

Réseaux — Chapitres 1-5 : Architecture, Transmission & IP

Aide-mémoire — Fondamentaux Réseaux

May 21, 2026

1 Architecture & Modèles

Types de Réseaux

- **LAN** : zone réduite (entreprise, campus) — admin unique
- **WAN** : zone étendue, interconnexion de LANs
- **Public** : opéré par un opérateur (RTC, Internet)
- **Privé** : réservé à une communauté (SIBTEL, SWIFT)
- **Standard** : ISO, IETF, IEEE | **Propriétaire** : constructeur

Périphériques

- **Finaux (hôtes)** : PC, serveurs, imprimantes, VoIP, caméras, smartphones
- **Intermédiaires** : switch L2, routeur L3, AP, firewall, modem
- Rôles : régénération, routage, QoS, sécurité, redirection

Modèle OSI — 7 Couches

N°	Couche	Fonction / PDU / Exemple
7	Application	Interface utilisateur — HTTP, FTP, DNS
6	Présentation	Format, cryptage, compression — ASCII, JPEG, SSL
5	Session	Gestion dialogue, synchronisation — NetBIOS, RPC
4	Transport	Bout-en-bout, fiabilité — TCP, UDP, SPX
3	Réseau	Adresse logique, routage — IP, IPX, paquet
2	Liaison	Accès média, MAC, trame — Ethernet, PPP, switch
1	Physique	Bits, signal, connecteurs — RJ-45, fibre, hub

Modèle TCP/IP

- **Application** (OSI 5-6-7) — HTTP, SMTP, FTP, DNS
- **Transport** (OSI 4) — TCP (connecté, fiable), UDP (non connecté)
- **Internet** (OSI 3) — IP, ICMP, ARP, routage
- **Accès réseau** (OSI 1-2) — Ethernet, Wi-Fi, PPP

Organismes de Normalisation

- **IEEE** : 802.3 (Ethernet), 802.11 (Wi-Fi), 802.15 (Bluetooth), 802.16 (WiMAX)
- **EIA/TIA** : TIA-568 (câblage), TIA-598 (code couleur fibre), RJ-45
- **ITU-T** : DSL (G.992), compression vidéo, codes pays
- **ICANN / IANA** : adresses IP, DNS, ports TCP/UDP

2 Supports de Transmission

Paires Torsadées

- **UTP** : non blindé, 4 paires, RJ-45, 100m max, Cat5/5e/6/6a
- TIA/EIA-568A et 568B : orange/blanc, orange, vert/blanc, bleu, bleu/blanc, vert, marron/blanc, marron
- **STP** : blindage par paire ou global, meilleure immunité EMI, plus cher
- Avantages : bande passante élevée, full duplex, câblage universel
- Inconvénients : sensible aux interférences, plus de câbles que coaxial

Câble Coaxial

- Structure : âme (cuivre), isolant (diélectrique), blindage, gaine (PVC)
- Débit jusqu'à 10 Mbit/s, longues distances, connecteur BNC
- Peu coûteux, facile à manipuler, immunisé aux parasites

Fibre Optique

- **Monomode** : cœur 9µm, laser, longue distance, très haut débit (10-100G)
- **Multimode** : cœur 50/62.5µm, LED, courte distance (< 550m)
- Avantages : légèreté, immunité totale EMI, faible atténuation, 1-100km
- Connecteurs : SC, ST, LC
- Code couleur : TIA-598-C

Sans Fil — Standards IEEE

- **802.11a** : 54 Mbit/s, 5 GHz
- **802.11b** : 11 Mbit/s, 2,4 GHz
- **802.11g** : 54 Mbit/s, 2,4 GHz
- **802.11n** : 600 Mbit/s, 2,4 & 5 GHz
- **802.11ac** : 1 Gbit/s, 5 GHz
- **802.11ad** : 7 Gbit/s, 60 GHz
- **802.15** : Bluetooth, 3 Mbit/s, 1-100m
- **802.16** : WiMAX, 1 Gbit/s, point-multipoint

