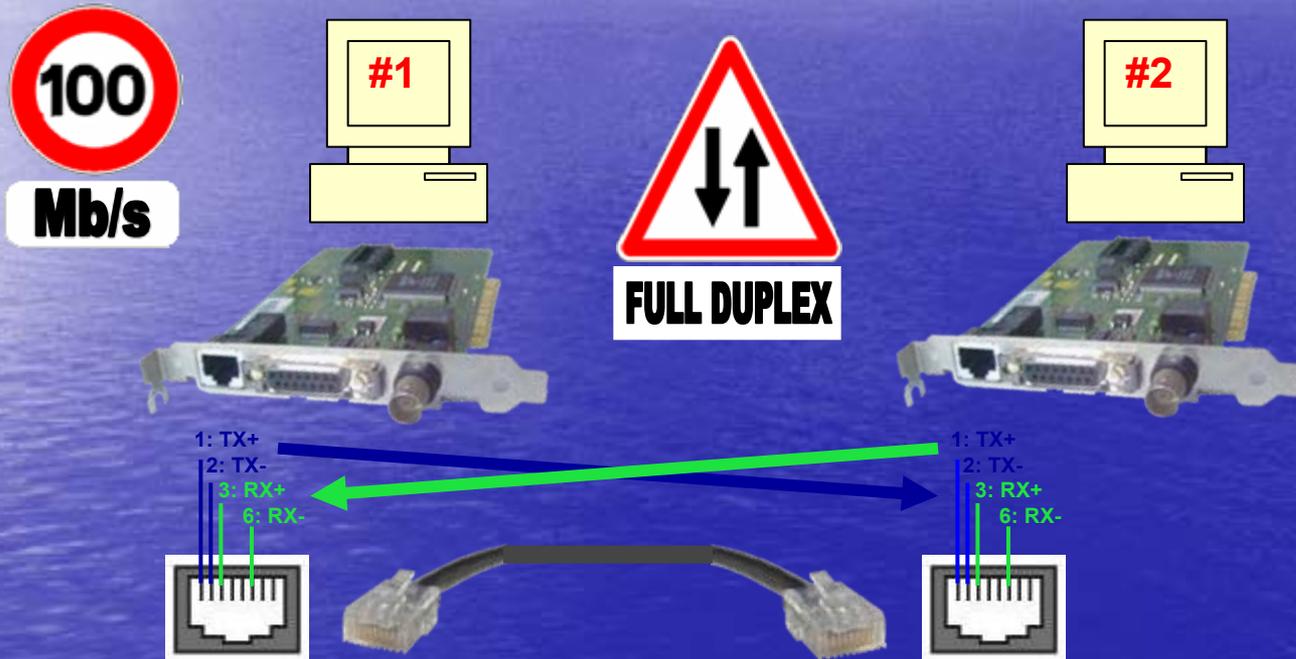
100 base-T



Switch = commutateur

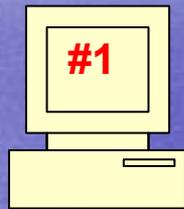
Trame aiguillée vers une seule sortie
Bande Passante 100 Mb/s entre 2 ports

