

Chaîne physique des réseaux

Cours 2-ème année
Bachelor Cybersécurité

EPITA

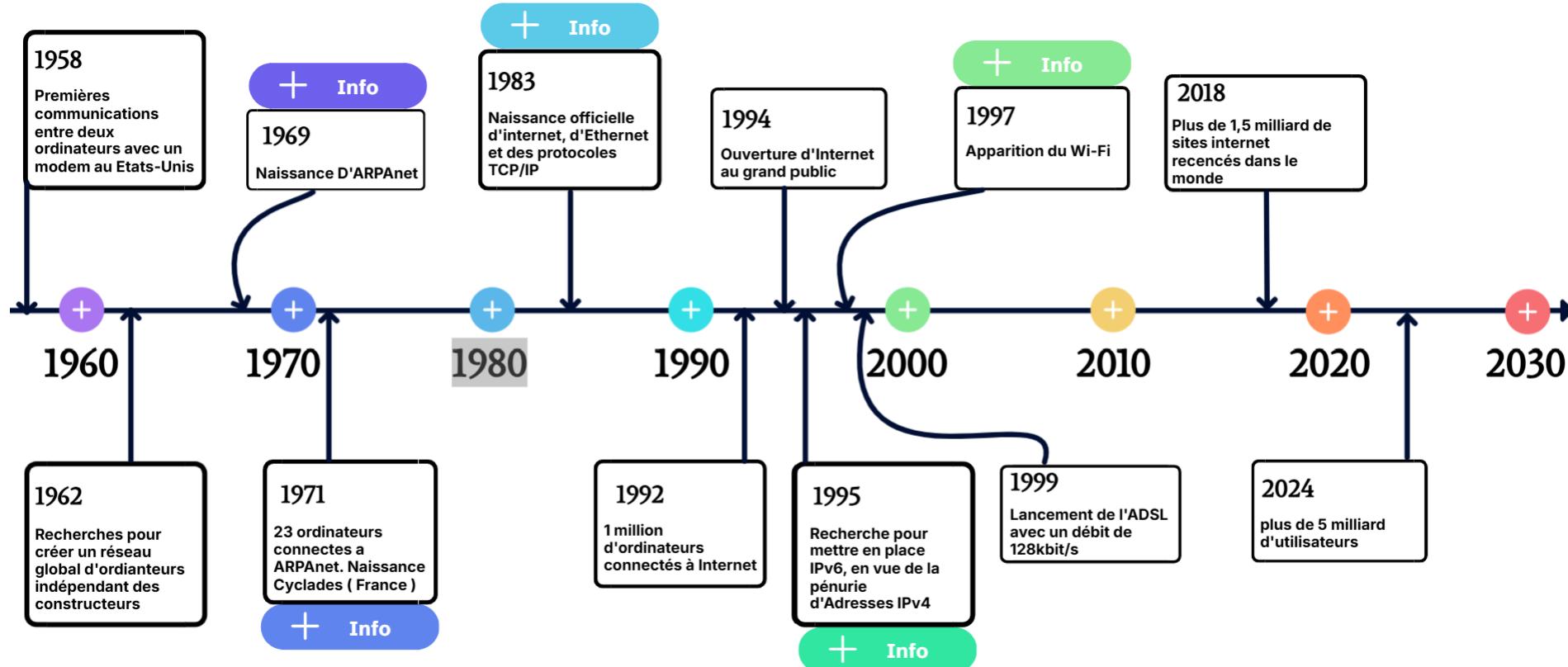
Sommaire

1. Définition des réseaux physiques
2. Évolution des réseaux physiques
3. Réseau mondial des câbles sous-marins
4. Réseaux internet terrestre en France
5. Datacenters
6. Réseaux de transport (backbone)
7. Réseaux de Points de Présence (POP)
8. Supports de transmission filaires
 1. Fibre optique
 2. Cables à paires symétriques
 3. Cables coaxiales
 4. Routeur
 5. Commutateur
 6. Modem
9. Technologies filaires
 1. ADSL
 2. Ethernet
10. Technologie non filaires
 1. Satellites
 2. WIFI
 3. Bluetooth

1. Définition des réseaux physiques

Les réseaux physiques désignent l'ensemble des infrastructures matérielles permettant la transmission de données entre appareils. Ils incluent des supports comme les câbles (Ethernet, fibre optique), les lignes téléphoniques (ADSL), et les satellites pour la communication sans fil. Ces réseaux assurent une connexion stable, rapide et sécurisée, essentielle pour le fonctionnement des systèmes de communication modernes.

2. Evolution des réseaux physiques



3. Réseau mondial des câbles sous-marins

Définition du système de câbles sous-marins

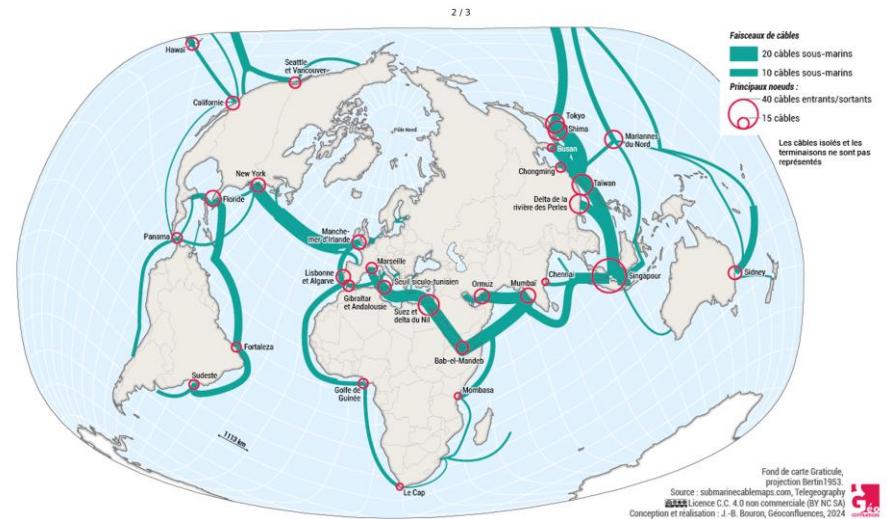
Un câble sous-marin est un câble déposé au fond des mers et des océans par un navire câblier. Il sert principalement aux télécommunications, mais il existe également des câbles destinés au transport d'électricité, permettant notamment l'approvisionnement d'îles proches du continent.

