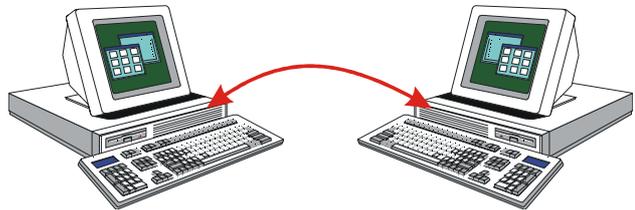


# LES RÉSEAUX

## I/ INTRODUCTION - LIAISON ENTRE DEUX POSTES

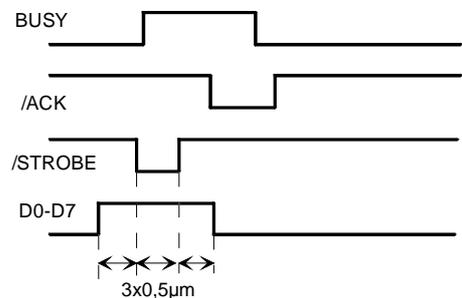
Dès l'apparition des structures de traitement programmés, s'est fait ressentir le besoin de transmettre des informations numériques de manière sûre entre deux équipements.



Deux modes de transmissions se sont très vite imposés.

### I.1/ Transmission des données en parallèle (ex: CENTRONICS)

Les octets (D0-D7) formant l'informations numériques sont transmis en même temps. Le protocole le plus couramment utilisé est le protocole **CENTRONICS**.



Pour synchroniser les transmissions 3 signaux de contrôle sont nécessaires :

- **BUSY** : signal de sortie qui indique que le poste est occupé. Si  $BUSY=0$  le poste peut recevoir une nouvelle donnée.

- **/ACK** : signal émis par le poste récepteur pour indiquer que la donnée est bien reçue.

- **/Strobe** : signal émis par l'émetteur et qui indique que les données sont présentes sur le bus D0-D7.

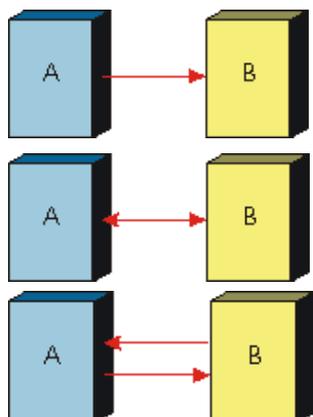
Ce moyen de transmission utilisé particulière pour la liaison Ordinateur (PC) et imprimante présente deux défauts majeurs :

- la distance de communication ne peut pas dépasser quelques mètres (15m en théorie)
- le nombre de fils importants

De plus, à l'origine, cette transmission est unidirectionnelle.

### I.2/ Transmission des données en série

Lors d'une transmission en série les différents bits d'un mot sont transmis les uns après les autres sur un fil. Plusieurs modes de transmission sont possibles :



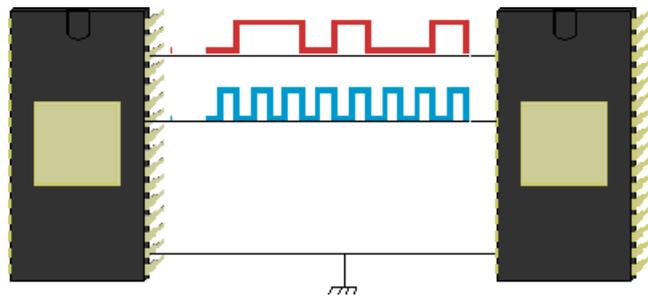
Mode **SIMPLEX** : un seul équipement transmet les informations

**SEMI-DUPLEX** ou **HALF DUPLEX** : chaque équipement devient émetteur à tour de rôle. Les informations sont donc bidirectionnelles

**DUPLEX** : Chaque équipement dispose d'une ligne d'émission et de réception. La transmission peut être simultanée.

### 1.2.1/ Transmission série synchrone

Pour assurer la synchronisation entre émetteur et récepteur un transmet sur le premier fil l'information (en haut) et sur le deuxième fil le signal de synchronisation (au milieu) qui s'active à chaque fois que l'émetteur a placé l'information sur le fil de données.



Cette solution nécessite donc un fil supplémentaire pas toujours disponible (ligne téléphonique par exemple).

### 1.2.2/ Transmission asynchrone (RS232)

Ici, on synchronise les données grâce à des bits supplémentaires rajoutées aux données et qui permettent au récepteur de se resynchroniser sur l'émetteur.

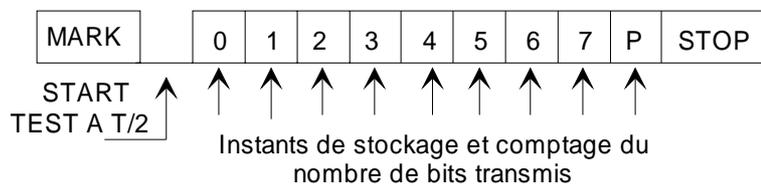
Ces bits sont :

- **le bits de start** : il est à 0. C'est lui qui signale le début d'un nouvel octet

- **les bits de STOP** : ils sont à 1 ou 2. Ils signale la fin de l'octet transmis

- **le bit de parité** : il n'est pas forcément présent. Il s'agit d'un bit placé avant le bit de stop et qui permet de vérifier si la donnée à été correctement transmise. Si le nombre de bits à "1" était pair le bit de parité est à un. Le bit de parité peut être en logique positive (EVEN) ou négative (ODD).

- **MARK** : il s'agit de l'état de repos en l'absence de transmission.



Dans une transmission série la distance dépend de la vitesse de transmission :

533m à 1200bauds (bits/seconde)

76m à 9600bds...

## II/ LIAISON ENTRE PLUSIEURS POSTES - RESEAU

### II.1/ Généralités et définitions

- Lorsque la transmission se fait entre plusieurs ordinateurs on parle de réseau d'ordinateurs ou **NETWORK**.

