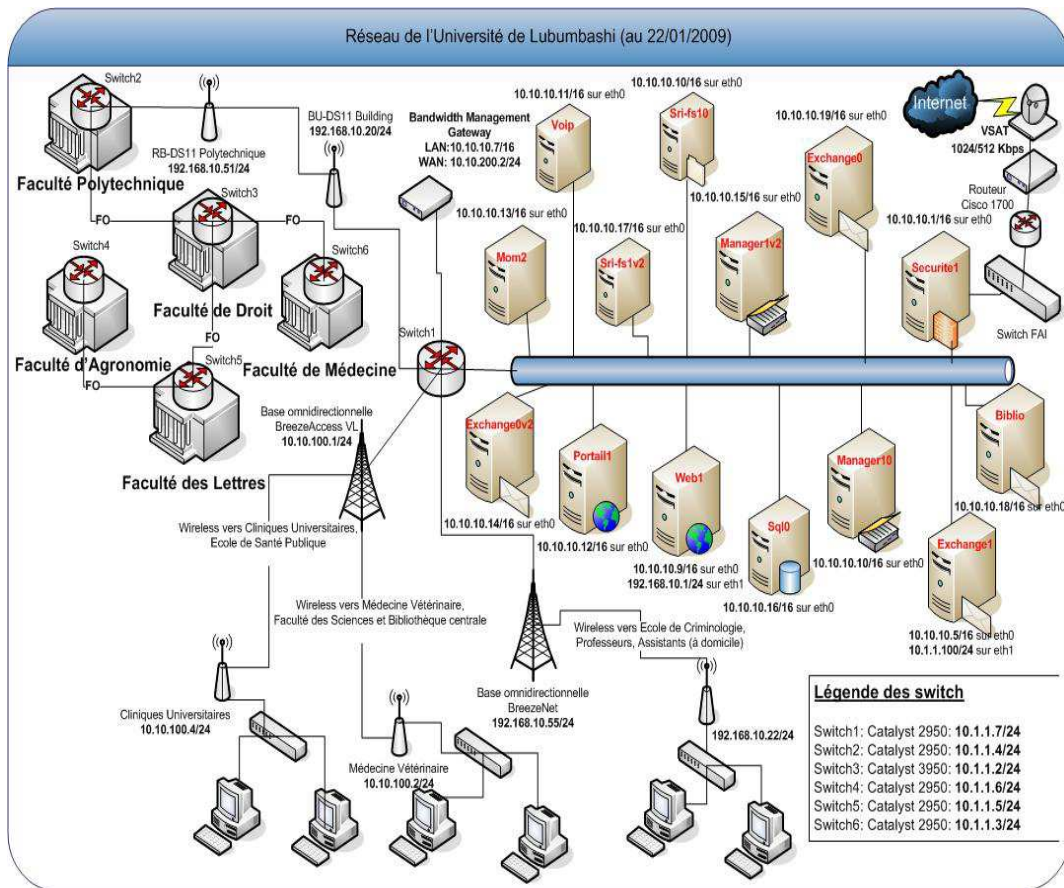


RESEAUX



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	2
2. CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES D'UN RESEAU.....	2
3. LE MODELE OSI (Open System Interconnection).....	4
4. LES TOPOLOGIES DES RESEAUX.....	5
5. RESEAU ETHERNET ET INTERNET, ADRESSAGE IP	6
6. LA TRAME ETHERNET	9
7. AUTRES EXEMPLES DE RESEAUX : Réseaux industriels et bus de terrain.....	9

1. INTRODUCTION

Il y a partage de l'intelligence , des données et des capacités matérielles au sein de réseaux

L'actualité, le « cloud computing » ou informatique en nuage (fig.1)

Le *cloud computing* est l'accès via un réseau de télécommunications, à la demande et en libre-service, à des ressources informatiques partagées configurables.

Les consommateurs peuvent l'utiliser en libre service via un réseau informatique, le plus souvent Internet. Les caractéristiques techniques du nuage ne sont pas connues du consommateur.

Le **cloud computing** est une manière de fournir et d'utiliser des systèmes informatiques, basés sur les *nuages* (*cloud* en anglais) comme - un parc de machines, un espace de stockage, des logiciels - maintenus par un fournisseur.

Avantages :

- Le *cloud computing* permet d'effectuer des économies, notamment grâce à la mutualisation des services sur un grand nombre de clients.
- L'accès aux données peut se faire de n'importe où.

Inconvénients :

- Les entreprises perdent la maîtrise de l'implantation de leurs données et l'utilisation des réseaux publics, dans le cas du *cloud* public, entraîne des risques liés à la sécurité du *cloud* (piratages de données).
- Le client d'un service de *cloud computing* devient très dépendant de la qualité du réseau pour accéder à ce service.
- Les questions juridiques se posent notamment par l'absence de localisation précise des données du *cloud computing*.

