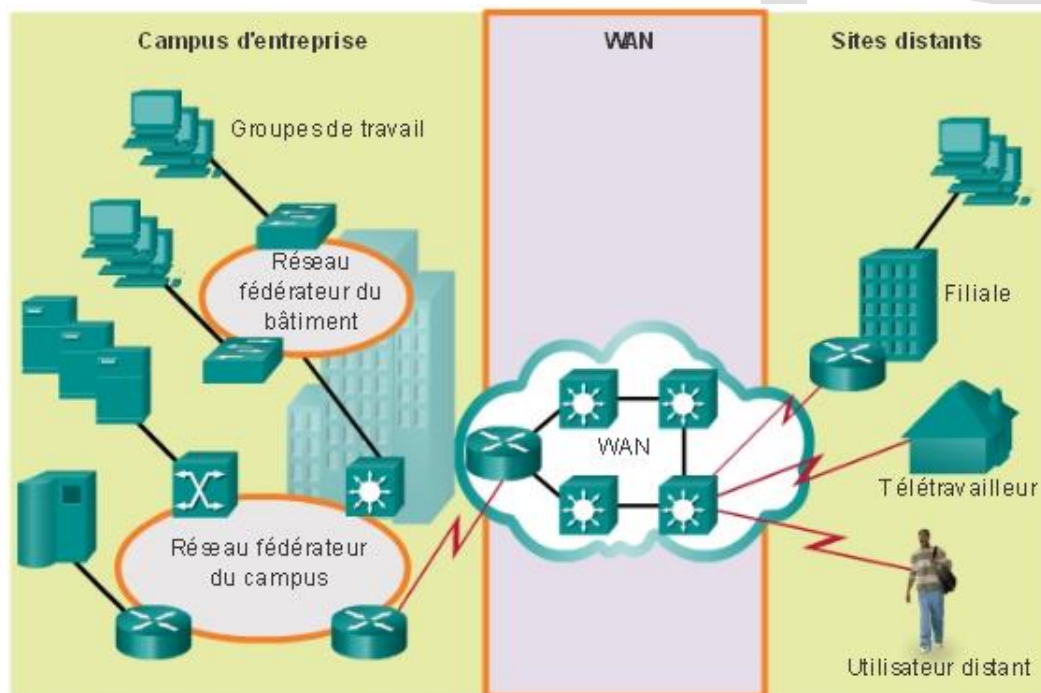


Chapitre 13**Etudier les réseaux étendus****1. Présentation des réseaux étendus****1.1. WAN, c'est quoi ?**

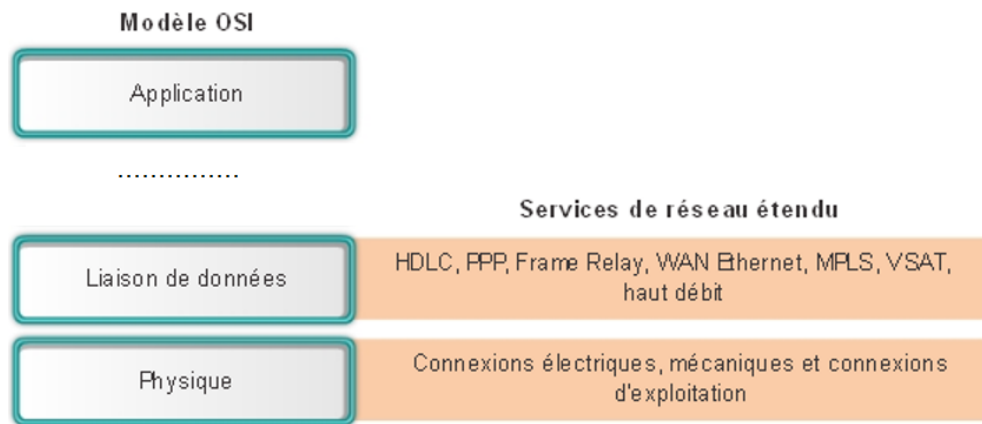
- Le **WAN** (Wide Area Network pour Réseau étendu) a une portée qui va au-delà de l'étendue géographique du LAN.
- Les WAN sont utilisés pour interconnecter les LAN de l'entreprise avec les LAN distants des sites des filiales et des télétravailleurs.



- Le WAN est la propriété du **fournisseur de services** (opérateurs de réseau téléphonique, de réseau câblé ou de service par satellite). À l'inverse, les LAN sont en général la propriété de l'entreprise.
- L'entreprise doit payer pour utiliser les services de réseau du fournisseur pour connecter des sites distants.