- On parle d'un **réseau homogène** lorsque les ordinateurs sont compatibles entre eux et **hétérogène** lorsque le réseau intègre des machines différentes (PC et MAC par exemple)

- On parle de **réseau local** ou **LAN** lorsque les postes reliés entre eux (les noeuds informatiques) se trouvent à proximités (quelques centaines de mètre) reliés entre eux par un câble et n'appartenant à aucun domaine informatique.

- **Un réseau étendu** ou **WAN** (wide area network) est un réseau pour lequel les noeuds

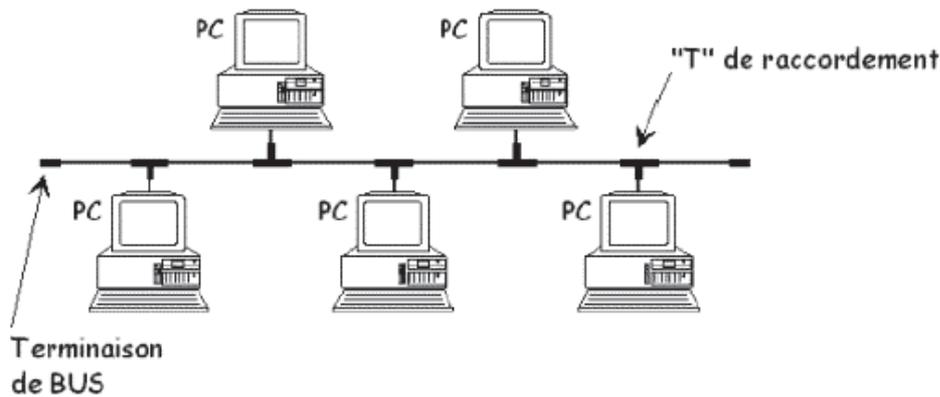
de connexion sont très éloignés (Exemple typique du réseau Internet)

## II.2/ Topologie du réseau

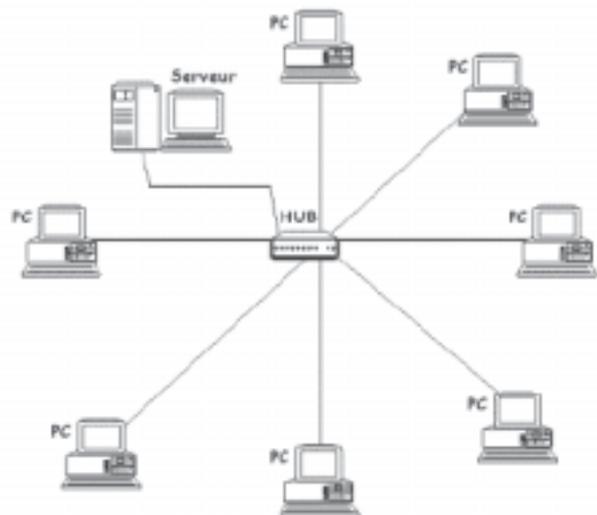
Plusieurs configurations de câblages existent dans les réseaux numériques.

• **en bus (Ethernet)** : un câble relie tous les ordinateurs en ligne. Un "jeton" unique sur le bus autorise une machine à émettre des données et interdit de ce fait la "collision" des données. Dans le message d'émission est placé l'adresse de la machine destinataire. Le

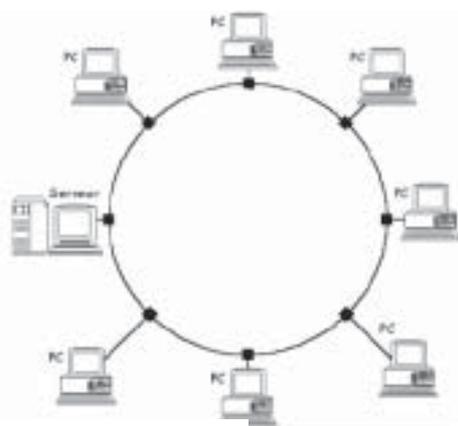
destinataire peut ainsi se reconnaître, lire le message et y répondre. L'émetteur, lorsqu'il reçoit à nouveau le jeton peut valider la communication et libérer le jeton pour autoriser une nouvelle transmission.



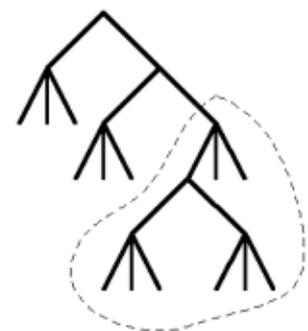
• **en étoile** : chaque poste est relié à un concentrateur (HUB). Ce dernier a pour rôle d'éviter les collisions et d'autoriser les communications entre deux postes.



• **en boucle (Token Ring)** : La communication repose également sur le principe du jeton qui circule dans la ligne et qui autorise ou non les communications.



• **en arbre** : utilisé pour des réseaux plus importants. Plusieurs réseaux en étoile sont reliés entre eux.

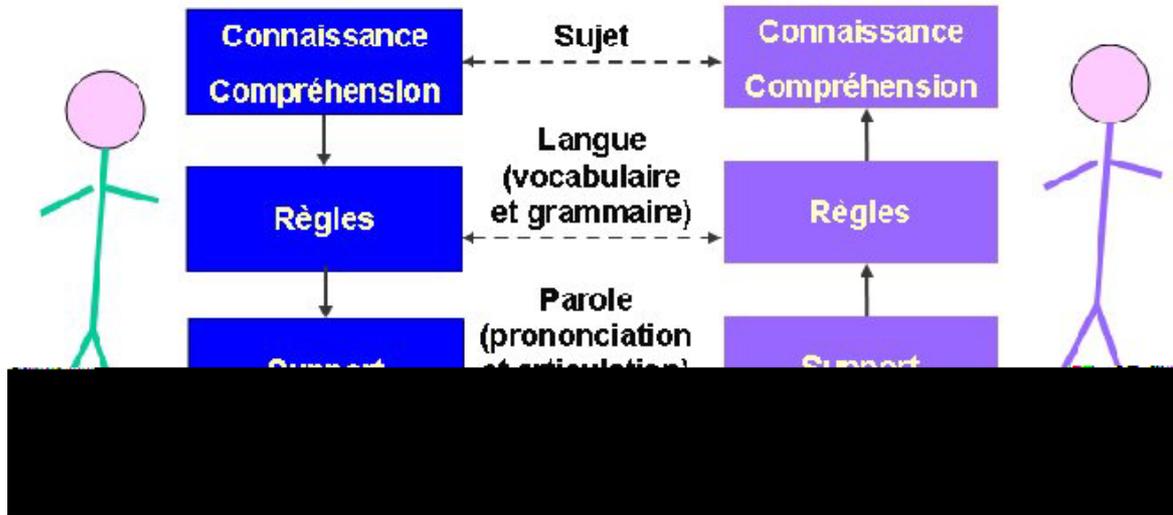


• **en maille** : utilisé pour des réseaux étendus



### II.3/ Protocoles de communication

Pour communiquer, les deux interlocuteurs (deux ordinateurs par exemple) doivent respecter des règles communes :



Cette communication repose sur des *couches* (connaissances, règles, support) et des *protocoles* (sujet, langue, parole).