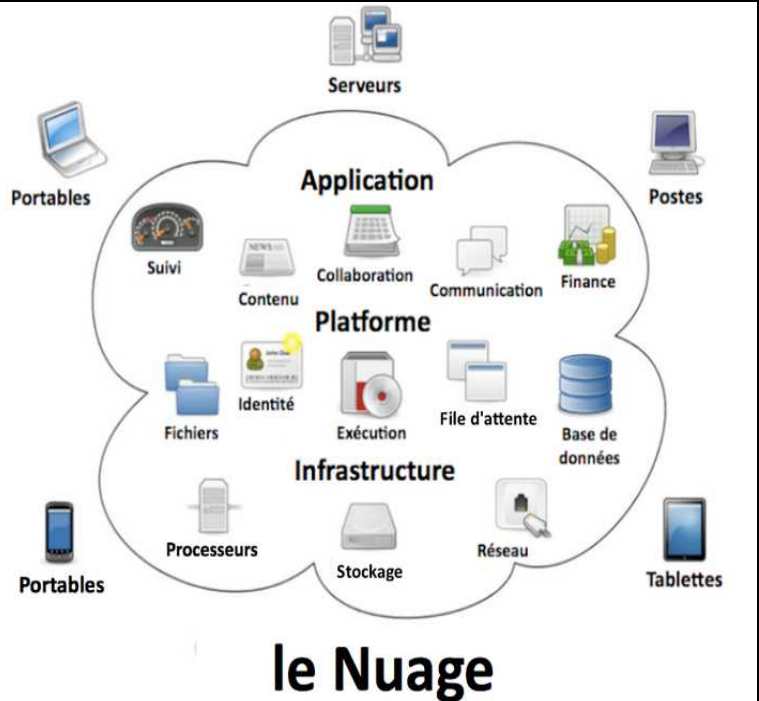


Fig. 1 Le « cloud computing »

2. CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES D'UN RESEAU

2.1. Taille d'un réseau : LAN, MAN, WAN (fig2)

Les informations à échanger entre les diverses parties d'un système peuvent se situer au niveau :

- des composants électroniques eux-mêmes et de périphériques proches (bureau, bâtiment, atelier... **LAN Local Area Network** typiquement Ethernet),
- d'éléments plus lointains à l'échelle d'une ville (**MAN Métropolitain Area Network**),
- ou d'éléments très éloignés (différentes usines d'une entreprise, monde entier... **WAN Wide Area Network** typiquement Internet).

2.2. Les temps d'échanges (fig.2)

De l'ordre de la nanoseconde entre le processeur et le stockage de masse de type RAM, ils passe à la milliseconde entre les périphériques d'un réseau local (LAN) et prend quelques dizaines de millisecondes lors d'échanges entre des serveurs situés à plusieurs milliers de km de distance (WAN).

TP : Utiliser dans une console CMD les commandes :

- « ping www.site.choisi »
- « tracert www.site.choisi »

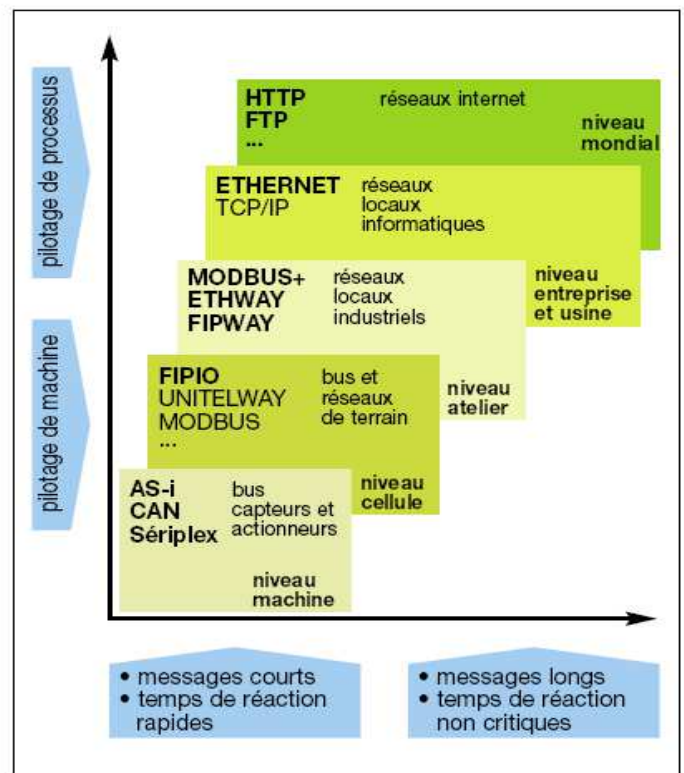
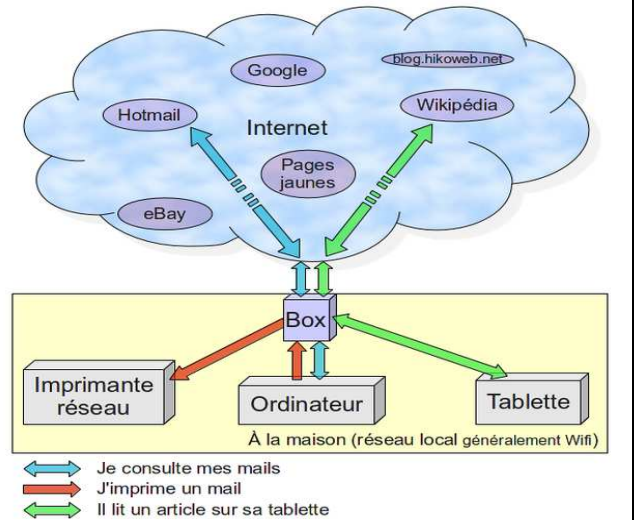


Fig.2 Niveaux et caractéristiques essentielles d'un réseau

2.3. Découpage fonctionnel

Un réseau peut être classé en fonction de son utilisation et des services qu'il offre. Ce découpage recoupe également la notion d'échelle. Ainsi, pour les réseaux utilisant les technologies Internet (famille des protocoles TCP/IP), la nomenclature est la suivante :

- Intranet : le réseau interne d'une entité organisationnelle
- Extranet : le réseau externe d'une entité organisationnelle
- Internet : le réseau des réseaux interconnectés à l'échelle de la planète



2.4. La nature et le découpage des informations

Elle est différente selon la distance.

- Sur de courtes distances il s'agit de bits, d'octets, de mots, de caractères ou de messages courts.
- Sur de longues distances les messages s'allongent, on transfère des fichiers complets. Ils sont segmentés par paquets, le chemin de chaque paquet peut-être différent entre la source et le destinataire (routage).