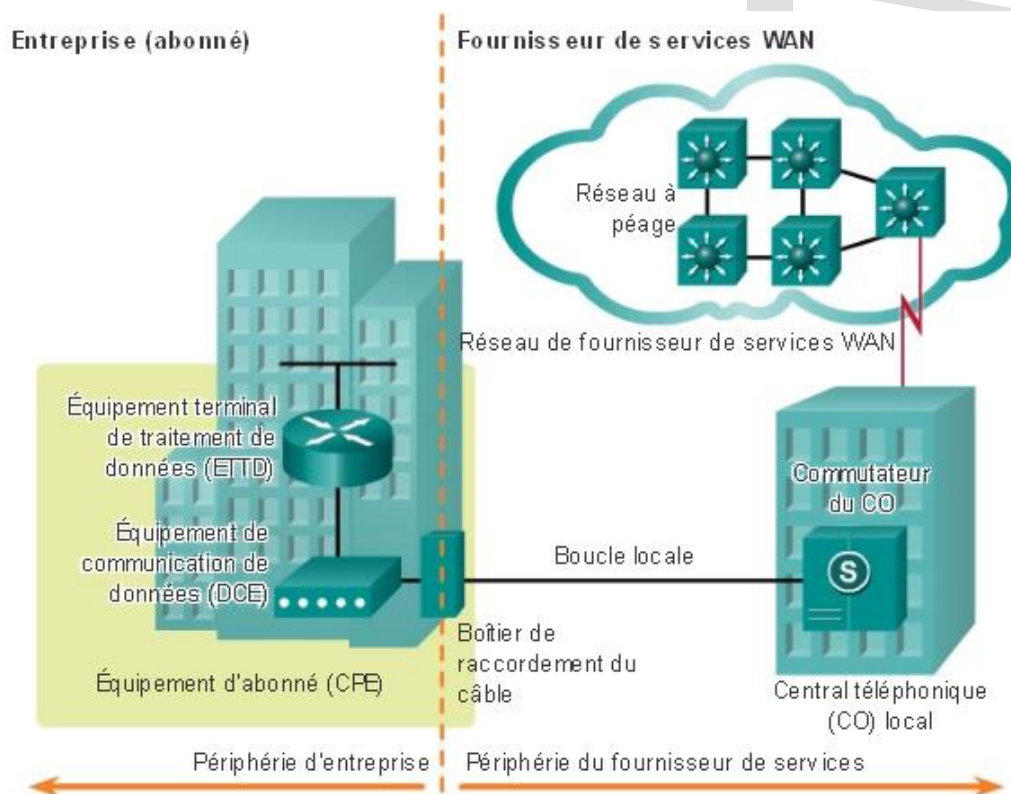
1.2. WAN dans le modèle OSI

- Le WAN fonctionne principalement sur la **couche physique** (Couche 1) et la **couche liaison de données** (Couche 2) du modèle OSI.
- Les liaisons de données de WAN sont utilisées afin d'accéder à Internet et de connecter les différents emplacements de l'entreprise entre eux, à d'autres emplacements d'autres organisations, à des services externes, et enfin aux utilisateurs distants.
- La couche physique du WAN correspond aux connexions physiques entre le réseau de la société et le réseau du fournisseur de services.



- Les normes d'accès aux WAN sont définies et gérées par un certain nombre d'autorités reconnues, telles que TIA/EIA, ISO et IEEE.

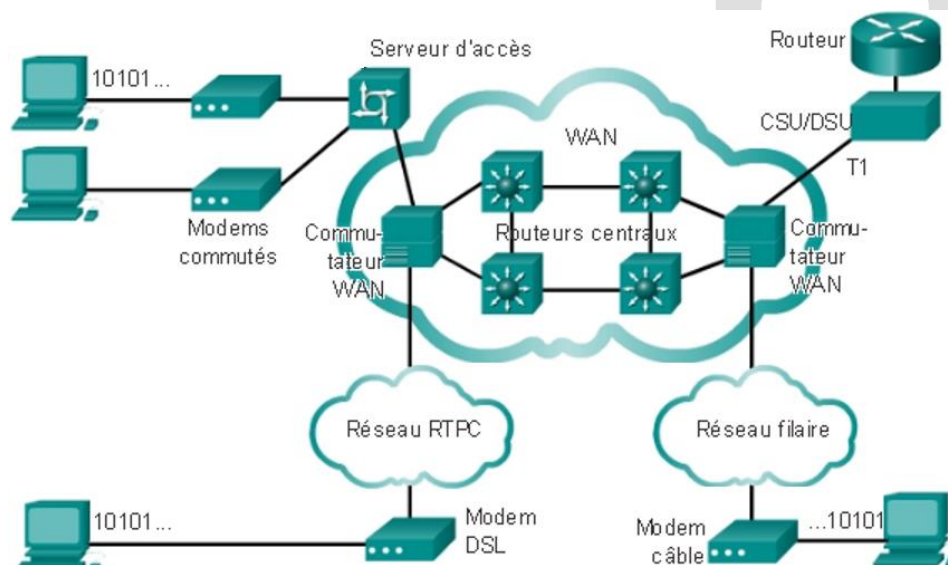
1.3. Terminologie WAN



Équipement d'abonné (CPE)	<ul style="list-style-type: none"> Périphériques et câblage interne qui se trouvent sur la périphérie d'abonné et qui se connectent à une liaison d'opérateur. L'abonné est propriétaire de l'équipement ou le loue à son fournisseur de services.
Équipement de communication de données (DCE)	<ul style="list-style-type: none"> Il est aussi appelé « <i>équipement de fin de circuit de données</i> ». Il comprend des périphériques qui placent des données sur la boucle locale. Il fournit principalement une interface pour connecter les abonnés à une

	liaison de communication sur le cloud du WAN.
Équipement terminal de traitement de données (ETTD)	<ul style="list-style-type: none"> - Sont des périphériques du client qui transmettent les données d'un réseau client ou d'un ordinateur hôte pour transmission sur le réseau étendu. - L'ETTD se connecte à la boucle locale grâce à l'équipement de communication de données.
Point de démarcation	<ul style="list-style-type: none"> - Point établi dans un bâtiment ou complexe afin de séparer les équipements du client des équipements du fournisseur de services. - Physiquement, le point de démarcation est le boîtier de raccordement de câblage, situé chez le client, qui connecte les câbles de l'équipement d'abonné à la boucle locale.
Boucle locale	<ul style="list-style-type: none"> - Elle est aussi appelée le dernier kilomètre. - Elle s'agit du câble cuivre ou fibre qui connecte l'équipement de l'abonné au central téléphonique (CO) du fournisseur de services.
Central téléphonique (CO)	<ul style="list-style-type: none"> - Installation ou bâtiment du fournisseur de services local qui relie l'équipement de l'abonné au réseau du fournisseur.
Réseau à péage	<ul style="list-style-type: none"> - Comprend les lignes en fibre optique de communication longue distance tout numérique, les commutateurs, les routeurs et tous les autres équipements dans le réseau du fournisseur WAN.