Du fait d'Internet, les besoins mondiaux en capacité de transmission de données sont exponentiels. La bande passante internationale utilisée a plus que décuplé entre 2011 et 2018, et a encore triplé entre 2018 et 2023. La crise sanitaire mondiale du début des années 2020, le développement des GAFAM, responsables d'une forte augmentation de la demande, ont contribué à l'essor de cette bande passante. Or, près de 99 % du trafic internet mondial transite par plus de 500 câbles sous-marins (2025). Les géants du net (GAFAM, BATX...) possèdent aussi des câbles en propre.

Le premier câble sous-marin téléphonique date de 1858. La révolution est venue de l'essor des télécommunications mondiales et de la mise au point récente des câbles à fibre optique. Quelques lieux sont des points noraux du réseau de câbles internet, comme la station d'atterrissement de Bude, sur la côte occidentale du Royaume-Uni, qui n'accueille pas moins de 6 câbles. À l'échelle mondiale, les grands nœuds sont le Japon, Singapour et Taïwan. Les goulets d'étranglement de la navigation en sont aussi pour les câbles de télécommunication (Biaggi et Carroué, 2024). L'île de Hawaï occupe une place centrale dans l'organisation des réseaux transpacifiques (Théry, 2021). Tous les câbles sous-marins ne sont pas transocéaniques, car beaucoup d'entre eux relient deux points d'un même continent, comme dans l'Atlantique entre Fortaleza, Salvador et Rio de Janeiro au Brésil, ou un continent à une île, comme entre Toulon et Ajaccio.

3. Réseau mondial des câbles sous-marins

système de câbles sous-marins



Le pivot mondial du système de câbles sous-marins est formé par le binôme Singapour-Malacca (46 câbles entrants ou sortants). Document extrait de Catherine Biaggi et Laurent Carroué, « Les grands détroits et canaux internationaux dans la géopolitique des mers et océans, un système très hiérarchisé sous tensions multiformes », Géoconfluences, juin 2024

[ITU - Infrastructure Connectivity Map](#)

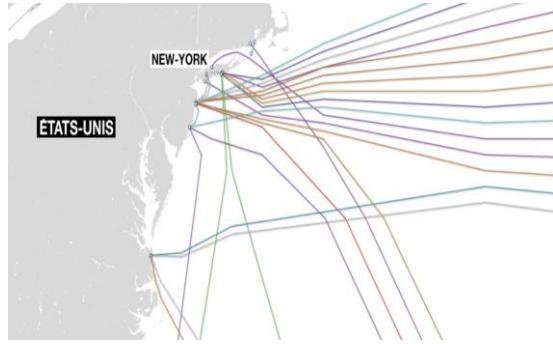
3. Réseau mondial des câbles sous-marins

Enjeu géopolitique mondial autour du système de câbles sous-marins

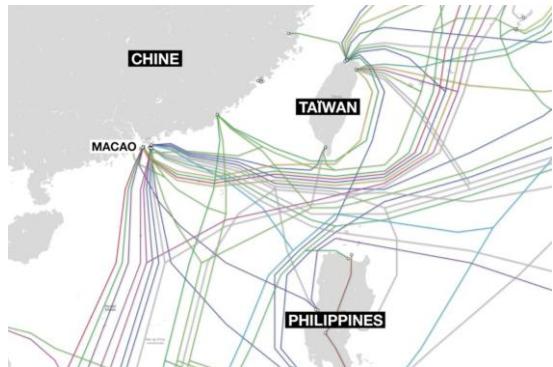
Les câbles sous-marins intercontinentaux sont donc aujourd’hui un enjeu géopolitique mondial. La destruction de ces câbles est un danger majeur car elle contribue à l’isolement et à la diminution des capacités de télécommunication des zones concernées. Ce peut être la destruction volontaire par un ennemi potentiel ; dans le contexte tendu des années 2020, plusieurs navires russes ont été suspectés de telles manœuvres. Mais ces destructions peuvent également être involontaires. En effet, ce réseau est fragile. Les ruptures de câbles et les incidents sont fréquents, obligeant les opérateurs à entretenir une flotte de navires de réparation. Ces ruptures peuvent entraîner des dysfonctionnements d’Internet et potentiellement des conséquences économiques graves dans les espaces les moins bien reliés. Un seul câble assure par exemple les deux tiers du trafic de l’Algérie, et des travaux de maintenance suite à une tempête ont entraîné deux jours de coupure partielle d’Internet en 2017. On recense également de très nombreux incidents de ruptures de câbles liés aux chaluts raclant le fond des océans. Les éruptions volcaniques sous-marines peuvent également jouer un rôle, comme celle qui en 2022 avait coupé Internet aux Tonga pendant plus d’un mois. (MCD) juillet 2014, dernières modifications (JBB, SB et CB) février 2019, janvier 2025.

3. Réseau mondial des câbles sous-marins

Pannes des câbles transatlantiques



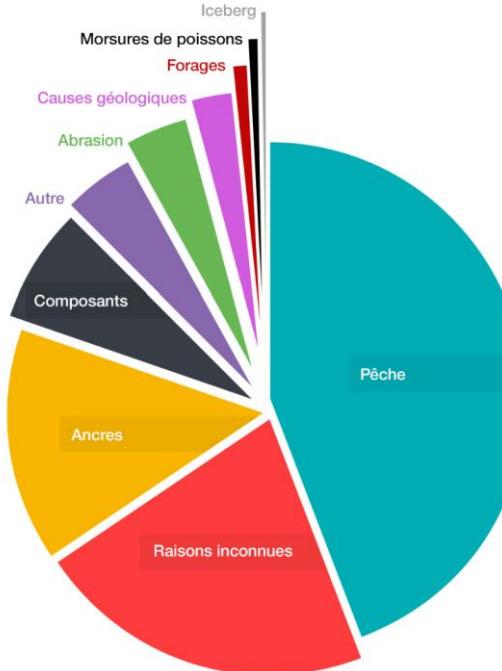
Des câbles transatlantiques viennent s'amarrer dans un rayon de 50 km autour de New York.



