



# Module 7: Concepts WAN

Réseau, Sécurité et Automatisation D'entreprise v7.0 (ENSA)



# Objectifs de ce module

**Titre du module:** Concepts WAN

**Objectif du module:** Expliquer comment les technologies d'accès WAN peuvent être utilisées pour répondre aux besoins de l'entreprise.

Titre du rubrique	Objectif du rubrique
Objectif des WAN	Expliquer le but d'un WAN.
Fonctionnement du WAN	Expliquer le fonctionnement des WAN.
Connectivité WAN traditionnelle	Comparez les options de connectivité WAN traditionnelles.
Connectivité de WAN moderne	Comparez les options de connectivité WAN modernes.
Connectivité basée sur l'internet	Comparez les options de connectivité basées sur l'internet.

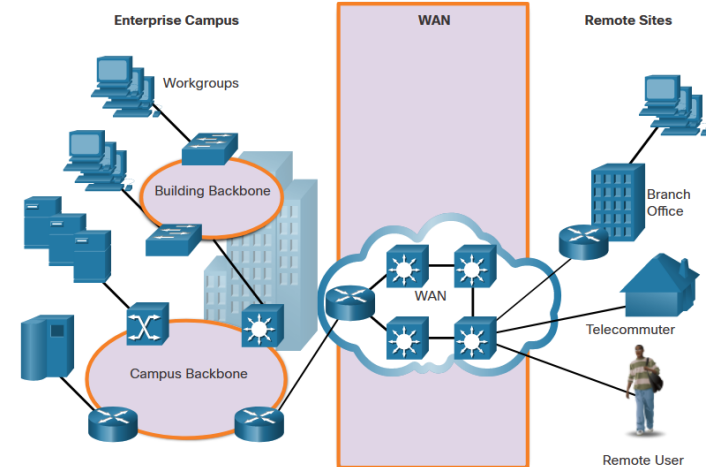
# 7.1 - Objectif des WAN

# Objectif des WAN

## LAN et WAN

Un réseau étendu est un réseau de télécommunications qui s'étend sur une zone géographique relativement vaste et qui doit se connecter au-delà des limites du réseau local.

Réseaux locaux (LAN)	Réseaux étendus (WAN)
Les réseaux locaux fournissent des services de réseautage dans une petite zone géographique.	Les réseaux WAN fournissent des services de réseautage sur de vastes zones géographiques.
Les réseaux locaux permettent d'interconnecter des ordinateurs locaux, des périphériques et d'autres appareils.	Les réseaux WAN sont utilisés pour interconnecter des utilisateurs distants, des réseaux et des sites.
Un réseau local est détenu et géré par une organisation ou un utilisateur domestique.	Les WAN sont détenus et gérés par des fournisseurs de services Internet, de téléphone, de câble et de satellite.
Outre les coûts d'infrastructure réseau, il n'y a pas de frais pour utiliser un réseau local.	Les services WAN sont fournis moyennant des frais.
Les réseaux locaux fournissent des vitesses de bande passante élevées grâce aux services Ethernet et Wi-Fi filaires.	Les fournisseurs WAN offrent des vitesses de bande passante faibles à élevées, sur de longues distances



# Les WAN privés et publics

Un WAN privé est une connexion dédiée à un seul client.

Les réseaux WAN privés fournissent les éléments suivants :

- Niveau de service garanti
- Bande passante cohérente
- Sécurité

Une connexion WAN publique est généralement fournie par un FAI ou un fournisseur de services de télécommunication utilisant l'internet. Dans ce cas, les niveaux de service et la bande passante peuvent varier et les connexions partagées ne garantissent pas la sécurité.

# Topologies WAN

Les WAN sont implémentés à l'aide des conceptions de topologie logiques suivantes:

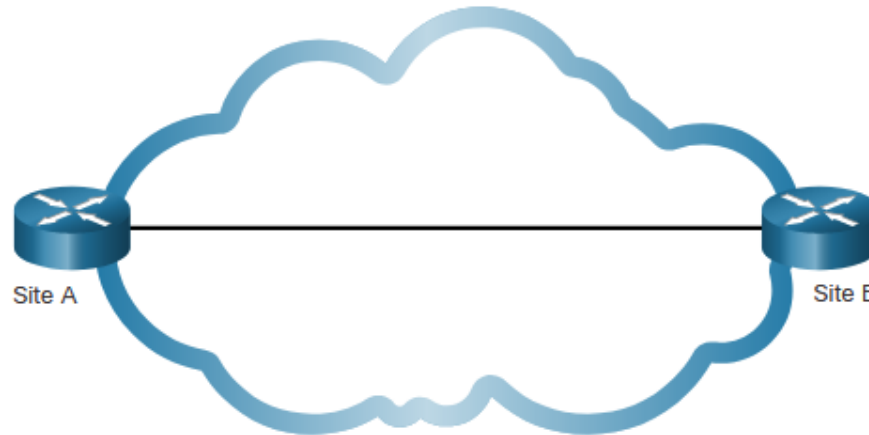
- Topologie point à point
- Topologie en étoile
- Topologie à double résidence
- Topologie à maillage global
- Topologie partiellement maillée