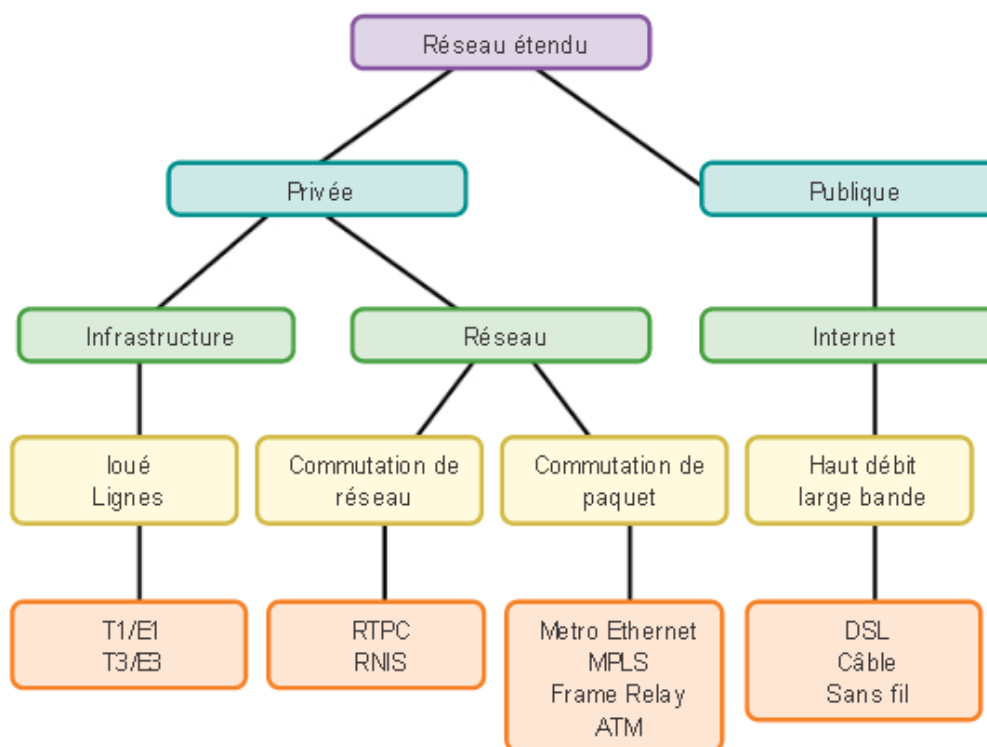
1.4. Equipements du WAN



Modem commuté	Il convertit le signal numérique produit par un ordinateur en fréquences vocales qui peuvent être transmises sur les lignes analogiques du réseau téléphonique public. De l'autre côté, il reconvertit le son en un signal numérique (démodule) transmis à un ordinateur ou une connexion réseau.
Serveur d'accès	Il concentre les communications utilisateur entrantes et sortantes d'un modem commuté. Il peut comporter un mélange d'interfaces analogique et numérique, et prendre en charge plusieurs centaines d'utilisateurs simultanés.
Modem haut débit	Un type de modem digital utilisé avec les services Internet DSL ou câble à grande vitesse. Il utilise des fréquences et des vitesses de transmission à plus haut débit.
CSU-DSU	<ul style="list-style-type: none"> - Les lignes louées numériques nécessitent une CSU et une DSU. - La CSU/DSU peut-être un périphérique distinct, par exemple un moteur ou une interface sur un routeur. - L'unité CSU fournit la terminaison pour le signal numérique et garantit l'intégrité de la connexion grâce à la correction des erreurs et la surveillance de ligne. - L'unité DSU convertit les trames de ligne en trames que le LAN peut interpréter, et vice versa.
Commutateur WAN	<ul style="list-style-type: none"> - Périphérique inter-réseaux à ports multiples utilisé dans les réseaux de fournisseur de services. - Ces périphériques assurent la commutation du trafic, par exemple Frame Relay ou ATM. - Il fonctionne sur la couche 2.
Routeur	<ul style="list-style-type: none"> - Fournit l'interconnexion et les ports d'interfaces d'accès au WAN utilisés pour relier un réseau local au réseau du fournisseur d'accès Internet. Ces interfaces peuvent être des connexions en série, Ethernet ou d'autres interfaces WAN.
Routeur central/commutateur multicouches	<ul style="list-style-type: none"> - Le routeur ou le commutateur multicouche qui se trouve au milieu ou dans le réseau fédérateur du WAN, plutôt qu'à sa périphérie. - Il doit pouvoir prendre en charge les nombreuses interfaces à grande vitesse utilisées dans le cœur du WAN, transférer les paquets IP à vitesse maximale sur toutes ces interfaces, aussi prendre en charge les protocoles de routage utilisés dans le cœur.

1.5. Services de WAN

- Plusieurs services WAN sont disponibles afin de connecter la boucle locale à la périphérie d'entreprise. Ces options d'accès WAN se distinguent par la technologie, la vitesse et le coût.

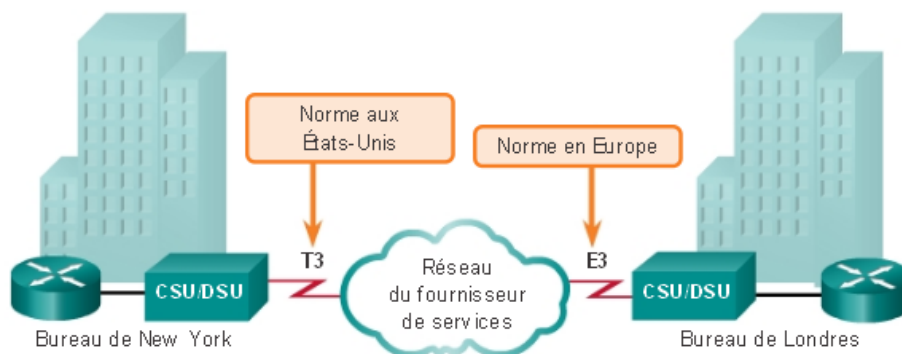


Infrastructure WAN privée	Les fournisseurs de services peuvent offrir des lignes louées, des liaisons à commutation de circuits (RTPC ou RNIS), et des liaisons à commutation de paquets (WAN Ethernet , ATM ou Frame Relay).
Infrastructure WAN publique	Le fournisseur de services peut offrir un accès Internet haut débit par le biais d'une ligne DSL et l' accès satellite . Le transfert des données entre les sites d'entreprise sur l'infrastructure de WAN publique doit être protégé à l'aide de réseaux VPN .

2. Infrastructure WAN privée

2.1. Ligne louée

- Lorsqu'il y a un besoin de connexions permanentes dédiées, la liaison point à point permet de créer un chemin de communication WAN pré-établi depuis le bureau du client jusqu'au réseau du fournisseur.
- Les lignes point à point sont généralement **louées** auprès d'un fournisseur de services. Elles sont appelées **lignes louées**.
- Le protocole de couche 2 utilisé est normalement le protocole HDLC ou le protocole PPP.