Des câbles transatlantiques entre Chine Philippines et Taiwan

LES CAUSES DE PANNES

Source : Tyco Telecommunications
(base de données de 2 162 incidents enregistrés sur la période 1959-2006)



Coupures en mer Baltique (novembre 2024)

En novembre 2024, deux câbles sous-marins, le BCS East-West Interlink entre la Lituanie et la Suède, et le C-Lion1 entre la Finlande et l'Allemagne, ont été endommagés en mer Baltique. Les autorités européennes ont suspecté un sabotage, notamment en raison de la proximité temporelle et géographique des incidents. Un navire chinois, le Yi-Peng 3, se trouvait à proximité au moment des coupures, renforçant les soupçons. Cependant, aucune preuve concluante n'a été présentée, et les enquêtes sont restées ouvertes

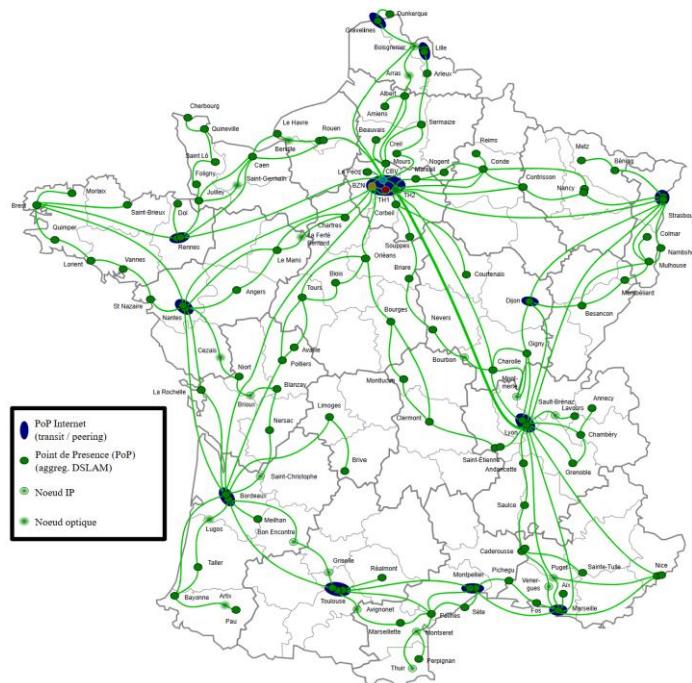
Coupure en mer Rouge (septembre 2025)

Le 6 septembre 2025, plusieurs câbles sous-marins essentiels ont été sectionnés en mer Rouge, perturbant les services Internet entre l'Asie et le Moyen-Orient. Microsoft a confirmé l'incident, indiquant que des "latences supérieures à la normale" avaient été observées. Bien que les causes précises demeurent incertaines, la région connaît une instabilité géopolitique, ce qui a alimenté les spéculations sur un acte de sabotage.

Coupure en mer Baltique (janvier 2025)

Le 26 janvier 2025, un câble sous-marin reliant la Suède à la Lettonie a été endommagé en mer Baltique. Les autorités suédoises ont évoqué un "sabotage aggravé" et ont saisi un navire suspecté d'être impliqué. Cet incident a ravivé les inquiétudes concernant la vulnérabilité des infrastructures sous-marines dans la région.

4. Réseaux internet terrestres en France



Le réseau domestique de ProXad (groupe Free)

[Maillage de l'infrastructure Internet en France — Wikipédia](#)

PoP Internet (Point of Presence Internet)

Un PoP Internet est comme un nœud d'entrée dans l'autoroute d'Internet. C'est un endroit où un opérateur (Orange, SFR, Free, etc.) installe des équipements pour connecter ses clients à Internet.

Rôle :

- Relier les utilisateurs à l'infrastructure Internet mondiale.
- Faire transiter les données entre les réseaux des opérateurs et les grands "backbones" Internet.

Point of Presence

Un Point of Presence est un lieu physique où un opérateur de télécoms ou un fournisseur de services réseau installe du matériel pour se connecter à d'autres réseaux. C'est un peu comme une gare d'échange entre différents trains (réseaux).

Rôle :

- Servir de point de raccordement entre plusieurs opérateurs ou zones géographiques.
- Héberger des routeurs, commutateurs et serveurs pour distribuer la connectivité.

Nœud IP

Un nœud IP est un équipement réseau intelligent (souvent un routeur de grande capacité) qui décide par où les données doivent passer pour atteindre leur destination. C'est comme un chef d'orchestre du trafic Internet : il choisit la meilleure route pour chaque paquet d'information.

Rôle :

- Acheminer les paquets de données (emails, vidéos, pages web, etc.) à travers le réseau.
- Optimiser le trafic pour éviter la congestion.
- Gérer la sécurité et la priorisation des flux.

Nœud optique

Un nœud optique est un point clé dans un réseau en fibre optique où le signal lumineux est distribué, amplifié ou converti pour continuer son chemin. On peut le voir comme un répartiteur de lumière dans le réseau.

Rôle :

- Distribuer la fibre vers plusieurs abonnés (dans le cas du FTTH).
- Régénérer ou amplifier le signal optique quand il s'affaiblit.
- Relier différentes sections du réseau fibre (backbone ↔ réseau local).

4. Réseaux internet terrestres en France

Un **réseau backbone (backbone network)** est le cœur à haute capacité qui connecte différentes régions, centres de données et fournisseurs d'accès à Internet (FAI) aux services Internet et cloud.

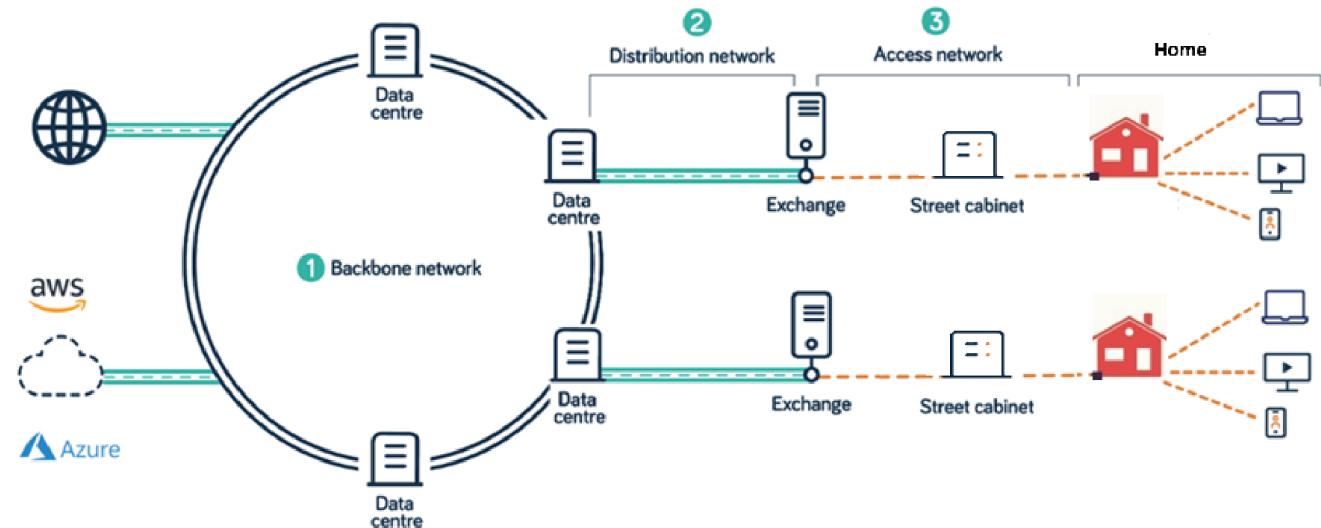
Type de connexion

- Câbles en fibre optique terrestres reliant les datacenters aux Points de Présence régionaux.
- Câbles sous-marins transatlantiques ou intercontinentaux pour relier différents continents.