Double paires torsadées croisées



CPL

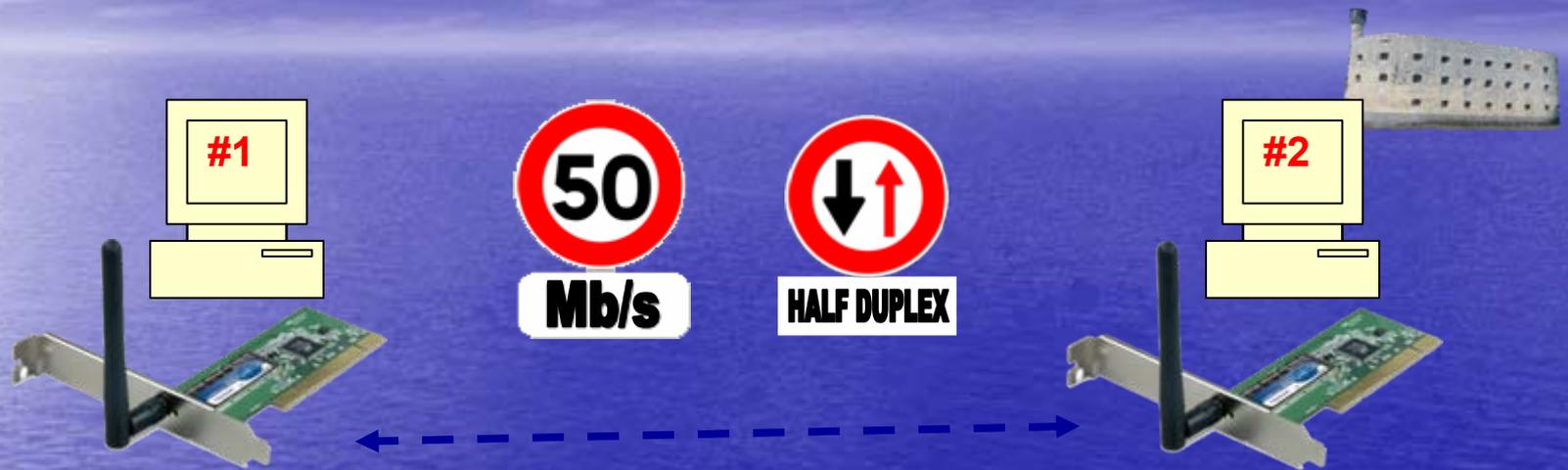
Courant Porteur en Ligne



Sans fil « Infrastructure »



Sans fil « Ad-hoc »



Adresse IP

Adresse **virtuelle** unique mondiale

IPv4 codée sur 32 bits (~4 milliards)



4 octets Décimal

 193.48.87.198

3 classes d'adresses (A, B, C) → réseaux



Codage 128 bits
IPv6

Adresse IP - Classe A

1.0.0.0 à 126.255.255.255

126 réseaux

16 777 214 ordinateurs / réseau



0xxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx
0000 0000 . xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx
0111 1111 . xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx

Nombre réseaux : $2^7-2 = 126$

0000 0000 (interdit)

0111 1111 (interdit)

Ordinateurs / réseau : $2^{24}-2 = 16\,777\,214$

0000 0000 . 0000 0000 . 0000 0000 (réseau)

1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 (broadcast)

Adresse IP - Classe B

128.0.0.0 à 191.255.255.255

16 384 réseaux

65 534 ordinateurs / réseau



10xx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx
1000 0000 . 0000 0000 . xxxx xxxx . xxxx xxxx
1011 1111 . 1111 1111 . xxxx xxxx . xxxx xxxx

Nombre réseaux : $2^{14} = 16\ 384$

Ordinateurs / réseau : $2^{16}-2 = 65\ 534$

0000 0000 . 0000 0000 (réseau)

1111 1111 . 1111 1111 (broadcast)

Adresse IP - Classe C

192.0.0.0 à 223.255.255.255

2 097 152 réseaux

254 ordinateurs / réseau



110x xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx . xxxx xxxx
1100 0000 . 0000 0000 . 0000 0000 . xxxx xxxx
1101 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . xxxx xxxx

Nombre réseaux : $2^{21} = 2\,097\,152$

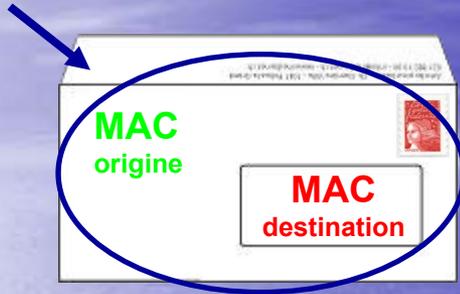
Ordinateurs / réseau : $2^8 - 2 = 254$

0000 0000 (réseau)

1111 1111 (broadcast)

Trame Ethernet

Entête



+



46 < Données < 9000 octets

= 1 trame



+



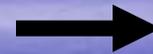
+



Gros fichiers



9500 octets



Données > 9000 octets



Envoie de 2 trames



9000 octets

IP
dest

IP
orig



500 octets

IP
dest

IP
orig

Routage statique

Switch = adresse MAC
Routeur = adresse IP

Routeur

Table **manuelle**
prise 1 : 192.0.0.0
prise 3 : 193.0.0.0
prise 6 : 194.0.0.0
prise 7 : internet