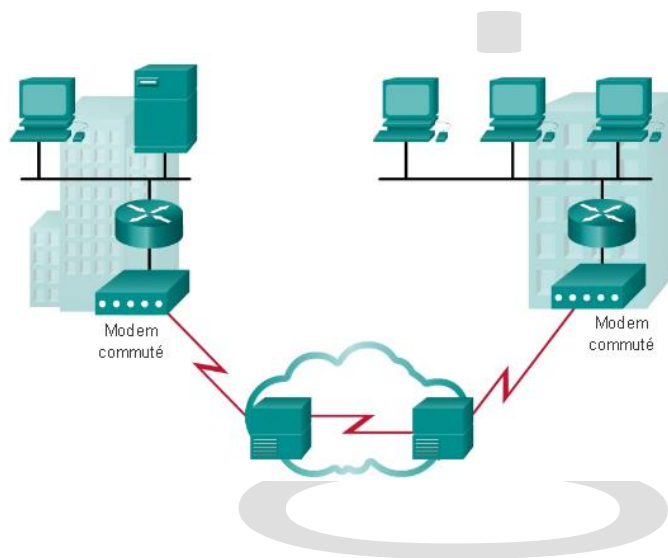


- Les avantages et les inconvénients des lignes louées sont les suivants :

Avantages	Inconvénients
<p>Simplicité : les lignes louées ne nécessitent que peu d'expertise pour leur installation et leur maintenance.</p> <p>Qualité : les lignes louées offrent une grande qualité de service, si la bande passante est adaptée.</p> <p>Disponibilité : Les lignes louées offrent une capacité permanente dédiée, nécessaire pour la voix ou la vidéo sur IP.</p>	<p>Coût : les lignes louées constituent généralement le type d'accès WAN le plus coûteux.</p> <p>Flexibilité limitée : le trafic WAN est souvent variable et les lignes louées possèdent une capacité fixe, de telle sorte que la bande passante de la ligne correspond rarement de manière exacte à ce qui est nécessaire.</p>

2.2. Liaison commutée



- L'accès WAN commuté peut être nécessaire quand aucune autre technologie WAN n'est disponible.
- Avantages** : simplicité, disponibilité et faible coût de mise en œuvre.
- Inconvénients** : les faibles débits et un temps de connexion relativement long.



2.3. RNIS

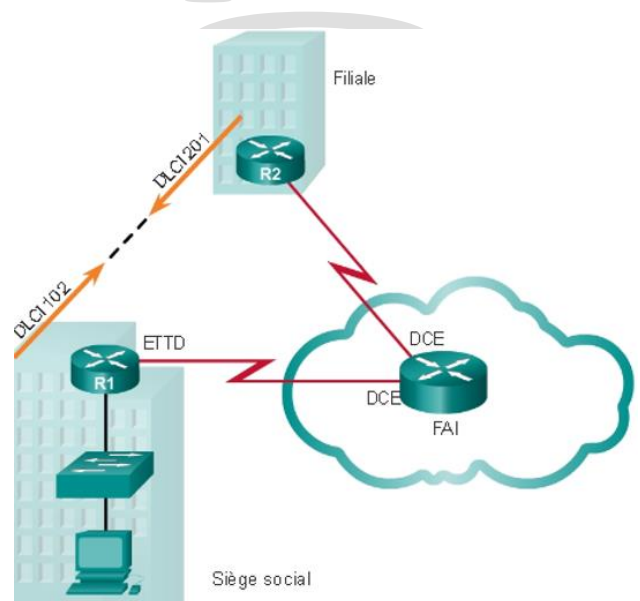
- RNIS** (Réseau Numérique à Intégration de Services) est une technologie de commutation de circuits qui permet à la boucle locale d'un réseau téléphonique public de transporter des signaux numériques, offrant ainsi une connexion commutée à plus grande capacité.
- La connexion RNIS peut nécessiter un **adaptateur de terminal (AE)** pour relier les connexions BRI du RNIS à un routeur.

- Deux types de technologies RNIS sont à distinguer :

<p>BRI (Basic Rate Interface)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Elle est destinée au grand public et aux petites entreprises. Elle offre deux canaux B de 64 kbit/s et un canal D de 16 kbit/s. 
<p>PRI (Primary Rate Interface)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Elle est destinée aux plus grandes installations. En Amérique du Nord, le PRI propose 23 canaux B à 64 kbit/s et un canal D à 64 kbit/s, pour un débit total allant jusqu'à 1,544 Mbit/s. En Europe, en Australie et dans d'autres parties du monde, le PRI RNIS offre 30 canaux B et un canal D, pour un débit total allant jusqu'à 2,048 Mbit/s. 

2.4. Frame Relay

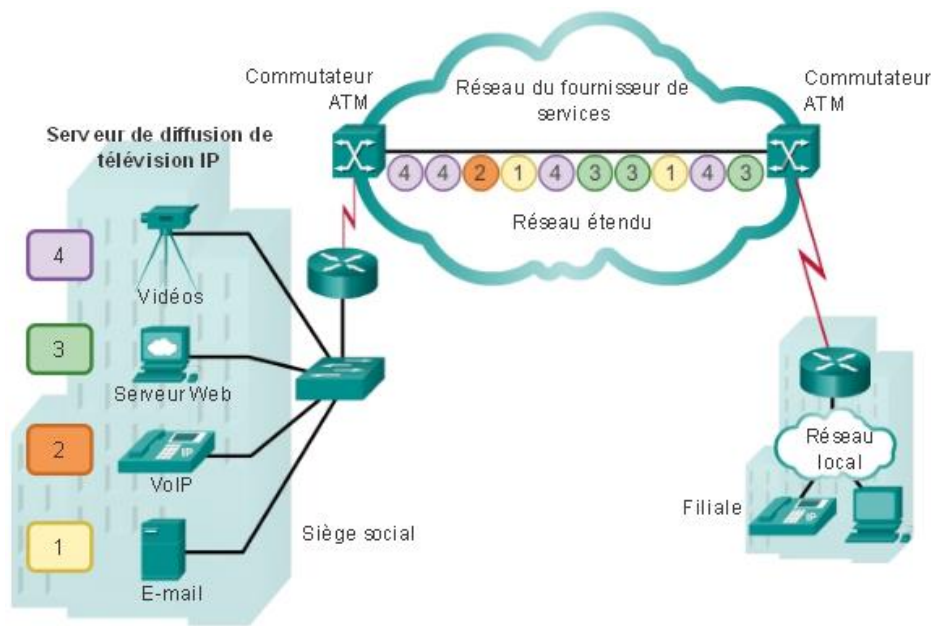
- Frame Relay** est une technologie WAN de couche 2 d'accès multiple sans diffusion (NBMA) utilisée pour connecter des LAN d'entreprise.
- Il est possible de n'utiliser qu'une seule interface de routeur pour connecter plusieurs sites par des circuits virtuels permanents. Les circuits virtuels permanents sont utilisés pour transporter à la fois le trafic de voix et de données entre une source une destination.



