



Infrastructure & transmissions (L1)

Corentin Badot-Bertrand

Dans l'épisode précédent



- Présentation du cours
- Concepts réseau
- Bases de la sécurité
- Stack OSI & TCP/IP

Objectifs du cours



Découvrir les composants & concepts de la couche **physique (OSI L1)** :

- Supports de transmissions (cuivre, optique, ...)
- Paire torsadée & PoE
- Câble coaxial
- Fibre optique
- Supports non-guidés
- Modes de transmission (full-duplex, ...)
- Multiplexage



PARTIE #1

Les supports de type « cuivre »

Omniprésents dans les réseaux locaux,
découvrons les paires torsadées et câbles coax



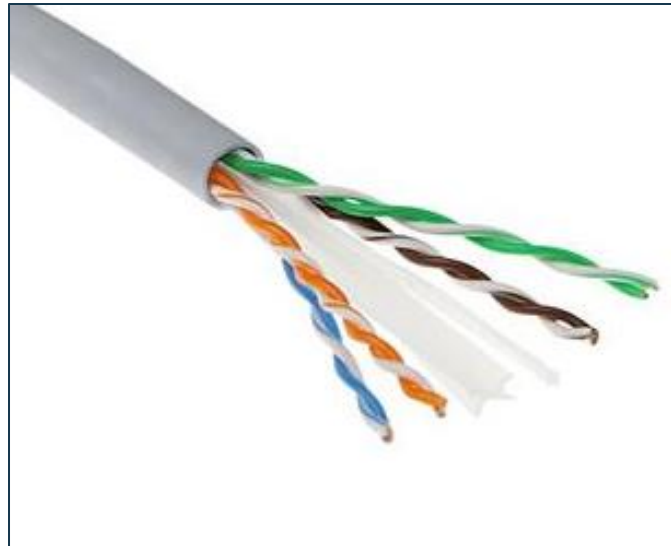
Le « type cuivre »

Support guidé relativement simple, composé de **cuivre & d'isolant**

- Transporte un signal électrique (via une tension électrique)
- Sensible aux perturbations électromagnétiques = perte de données

Deux catégories :

- La paire torsadée
- Le câble coaxial



Perturbations électromagnétiques ?

Un champ électromagnétique

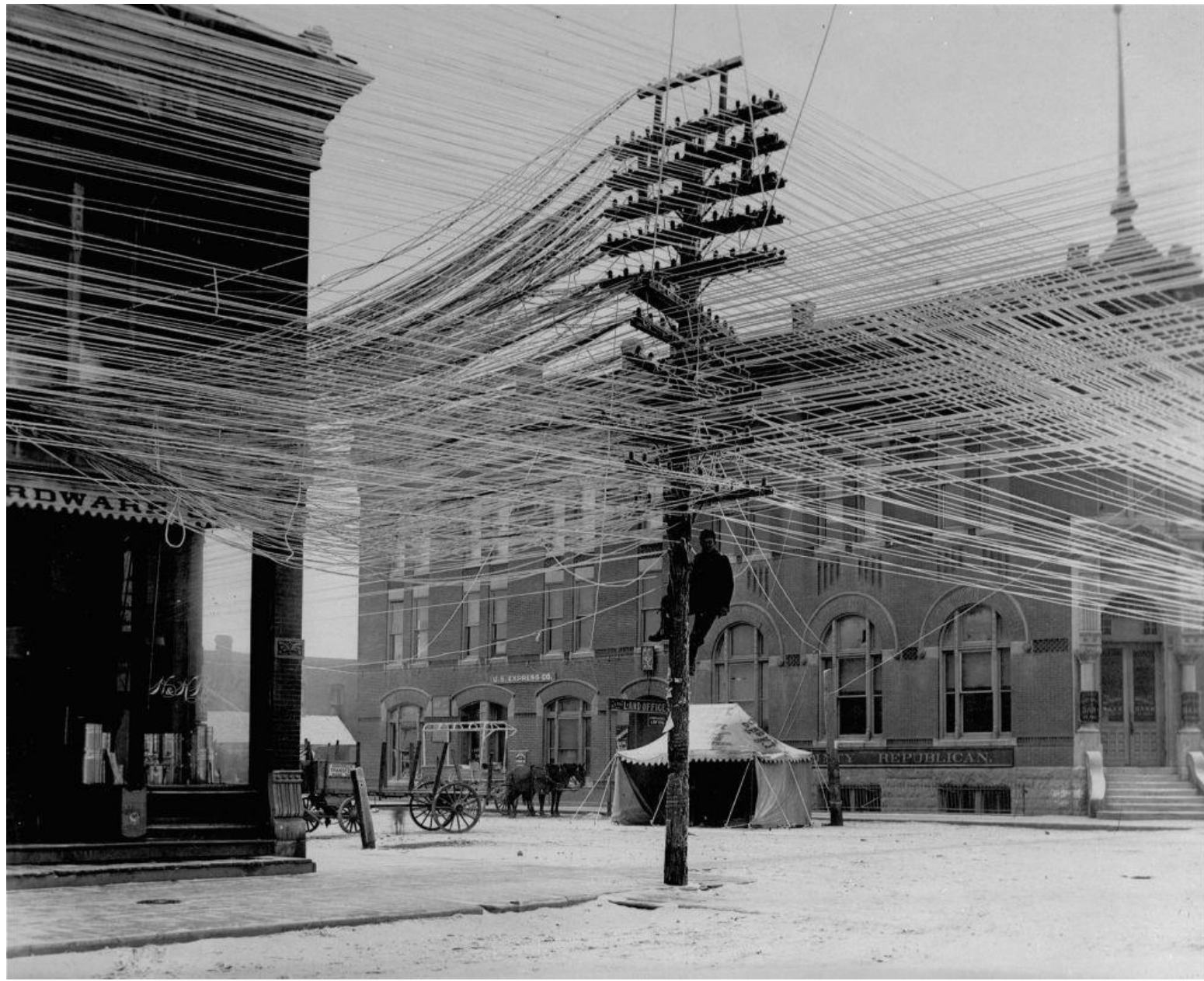
- Est généré par des charges électriques en mouvement
- Câbles à courant fort, un moteur, un transformateur, ...