Un **réseau de distribution (distribution network)**, relie le réseau backbone à un **réseau d'accès**, distribuant le trafic vers les réseaux métropolitains régionaux ou locaux (MAN), les rues ou les bâtiments.

Type de connexion

- Lignes DSL sur cuivre pour le transport vers les bâtiments.
- Fibres optiques dans les villes pour relier les nœuds MAN aux quartiers.



Un **réseau d'accès (access network)**, également appelé (dernier kilomètre), connecte les utilisateurs finaux ou abonnés au réseau de distribution, offrant un accès à Internet et aux services cloud.

Type de connexion

- Fibre optique jusqu'à la maison ou le bâtiment.
- Paire de cuivre du central téléphonique vers le domicile (ADSL/VDSL).
- Câble coaxial partagé dans un quartier.
- Antenne 4G/5G fixe ou parabole satellite pour zones isolées.

5. Datacenters (Centres de données)

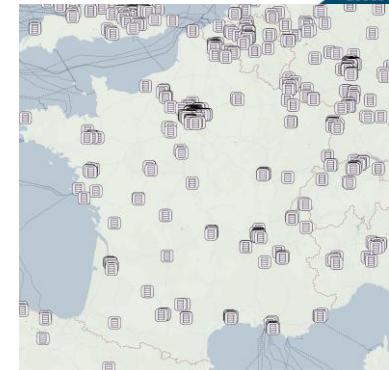
- **Définition :** Installations physiques qui hébergent des serveurs, des systèmes de stockage et des équipements réseau. Il constitue l'épine dorsale de l'informatique moderne, permettant aux entreprises de stocker, de traiter et de gérer efficacement de grandes quantités de données.
- **Rôle :** Ils permettent de stocker, traiter et distribuer des données pour les services Internet, applications cloud, sites web et bases de données.
- **Caractéristiques :** Haute disponibilité, sécurité renforcée, alimentation électrique redondante et systèmes de refroidissement.

Les services informatiques des grandes entreprises sont généralement implantés dans des centres de traitement de données, dédiés ou mutualisés. Les plus gros centres dans le monde sont ceux des géants de l'internet comme [Google](#), qui utilise des infrastructures modulaires en conteneurs, qui peuvent héberger jusqu'à 1 160 serveurs^[41] (voir [Plateforme Google](#)), ou [Facebook](#) qui a étendu son centre de traitement de [Prineville](#) dans l'[Oregon](#)^[42]. [Amazon](#) a lui aussi implanté son centre de traitement dans l'[Oregon](#), compte tenu du faible coût de l'énergie dans cet État^[43]. [Apple](#) a construit son plus gros centre à [Maiden](#) en [Caroline du Nord](#)^[44], pour soutenir sa stratégie de développement de l'[iCloud](#)^[45].

[France : La relocalisation des datacenters – DCmag](#)



Vue satellite d'un centre de données d'Apple à [Reno \(Nevada\)](#).



Carte des datacenters en France
[Open Infrastructure Map](#)



Centre de traitement de données.

6. Réseaux de transport fibre optique (Backbone)

- **Définition** : Infrastructures à haute capacité qui constituent l'épine dorsale d'Internet.
- **Rôle** : Ils transportent de grandes quantités de données entre les datacenters, les POP et les régions géographiques.
- **Caractéristiques** : Très haut débit, souvent basé sur la fibre optique, avec des liaisons intercontinentales et interurbaines.



backbone internet / réseau de fibre optique en France,
<https://www.sipartech.com/>

7. Points de Présence (POP – Point of Presence)

Définition : Sites physiques où un fournisseur de services Internet (FAI) ou un réseau se connecte pour interagir avec d'autres réseaux. Un POP dispose généralement d'un ou plusieurs coeurs de réseaux (Core Routeurs), de switchs, ainsi que d'équipement d'activation de fibre optique longue distance ou à ultra haut débit (supérieur à 10 Gb/s).

- **Rôle :** Ils servent de points d'accès au réseau pour acheminer le trafic vers les utilisateurs finaux ou d'autres réseaux.
- **Exemple :** Un POP peut être un nœud local d'un FAI dans une ville, connecté à des câbles à fibre optique pour relayer le trafic.



illustration d'une baie réseau dans un NRA

8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

Qu'est-ce que la fibre optique ?

Technologie utilisant des fils en verre ou plastique pour transmettre la lumière.

Permet de transporter des données (internet, télécommunications) à très haute vitesse.

Fonctionne grâce à la réflexion totale interne de la lumière.

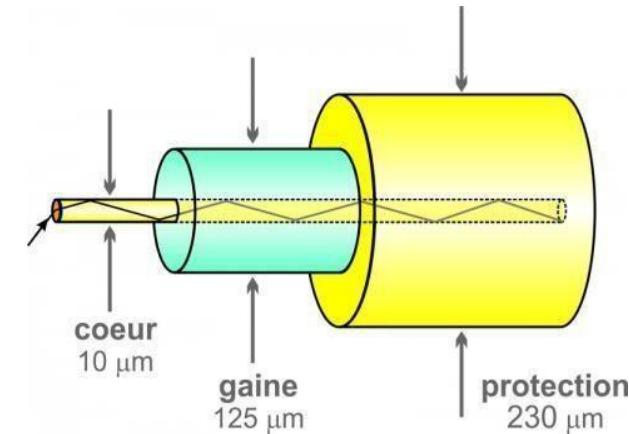
Avantages :

Vitesse : Transfert de données ultra-rapide.

Fiabilité : Résistante aux interférences et aux intempéries.

Longue portée : Peu de perte sur de grandes distances.

Capacité : Peut gérer un grand volume de données simultanément



Le signal lumineux est propagé dans et à proximité du cœur.