**Remarque :** Les grands réseaux déploient généralement une combinaison de ces topologies.

## Topologies WAN (Suite)

### Topologie point à point

- Utilise un circuit point à point pour relier deux terminaux.
- Impose un service de transport de couche 2 via le réseau du fournisseur de services.
- La connexion point à point est transparente pour le réseau client.

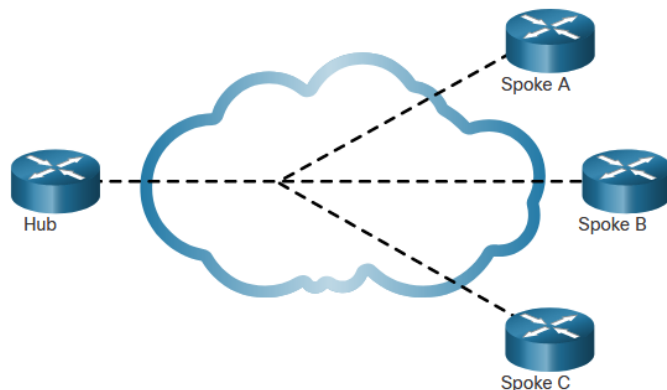


**Remarque :** cela peut devenir coûteux si de nombreuses connexions point à point sont nécessaires.

# Topologies WAN (Suite)

## Topologie en étoile

- Permet de partager une interface unique sur le routeur du concentrateur avec tous les circuits en étoile.
- Les sites satellites peuvent être interconnectés via le concentrateur (aussi appelé hub) à l'aide de circuits virtuels et de sous-interfaces routées au niveau du routeur central.
- Les routeurs en rayon ne peuvent communiquer entre eux que par le biais du routeur concen



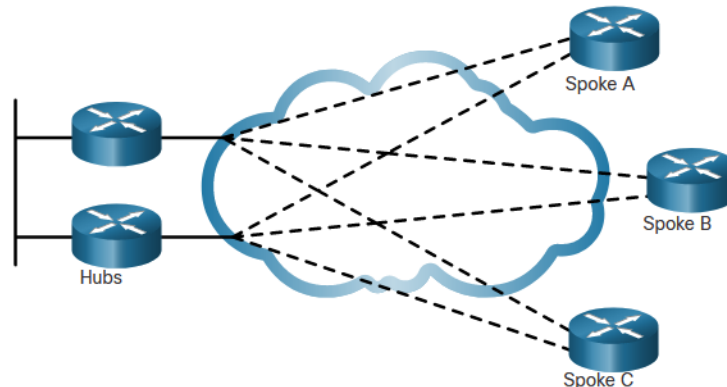
**Remarque:** Le routeur concentrateur représente un point de défaillance unique. Si elle échoue, la communication entre les rayons échoue également.



# Topologies WAN (Suite)

## Topologie à double résidence

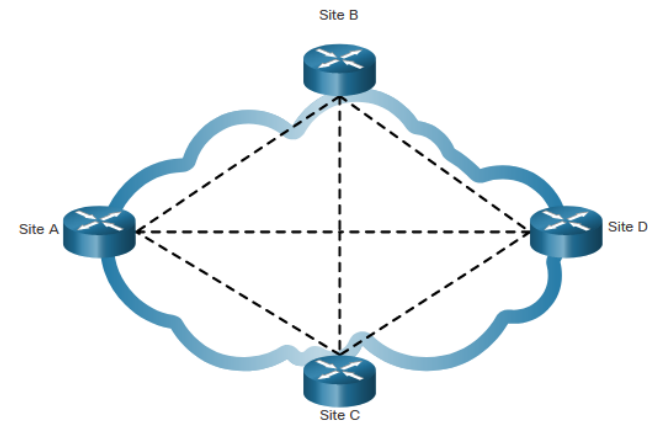
- Elle offre une meilleure redondance du réseau, un équilibrage des charges, un calcul et un traitement distribués, et la possibilité de mettre en place des connexions de fournisseurs de services de secours.
- Le coût plus élevé de son implémentation par rapport aux topologies en étoile. Elle nécessite en effet du matériel réseau supplémentaire, par exemple des routeurs et des commutateurs.
- Plus difficiles à implémenter, car leur configuration est plus élaborée et plus complexe.