Réduit la vitesse théorique d'un câble réseau (erreurs de transmission)

... mais est mitigé sur les câbles avec un blindage



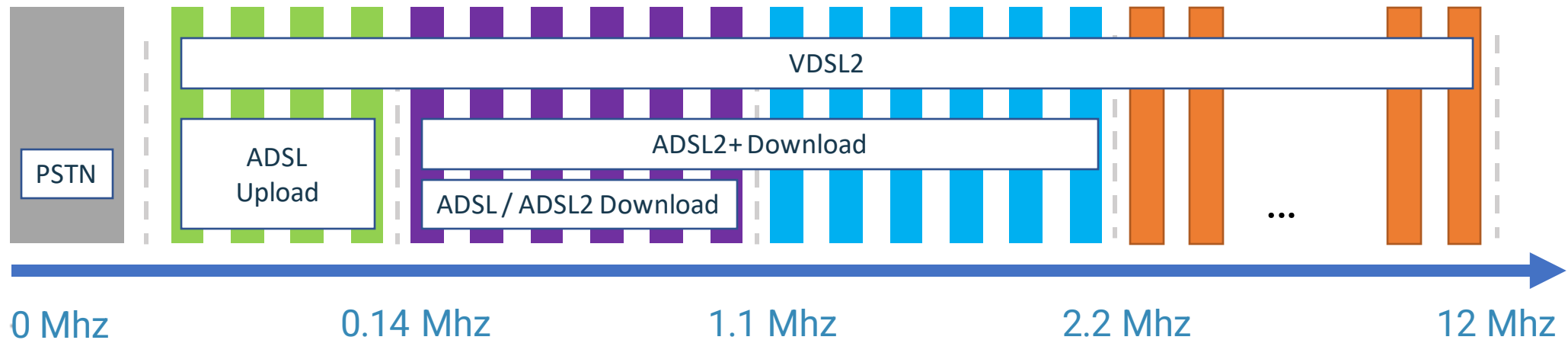
Ne jamais enrouler un câble en rond



Les technologies xDSL

Digital Subscriber Line, transport de l'information sur **lignes en cuivres existantes**

- Lignes en cuivre historiques = PSTN (*Public Switched Telephone Network*)
- La voix humaine oscille ~ entre 100 et 450 Hertz
- xDSL utilise les **bandes fréquences libres** pour transport



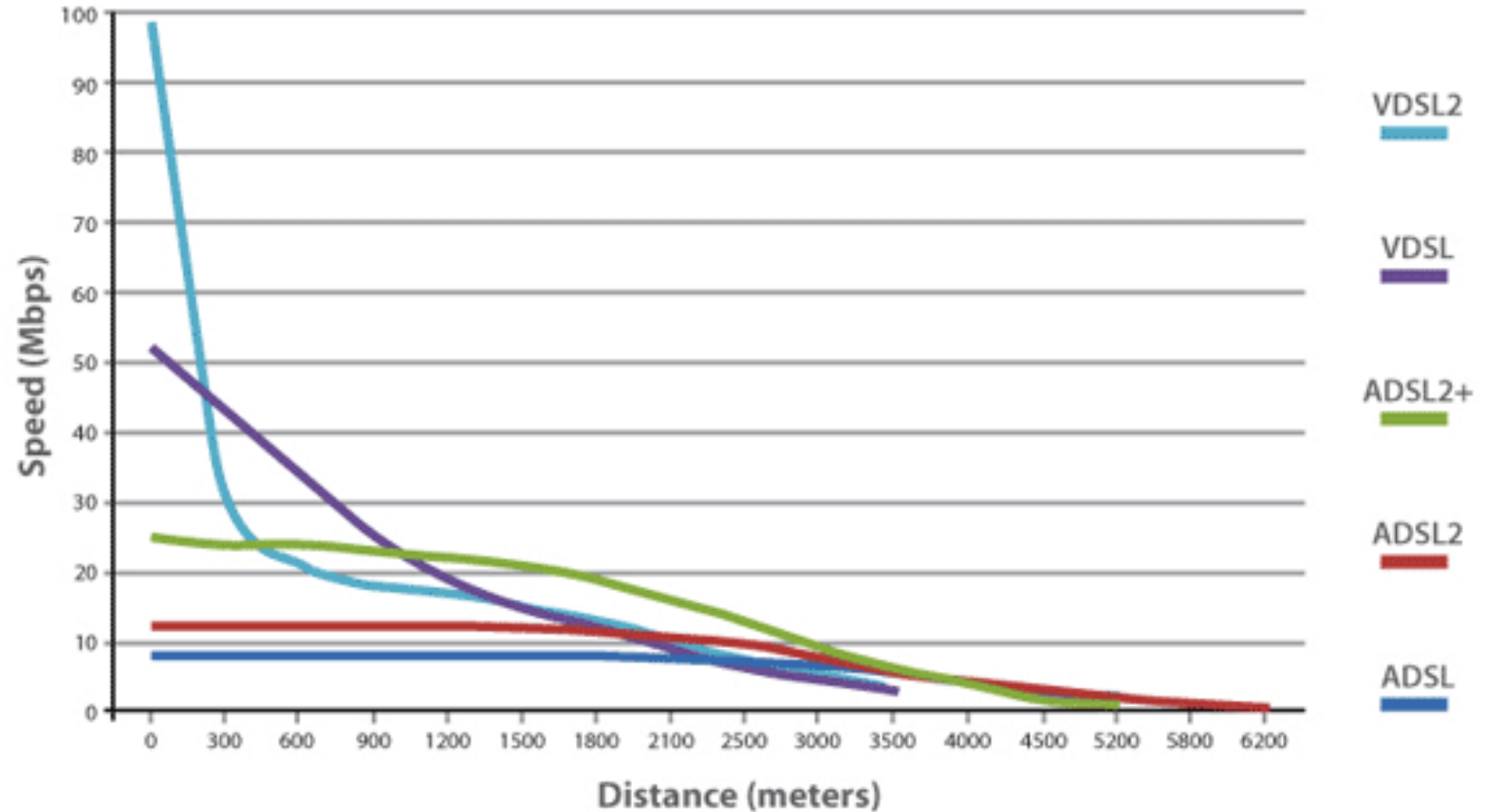
Les technologies xDSL & la distance

(attention, les mesures varient)