3. LE MODELE OSI (Open System Interconnection)

Le modèle OSI (de l'anglais Open Systems Interconnection) est un standard de communication, en réseau, de tous les systèmes informatiques. C'est un modèle de communications entre ordinateurs qui décrit les fonctionnalités nécessaires à la communication et l'organisation de ces fonctions.

3.1. Les 7 couches du modèle OSI

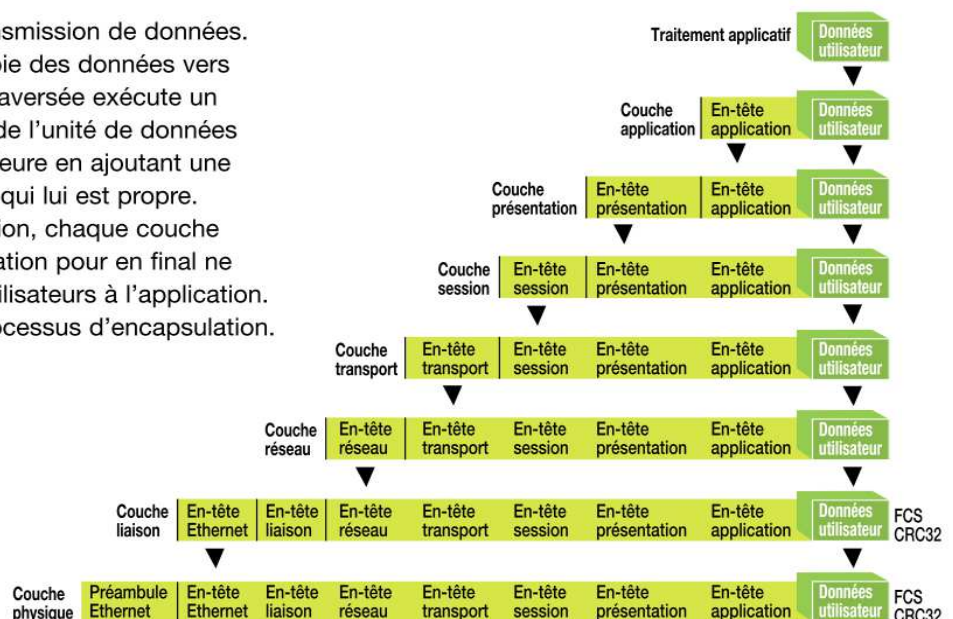
Modèle OSI			
	Type de Donnée	Couche	Fonction
Couches Hautes	Donnée	7. Application	Point d'accès aux services réseaux
		6. Présentation	Gère le chiffrement et le déchiffrement des données applicatives (conversion en chaîne d'octets transportés par les couches 1 à 5).
		5. Session	Gère les sessions entre les différentes applications, la synchronisation des échanges et les « transactions ». Elle permet l'ouverture et la fermeture de session.
	Segments	4. Transport	Connexion bout à bout, connectabilité et contrôle de flux. (programmes en cours d'exécution).
Couches Matérielles	Paquet / Datagramme	3. Réseau	Détermine le parcours des données (routage) et l'adressage logique (Adresse IP pour TCP /IP))
	Trame	2. Liaison	Contrôle de la liaison, protocole, format de la trame, CRC. Adressage physique, de la machine (Adresse MAC)
	Bit	1. Physique	Transmission des signaux sous forme binaire. Elle correspond à la nature de l'information, électrique ou optique, et à son mode de codage du « 0 » et « 1 ».

3.2. Transmission de données dans le domaine OSI

La figure ci-dessous montre un exemple de la façon dont les données peuvent être transmises selon le modèle OSI.

■ L'encapsulation

C'est un mécanisme de transmission de données. Lorsqu'une application envoie des données vers le réseau, chaque couche traversée exécute un processus d'encapsulation de l'unité de données fournie par la couche supérieure en ajoutant une entête, voire une remorque, qui lui est propre. Réciproquement à la réception, chaque couche exécutera une désencapsulation pour en final ne restituer que les données utilisateurs à l'application. La figure 7 matérialise le processus d'encapsulation.



4. LES TOPOLOGIES DES RESEAUX

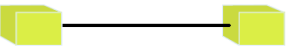
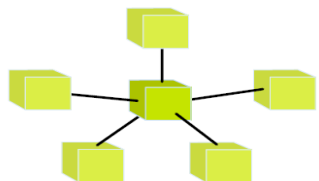
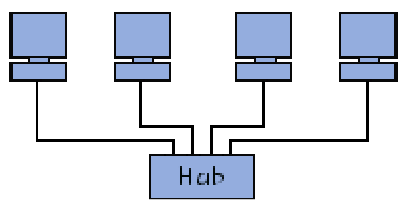

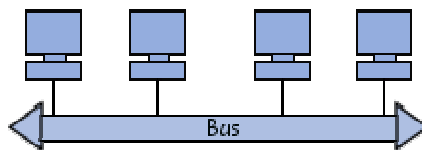
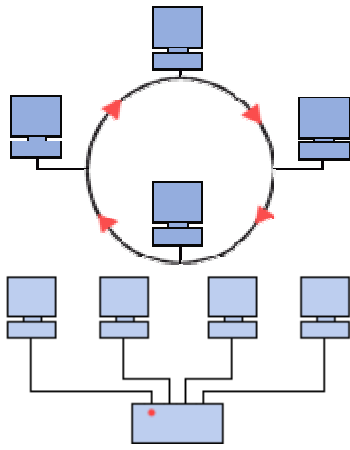
Il existe 2 modes de propagation classant ces topologies :

Mode point à point (par exemple topologie en étoile ou maillée)

Dans ce mode, le support physique ne relie qu'une paire d'unités seulement. Pour que deux unités réseaux communiquent, elles passent obligatoirement par un intermédiaire (le nœud).