Le message transmis doit comporter les données avec leur codage pour chaque étape de la transmission. Chaque paquet d'information est encapsulé dans un paquet plus grand.

Exemple :



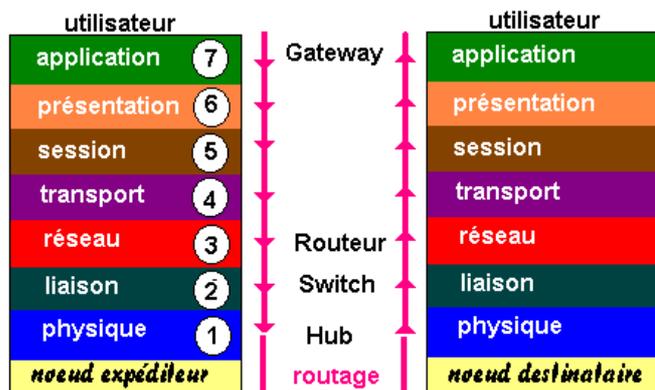
Le modèle de couches permet de dire dans quel ordre ces protocoles doivent être utilisés. Le modèle le plus courant est aujourd'hui le TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol).

### II.4/ Les modèle OSI et TCP/IP

Standardisé en 1985, ce modèle de communication doit permettre d'interconnecter un nombre quelconque de systèmes numériques différents.

Il divise l'ensemble des protocoles en 7 couches indépendantes. Cette division rend l'approche réseau plus aisée. Chaque couche rajoute des informations à la donnée à transmettre. Le résultat final est appelé *Datagramme*.

• **Couche application** : Elle a pour rôle



de gérer les échanges de données entre les programmes fonctionnant sur l'ordinateur et les services du réseau (base de données, impression, HTTP, FTP..)

•**Couche présentation** : Elle met en forme les informations, pour qu'elles soient lisibles par les applications. Elle s'occupe d'optimiser le transfert en compressant les données mais aussi de garantir une certaine sécurité en encryptant les données (Ex: XDR).

•**Couche session** : Cette couche manipule des messages. Elle détermine comment les ordinateurs (ou périphériques) configurés en réseau doivent communiquer (simplex, half-duplex...).

•**Couche transport** : Elle est responsable de l'acheminement et de la réception de bout en bout. Elle est aussi responsable de couper les messages en segment pour la transmission et de reconstituer les messages à la réception. Cette couche manipule des segments. **Un segment** contient un entête, le numéro du message, le nombre de morceaux, le numéro du morceau, et les données. Grâce au CRC elle permet une vérification de la transmission.

entête Numéro du message Nombre de morceaux Numéro des morceaux **Données** CRC

•**La couche réseau** Elle est responsable de l'acheminement de l'information a travers les noeuds du réseau. Elle manipule des paquets. **Un paquet** contient l'adresse logique de l'émetteur, l'adresse logique du récepteur et les données. (Ex: IP, IPX...).

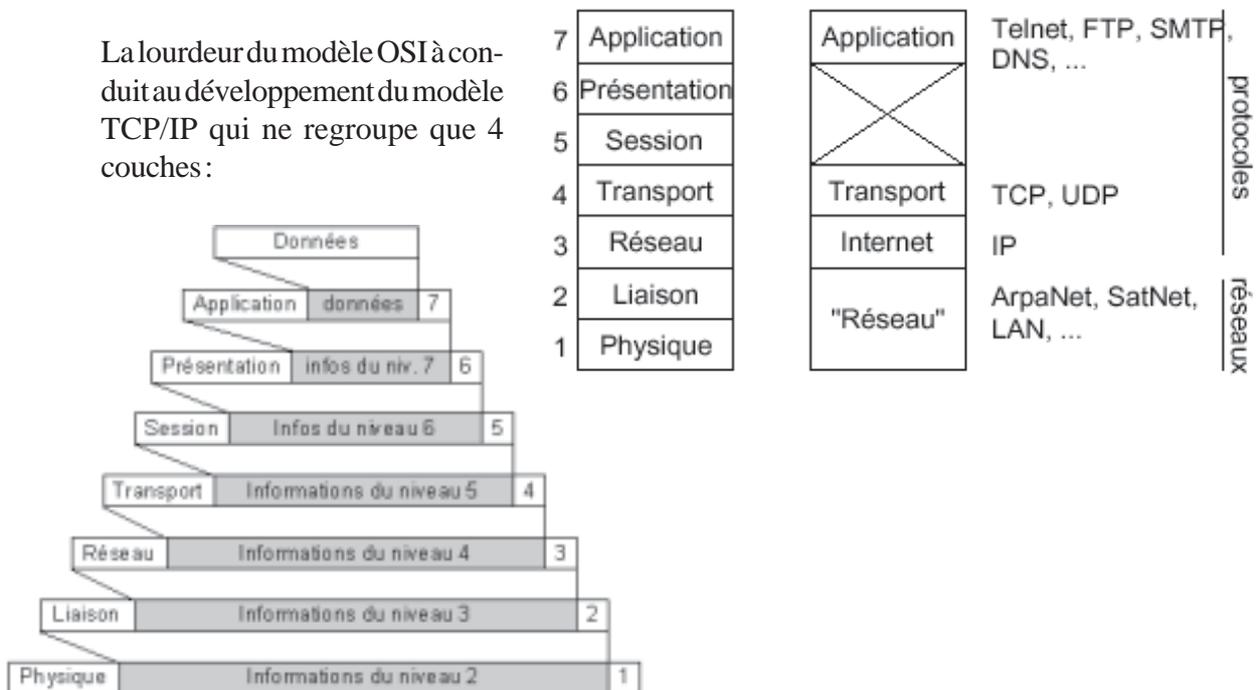
Entête Adresse logique de l'émetteur l'adresse logique du récepteur **Segment**