DSLAM

Digital Subscriber
Line Multiplexer



La paire torsadée en réseau

2 conducteurs identiques torsadés forment **une paire**

- Un câble = des paires torsadées et une « gaine »
- Une gaine est l'enveloppe protectrice



Quelques **caractéristiques** d'un câble

- Multibrin ou monobrin (fragile, résiste mal aux torsions)
- Coefficient électrique du conducteur (100% cuivre, cuivre d'aluminium, ...)
- Le nombre de paires (1x pour câble téléphone, 4x pour câble réseau, ...)
- La **fréquence** de diffusion (100 MHz maximum, 250 MHz, ...)
- Le **blindage**

Les paires torsadées, par fréquence

Les catégories définissent la bande passante maximum

- Catégorie 5 = 100 MHz (maximum) → 100 Mbit/s (théorique)
- Catégorie 5e = 100 MHz → 1 Gbit/s
- Catégorie 6 = 250 MHz → 10 Gbit/s
- Catégorie 6A = 500 MHz → 10 Gbit/s (longue portée)
- Catégorie 7 = 600 MHz → 40 Gbit/s
- Catégorie 7A = 1 GHz → 40 Gbit/s (longue portée)

Pour rappel, 1 Hz = une oscillation par seconde

Les paires torsadées, par blindage

2 composants de blindage

- *Foiled* ou écran = feuille d'aluminium qui protège des parasites
- *Shielded* = tresse métallique autour du câble (blindé)

Le blindage protège le câble & les paires des perturbations électromagnétiques

Blindage du câble

- U = non protégé (*Unshielded*)
- F = écran aluminium
- S = tresse d'aluminium

Blindage de la paire

- UTP = non protégé
- FTP = écrantage

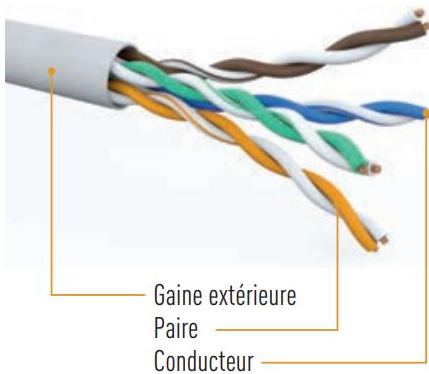
Les paires torsadées, par blindage

Faible protection

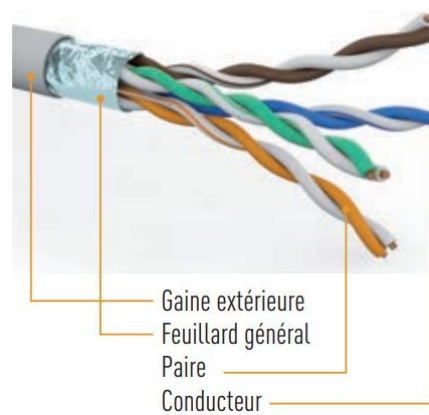
Haute protection



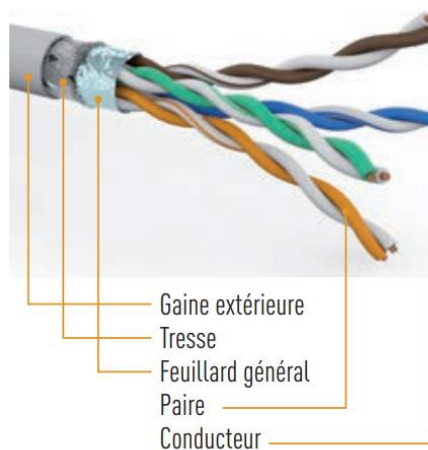
Câble U/UTP = UTP



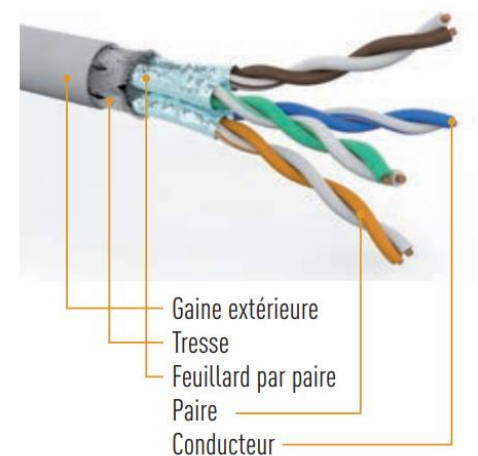
Câble F/UTP = FTP



Câble SF/UTP = SFTP



Câble S/FTP = SSTP



Les connecteurs

Les types principaux

- RJ9 = relier téléphone à sa base
- RJ11 = prises téléphone logements particuliers
- RJ12 = prises téléphone (milieu professionnel)
- **RJ45 = réseau de communication**