Mode de diffusion (par exemple topologie en bus ou en anneau)

Ce mode de fonctionnement consiste à n'utiliser qu'un seul support de transmission. Le principe est que le message est envoyé sur le réseau, ainsi toute unité réseau est capable de voir le message et d'analyser selon l'adresse du destinataire si le message lui est destiné ou non.

Mode point à point (LAN réseau local)	Mode de diffusion (Bus)
<p>Point à point </p> <p>Etoile </p> 	<p>Bus </p> 
<p>La topologie en étoile est une extension d'un réseau point à point entre 2 machines. L'équipement central est un concentrateur (hub) ou plus souvent sur les réseaux modernes, un commutateur (switch)) qui relie tous les nœuds. Il constitue un point unique de défaillance : une panne à ce niveau rend le réseau totalement inutilisable. Le réseau Ethernet est un exemple de topologie en étoile.</p>	<p>Dans une topologie en bus tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câble, généralement coaxial pour une liaison série. Le mot « bus » désigne la ligne physique qui relie les machines du réseau.</p> <p>Une topologie en bus est l'organisation la plus simple d'un réseau. Les réseaux industriels de taille réduite sont sur ce principe.</p>
Mode de diffusion (anneau / Token ring)	
	<p>Dans un réseau possédant une topologie en anneau, les ordinateurs communiquent chacun à leur tour de proche.</p> <p>Token ring (anneau à jeton) : C'est un jeton (un paquet de données), qui détermine quel ordinateur a le droit d'émettre des informations pendant un temps déterminé, après lequel le jeton est remis à l'ordinateur suivant.</p> <p>En réalité, les ordinateurs ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un répartiteur (appelé MAU, <i>Multistation Access Unit</i>) qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en impartissant à chacun d'entre eux un temps de parole.</p>

Réseau sans fil (WIFI) :

Le réseau sans fil est une alternative efficace au réseau Ethernet pour partager imprimantes, scanners et connexions haut débit. Le réseau WLAN se révèle plus économe en coût et en temps d'installation que les câbles et permet une mobilité des appareils connectés au réseau.

Le réseau sans fil ne requiert par ailleurs qu'un point accès sans fil, directement connecté à Internet via un routeur. La connectivité « point à point » directement entre machines est possible.

5. RESEAU ETHERNET ET INTERNET, ADRESSAGE IP

5.1 Architecture matérielle

Un **réseau Ethernet** permet d'interconnecter à courtes distances des ordinateurs ou du matériel équipé d'une carte réseau. C'est un **réseau local (échelle LAN)**.

Le **réseau Internet** permet d'échanger des informations à grande distance (**échelle WAN**), par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique reliée à un **modem (56kB/s maxi)** ou d'un **routeur ADSL** (Livebox, freebox...).

On peut relier ces deux réseaux par une **passerelle ou proxy**.

Matériel et vocabulaire :

Il est important de distinguer les différents matériels utilisés, leur nom et leur rôle et performances.

<p>Câble réseau / RJ 45</p> <p>Câble 8 conducteurs utilisé en câblage informatique.</p>		<p>En 10/100 Mbit/s, seules quatre broches 1-2 et 3-6 sont utilisées. En 1 000 Mbit/s (1 Gbit/s), les 8 broches sont utilisées. Entre un PC et un concentrateur (hub) ou un commutateur (switch), on utilise un câble droit. Entre deux PC, un câble croisé doit être utilisé. c'est-à-dire que la paire de transmission d'un côté est connectée aux broches de réception de l'autre côté.</p>
<p>Carte réseau (Ethernet)</p> <p>Interface entre la machine (PC, imprimante, API...) et le réseau).</p>		<p>Les débits standard Ethernet sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 Mbit/s ; • 100 Mbit/s (Fast Ethernet) ; • 1 000 Mbit/s ou 1Gbit/s (gigabit Ethernet) ; • 10 000 Mbit/s (10 gigabit Ethernet). <p>Les cartes réseau peuvent communiquer en half duplex, dans ce cas, une carte peut seulement émettre ou recevoir des informations à un instant donné. Le mode full duplex permet à une carte réseau d'émettre et recevoir simultanément.</p>
<p>Concentrateur ou Hub</p> <p>Concentre les transmissions de plusieurs équipements sur un même support dans un réseau informatique local. Pas d'accès direct à internet.</p>	 <p style="text-align: center;">Hub 8 ports</p>	<p>En utilisant un hub, chaque équipement partage le même domaine de diffusion et de collision. Une seule des machines connectées peut transmettre à la fois sinon une collision se produit, les machines concernées doivent retransmettre leurs trames.</p>
<p>Commutateur ou Switch</p> <p>Il aiguille la trame, en fonction de l'adresse de destination de cette trame. Il peut être configuré pour un accès direct à internet.</p>	 <p style="text-align: center;">Switch 24 ports</p>	<p>Il a la même apparence qu'un concentrateur, mais contrairement à un concentrateur, un commutateur ne reproduit pas sur tous les ports chaque trame qu'il reçoit : il sait déterminer sur quel port il doit l'envoyer, en fonction de l'adresse de destination de cette trame.</p>
<p>Passerelle (Gateway) Modem / Routeur / BOX</p> <p>Relie le réseau local Ethernet (LAN) au réseau étendu Internet (WAN)</p>		<p>FREEBOX Révolution (Serveur)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Port ligne pour ADSL2+ / VDSL2 2. Port optique pour Fibre Optique 3. Switch Gigabit Ethernet 4 ports 4. Line In et Line Out audio type jack 5. Hub USB x2 et eSATA 6. Hauts parleurs Stéréo

5.2 Organisation et paramètres de configuration d'une liaison

5.2.1 Adresse IP

Chaque élément ou machine doit posséder sa propre adresse au sein du réseau.