internet

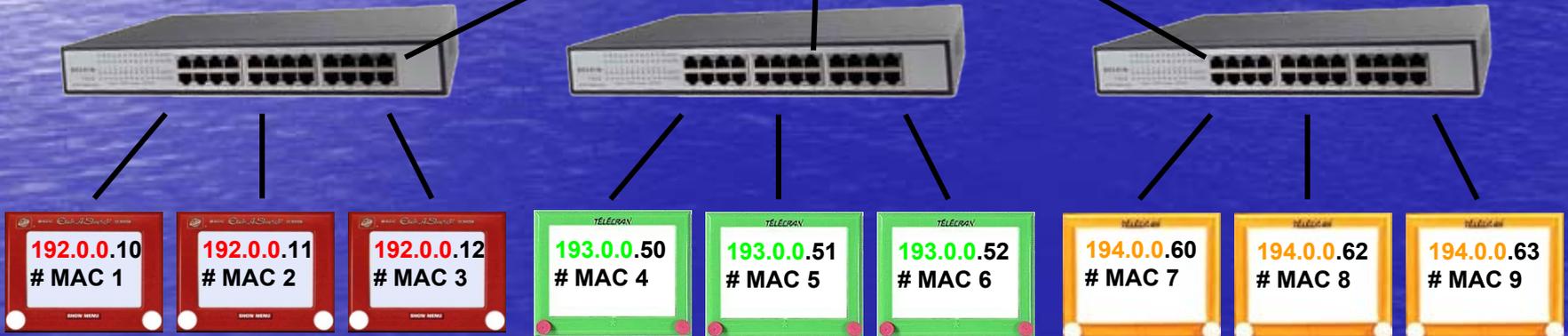


Switch

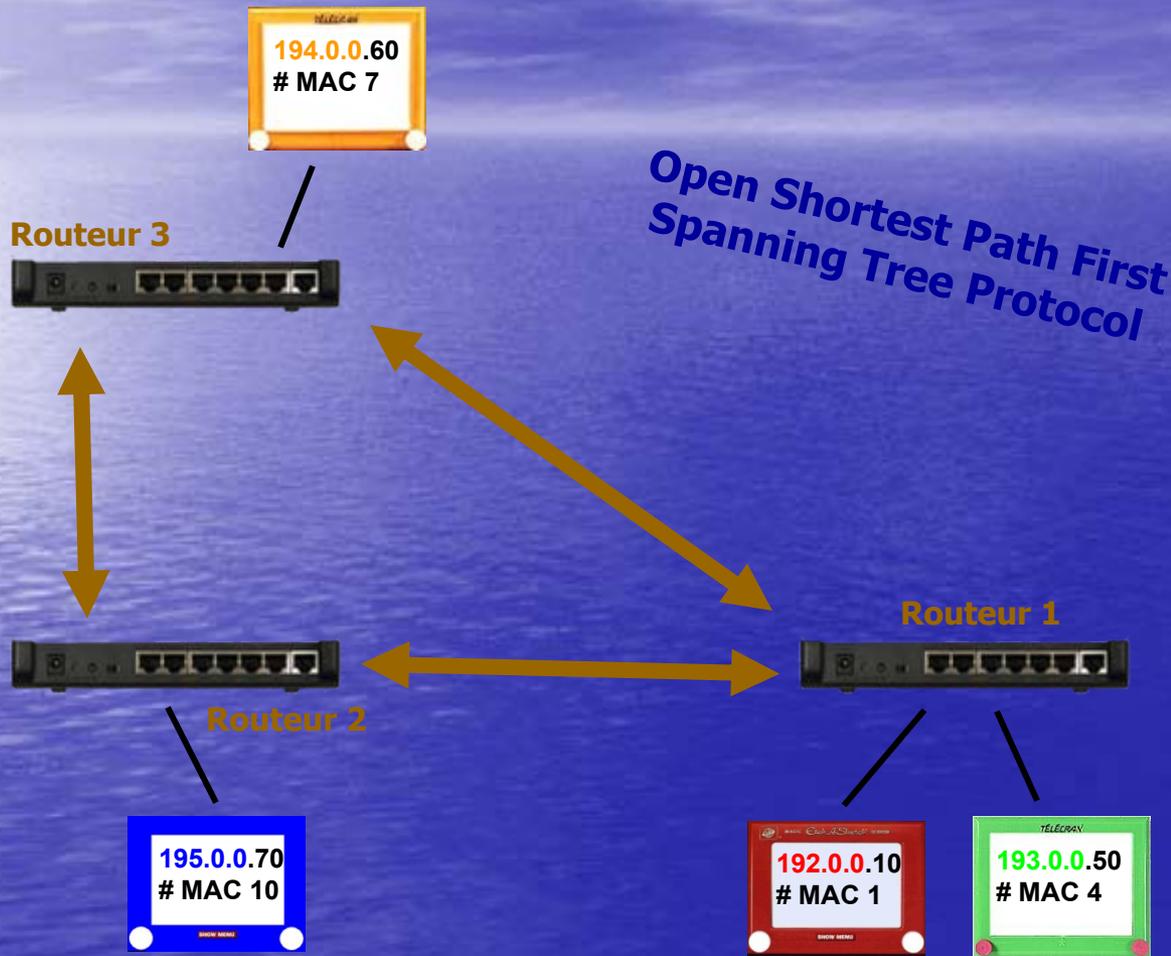
Table **automatique**
prise 12 : routeur
prise 13 : # MAC 1
prise 17 : # MAC 2
prise 24 : # MAC 3