2.5. ATM

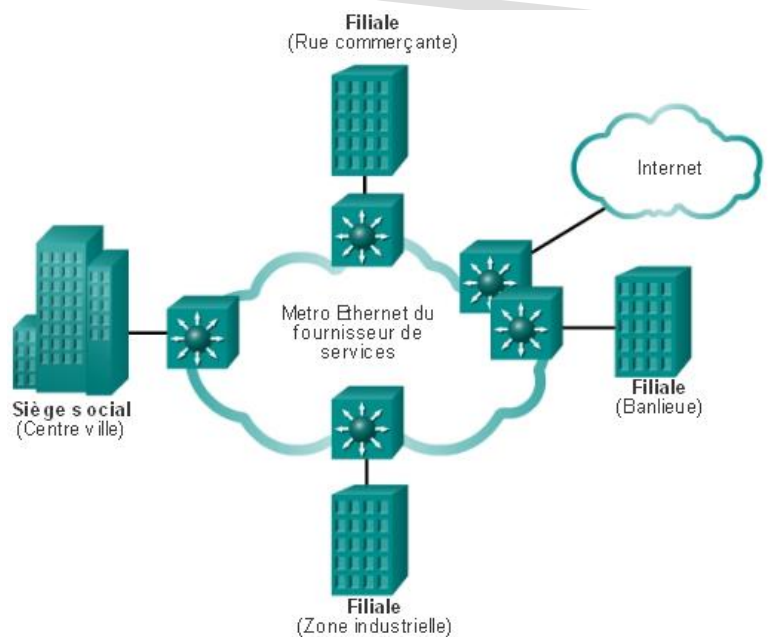
- La technologie **ATM** (Asynchronous Transfer Mode) peut transférer de la voix, de la vidéo et des données sur des réseaux privés et publics.

- Elle s'appuie sur une architecture basée sur des cellules (de longueur de 53 octets), plutôt que sur une architecture basée sur des trames.



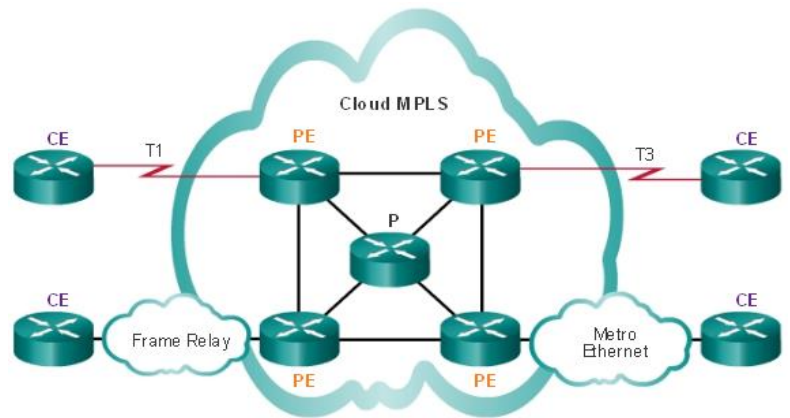
2.6. WAN Ethernet

- De nouvelles normes Ethernet utilisant des câbles en fibre optique ont transformé Ethernet en une solution d'accès WAN applicable.
- Par exemple, la norme IEEE 1000BASE-LX autorise l'emploi de câbles en fibre optique de 5 km, alors que la norme IEEE 1000BASE-ZX prend en charge les câbles allant jusqu'à 70 km.
- La technologie WAN Ethernet offre plusieurs avantages :
 - Frais généraux et administratifs réduits** : un WAN Ethernet fournit une bande passante élevée capable de gérer à la fois les données, la voix et la vidéo sur une même infrastructure.
 - Intégration simple aux réseaux actuels** : le WAN Ethernet se connecte facilement au LAN Ethernet existant, réduisant ainsi les frais et le temps nécessaire à l'installation.
 - Productivité améliorée** : le WAN Ethernet permet aux entreprises d'utiliser les applications IP, difficiles à implémenter sur des réseaux de multiplexage temporel ou Frame Relay, par exemple les communications IP, la voix sur IP et la diffusion vidéo.



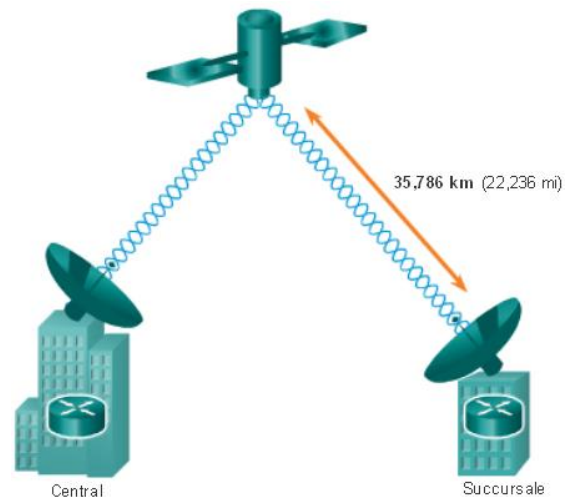
2.7. MPLS

- **MPLS** est une technologie WAN à protocoles multiples présentant des performances élevées.
- Elle redirige les données d'un routeur vers le suivant en se basant sur des étiquettes de chemin le plus court plutôt que sur les adresses réseau IP.