La gaine optique sert essentiellement à amener le diamètre à 125μm, pour des raisons mécaniques

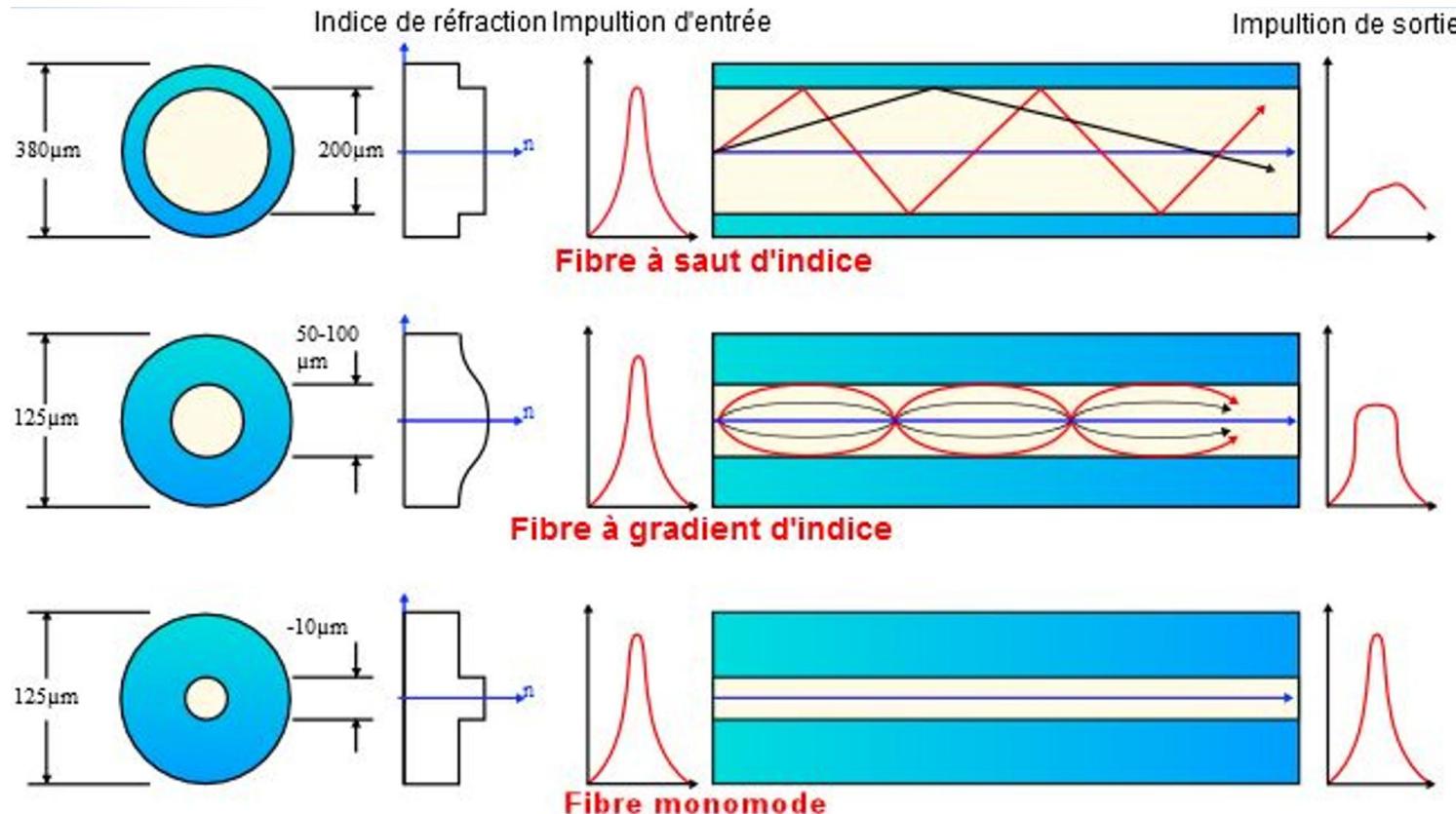
Le revêtement sert à protéger la fibre optique.

8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

Fibre optique multimode: diamètre de 50 à 200 microns

Fibre optique monomode: diamètre inférieur à 10 microns

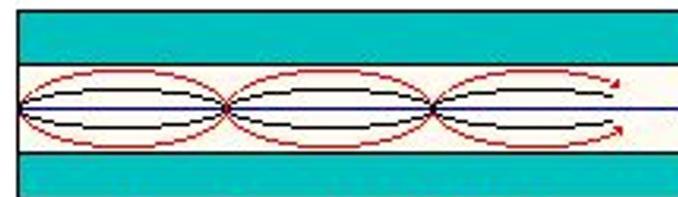


8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

La fibre multimode

La fibre multimode : Les rayons de lumière de cette fibre suivent plusieurs chemins. L'émetteur de cette fibre est une Diode Electroluminescente qui lui fournit une capacité d'émission de l'ordre du Gigabits par kilomètre. Mais dans cette catégorie, on distingue celle ayant un gradient d'indice (une onde de forme sinusoïdale), ce qui engendre une baisse de l'indice de réfraction au centre de la fibre. Ces fibres auront une vitesse de circulation de l'information lumineuse inférieure au milieu de la fibre et plus rapide en périphérie. Ces fibres sont utilisées exclusivement lors de trajet de courte distance



Fibre à gradient d'indice

8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

La fibre monomode :

Les rayons de lumière suivent un seul chemin, l'onde est parallèle à la fibre. Cette onde pour permettre une telle précision utilise un laser. Ces performances sont de l'ordre de 100 Gigabits par kilomètre car elle n'offre que très peu de dispersion du signal. Cette fibre connaît les meilleurs résultats car sans dispersion du signal, et cela grâce à un cœur de la fibre très petit. Cette fibre peut ainsi être utilisée sur de bien plus longues distances que celles qui l'ont précédée mais elle connaît un coût beaucoup plus important



Fibre monomode

8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

MONOMODE/MULTIMODE

- La fibre multimode : A été la première utilisée. Est facile à utiliser (gros cœur ~ tolérances élevées) mais a une limitation intrinsèque de bande passante. ⇒ Réservée aux courtes distances : réseaux informatiques.
- La fibre monomode : A une bande passante pratiquement infinie (en théorie) mais requiert des composants chers et des tolérances faibles. ⇒ Est devenue la solution universelle des systèmes de télécommunications

8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

Vieillissement de la fibre optique

La corrosion par l'humidité d'une fibre de silice non protégée la rend très cassante en quelques heures. Le revêtement est donc étudié pour protéger la silice. La résistance au vieillissement est mesurée par un facteur «n», facteur de durée de vie sur une échelle logarithmique. Il est mesuré selon des normes internationales :

- n statique, lorsque les charges appliquées sont statiques.
- n dynamique, mesuré sous charge variable (croissante).