# Topologies WAN (Suite)

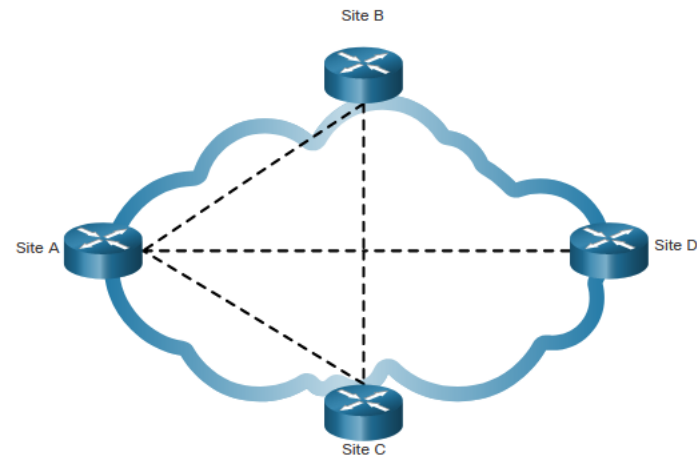
## Topologie à maillage global

- Utilise plusieurs circuits virtuels pour connecter tous les sites
- La topologie la plus tolérante aux pannes



## Topologie partiellement maillée

- Connecte de nombreux sites mais pas tous



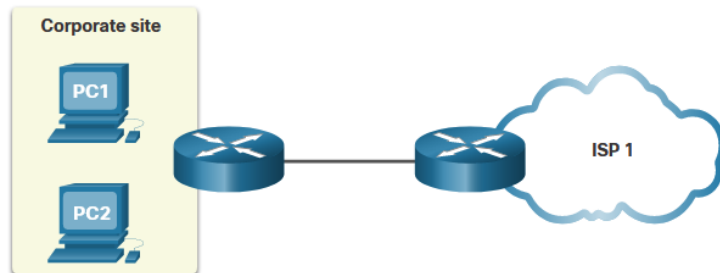
# Connexions de transporteur

Un autre aspect de la conception du réseau étendu est la façon dont une organisation se connecte à l'internet. Une organisation signe habituellement un accord de niveau de service (SLA) avec un fournisseur de services. Le SLA décrit les services attendus en ce qui concerne la fiabilité et la disponibilité de la connexion.

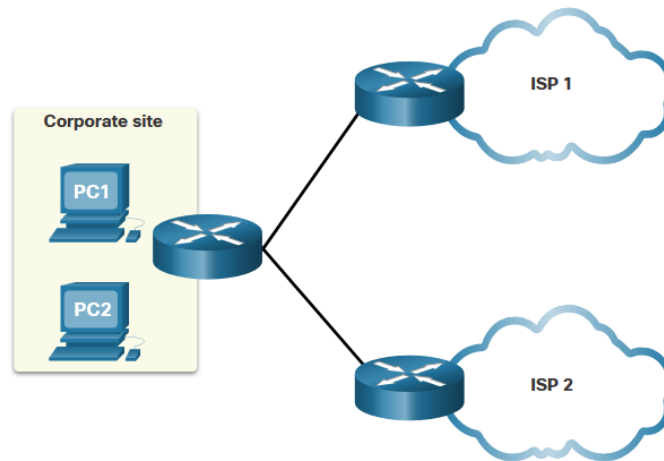
Le fournisseur de services peut ou non être le transporteur réel. Un transporteur possède et entretient la connexion physique et l'équipement entre le fournisseur et le client. En règle générale, une organisation choisit une connexion WAN à une seule ou à deux entreprises.

# Connexions de transporteur (Suite)

Une connexion à une seule entreprise est lorsqu'une organisation se connecte à un seul fournisseur de services. Un contrat de service est négocié entre l'organisation et le fournisseur de services.



Une connexion à deux transporteurs assure la redondance et augmente la disponibilité du réseau. L'organisation négocie des contrats de niveau de service distincts avec deux fournisseurs de services différents.



# Évolution des réseaux

Les exigences d'une entreprise en matière de réseau peuvent changer radicalement au fur et à mesure que l'entreprise se développe.