L'adresse IP d'une machine, est formée de 32 bits ou 4 octets et doit être unique sur le réseau auquel elle est reliée.

On parle ici d'IP V4, l'évolution vers l'IP V6 128 bits ou 16 octets est en cours, l'IPV4 étant saturée dès 2011.

Une adresse IP est formée de 2 parties ou ID

- l'identificateur réseau **Net ID (partie haute 1 à 3 octets à gauche selon la classe du réseau)**
- l'identificateur machine **Host ID (partie basse)**

5.2.2 Adresses particulières

Lorsque tous les bits de la partie HostID sont à 1, l'adresse obtenue est l'**adresse de diffusion (ou broadcast)**.

Il s'agit d'une adresse spécifique, permettant d'envoyer un message à toutes les machines situées sur le réseau spécifié par le NetID. *Exemple : voir les ordinateurs proches du mien*

Enfin, l'adresse **127.0.0.1** est appelée **adresse de rebouclage** (en anglais **loopback**), car elle désigne la **machine locale** (en anglais *localhost*). *Exemple : ping 127.0.0.1 permet le test de la carte réseau*

5.2.3 Classes d'adresses

Pour un réseau local on peut choisir l'adresse machine dans un certain nombre de plages appelé **classe de réseau**. Ces adresses sont dites publiques car tout le monde peut les utiliser à souhait au sein d'un réseau local.

On choisira entre ces 3 classes suivant l'importance du réseau.

Classe	Nombre de réseaux possibles	Nombre de machines adressables	Adresse IP
A	1	16777214	$\underbrace{00001010}_{\text{ID réseau}} \underbrace{\text{XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX}}_{\text{ID machine}}$ De 10.0.0.1 à 10.255.255.254
B	16	65534	$\underbrace{10101100 0001\text{XXXX}}_{\text{ID réseau}} \underbrace{\text{XXXXXXXX XXXXXXXX}}_{\text{ID machine}}$ de 172.16.0.1 à 172.31.255.254
C	256	254	$\underbrace{11000000 10101000}_{\text{ID réseau}} \underbrace{\text{XXXXXXXX XXXXXXXX}}_{\text{ID machine}}$ de 192.168.0.1 à 192.168.255.254

Calculs du nombre de machines adressables selon la classe de l'adresse :

- classe A, HostID de 3 octets, on peut adresser $(256 * 256 * 256) - 2$ machines, soit 16777214.
- classe B, HostID de 2 octets, on peut adresser $(256 * 256) - 2$ soit 65534 machines.
- classe C, HostID d'un octet : $256 - 2$, soit 254 machines.

Le modem / routeur joue le rôle de passerelle.

⇒ Par défaut, l'ID machine « 0 » est celle du réseau local ou sous réseau, elle ne peut pas être utilisée par une machine.

⇒ Si la partie « ID réseau » est à « 0 », on trouve l'adresse de la machine sur le réseau.

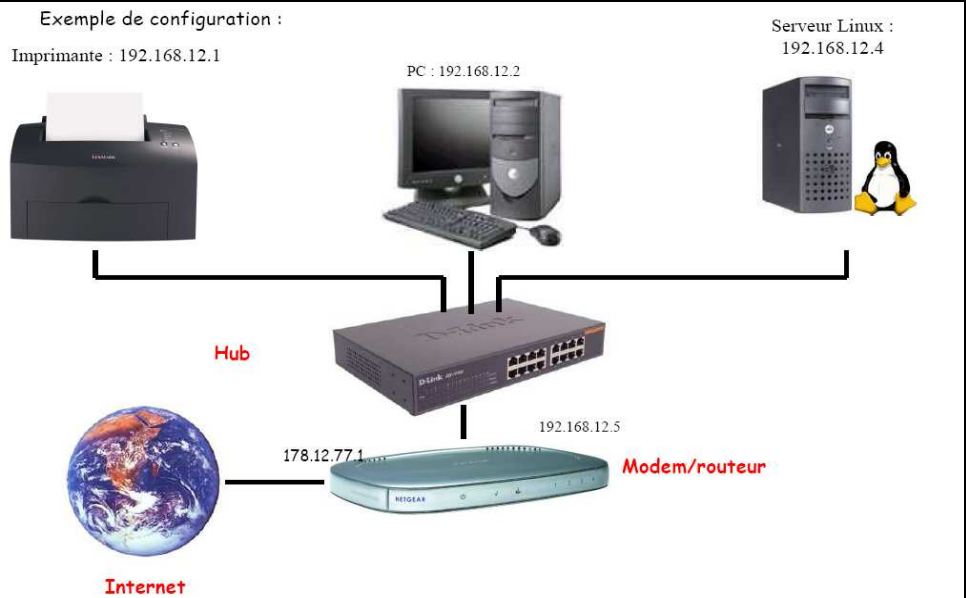
La figure ci contre montre les paramètres d'une suite de protocoles TCP/IP sous Windows XP. TCP/IP est le protocole utilisé sur Ethernet.

Pour établir une communication sur un réseau local il y a 2 paramètres essentiels :

- L'adresse IP
- Le masque de sous-réseau

Exemple de Réseau Ethernet (LAN) :

- L'ID réseau est : 192.168.12
- L'ID machine ou hôte est :
 - 1 pour l'imprimante
 - 2 pour le PC
 - 4 pour le serveur
 - 5 pour le modem



5.2.4 Masque de sous réseau

Un masque de sous réseau permet de connaître le réseau auquel appartient une machine pour diriger l'information.