2.8. VSAT

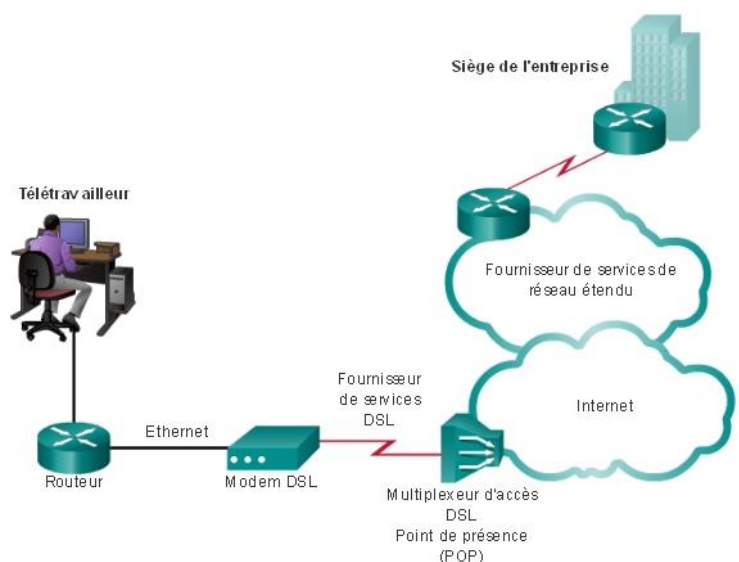
- **VSAT** (Very Small Aperture Terminal) est une solution qui utilise les communications satellite pour créer un WAN privé.
- Un VSAT est une petite antenne satellite similaire à celle utilisée pour Internet ou pour la télévision domestique. Les VSAT créent un WAN privé tout en offrant de la connectivité pour les emplacements distants.
- Le routeur se connecte à une antenne satellite dirigée vers le satellite du fournisseur de services qui se trouve en orbite géostationnaire. Les signaux doivent couvrir une distance d'environ 35,786 kilomètres (22,236 miles) pour aller jusqu'au satellite et en revenir.



3. Infrastructure WAN publique

3.1. DSL

- Une technologie de connexion permanente qui utilise les lignes téléphoniques à paire torsadée existantes pour transmettre les données à large bande passante et offre des services IP à ses abonnés.
- Le modem DSL convertit le signal Ethernet provenant d'un périphérique d'utilisateur en



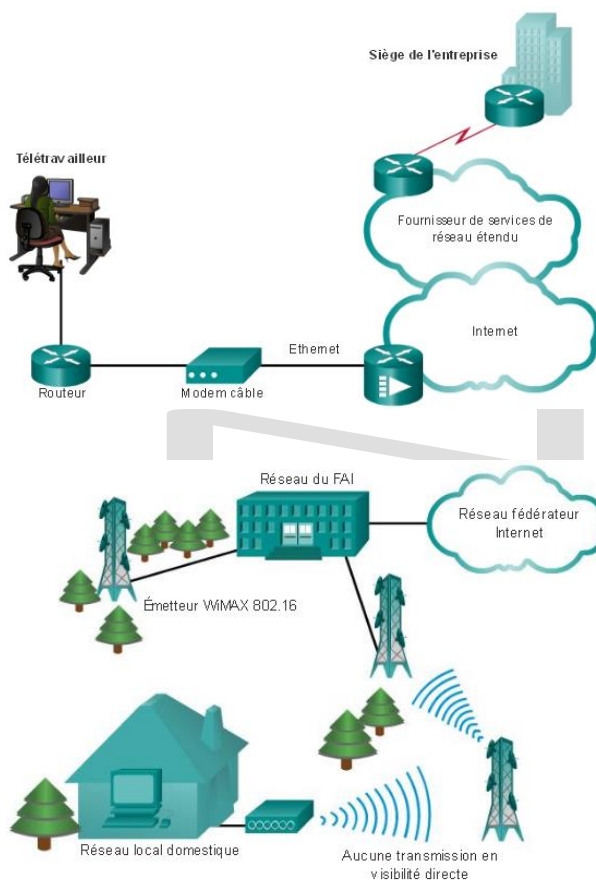
signal DSL, qui est transmis au central téléphonique.

3.2. Câble coaxial

- Le câble coaxial est très répandu dans les zones urbaines pour distribuer le signal de télévision.
- Il offre une bande passante plus importante que la boucle locale téléphonique conventionnelle.

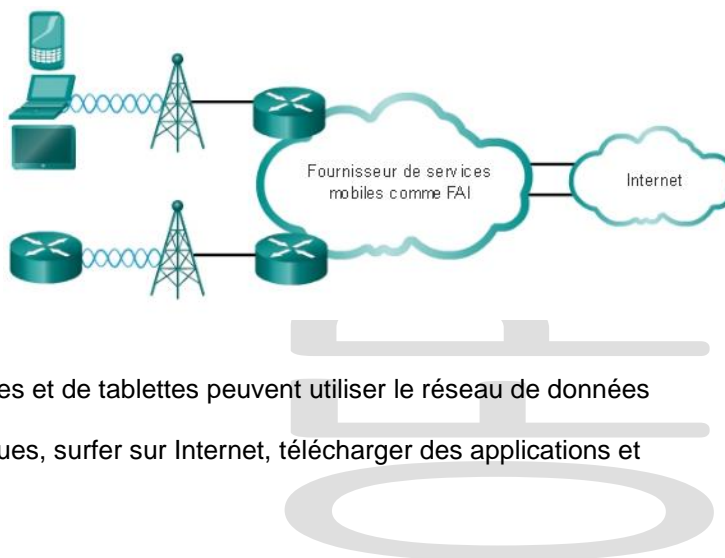
3.3. Sans fil

- La technologie sans fil utilise le spectre radio disponible pour envoyer et recevoir des données.
- Le spectre sans licence est accessible à toutes les personnes disposant d'un routeur sans fil et d'un appareil équipé de la technologie sans fil.