Switch

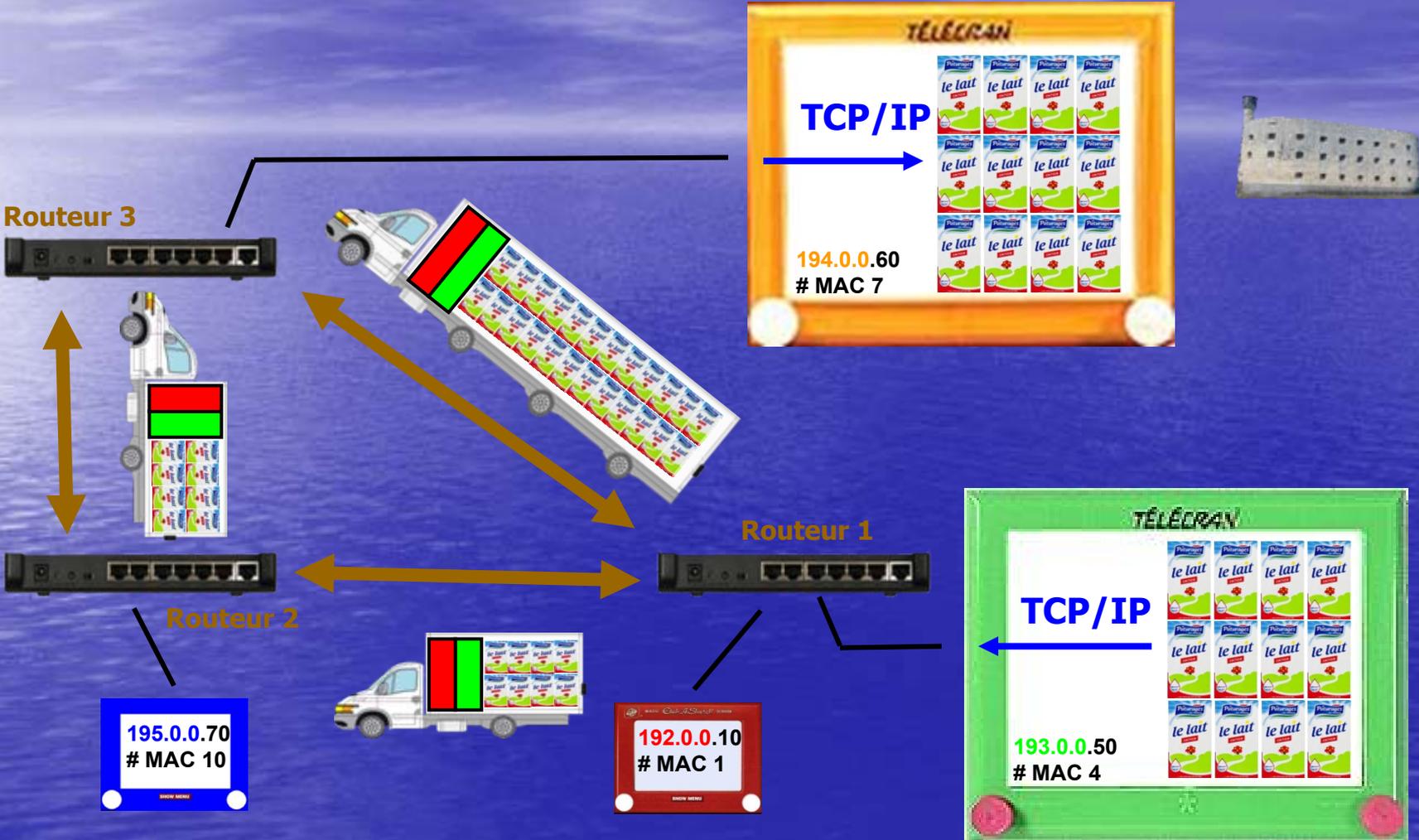
Table **automatique**
prise 1 : routeur
prise 13 : # MAC 7
prise 17 : # MAC 8
prise 24 : # MAC 9



Routage dynamique (OSPF, STP...)



TCP / IP



Attention



GPIB

I2C

CAN

ETHERNET

JTAG

USB



1975

1982

1983

1985

1990

1996

A retenir



GPIB



1975

I2C



1982

CAN



1983

ETHERNET



1985

JTAG



1990

USB



1996