On évalue la variation de la durée de vie en fonction de la charge appliquée et on extrapole dans le temps. Les règles de l'art actuelles garantissent largement 25 ans de durée de vie. L'expérience montre quela plupart des ruptures effectivement rencontrées (plus de 95%) sont dues à des travaux de Génie Civil

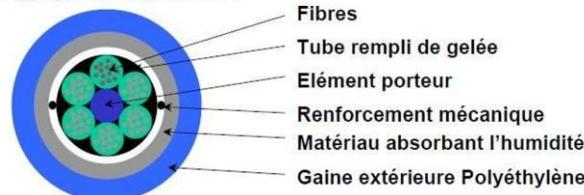
8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

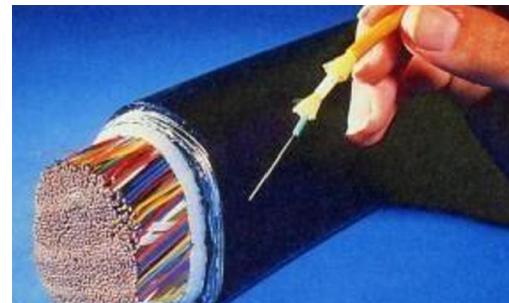
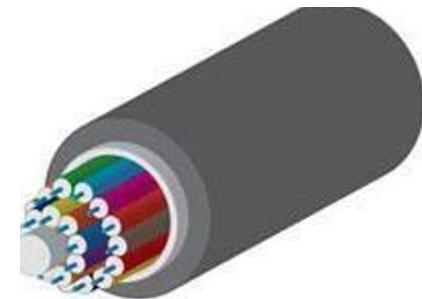
Les câbles de fibre optique

Les fibres optiques sont placées dans des câbles qui en assurent le conditionnement (plus ou moins de fibres enrobées dans des tubes ou des rubans), la protection mécanique et chimique. La taille et le poids réduit des câbles à fibres optiques permettent des poses d'un seul tenant pouvant dépasser 4800 m contre seulement 300 m avec un câble coaxial en cuivre

La technique de câblage la plus utilisée aujourd'hui est le tube. Un câble typique est représenté :



La fibre est posée en long dans des tubes remplis d'une gelée de pétrole, qui la protège de l'humidité. De nombreux types de câbles peuvent être réalisés par assemblage de ces tubes.

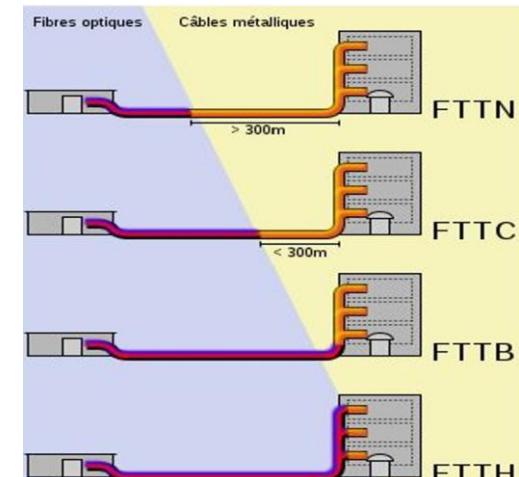
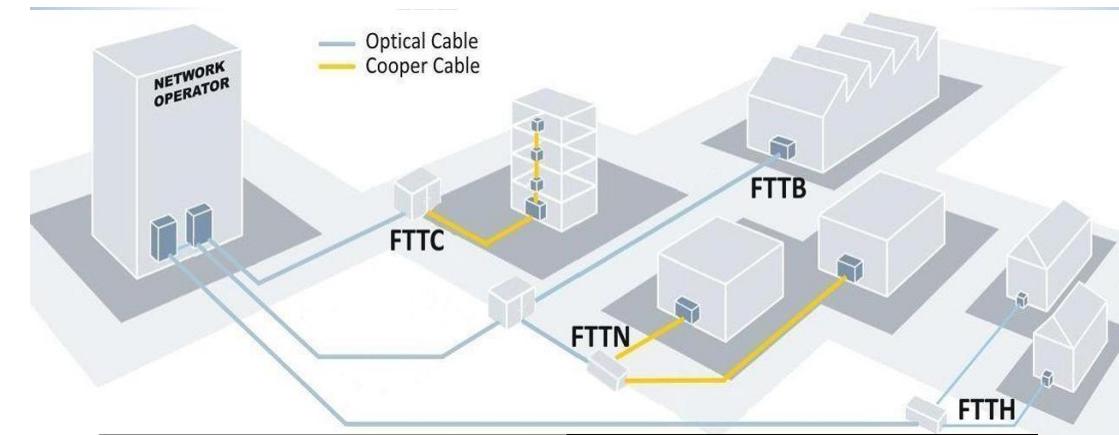


8. Supports de transmission filaires

8.1 Fibre Optique

Technologie Fttx

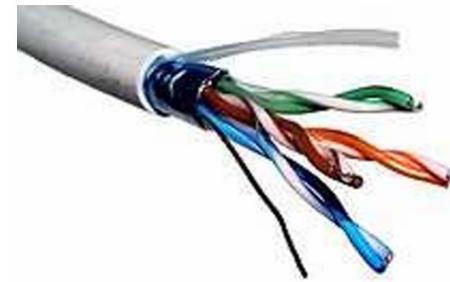
- FTTH : Fiber To The Home, la fibre arrive jusqu'aux prises murales de l'abonné.
- FTTB : Fiber To The Building, la fibre arrive jusqu'au pied de l'immeuble de l'abonné; la suite de la liaison est sous forme de paire de cuivre.
- FTTO : Fiber To The Office, comme FTTH mais réservé pour les entreprises.
- FTTC : Fiber To The Curb, la fibre arrive jusqu'au sous répartiteur de l'abonné; la suite est sous forme d'une paire de cuivre utilisant la technologie VDSL2