Connecteur RJ9



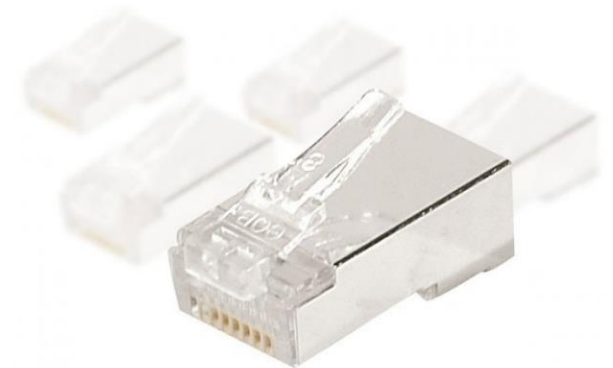
Connecteurs RJ11



Connecteur RJ45 6 UTP



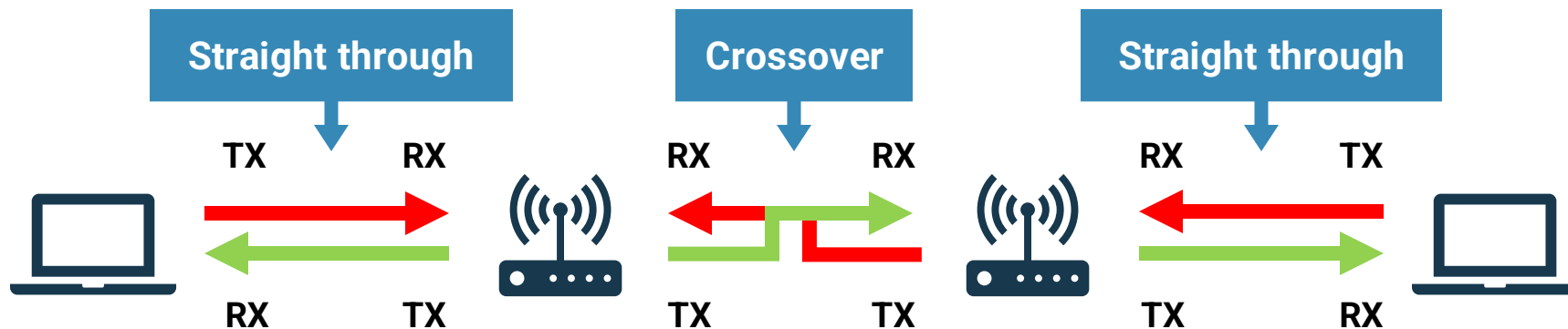
Connecteur RJ45 6 STP



Les branchements RJ45

Plusieurs façons de brancher un câble avec un connecteur RJ45

- **Crossover** = entre 2 équipements identiques
- **Straight through** = entre 2 équipements différents



Les branchements RJ45



Dénudeur universel &
pince à sertir pour RJ45



L'indispensable testeur
de câbles RJ45 & RJ11

Power over Ethernet (PoE)

Puissance électrique fournie via un câble réseau RJ45

- Alimentation facile (Wifi, caméras, ...)
- Réduction de câbles
- Attention à la tension selon le **type de PoE**
 - PoE passive 24v (**pas de détection**)
 - PoE active 48v (détection PoE sur l'appareil distant)
- **Puissance** variable pour PoE active (802.1af/at)
 - af : ~15W pour PoE
 - at : ~25W pour PoE+



Injecteur PoE

Les panneaux de brassage (*patch panel*)

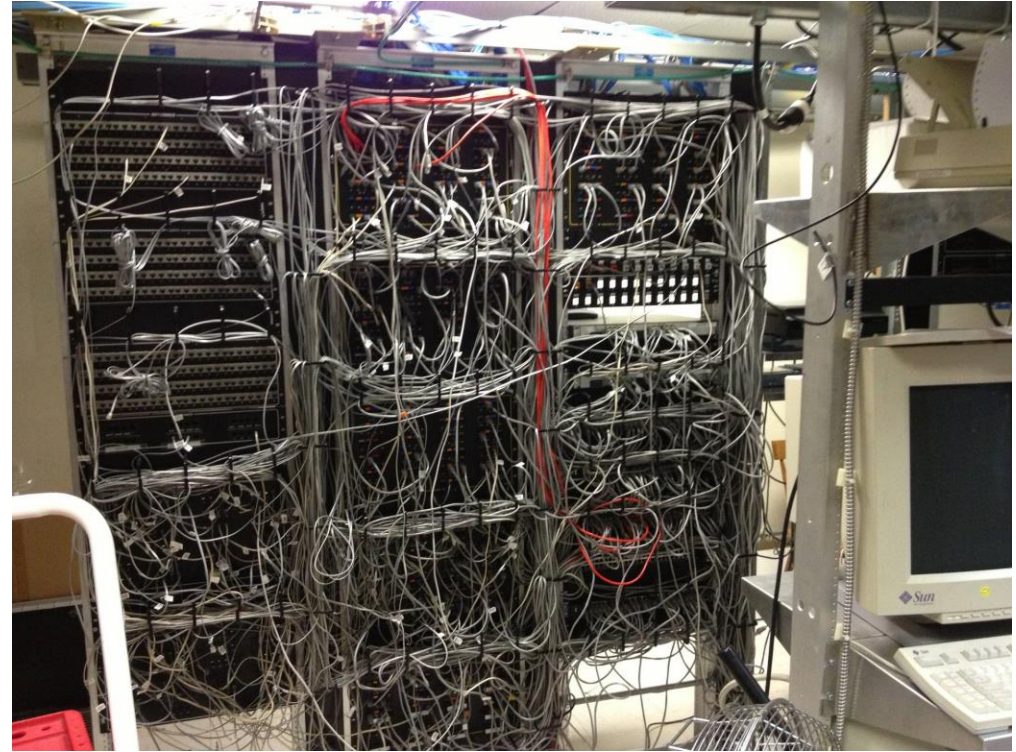
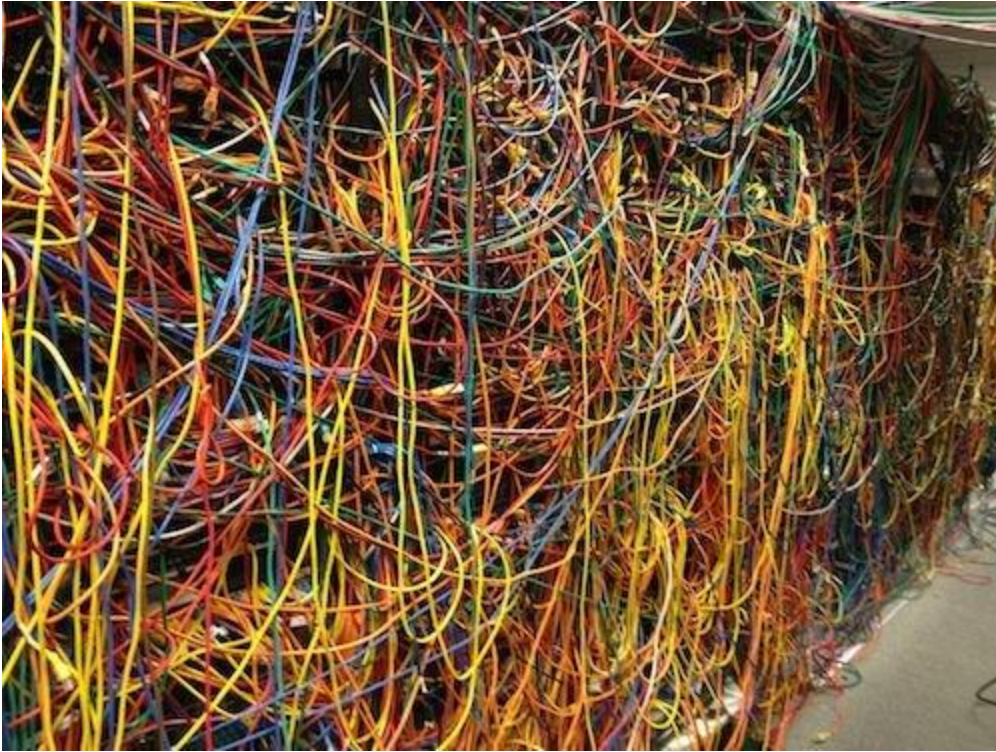
Une **baie de brassage** est composée de panneaux