- Le réseau doit répondre aux besoins de fonctionnement quotidien de l'entreprise, et il doit aussi être en mesure de s'adapter et de suivre l'évolution de l'entreprise.
- Pour relever ce défi, les concepteurs et les administrateurs réseau doivent apporter un soin particulier au choix des technologies, des protocoles et des fournisseurs d'accès réseau.
- Les réseaux être optimiser en utilisant une variété de techniques de conception et d'architectures de réseau.

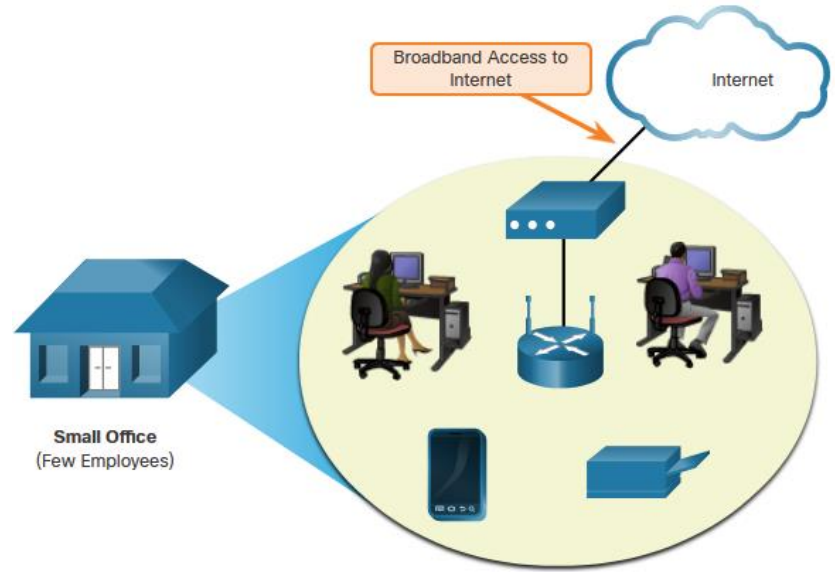
Pour illustrer les différences entre la taille du réseau, nous utiliserons une entreprise fictive appelée SPAN Engineering à mesure qu'elle passe d'une petite entreprise locale à une entreprise mondiale.

# Évolution des réseaux (Suite)

## Petit réseau domestique

SPAN, une petite entreprise fictive, a commencé avec quelques employés dans un petit bureau.

- Utilise un seul réseau local connecté à un routeur sans fil pour le partage de données et de périphériques.
- La connexion à l'internet se fait par un service commun à large bande appelé Digital Subscriber Line (DSL).
- Le soutien informatique est contracté par le fournisseur de LAN.



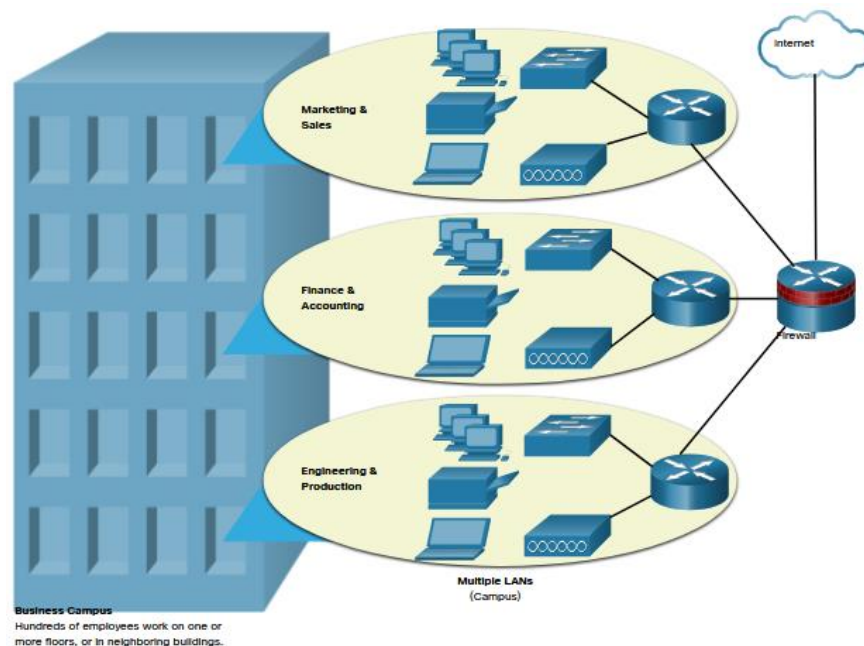
# Évolution des réseaux (Suite)

## Réseau local

En quelques années, SPAN a grandi et a besoin de plusieurs étages d'un bâtiment.

L'entreprise a maintenant besoin d'un réseau de campus (CAN).