8. Supports de transmission filaires

8.2 Cable à paires symétriques

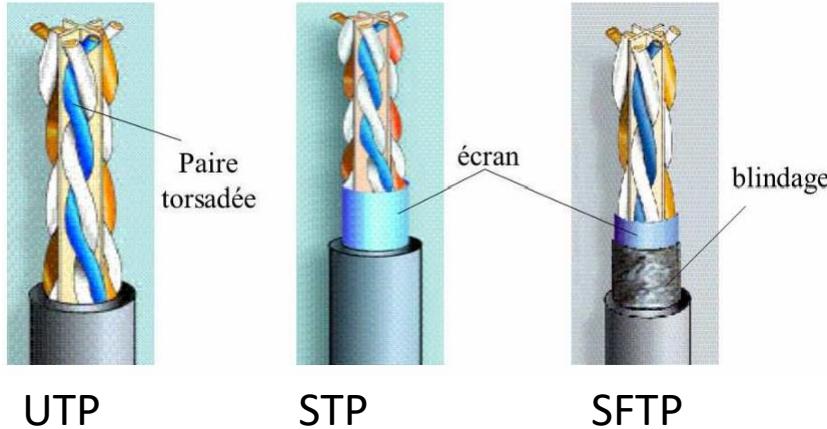
- Lignes bifilaires groupées à l'intérieur de câbles le plus souvent souterrains mais, parfois encore, aériens, dont la capacité varie en fonction du nombre d'abonnés à raccorder ou du trafic à écouler.
- Ces types de câbles sont utilisés essentiellement dans les réseaux locaux, soit pour le raccordement des abonnés à leur centre de rattachement, soit pour des liaisons inter-centraux, urbaines ou rurales.



8. Supports de transmission filaires

8.2 Cable à paires symétriques

En général, les câbles à paires symétriques sont utilisés pour la transmission de signaux à faible ou moyenne largeur de bande (téléphone, télex, transmissions de données à moyen débit), mais on peut aussi les utiliser pour des transmissions de signaux à plus large bande (vidéo) sur de courtes distances



UTP : Unshielded Twisted Pair
STP : Shielded Twisted Pair
SFTP : Foiled Twisted Pair

Type	Blindage	Avantages	Usage
UTP	Aucun	Flexible, économique	LAN standard
STP	Chaque paire blindée	Protège contre EMI et diaphonie	LAN industriel, haute fréquence
S/FTP	Blidage global + chaque paire blindée	Très haute protection	Data centers, environnements industriels

- **U** = Unshielded → non blindé
- **S** = Shielded → blindage global
- **F** = Foiled → blindage par paire

8. Supports de transmission filaires

8.3 Cable coaxial

- Ils ont régné pendant longtemps sur le domaine des liaisons terrestres à grande distance et des liaisons intercontinentales par câbles sous-marins.
- Ils sont utilisés aussi pour des « réseaux locaux à large bande », réseaux de télévision par câble, notamment, ou pour des liaisons interactives de vidéocommunication



8. Supports de transmission filaires

8.4 Routeur

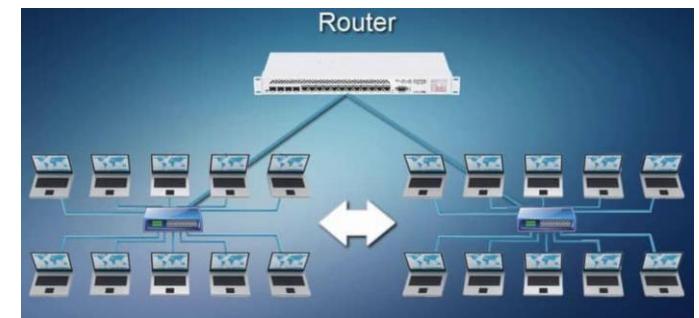
Qu'est-ce qu'un routeur ?

Un routeur est un dispositif qui dirige le trafic entre différents réseaux. Il sert de point d'interconnexion.

Fonctions principales d'un routeur

- **Routage** : il détermine le meilleur chemin pour acheminer les paquets de données.
- **Isolation** : il sépare les segments de réseau pour améliorer les performances et la sécurité.
- **Translation d'adresses (NAT)** : il permet à plusieurs dispositifs d'un réseau local de partager une seule adresse IP publique.

Exemple concret : dans une entreprise, le routeur pourrait connecter le réseau local de l'entreprise à Internet, permettant ainsi à tous les employés d'accéder au web tout en étant protégés derrière une seule adresse IP.



8. Supports de transmission filaires

8.5 Commutateur

Qu'est-ce qu'un commutateur ?

Un commutateur est un dispositif qui relie plusieurs dispositifs au sein d'un même réseau local (LAN) et dirige les paquets de données vers leur destination appropriée à l'intérieur de ce LAN.

Fonctions principales d'un commutateur

- **Segmentation** : il divise un grand réseau en segments plus petits pour réduire les collisions.
- **Filtrage** : en utilisant des tables d'adresses MAC, il s'assure que les paquets sont envoyés uniquement à l'appareil destinataire.
- **Agrégation** : il peut combiner plusieurs ports pour augmenter la bande passante.

Exemple concret : dans un bureau, un commutateur pourrait connecter tous les ordinateurs des employés, s'assurant que si Alice envoie un document à Bob, le document n'est pas envoyé à tous les autres ordinateurs du réseau.



8. Supports de transmission filaires

8.6 Modem

Un **modem** est un appareil qui permet de connecter un ordinateur à Internet en convertissant les signaux numériques en signaux analogiques et vice versa.

Les **modems DSL** sont populaires pour les foyers et les petites entreprises qui nécessitent une connexion internet stable mais pas extrêmement rapide.

Un modem peut être **externe** ou **interne**, et il est souvent connecté à un **routeur** pour fournir un accès à Internet à plusieurs appareils simultanément.

L'un des rôles majeurs du modem est de communiquer avec le **fournisseur d'accès Internet** pour établir une connexion Internet fiable pour l'utilisateur.



9. Technologies filaires

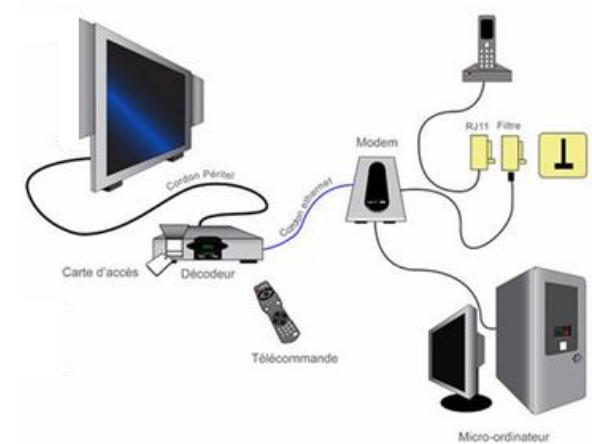
9.1 ADSL

Qu'est-ce que l'ADSL ?