3.4. Cellulaire 3G/4G

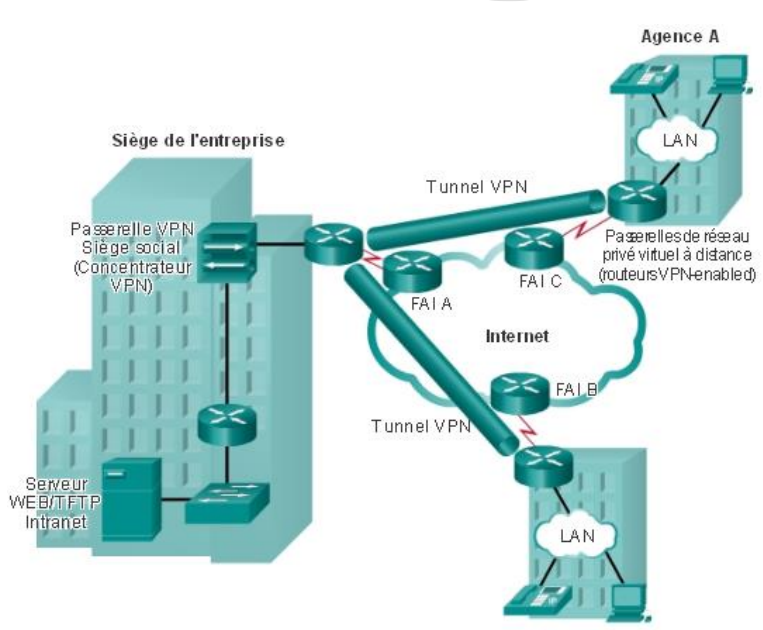
- De plus en plus, le service de réseau cellulaire est une autre technologie WAN sans fil utilisée pour connecter des utilisateurs et des emplacements distants là où aucune autre technologie d'accès WAN n'est disponible.
- De nombreux utilisateurs équipés de smartphones et de tablettes peuvent utiliser le réseau de données cellulaires pour envoyer des courriers électroniques, surfer sur Internet, télécharger des applications et regarder des vidéos.

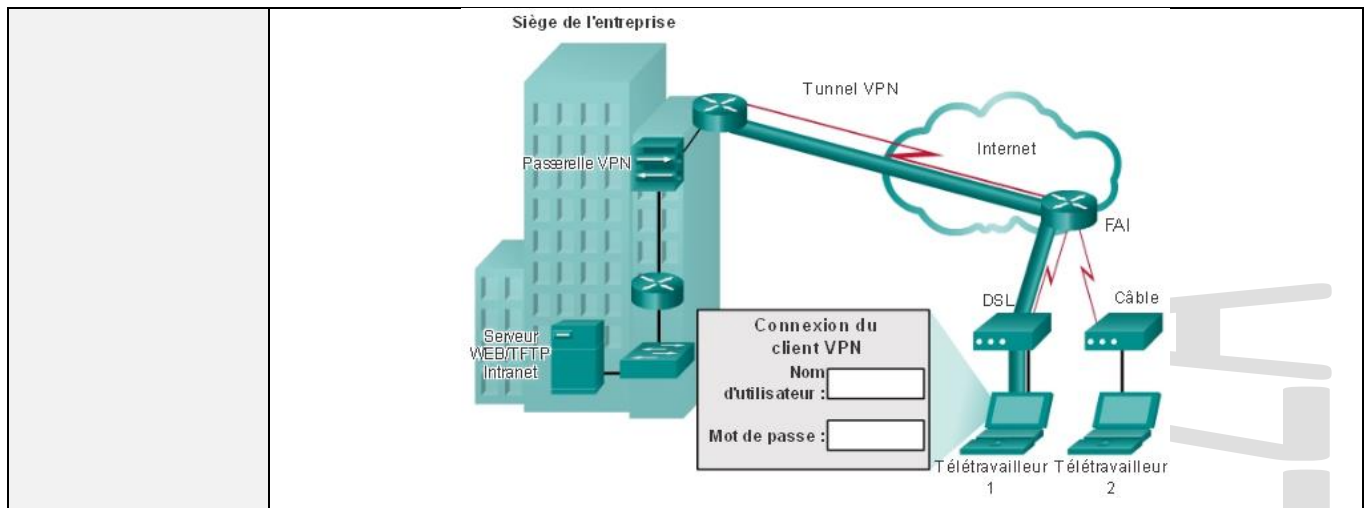


3.5. VPN

- **VPN** (Virtual Private Network) est une connexion chiffrée entre réseaux privés sur un réseau public, par exemple Internet.
- Au lieu d'utiliser une connexion de couche 2 dédiée comme une ligne louée, le VPN utilise des connexions virtuelles appelées **tunnels VPN**, qui passent via Internet depuis le réseau privé de la société vers l'employé ou le site distant.

- Parmi les avantages de VPN :
 - **Économies** : les VPN permettent aux organisations d'utiliser Internet pour connecter des bureaux et des utilisateurs distants au site principal, éliminant ainsi toutes les liaisons WAN coûteuses.
 - **Sécurité** : niveau plus haut de sécurité grâce au chiffrement et aux protocoles d'authentification avancés.
 - **Évolutivité** : les entreprises peuvent ajouter des volumes importants de capacité et des utilisateurs sans ajouter d'infrastructure importante.
 - **Compatibilité avec la technologie haut débit** : VPN est prise en charge par les fournisseurs de services haut débit, par exemple via DSL ou câble, donc les travailleurs mobiles peuvent profiter de leur Internet haut débit à la maison pour accéder au réseau d'entreprise.
- Il existe deux types d'accès VPN :

<p>VPN site à site</p>	<p>Ils connectent des sites entre eux, tels que connecter un réseau de filiale au réseau du siège d'une entreprise.</p> 
<p>VPN d'accès à distance</p>	<p>Ils permettent aux hôtes comme les télétravailleurs, les utilisateurs mobiles et les utilisateurs d'extranet d'accéder à un réseau d'entreprise via Internet de façon sécurisée.</p>



4. Bandes passante et encapsulation WAN

4.1. Bande passante

- La bande passante se rapporte au débit auquel les données sont transférées sur la liaison de communication.
- Le tableau suivant présente les types les plus courants de lignes, ainsi que leur débit :

Type de ligne	T1	E1	J1	E3	T3	OC-1	OC-3	OC-9	OC-12
Débit binaire (en Mbps)	1,544	2,048	1,544	34,368	44,736	51,84	155,52	466,56	622,08

4.2. Protocoles d'encapsulation de WAN

- Sur chaque connexion WAN, les données sont encapsulées dans des trames avant de franchir la liaison WAN.
- Le choix du protocole d'encapsulation dépend de la technologie de réseau étendu et de l'équipement de communication.