- Les équipements terminaux arrivent sur *patch panel*
 - Équipements actifs (switch, routeur, ...)
 - Prises murales, ...
 - Points d'accès WiFi
 - ...
- Le patch panel **interconnecte** les éléments du réseau
- Utilisation de petits câbles réseau RJ45 (*patch cables*)

Les panneaux de brassage (*patch panel*)



Les panneaux de brassage (*patch panel*)



Quelques remarques

Attention en utilisant des paires torsadées « réseau » (RJ45, Ethernet)

- **Maximum ~100m** de câble – en pratique beaucoup moins
- Evitez les câbles « plats » - mauvaise résistance aux perturbations
- Choisissez minimum une **catégorie 5e** pour vos câbles

Le câble coaxial

Câble avec signal analogique (CATV, câble télévision)

- Deux conducteurs concentriques
- Débits élevés & peu sensible aux perturbations
- Cher & contraignant (courbure)
- Nécessite un modem pour décoder le signal

Remplacé souvent aujourd'hui

- Réseaux locaux → paire torsadée
- Réseaux longues distances → fibre optique



Le câble coaxial



Prise murale coaxiale

Modem (et routeur) domestique



PARTIE #2

La fibre optique

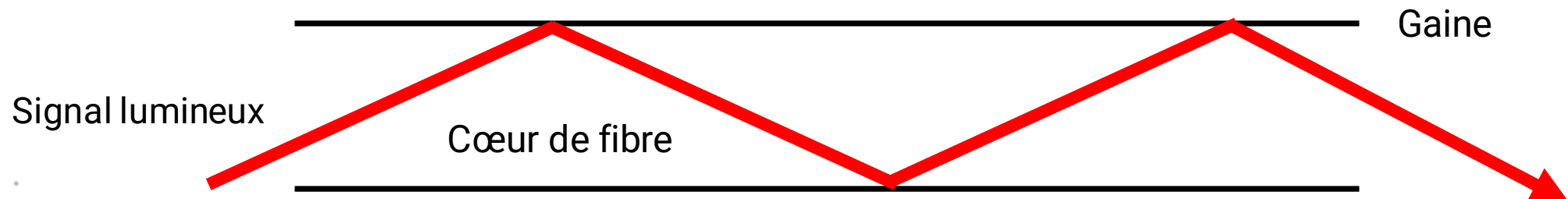
Une nouvelle technologie pour remplacer les paires cuivrées sur des longues distances

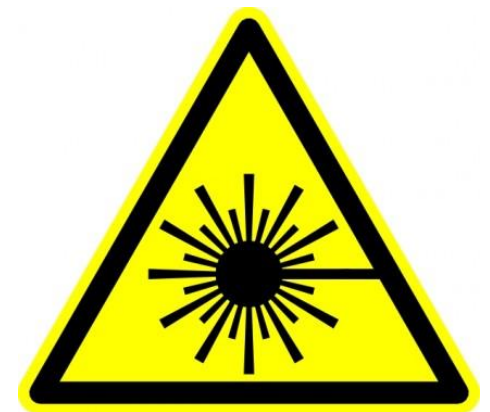
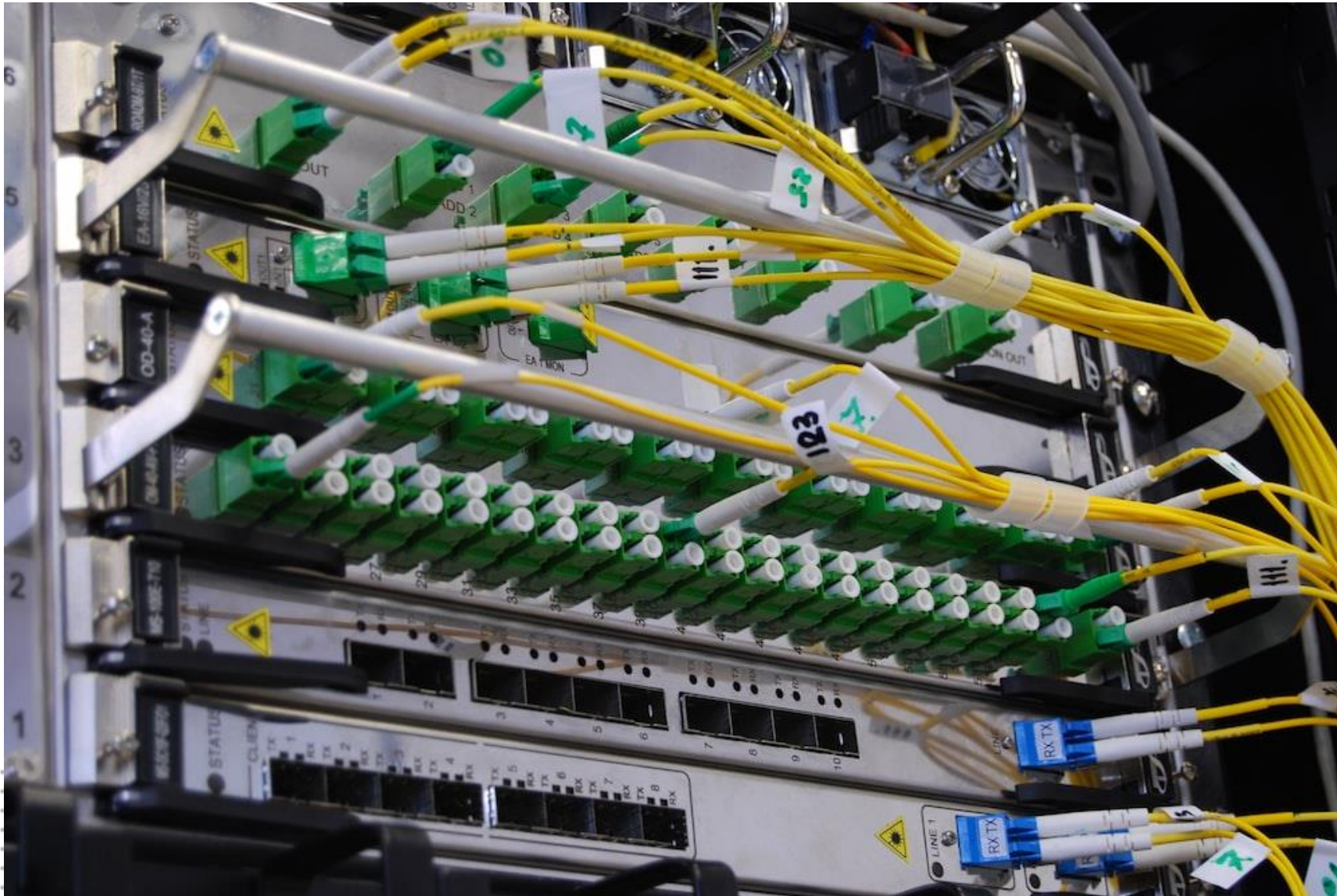