Un masque contient des 1 aux emplacements des bits que l'on désire conserver, et des 0 pour ceux que l'on veut annuler. Il suffit de faire un ET logique entre la valeur que l'on désire masquer et le masque afin de garder intacte la partie que l'on désire, et annuler le reste.

Les masques de sous réseau sont les plus souvent les suivants :

Classe	Masque de sous réseau associé	Equivalent binaire
A	255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000
B	255.255.0.0	11111111. 11111111. 00000000. 00000000
C	255.255.255.0	11111111. 11111111. 11111111. 00000000

Résultat avec la fonction ET logique entre le masque et l'adresse machine :

Exemple : soit la machine 192.168.12.1 avec le masque 255.255.255.0

Adresse machine	192.168.12.1	11000000.10101000.00001100.00000001
Masque de sous réseau	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Application d'un et logique	192.168.12.0	11000000.10101000.00001100.00000000

Après l'application du masque, le résultat est **192.168.12.0.**, c'est à dire l'identificateur réseau.

Ex 1 : Deux machines doivent communiquer, la machine 1 d'adresse 192.59.66.200 et la machine 2 d'adresse 192.59.66.17.

- 1) Donner le masque de sous réseau et le résultat du masquage.
- 2) Pourquoi les deux machines peuvent elles communiquer directement ?

Ex 2 : Un réseau est noté 102.0.0.0

- 1) Donner la plage d'adresses IP de ce réseau utilisée pour les machines.
- 2) Déduire le nombre de machines connectables et la classe de ce réseau.
- 3) Fournir le masque réseau et le masque machine.

Solutions

- 1) La plage d'adresses IP peut varier entre 102.0.0.1 et 102.255.255.254
- 2) Soit $256 * 256 * 256 - 2 = 16777214$ possibilités, il s'agit d'un réseau de classe A
- 3) Masque réseau : 255.0.0.0 et masque machine 0.255.255.255.

6. LA TRAME ETHERNET

8 octets	6 octets	6 octets	2 octets	Données	4 octets
Préambule	Adresse destinataire	Adresse expéditeur	Protocole	Données	FCS

Préambule :

Sert à la synchronisation bit et caractère. 7 octets pour le préambule et 1 octet pour le délimiteur sont utilisés pour permettre à l'émetteur et au récepteur de synchroniser leur communication.
Les bits de délimiteur sont toujours 10101011, utilisé pour indiquer que c'est le début de la trame.

Adresse destinataire :

Sur 48 bits, elle est fixée par le constructeur de la carte et elle est unique. Cette adresse est appelée comme adresse MAC ou adresse physique.
Si l'adresse de destinataire est FFFF FFFF FFFF (adresse de diffusion), la trame est envoyée à toutes les machines du réseau.

Protocole :

Sur 16 bits, il s'agit d'un code qui indique le protocole du réseau utilisé au-dessus d'Ethernet.
Ex: 0800 = IP, 0806 = ARP

Données

La taille des données est de 64 octets au moins et 1518 octets au maximum.

FCS

Frame Check Sequence : Code détecteur d'erreurs sur 32 bits permettant de détecter les erreurs de transmission. Il n'y a pas de retransmission en cas d'erreur, la trame est tout simplement ignorée.

7. AUTRES EXEMPLES DE RESEAUX : Réseaux industriels et bus de terrain

7.1. CONTEXTE :

Un réseau industriel fait communiquer entre eux non seulement des PC, mais aussi des automates, des interfaces d'entrée / sortie (capteurs, actionneurs, variateurs, affichage, supervision) et des systèmes complets (ascenseurs, process...).

L'environnement étant perturbé (parasites, CEM) et le niveau de sécurité demandé élevé, ces **réseaux sont « durcis »**. La couche 1 « physique » du modèle OSI doit en tenir compte.

Leur rôle étant de contrôler et d'agir sur des grandeurs évoluant au fil du temps, il s'agit de **systèmes « temps réel »**.

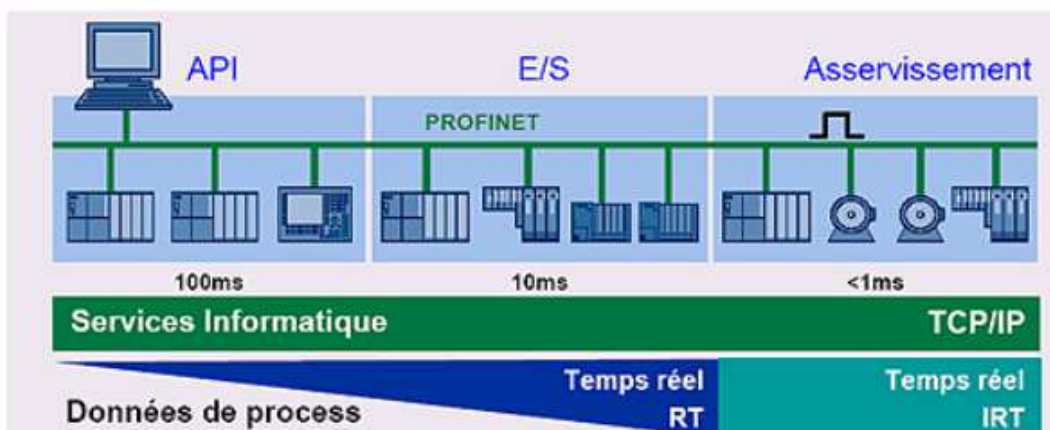
7.2. QUELQUES EXEMPLES :

MODBUS évolution vers MODBUS/TCP avec son encapsulation dans les trames Ethernet

Exemple de trame MODBUS ASCII où chaque caractère est de type ASCII.