•**La couche liaison** : Elle est responsable de la transmission sans erreur des informations point à point. Elle contrôle également le flux des données. Elle manipule des trames. **Une trame** contient l'adresse physique de l'émetteur, l'adresse physique du récepteur, les données et le CRC (contrôle d'erreur) (Ex. Ethernet, ADSL...).

entête Adresse physique émettrice Adresse physique réceptrice **Paquet** CRC

•**La couche physique** : Cette couche manipule des bits. Elle assure la transmission des bits de façon brute sur le support de transmission, par exemple modulation/démodulation sur de la paire torsadée. Aucune gestion des erreurs.

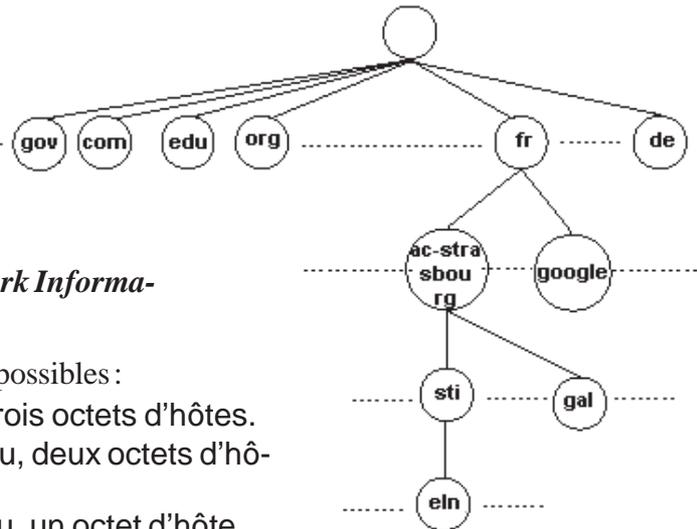
La lourdeur du modèle OSI à conduit au développement du modèle TCP/IP qui ne regroupe que 4 couches :



## II.5/ Adressage IP

Pour permettre l'échange de données chaque équipement d'un réseau doit disposer d'une adresse définie par la couche IP. Cette adresse est codée sur 32 bits (bientôt 128) habituellement présenté sous forme de 4 entiers compris entre 0 et 255. Elle permet de sélectionner un ordinateur (identifié par les derniers numéros) dans un réseau (identifié par les premiers numéros).

Dans un réseau local, l'adresse IP est définie par l'administrateur réseau (dans la plage 192.168.0.0 à 192.168.255.255) ou donnée automatiquement (DHCP), par contre au niveau mondial, l'adresse d'un réseau est fixée par une administration centrale qui se nomme le NIC ("Network Information Center").



- Trois formes d'adressage sont possibles :
- Classe A** Un octet réseau, trois octets d'hôtes.
  - Classe B** Deux octets réseau, deux octets d'hôtes.
  - Classe C** Trois octets réseau, un octet d'hôte.

### Masque de sous réseau

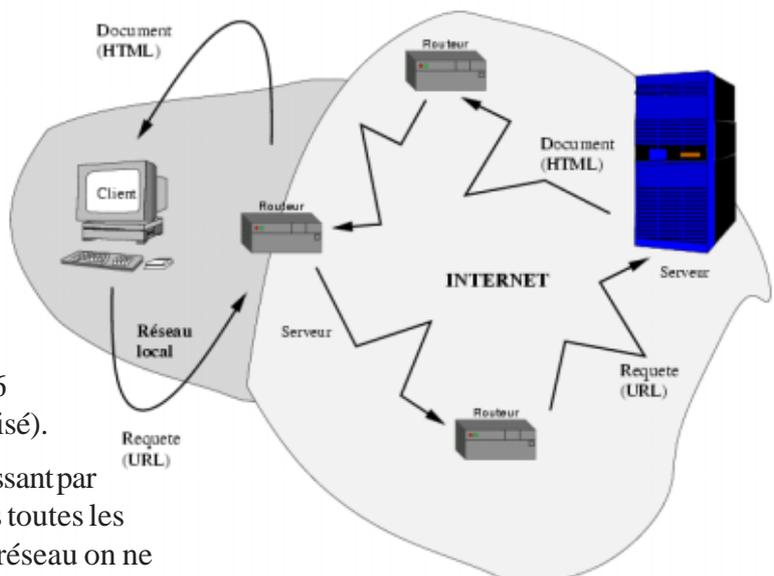
Classe	Adresse mini	Adresse maxi	Nbr Réseau	Nbr machines
A	1.x.y.z	127.x.y.z	127	16777216
B	128.0.x.y	191.255.x.y	16384	65536
C	192.0.0.x	223.255.255.x	2097152	256

Pour affiner la gestion du réseau, on a mis en place en 1984 un masque de sous-réseau qui permet de gérer plus finement les adresses.

**Exemple :** supposons un réseau en classe C. Le sous masque est fixé à 255.255.255.128

La valeur 128 permet de spécifier deux sous réseaux de 126 machines (le 0 ne pouvant être utilisé).

**Remarque :** les adresses finissant par .0 ou par .255 sont réservées dans toutes les classes d'IP, sauf en cas de sous réseau on ne peut pas les utiliser.



## II.6/ Nommage et DNS

L'adressage IP a permis de distinguer chaque machine dans un WAN, mais la numérotation étant peu explicite pour l'homme, il a été décidé de mettre en place une base de donnée réalisant l'association entre une adresse IP et le nom d'une machine.

Ce système a été appelé le *DNS* où *Domain Name System*.

Le DNS est hiérarchisé de sorte que chaque adresse est unique.