Protocole	Description
HDLC	Type d'encapsulation par défaut sur les connexions point à point, les liaisons dédiées et les connexions à commutation de circuits dans lesquelles le lien utilise deux périphériques Cisco.
PPP	Il fournit les connexions routeur à routeur et hôte à réseau sur les réseaux synchrones et asynchrones. Il fonctionne avec différents protocoles de couche réseau (ex. IPv4 et IPv6) et comporte des mécanismes de sécurité intégrés (PAP et CHAP).
SLIP	Un protocole normalisé pour les connexions séries point à point sur TCP/IP. Il a été largement

	remplacé par PPP.
X.25	Norme UIT-T qui définit comment les connexions entre un ETDD et un DCE sont maintenues pour l'accès au terminal distant et les communications à distance sur les réseaux publics de données.
Frame Relay	Protocole de couche de liaison de données commutée qui gère plusieurs circuits virtuels. C'est un protocole de nouvelle génération après X.25.
ATM	Norme internationale pour le relais de cellules dans laquelle les périphériques envoient plusieurs types de services (voix, vidéo et données) dans des cellules de longueur fixe de 53 octets.

5. Liaisons point-à-point

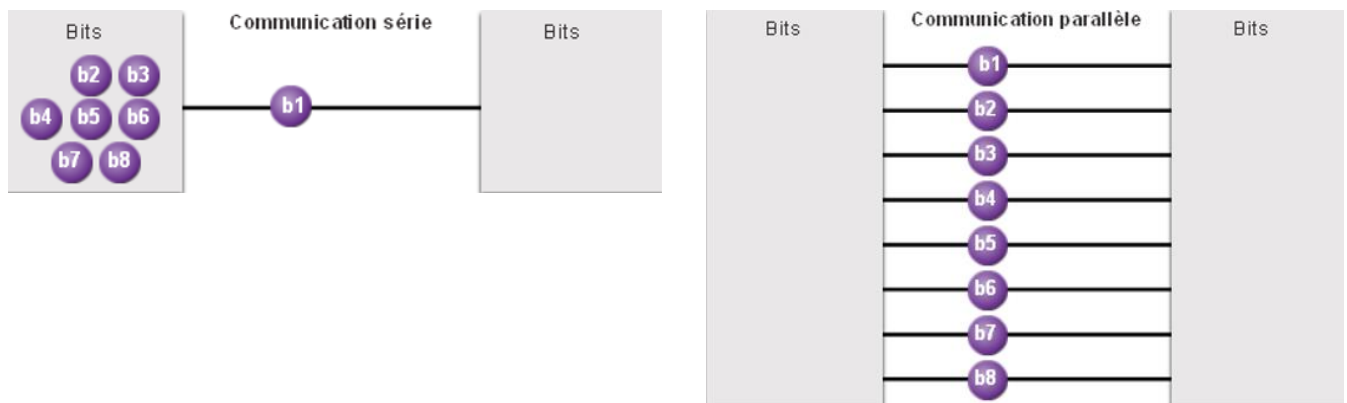
5.1. Définition d'une liaison point-à-point

- Une **liaison point-à-point** (**liaison série** ou **ligne louée**) est un des types de connexion WAN plus courants est la connexion point à point.
- Les liaisons point à point sont utilisées pour connecter des LAN au WAN du fournisseur de services, et pour connecter des segments de LAN dans un réseau d'entreprise.
- Les entreprises paient pour bénéficier d'une connexion point-à-point continue entre deux sites distants, et la ligne est active et disponible en permanence.



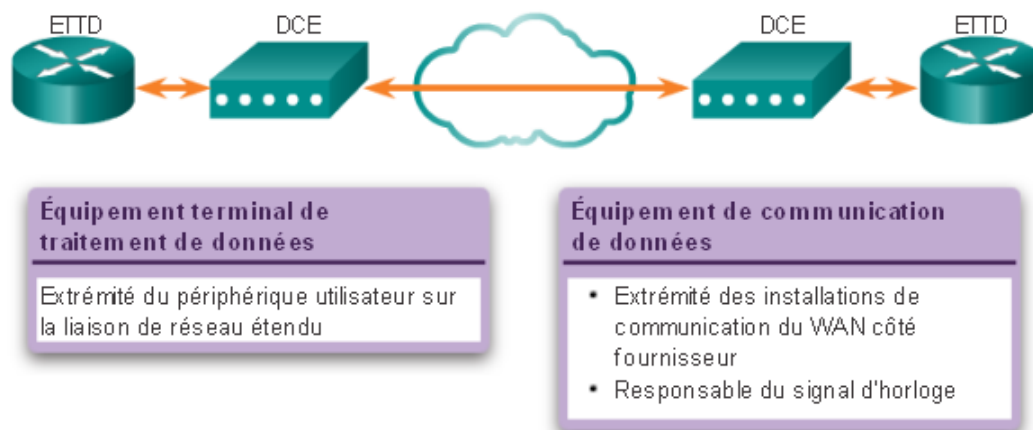
5.2. Ports série et parallèle

- Dans une connexion série, les bits sont transférés de façon séquentielle sur un seul canal. Le port série est bidirectionnel est souvent appelé **port bidirectionnel** ou **port de communication**.
- Dans une communication parallèle, les bits sont transférés simultanément sur plusieurs câbles.
- En théorie, la connexion parallèle peut transférer les données plus vite qu'une connexion série. Cependant, elle rencontre des problèmes tels que l'interférence entre les câbles et la variation d'horloge.



5.3. ETTD et ETCD

- La connexion série comporte un périphérique **ETTD** à une extrémité et un périphérique **DCE** à l'autre extrémité de la connexion.
- La connexion entre les deux périphériques DCE est assurée par le réseau de transmission du fournisseur de services WAN.



- L'ETTD constitue l'équipement d'abonné (généralement routeur). Il peut s'agir également d'un terminal, d'un ordinateur, d'une imprimante ou d'un télécopieur s'il se connecte directement au réseau du fournisseur de services.
- Le DCE (généralement un modem ou une unité CSU/DSU) est l'équipement servant à convertir les données utilisateur de l'ETTD en une forme compatible avec la liaison de transmission du fournisseur de services de réseau étendu.