Start	Adresse	Fonction	Données	LRC	End
1 caractère	2 caractères	2 caractères	2 caractères	2 caractères	2 caractères

PROFIBUS évolution vers PROFINet



CAN (Contrôle Area Network)

Le bus CAN fonctionne en temps réel. Il est utilisé dans de nombreux domaines : automobile, agricole, industriel (ascenseurs, escaliers roulants, motion control) et médical (rayons X, salles d'opérations). Ce bus de terrain est connu pour être une solution de communication économique et efficace. Un élément maître du réseau coordonne les éléments esclaves. La vitesse de transmission peut atteindre 1 Mbit/s.

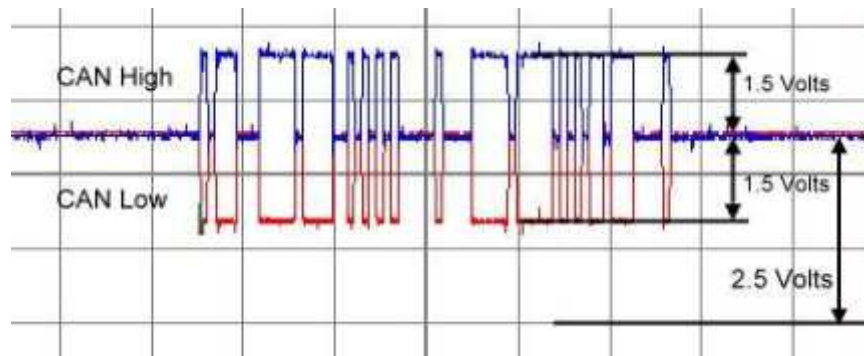
Structure Générale d'une trame CAN

SOF	Champ d'arbitrage	Champ de commande	Champ de données	Champ de CRC	ACK	EOF
1 bit	12 ou 30 bits	6 bits	de 0 à 64 bits	16 bits	2 bits	7 bits

Une trame de données se compose de 7 champs différents :

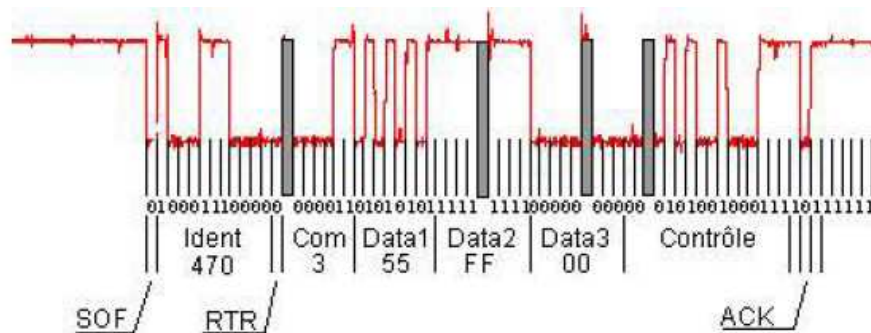
- Le début de trame ou SOF (Start Of Frame) matérialisé par 1 bit dominant (remporte en cas de conflit 0/1),
- Le champ d'arbitrage (identificateur) composé de 12 ou 30 bits fixe le niveau de priorité du message,
- Le champ de commande (ou de contrôle) composé de 6 bits,
- Le champ de données composé de 0 à 64 bits (de 0 à 8 octets),
- Le champ de CRC composé de 16 bits (contrôle d'erreur),
- Le champ d'acquiescement composé de 2 bits,
- La fin de trame ou EOF (End of Frame) matérialisée par 7 bits récessifs (non prioritaire en cas de conflit 0/1).

Les niveaux utilisés entre les deux lignes de la paire pour le CAN « low-speed » sont par rapport à 2,5V :

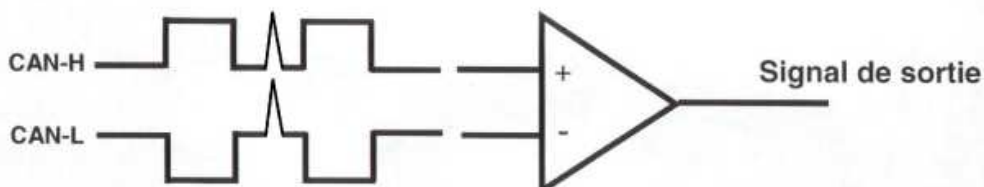


Niveau	CANH <-> masse	CANL <-> masse	CANH <-> CANL
Récessif ou « 1 »	1,75 V	3,25 V	-1,5 V
Dominant ou « 0 »	4 V	1 V	3 V

On dit donc que l'état logique « 0 » est l'état « dominant » et que l'état logique « 1 » est l'état « récessif ». En isolant la lecture sur CAN L on a l'interprétation suivante des bits et octets en hexadécimal.



La lecture en mode différentiel permet de s'affranchir de l'altération du signal par la superposition d'un parasite. Le même parasite apparaît nécessairement sur les deux lignes à la fois car elles se situent dans le même environnement. C'est la différence des signaux qui est prise en compte, donc le résultat n'est pas altéré.