Exemple la machine 1 de la salle s'appelle F103-1-W2K elle est rattachée au domaine deck son nom étendu est donc F103-1-W2K.deck.

Le domaine Deck est lié au domaine de l'académie de strasbourg, lui même issu du domaine français :F103-1-W2K.deck.ac-strasbourg.fr

## II.7/ Routage d'une information sur Internet

Les *routeurs* sont les dispositifs permettant de "choisir" le chemin que les datagrammes vont emprunter pour arriver à destination. En principe il suffit d'une machine ayant plusieurs cartes réseaux reliées chacune à un réseau différent.

Toutefois, sur Internet le schéma est beaucoup plus compliqué car le nombre de réseaux est trop important et la structure en arbre ne permet pas de connaître tous les réseaux.

Ainsi, les routeurs fonctionnent grâce à des tables de routage et des protocoles de routage, selon le modèle suivant:

- Le routeur reçoit des datagrammes provenant d'une machine connectée à un des réseaux auquel il est rattaché
- Les datagrammes sont transmis à la couche Internet
- Le routeur regarde l'entête du datagramme
- Si l'adresse IP fait partie du réseau duquel le datagramme provient, le routeur n'a aucune action à accomplir car la machine visé aura en toute rigueur reçu ce même datagramme
- Si l'adresse IP fait partie d'un réseau différent, le routeur consulte sa table de routage, une table qui définit le chemin à emprunter pour une adresse donnée
- Le routeur envoie le datagramme grâce à la carte réseau reliée au réseau sur lequel le routeur décide d'envoyer le paquet

Dans le cas du réseau Internet, la table de routage est créée automatiquement par le routeur.

### Exemple d'une table de routage:

Adr. de destination	Adr. du prochain routeur directement accessible	Interface
194.56.32.124	131.124.51.108	2
110.78.202.15	131.124.51.108	2
53.114.24.239	194.8.212.6	3
187.218.176.54	129.15.64.87	1

Ainsi grâce à cette table, le routeur, connaissant l'adresse du destinataire encapsulé dans le message, va être capable de savoir sur quelle interface envoyer le message (cela revient à savoir quelle carte réseau utiliser), et à quel routeur, directement accessible sur le réseau auquel cette carte

est connectée, remettre le datagramme.

Ce mécanisme consistant à ne connaître que l'adresse du prochain maillon menant à la destination est appelé *routage par sauts successifs* (en anglais *next-hop routing*).

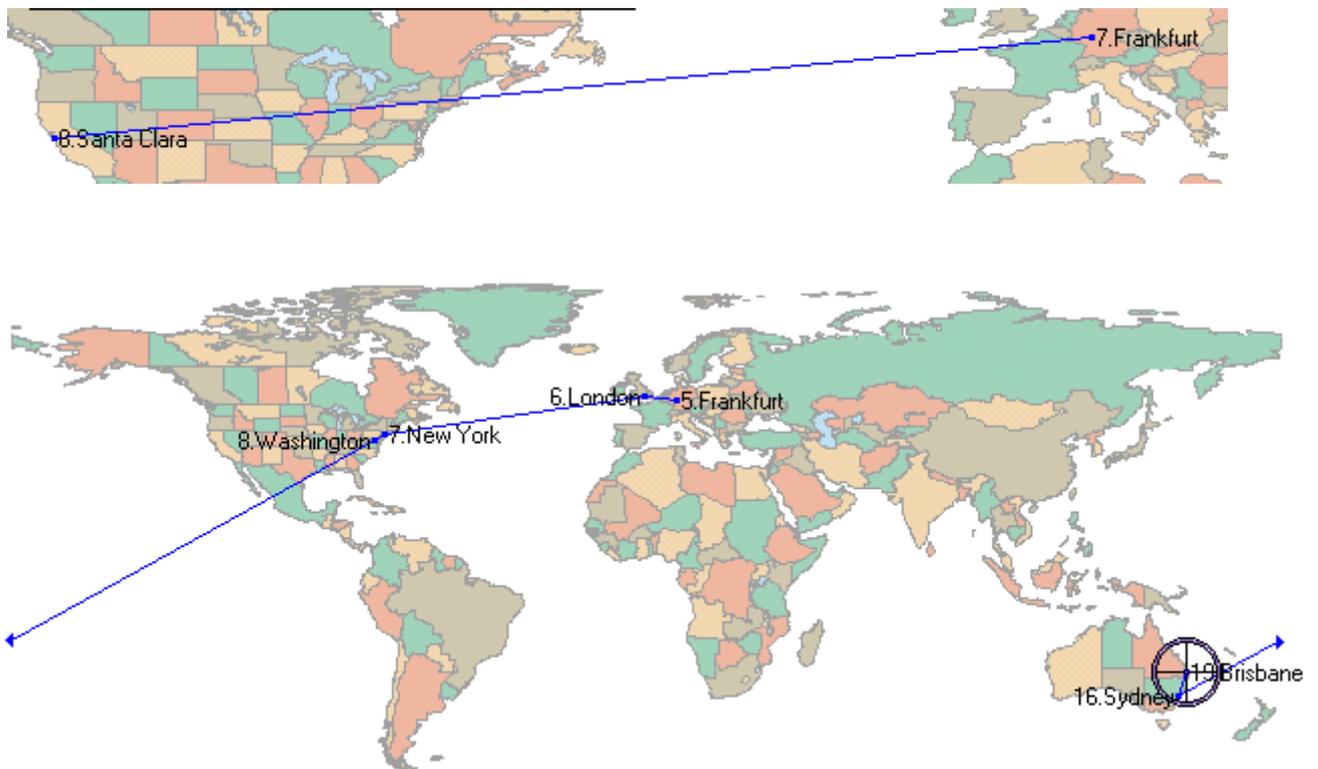
## PRENONS UN EXEMPLE CONCRET

Je souhaite à partir de mon poste (IP : 150.1.1.2) accéder au site [www.google.com](http://www.google.com).