Comparatif Cuivre vs Fibre

Critère	Cuivre	Fibre
Bande passante	10M - 10G	10M - 100G+
Distance	1-100m	1-100km
Immunité EMI	Faible	Totale
Risque électrique	Faible	Totale
Coût	Faible	Élevé
Installation	Facile	Spécialisée

3 Concepts de Base de Transmission

Signaux & Données

- **Analogique** : valeurs continues, infinité (voix, image, son)
- **Numérique** : valeurs discrètes, binaire (texte, données)
- **Numérisation** : échantillonnage → quantification → codage (PCM)

Supports Physiques

- **Filaires** : grandeur électrique, câble métallique (cuivre)
- **Aériens** : ondes électromagnétiques, air/vidé (radio, satellite)
- **Optiques** : lumière, fibre de verre (laser, LED)
- Vitesse : son 300 m/s, lumière 300 000 km/s

Équipements de Transmission

- **ETTD** (DTE) : Data Terminal Equipment — PC, routeur, terminal
- **ETCD** (DCE) : Data Communication Equipment — modem, switch, CSU/DSU
- **Circuit de données** : ETTD + ETCD + canal de transmission
- **Modem** : MODulateur-DEModuleur — adaptation signal/support

Types de Liaisons

- **Simplex** : un seul sens (radio, TV, souris → PC, imprimante)
- **Half-duplex** : alternat, pas simultané (talkie-walkie, hub Ethernet)
- **Full-duplex** : simultané bidirectionnel (téléphone, switch, fibre)

Série vs Parallèle

- **Série** : bit par bit, 1 voie, longues distances, USB, RS-232
- **Parallèle** : N bits sur N voies, courte distance, bus interne, DB25
- Problème parallèle : déphasage (skew) sur longue distance

Synchronisation

- **Synchrone** : horloge commune émetteur/récepteur, flux continu, efficace
- **Asynchrone** : pas d'horloge, bits START/STOP par caractère, simple, plus de overhead

Modes de Connexion

- **Commutation Circuit** : ressources dédiées, temps d'établissement, téléphonie
- **Commutation Paquet** : ressources partagées, tampons, engorgement possible (IP, X25)
- **Commutation Cellule** : paquets fixes de 53 octets (ATM), temps réel

Codage, Modulation, Multiplexage

- Num → Num : **Codage** (Manchester, NRZ, 4B/5B, 8B/10B)
- Num → Ana : **Modulation** (ASK, FSK, PSK, QAM)
- Ana → Num : **Numérisation** (PCM)
- **Multiplexage** : TDM (temps), FDM (fréquence), WDM (longueur d'onde)

4 Couche Réseau — IPv4

Caractéristiques du Protocole IPv4

- **Sans connexion** : pas de handshake préalable, pas d'état
- **Best effort** : aucune garantie de livraison, ni de correction
- **Indépendant des médias** : fonctionne sur cuivre, fibre, radio
- **Fragmentation** : adaptation MTU par routeurs si nécessaire

En-tête IPv4 — Champs Essentiels

Champ	Description
Version (4b)	4 pour IPv4
IHL (4b)	Longueur en-tête en mots 32 bits (min 5 = 20 octets)
TOS/DSCP (8b)	Qualité de service, priorité
Longueur totale (16b)	Taille totale paquet en octets (max 65535)
Identification (16b)	ID pour rassemblement des fragments
Flags (3b)	DF (Don't Fragment), MF (More Fragments)
Fragment Offset (13b)	Position du fragment dans le paquet original
TTL (8b)	Time To Live — décrémenté de 1 à chaque saut, évite boucles
Protocole (8b)	TCP=6, UDP=17, ICMP=1, IGMP=2
Checksum (16b)	Somme de contrôle de l'en-tête uniquement
IP Source (32b)	Adresse émetteur

Champ	Description
IP Dest (32b)	Adresse destinataire

Classes d'Adresses IPv4

Cl.	Plage 1er octet	Masque	Réseaux	Hôtes utiles	Forme
A	1 - 126	/8	128	16 777 214	R.H.H.H
B	128 - 191	/16	16 384	65 534	R.R.H.H
C	192 - 223	/24	2 097 152	254	R.R.R.H
D	224 - 239	-	-	-	Multicast
E	240 - 255	-	-	-	Expérimental