Concepts

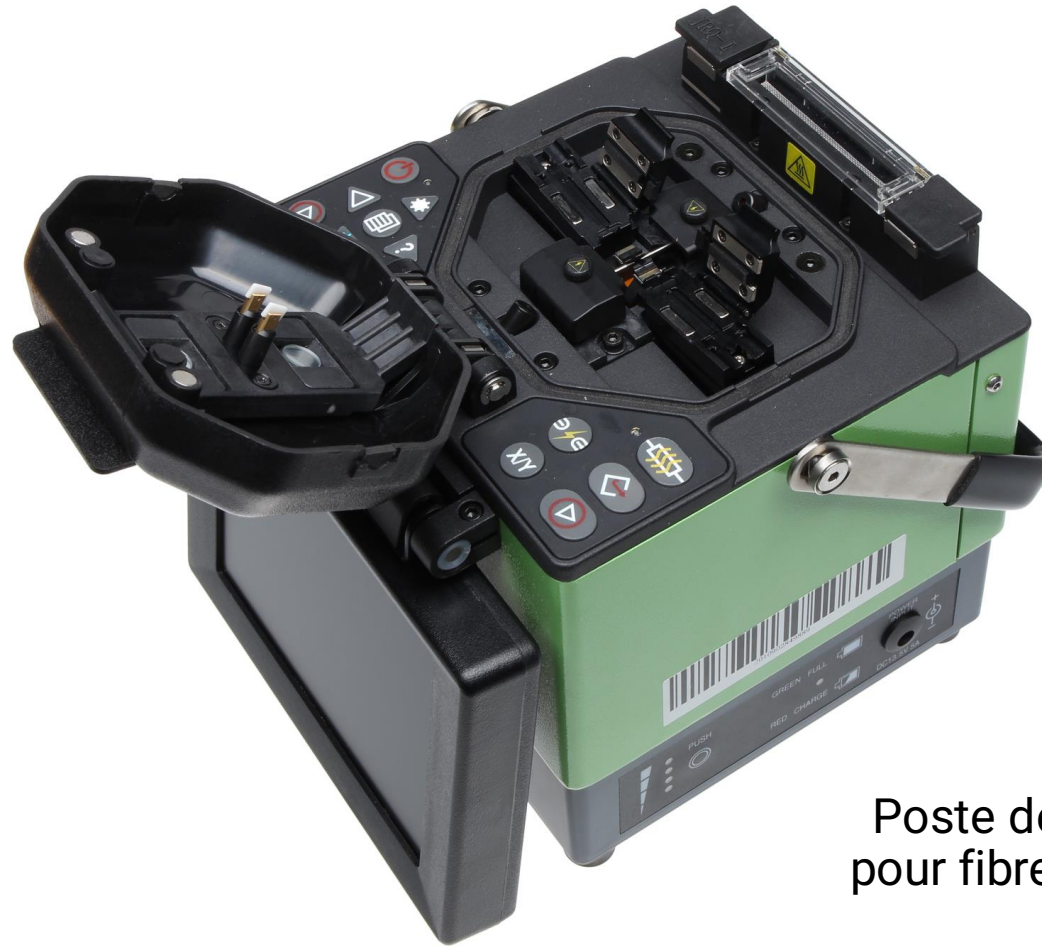
Un faisceau de **lumière est réfléchi et réfracté**, avec comme avantages

- Faible perte & large bande passante
- Existe en monomode (+distance) ou multimode (+données)
- Faible dimensions & poids
- Pas d'interférences électromagnétique
- Résiste aux attaques chimiques & variations de température





Réparer une fibre optique ?