Après avoir saisi l'adresse sur mon navigateur le DNS identifie l'adresse IP du site 216.239.53.101. Cette adresse est transmise au serveur PROXY de mon fournisseur d'accès

Bond	Adresse IP	Nom du noeud	Emplacement	ms	Réseau
0	150.1.1.2	NORBERT	*		Japan Network Information Center J.
1	195.93.79.166	rt-frto01.proxy.aol.com	...	1253	AOL Inc
2	195.93.79.252	accessf2-fr-G7-1-1.proxy.aol.c	...	1274	AOL Inc
3	66.185.149.229	pop2-fr-P6-0.atdn.net	...	1205	AOL Transit Data Network ATDN
4	66.185.139.18	bb2-fr-P5-0.atdn.net	...	1191	AOL Transit Data Network ATDN
5	66.185.139.51	pop4-fr-P1-0.atdn.net	...	1246	AOL Transit Data Network ATDN
6	66.185.147.118	CandW-FRR.atdn.net	...	1108	AOL Transit Data Network ATDN
7	166.63.194.62	bcr2.Frankfurt.cw.net	Frankfurt, Germany	1133	Cable & Wireless USA CW-NETCS2
8	208.172.146.100	dcr2-loopback.SantaClara.cw.r	Santa Clara, CA, USA	1445	Cable & Wireless CW-10BLK
9	208.172.156.214	bhr2-pos-0-0.SantaClarasc3.c	Santa Clara, CA, USA	1460	Cable & Wireless CW-10BLK
10	216.33.153.188	csr01-ve241.sntc03.exodus.ne	Santa Clara, CA, USA	1427	Cable & Wireless LEGACY-8
11	64.68.64.210	google-exodus.exodus.net	-	1357	Cable & Wireless SC3-1
12	216.239.48.126	-	...	1335	Google Inc. GOOGLE
13	216.239.48.242	-	...	1260	Google Inc. GOOGLE
14	<b>216.239.53.101</b>	<b>www.google.com</b>	...	1205	Google Inc. GOOGLE

Temps aller-retour pour [www.google.com](http://www.google.com). moyenne = 1205ms. min = 432ms. max = 2894ms -- 18 fév 03 10:13:54



lequel le transmet après plusieurs saut de routeurs vers un routeur à Frankfort puis à Santa Clara. Après 14 sauts et 8s (aller-retour) la liaison avec Google est atteinte.

Exemple d'une connexion à <http://www.apnic.net> (organisme qui gère les noms de domaine pour l'Asie) réalisée en 13s pour 32000km

### III/ LES BUS INDUSTRIELS

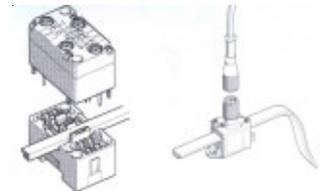
De plus en plus la communication numérique est intégrée dans les milieux industriels ou domestiques (domotique, électronique embarquée dans les voitures, etc...). Les principes énoncés précédemment restent valables aussi pour ces bus.

Nom	Distance max	Vitesse	Nbre de participants	Structure
PROFIBUS	1200m	12Mbit max	122 modules	ligne
ASI	100m	170kbit/s	31 modules	ligne arbre étoile
CAN	1Mbit/s sur 40m à 20kbit/s à 1000m			ligne

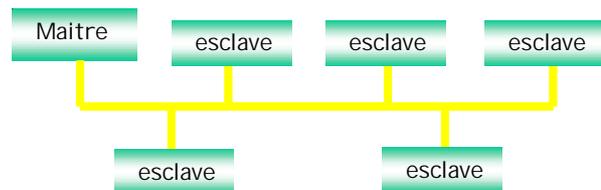
#### III.1/ Tableau comparatif

#### III.2/ Exemple du bus ASI (Actuator Sensor Interface)

Le bus ASI a été développé pour faciliter la connexion des éléments d'E/S des automatismes. Ces derniers (capteurs, préactionneurs, afficheurs...) se connectent par deux fils vampires sur le bus et peuvent donc remplir leur fonction grâce à une prise en charge des données transmises à une carte maîtresse gérée par le système de gestion des données (API, Ordinateur, etc...).

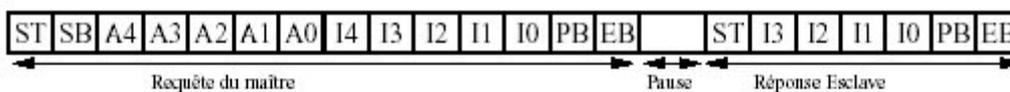
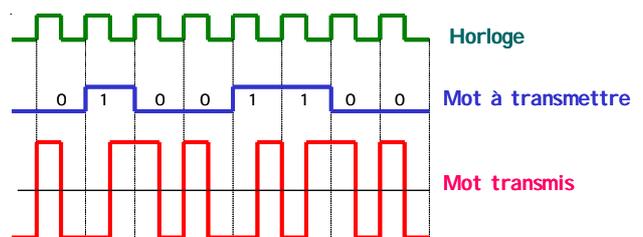


Le bus peut recevoir des capteurs/ actionneurs intelligents conçus pour l'ASI ou des cartes esclaves pouvant recevoir des capteurs/actionneurs standards. Au total on peut raccorder 31 éléments esclaves au format ASI.



L'information numérique transmise sur le bus est codé de la manière suivante :

Le réseau ASI est un réseau Maître/ Esclave. La scrutation systématique de tous les esclaves à lieu à chaque cycle. La période de scrutation est au maximum de 5 ms avec 31 esclaves.