Adresses Spéciales & Réservées

- **Réseau** : partie hôte = 0 (ex: 192.168.1.0/24) — non attribuable
- **Broadcast** : partie hôte = 1 (ex: 192.168.1.255) — non attribuable
- **Loopback** : 127.0.0.0/8 (127.0.0.1) — diagnostic local
- **Link-local** : 169.254.0.0/16 (APIPA) — auto-attribution sans DHCP
- **TEST-NET** : 192.0.2.0/24 — documentation et exemples
- **Broadcast de masse** : 255.255.255.255 — tous les hôtes du LAN
- **Tous réseaux** : 0.0.0.0 — route par défaut, sous-réseau temporaire

Adresses Privées (RFC 1918)

- Classe A : 10.0.0.0/8 (10.0.0.0 - 10.255.255.255)
- Classe B : 172.16.0.0/12 (172.16.0.0 - 172.31.255.255)
- Classe C : 192.168.0.0/16 (192.168.0.0 - 192.168.255.255)
- **Shared Space** : 100.64.0.0/10 (CGNAT)

Types de Communication IPv4

- **Unicast** : 1 émetteur → 1 récepteur
- **Broadcast** : 1 émetteur → tous du réseau local (non routé)
- **Multicast** : 1 émetteur → groupe (224.0.0.0/4)

Attribution d'Adresses

- **Statique** : configuration manuelle, serveurs, passerelles, imprimantes
- **Dynamique** : DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), location temporaire
- **ARP** : Address Resolution Protocol — IP (couche 3) → MAC (couche 2)
 - arp -a : table ARP locale

Sous-réseaux IPv4 — Formules

- Nombre de sous-réseaux : 2ⁿ (n = bits empruntés à la partie hôte)
- Hôtes utilisables par sous-réseau : 2ⁿ - 2 (n = bits hôtes restants)
- -2 : adresse réseau et adresse de diffusion réservées
- Adresse réseau = IP AND bit-à-bit Masque
- Adresse broadcast = IP OR (inverse du Masque)

VLSM — Masques de Longueur Variable

- Permet des sous-réseaux de tailles inégales pour optimiser les adresses
- Procédure : trier par taille décroissante, allouer du plus grand au plus petit
- **Exemple** : réseau 192.168.1.0/24
 - Sous-réseau A (50 hôtes) : /26 → 192.168.1.0 - 192.168.1.63
 - Sous-réseau B (25 hôtes) : /27 → 192.168.1.64 - 192.168.1.95
 - Sous-réseau C (10 hôtes) : /28 → 192.168.1.96 - 192.168.1.111
 - Sous-réseau D (5 hôtes) : /29 → 192.168.1.112 - 192.168.1.119
 - **WAN** : /30 ou /31 (2 hôtes, pas de broadcast avec /31)

5 Adressage IPv6 & ICMP

Représentation IPv6

- 128 bits = 8 hextets (segments) de 16 bits chacun
- Chaque hextet = 4 chiffres hexadécimaux (0-9, A-F)
- Ex complet : 2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200
- **Règle 1** : omettre les zéros de tête par hextet (0DB8 → DB8)
- **Règle 2** : remplacer une suite continue de hextets nuls par :: (une seule fois par adresse)
- Ex compressé : 2001:DB8::1111:0:0:200 ou FE80::1

Types d'Adresses IPv6

Type	Description / Plage / Usage
Monodiffusion globale	Routable Internet, équivalent public IPv4. Préfixe 2000::/3
Link-local	Communication locale liaison uniquement, non routable. FE80::/10
Loopback	::1/128 — test pile TCP/IP locale
Non spécifiée	:::/128 — source temporaire avant attribution
Unique local	Privée interne site. FC00::/7 (actuellement FD00::/8)
Anycast	Une adresse → plusieurs interfaces, routé vers le plus proche
Multicast	Un groupe, FF00::/8. Pas de broadcast en IPv6

Multicast IPv6 Attribué

- FF02::1 : tous les nœuds du lien (équivalent broadcast IPv4)
- FF02::2 : tous les routeurs du lien