RESEAU EN AUTOMOBILE : BUS CAN / VAN et multiplexage

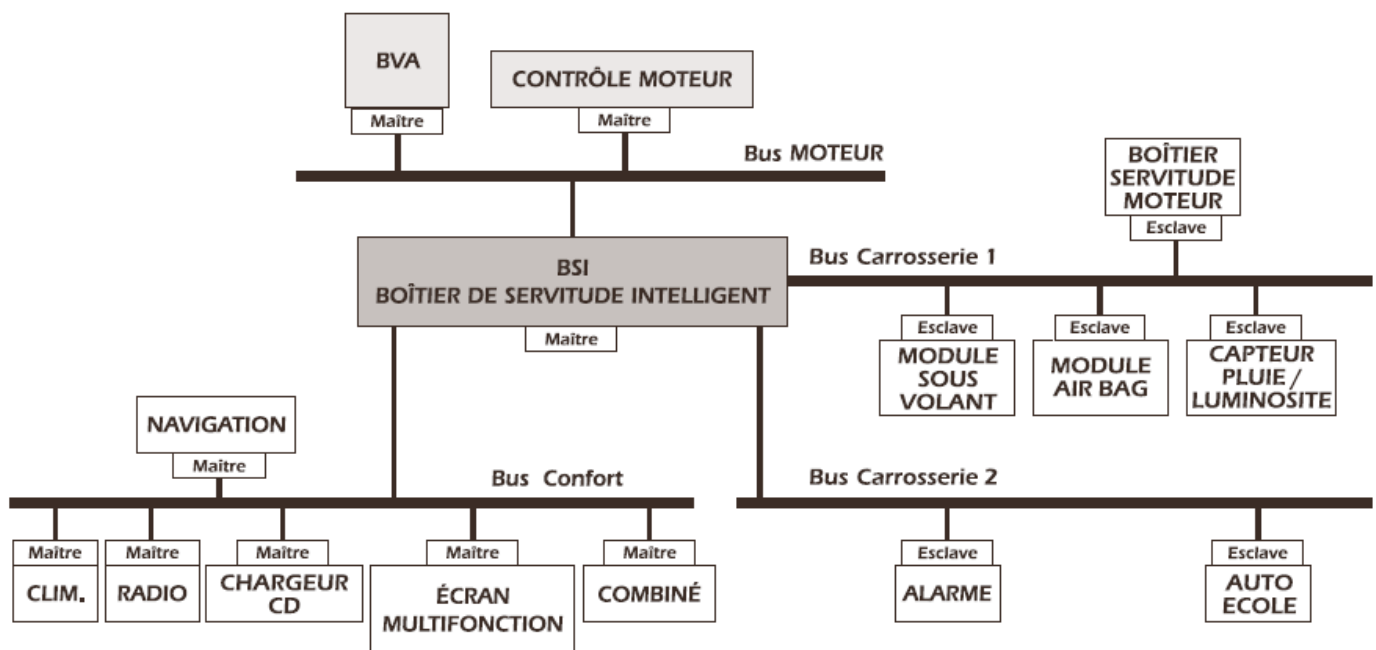
QUELQUES CHIFFRES

- progression du logiciel (1 million de lignes de code en 1990, 100 millions en 2010),
- longueur du câblage (800 m en 1980, 2000 m en 1995),
- plus de 120 moteurs électriques sur un haut de gamme,
- Explosion du coût de l'électronique (25% en 2002, 40 % en 2012).

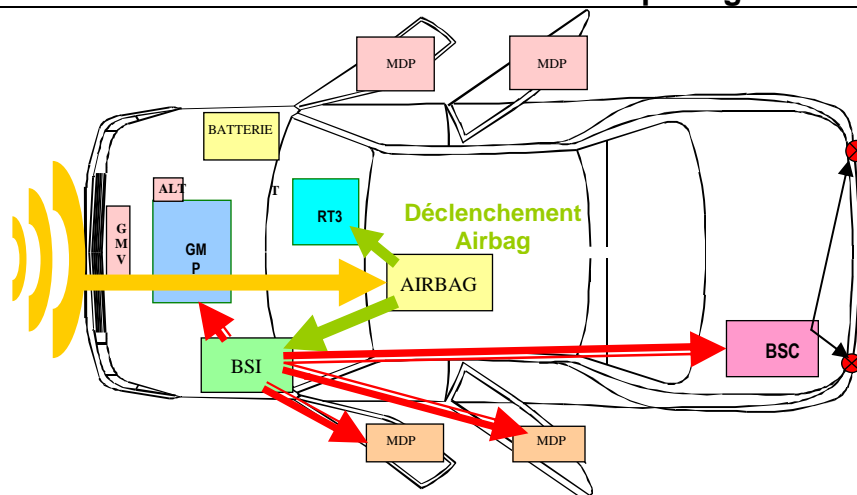
OBJECTIFS :

- Réduire le nombre de fils pour diminuer le poids du câblage dans les véhicules
- Rendre plus facile l'implantation en conception et en montage des nouveaux équipements
- Prise en compte de fonctions complexes.

Apparition de nouvelles prestations grâce au partage des informations circulant sur les réseaux entre les différents calculateurs (ex : *automatisation en fonction de la vitesse du balayage des essuie glaces, allumage automatique des feux en cas de forte décélération...*).



Bus CAN d'une automobile et multiplexage



Exemple d'un choc frontal (doc PSA) :

On diffuse l'information : Coupure alimentation carburant -> décondamnation des portes -> allumage warning -> appel d'urgence GSM > localisation GPS.

Explosion des nouveaux équipements en électricité et électronique (80 % des innovations automobiles).

- Sécurité (ABS / ESP, airbags, ...)
- Environnement (injection électronique, Filtre à Particule)
- Confort (climatisation, aide à la conduite, Accès démarrage mains libre...)
- Communication (télématique, navigation, localisation en cas de détresse, de vol...)
- Contrôle global de châssis, suspension active

Le canal de communication ainsi créé permet de véhiculer des quantités d'informations beaucoup plus importantes.

On l'exploite pour :

- **le paramétrage,**
- **les outils de diagnostics,**
- **le chargement de programmes, etc.**

Ce canal donne accès en tout point de l'installation, non plus seulement aux données de l'unité de contrôle, mais aussi à celles de tout équipement raccordé : capteur, variateur, actionneur, etc.

L'actualité : la voiture « Web connectée »

On estime que 88% des autos en 2025 seront connectées.

Les services correspondent à la localisation, à la recherche de place de parking, aux échanges mains libres (SMS, téléphone) et... à la conduite automatique avec dialogue entre véhicules.