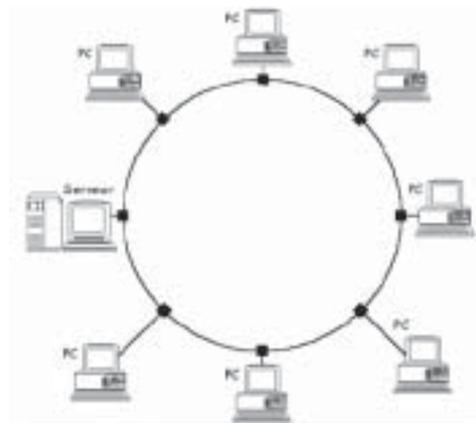
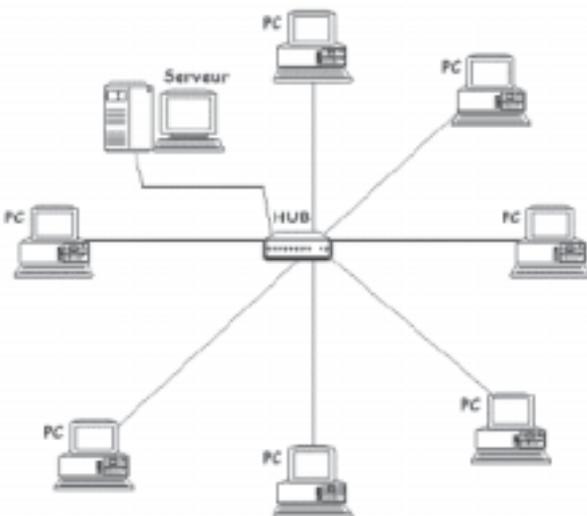
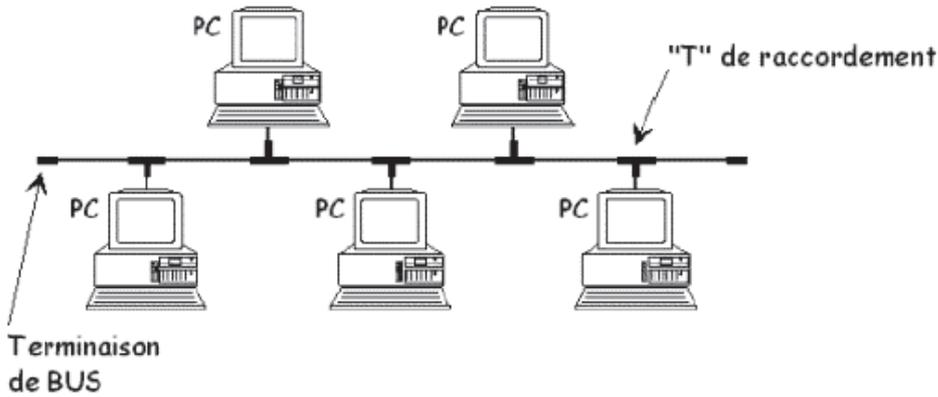
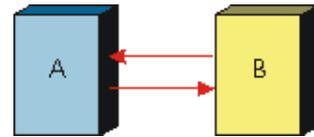
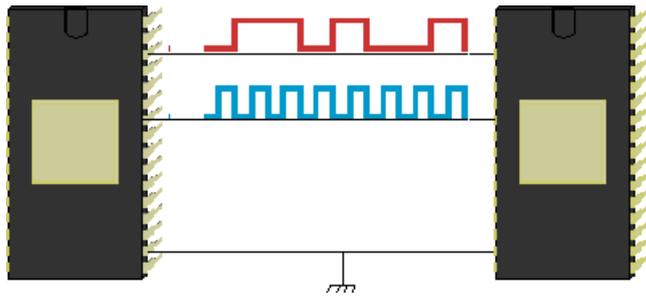
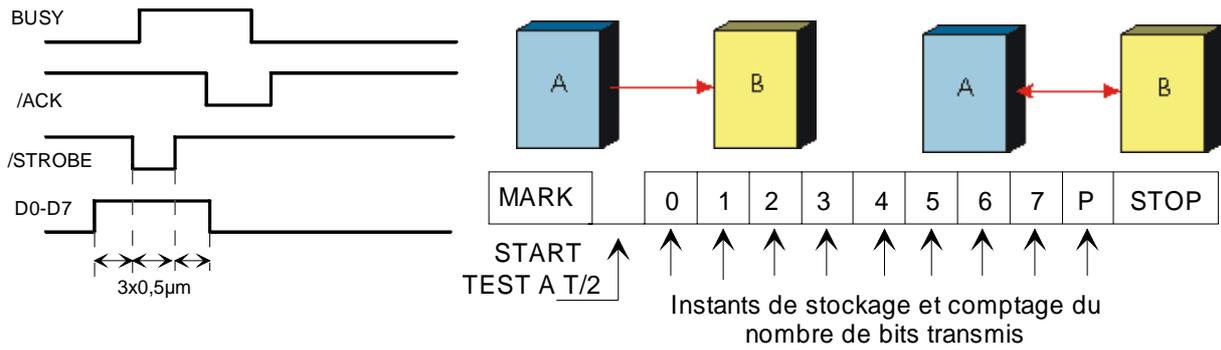


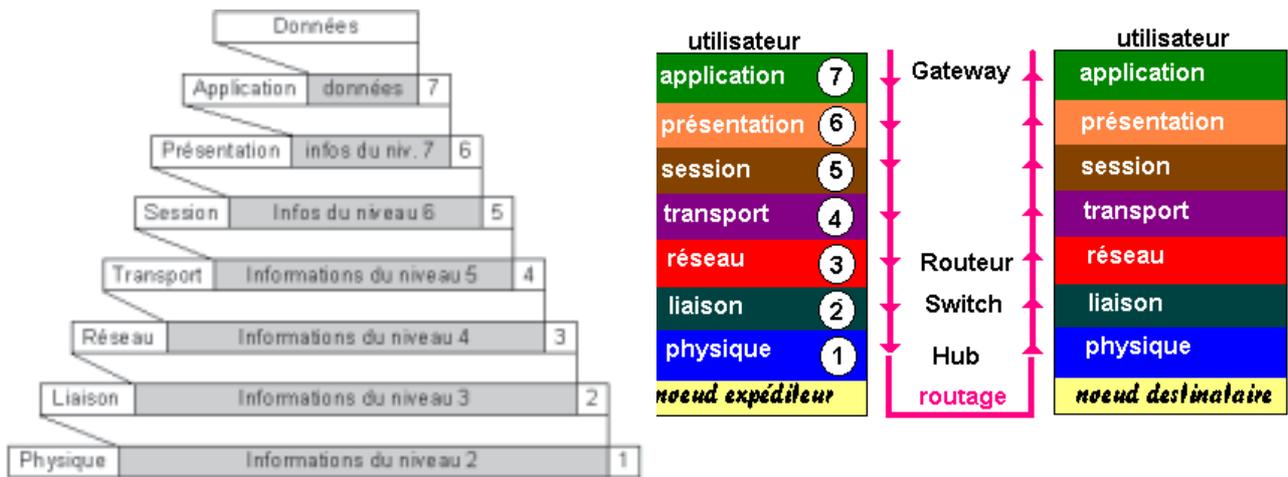
- ST : Bit de Start
- SB : Bit de contrôle
- A4...A0 : Adresse des esclaves
- I4...I0 : Informations
- PB : Bit de Parité
- EB : Bit de Stop

vante:

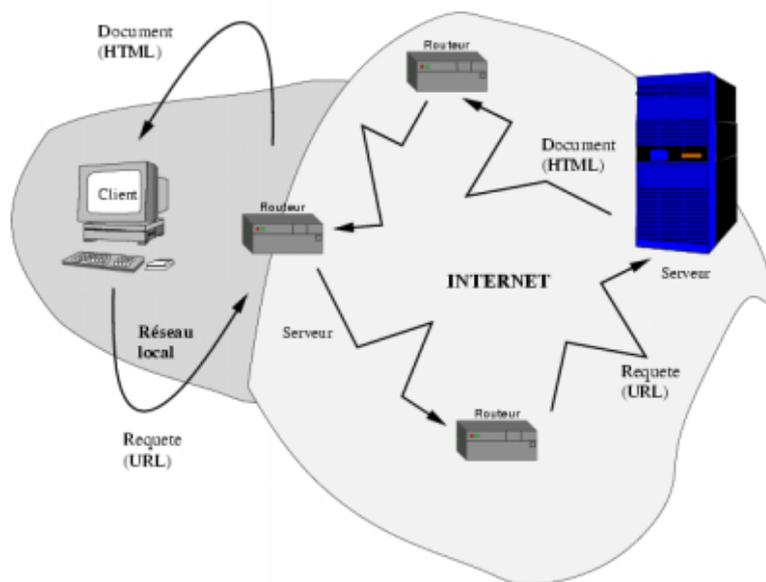
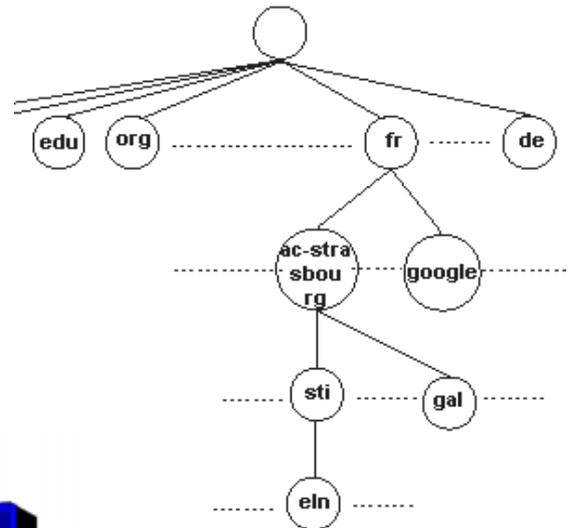
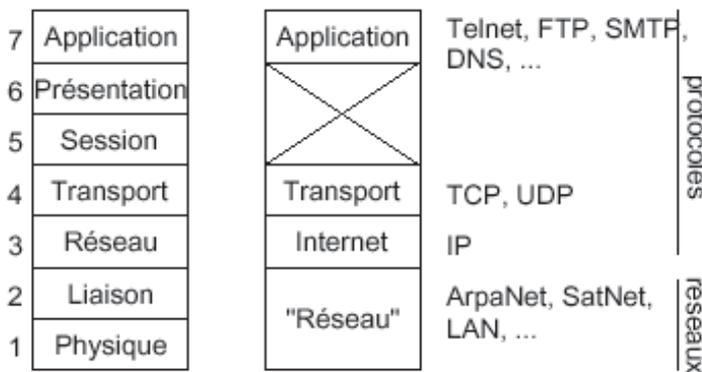
Un échange a la structure sui-

La trame a une longueur de 14 bits avec une adresse sur 5 bits et 5 bits de données.





Classe	Adresse mini	Adresse maxi	Nbr Réseau	Nbr machines
A	1.x.y.z	127.x.y.z	127	16777216
B	128.0.x.y	191.255.x.y	16384	65536
C	192.0.0.x	223.255.255.x	2097152	256



Bond	Adresse IP	Nom du noeud	Emplacement	ms	Réseau
0	150.1.1.2	NORBERT	*		Japan Network Information Center J.
1	195.93.79.166	rt-firto01.proxy.aol.com	...	1253	AOL Inc
2	195.93.79.252	accessf2-fr-G7-1-1.proxy.aol.c	...	1274	AOL Inc
3	66.185.149.229	pop2-fr-P6-0.atdn.net	...	1205	AOL Transit Data Network ATDN
4	66.185.139.18	bb2-fr-P5-0.atdn.net	...	1191	AOL Transit Data Network ATDN
5	66.185.139.51	pop4-fr-P1-0.atdn.net	...	1246	AOL Transit Data Network ATDN
6	66.185.147.118	CandW-FRR.atdn.net	...	1108	AOL Transit Data Network ATDN
7	166.63.194.62	bcr2.Frankfurt.cw.net	Frankfurt, Germany	1133	Cable & Wireless USA CW-NETCS2
8	208.172.146.100	dcr2-loopback.SantaClara.cw.t	Santa Clara, CA, USA	1445	Cable & Wireless CW-10BLK
9	208.172.156.214	bhr2-pos-0-0.SantaClaras3.c	Santa Clara, CA, USA	1460	Cable & Wireless CW-10BLK
10	216.33.153.188	csr01-ve241.sntc03.exodus.ne	Santa Clara, CA, USA	1427	Cable & Wireless LEGACY-8
11	64.68.64.210	google-exodus.exodus.net	-	1357	Cable & Wireless SC3-1
12	216.239.48.126	-	...	1335	Google Inc. GOOGLE
13	216.239.48.242	-	...	1260	Google Inc. GOOGLE
14	<b>216.239.53.101</b>	www.google.com	...	1205	Google Inc. GOOGLE

Temps aller-retour pour www.google.com. moyenne = 1205ms. min = 432ms. max = 2894ms -- 18 fév 03 10:13:54