- **Solicited-node** : FF02::1:FFxx:xxxx — 24 derniers bits de l'adresse unicast
- Utilisé pour ND (Neighbor Discovery), remplace ARP

Structure Monodiffusion Globale

- **Préfixe global** : /48 attribué par FAI ou RIR (ex: 2001:DB8:ACAD::/48)
- **ID sous-réseau** : 16 bits — permet 65 536 sous-réseaux (/64 recommandé)
- **ID interface** : 64 bits — équivalent partie hôte (EUI-64 dérivé de MAC, ou manuel)

Configuration IPv6

- **Statique** : ipv6 address 2001:DB8:ACAD:1::1/64
- **SLAAC** : Stateless Address AutoConfiguration — hôte obtient préfixe/longueur/passerelle via RA du routeur, pas de DHCP requis
- **DHCPv6 stateless** : SLAAC + options complémentaires (DNS) via DHCP
- **DHCPv6 stateful** : adresse et options entièrement via DHCP
- Activation routage : ipv6 unicast-routing

ICMPv6 & Neighbor Discovery (NDP)

- **RS** (Router Solicitation) : hôte demande un routeur (multicast FF02::2)
- **RA** (Router Advertisement) : routeur annonce préfixe, longueur, passerelle
- **NS** (Neighbor Solicitation) : demande résolution adresse → MAC (ARPv6)
- **NA** (Neighbor Advertisement) : réponse à NS avec adresse MAC
- **DAD** (Duplicate Address Detection) : vérification unicité d'adresse sur lien

Migration IPv4 → IPv6

- **Dual-stack** : pile IPv4 et IPv6 simultanées sur même interface et réseau
- **Tunneling** : encapsulation paquet IPv6 dans IPv4 (6to4, ISATAP, Teredo)
- **Translation** : NAT64 — traduction IPv6←IPv4 pour communication inter-protocoles

6 Check-list & Formules

Formules Clés

- Sous-réseaux créés : 2ⁿ (n = bits empruntés)
- Hôtes utilisables : 2ⁿ - 2 (n = bits hôtes restants)
- Adresse réseau = IP AND Masque (bit à bit)
- Broadcast = IP OR (NOT Masque)
- IPv6 :: : ne peut être utilisé qu'une seule fois par adresse

Tableau Masques CIDR Rapide

CIDR	Masque décimal	Hôtes	Taille bloc
/24	255.255.255.0	254	256
/25	255.255.255.128	126	128
/26	255.255.255.192	62	64
/27	255.255.255.224	30	32
/28	255.255.255.240	14	16
/29	255.255.255.248	6	8
/30	255.255.255.252	2	4
/31	255.255.255.254	0*	2
/32	255.255.255.255	0	1

* /31 (RFC 3021) : 2 adresses, utilisé pour liens point-à-point sans broadcast

Vérifications Rapides

- Vérifier qu'une adresse n'est pas réseau ou broadcast avant attribution
- 127.x.x.x : réservé loopback, jamais attribuable à une interface
- 0.0.0.0 : tous les réseaux / source temporaire, non attribuable
- IPv6 link-local (FE80::/10) : obligatoire sur chaque interface, non routable
- Les routeurs ne forwardent jamais les broadcasts IPv4 (255.255.255.255)
- VLSM : toujours allouer du plus grand au plus petit sous-réseau pour éviter chevauchements
- WAN point-à-point : préférer /30 ou /31 pour économiser des adresses

Erreurs Fréquentes

- Confondre adresse réseau (hôte à 0) et première adresse hôte utilisable (+1)
- Oublier le -2 dans le calcul d'hôtes (réseau + broadcast réservés)
- Chevauchement de plages VLSM par mauvais calcul de l'adresse de départ
- Appliquer un masque trop large (/24) sur un lien WAN nécessitant 2 hôtes
- Ne pas activer ipv6 unicast-routing sur les routeurs Cisco → pas de RA
- Confondre link-local (FE80::/10) et unique local (FC00::/7)
- Utiliser :: : plus d'une fois dans une adresse IPv6 → ambiguïté
- Oublier que IPv6 n'a pas de broadcast, seulement multicast