- Asymmetric Digital Subscriber Line, une technologie permettant d'accéder à Internet via les lignes téléphoniques en cuivre.
- Offre une connexion asymétrique : débit descendant (download) plus élevé que le débit montant (upload).

Avantages :

- Accessibilité : Utilise les infrastructures téléphoniques existantes.
- Connexion permanente : Pas besoin de couper l'appel téléphonique pour naviguer.
- Coût abordable : Solution économique pour l'accès à internet



9. Technologies filaires

9.2 Ethernet

Qu'est-ce qu'Ethernet ?

- Technologie de réseau filaire utilisée pour connecter des appareils (ordinateurs, imprimantes, etc.).
- Transmet les données via des câbles (généralement en cuivre ou fibre optique).
- Essentiel pour les réseaux locaux (LAN) et la connexion internet stable.

Avantages :

- Fiabilité : Connexion stable et moins sujette aux interférences que le Wi-Fi.
- Vitesse : Débits élevés (jusqu'à plusieurs Gbps selon la norme).
- Sécurité : Moins vulnérable aux cyberattaques par rapport aux réseaux sans fil



10. Technologies non filaires

10.1 Les satellites

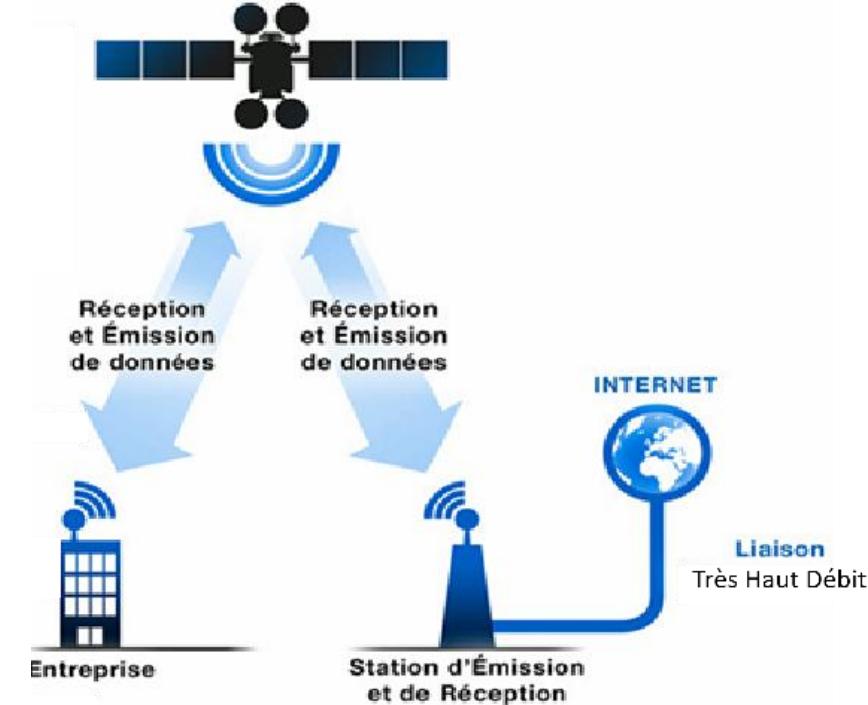
Qu'est-ce qu'un Satellite ?

Un engin placé en orbite autour de la Terre pour transmettre des données ou collecter des informations.

Utilisé pour les communications (Internet, téléphone), l'observation de la Terre, le GPS, et plus encore.

Avantages des Satellites :

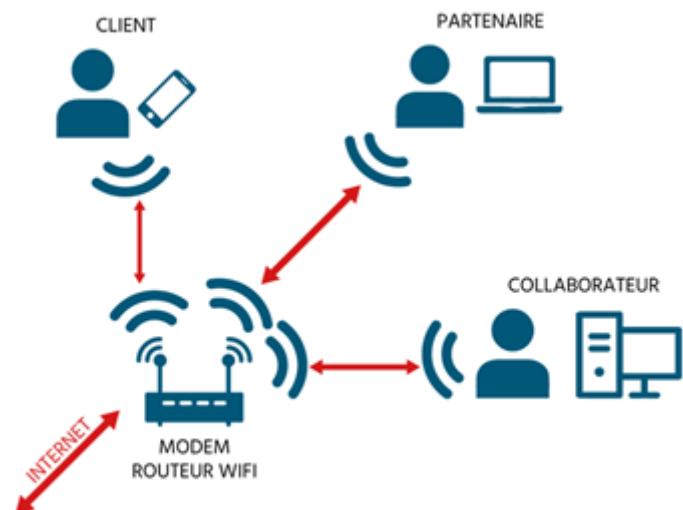
- Connexion directe : Avec des projets comme Starlink, les satellites fournissent directement Internet sans infrastructure physique intermédiaire.
- Couverture mondiale : Permettent une connexion dans les zones isolées ou rurales où les câbles ne peuvent être installés.
- Polyvalence : Utilisés pour l'Internet, la télévision, les GPS, la météo, et les communications d'urgence.
- Mobilité : Fournissent des connexions sur les avions, navires et véhicules en déplacement.
- Résilience : Restent opérationnels même en cas de catastrophes naturelles ou de pannes des infrastructures terrestres



10. Technologies non filaires

10.2 WIFI

Qu'est-ce que le Wi-Fi ? Technologie de réseau sans fil permettant de connecter des appareils à Internet ou à un réseau local. Utilise des ondes radio pour transmettre les données entre un routeur et des appareils comme des ordinateurs, smartphones ou objets connectés. Avantages : Sans fil : Plus de flexibilité et mobilité. Facilité d'installation : Pas de câblage complexe requis. Compatibilité universelle : Fonctionne avec une grande variété d'appareils



10. Technologies non filaires

10.3 Bluetooth

Qu'est-ce que le Bluetooth ?

- Technologie sans fil permettant la communication entre appareils à courte distance.
- Utilise des ondes radio sur la bande de fréquence 2,4 GHz pour échanger des données.
- Idéal pour des connexions directes et temporaires entre périphériques.

Avantages :

- Sans fil : Connecte facilement des appareils sans câble.
- Faible consommation d'énergie : Conçu pour des appareils portables (casques, montres, etc.).
- Compatibilité universelle : Utilisé dans une large gamme de produits