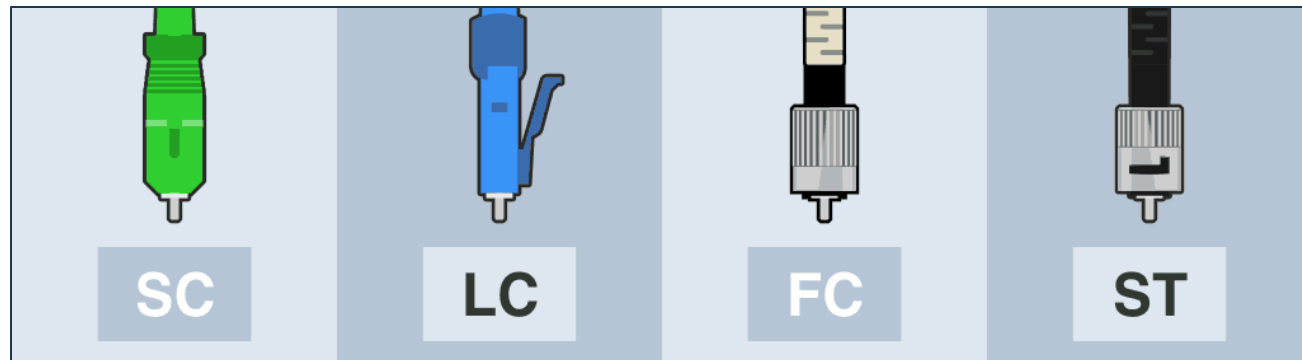


Poste de soudage
pour fibres optiques

Les connecteurs

Tout **connecteur en fibre optique engendre une atténuation** (mesure en dB)

- SC (0.25 dB, mono/multi) cout de production faible, forte utilisation
- LC (0.1 dB, mono) plus compact, adapté pour situations compactes
- FC (0.3 dB, mono) connecteur historique, résiste aux vibrations
- ST (multi) connecteur historique, utilisé dans le domaine militaire/industriel



PARTIE #3

Les supports non guidés

L'autre grande catégorie de supports réseau



Liaisons hertziennes

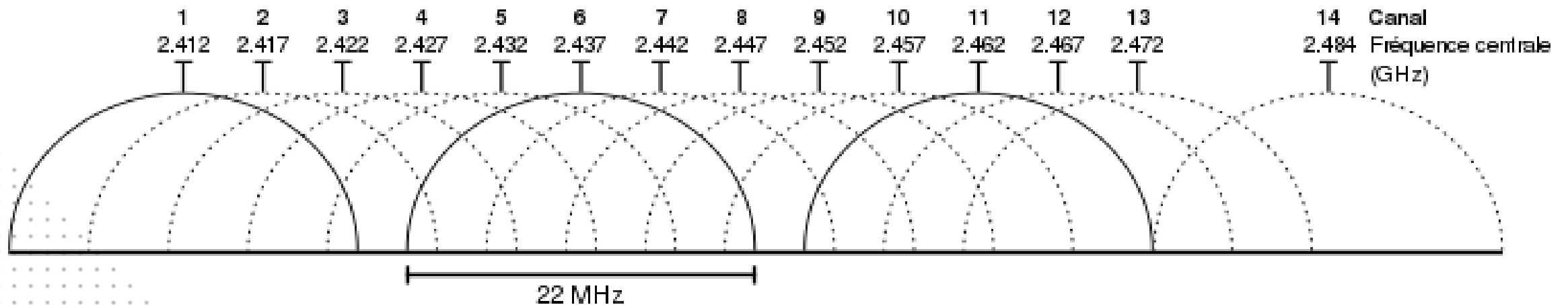
Informations transmises par le biais d'ondes radioélectriques

- WiFi, Bluetooth, talkie-walkie, satellite, téléphonie mobile, etc.
- Aucun support physique nécessaire entre A – B
- ... avantages & inconvénients (implémentation, sécurité, ...)
- Organisation stricte des bandes fréquences nécessaires

Fréquences & bandes

Chaque onde radio possède une fréquence et est **catégorisé dans une bande**

- Exemple : lumière visible (bleu sur 650 THz, vert sur 600 THz, ...)
- Une bande est découpée en sous-bandes
- Exemple avec le WiFi 2.4 GHz



[Retour](#)

Wi-Fi > Livebox-7CD0

Nom du réseau (SSID)

Livebox-7CD0



diffuser le nom

Type de sécurité

WPA2 Personal ▼

Clé de sécurité

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

[Afficher le QR code de la clé de sécurité](#)

Canal radio

automatique ▼

11

SSID différent pour 5GHz

non ▼

oui

WPS

non ▼

[Activer le code PIN de la Livebox](#)

[Saisir un code PIN](#)

[lancer un appairage bouton WPS](#)

Filtrage MAC

désactivé ▼

Annuler

Enregistrer

Faisceaux hertziens

Emission de signaux avec des ondes focalisées

- Utilise des antennes directives
- Monodirectionnel ou bidirectionnel
- Attention aux obstacles (bâtiments, forêts, ...)
- Fréquences entre 1GHz – 86 GHz
- Utilisations industrielles sur plus de 50 km (conditions favorables)

Faisceaux hertziens



Ponts Wifi (portée de 500m
à plusieurs kilomètres)



Liaisons via satellites

Possibilité de connexion au réseau (Internet) avec une **transmission satellitaire**

- Plusieurs distances possibles (généralement en orbite géostationnaire)
- Latence historiquement très élevée (120ms pour envoyer une donnée)
- ... se remarque en fonction des usages (vidéo, jeux temps-réel, ...)



Nouvelles générations de liaison satellites

Offrir un réseau Internet dans des zones difficiles d'accès

- *Medium Earth Orbit & Low Earth Orbit*
- Avantage : **latence réduite** (~40ms)
- Inconvénients
 - Plus de satellites nécessaires
 - Ne restent pas en place (pas d'orbite géostationnaire)



PARTIE #4

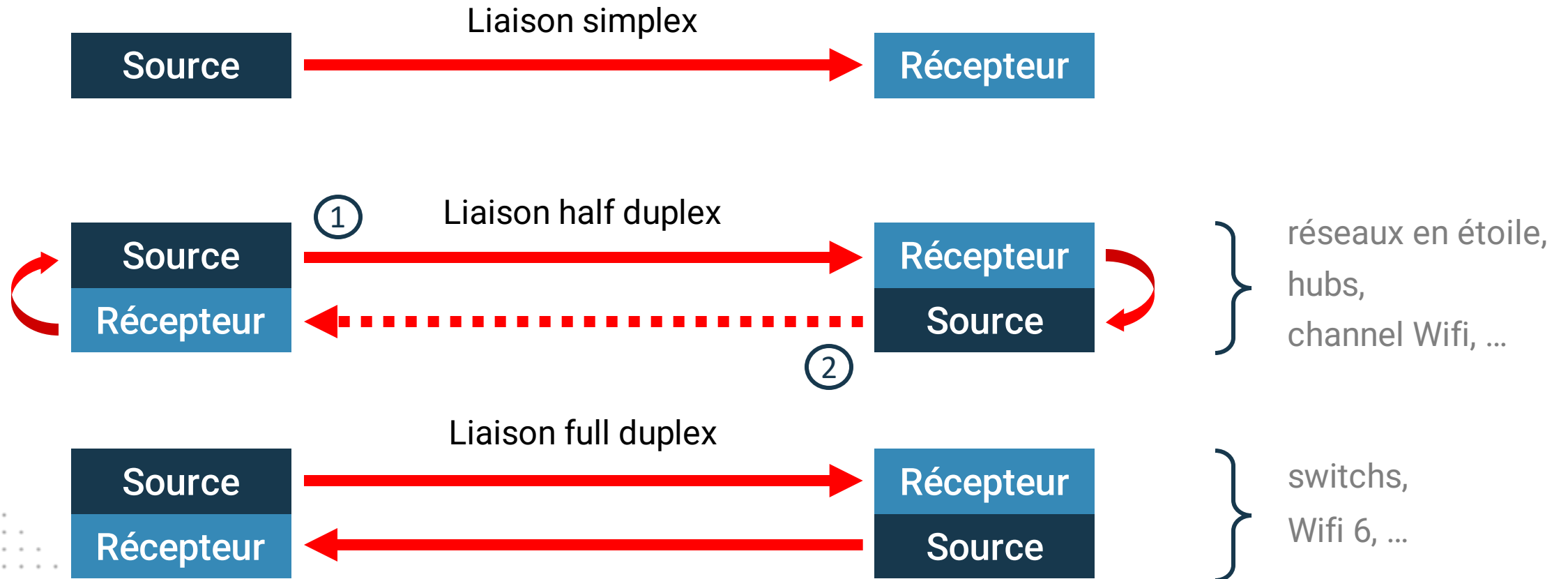
Modes de transmission & multiplexage

Après les supports, les mécanismes essentiels pour échanger des informations



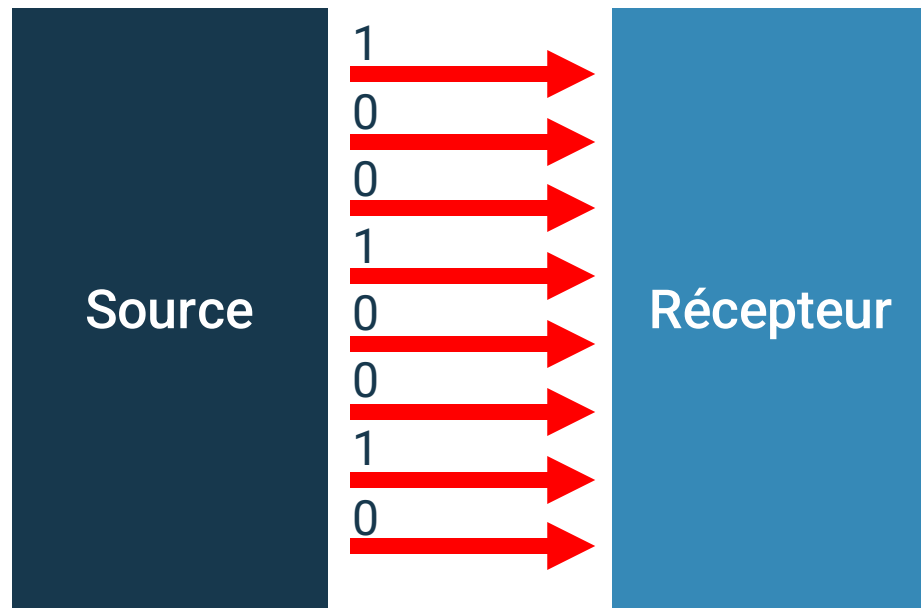
Simplex & duplex

La transmission entre deux systèmes peut être **simplex ou *half/full* duplex**

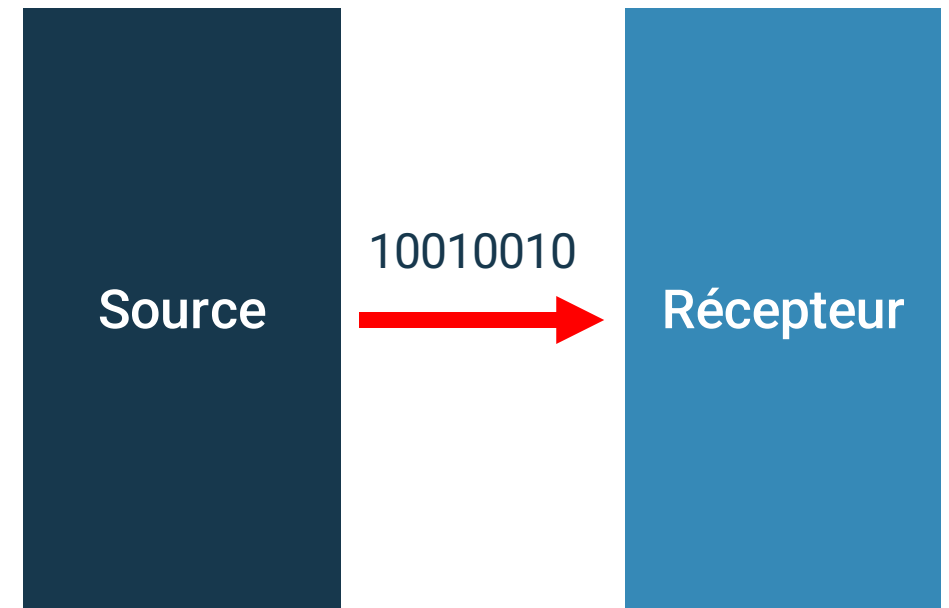


Série et parallèle

La transmission entre deux systèmes peut être en série ou parallèle



Transmission série
(bus de communication CPU)



Transmission parallèle
(câble réseau, fibre optique, ...)

Multiplexage

Support partagé avec plusieurs utilisateurs – réalisé par un multiplexeur

- Simuler sur une seule ligne n liaisons de point-à-point
- Technique spatiale : une fibre optique utilise différentes longueurs d'ondes
- Technique temporelle : les utilisateurs possèdent des espaces de temps