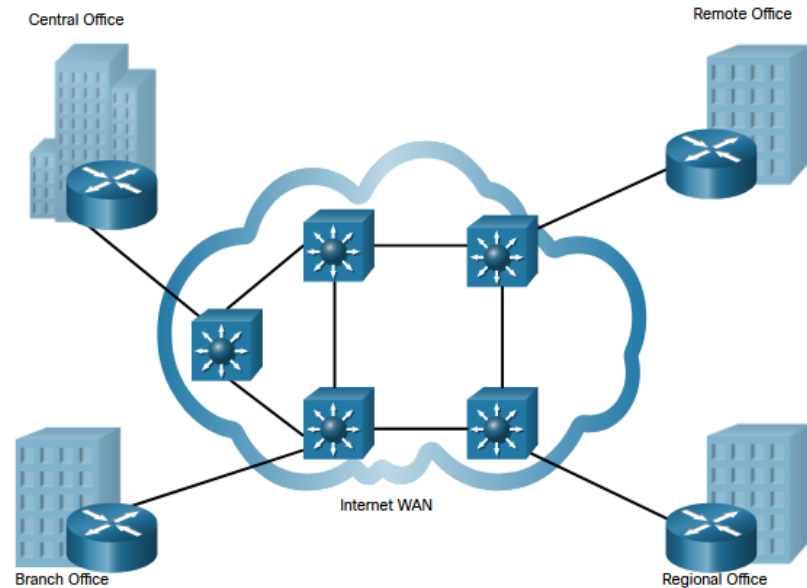
- Un pare-feu sécurise l'accès à l'internet aux utilisateurs d'entreprise.
- Personnel de support technique interne pour assurer le dépannage et la maintenance du réseau.



# Évolution des réseaux (Suite)

## Réseau de filiale

- Quelques années plus tard, la société s'est agrandie et a ajouté une succursale dans la ville, ainsi que des sites régionaux et éloignés dans d'autres villes.
- L'entreprise a maintenant besoin d'un réseau métropolitain (MAN) pour interconnecter des sites à l'intérieur de la ville.
- Les succursales qui se trouvent dans des villes proches utilisent des lignes dédiées privées fournies par leur opérateur télécoms local.





# Évolution des réseaux (Suite)

## Réseau distribué

- SPAN Engineering existe maintenant depuis 20 ans et compte des milliers de collaborateurs partout dans le monde.
- Les réseaux privés virtuels de site à site et d'accès à distance permettent à l'entreprise d'utiliser l'internet pour se connecter facilement et en toute sécurité avec des employés et des installations partout dans le monde.



# 7.2 - Fonctionnement du WAN

# Normes du WAN

Les normes d'accès WAN sont définies et gérées par plusieurs autorités reconnues:

- **TIA/EIA** - Association de l'industrie des télécommunications et Alliance des industries électroniques
- **ISO** - Organisation internationale de normalisation
- **IEEE** - Institut des ingénieurs en électricité et en électronique

# WAN dans le modèle OSI

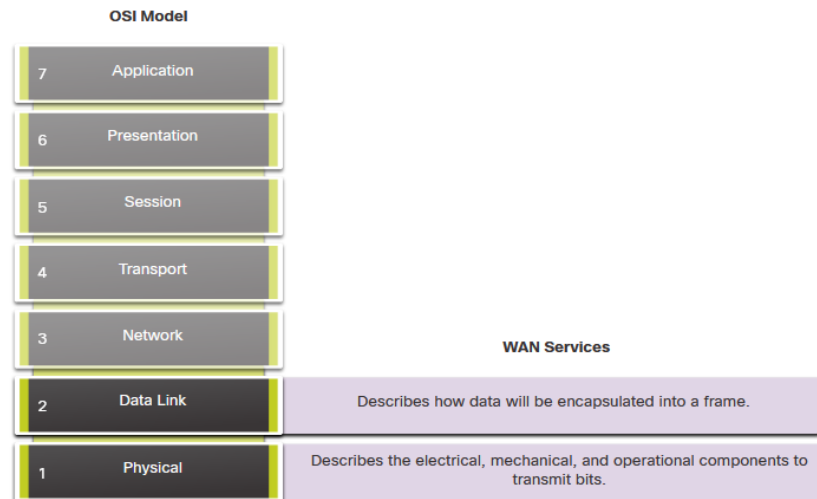
La plupart des normes WAN se concentrent sur la couche physique et la couche de liaison de données.

## Protocoles de couche 1

- Synchronous Digital Hierarchy (SDH)
- Synchronous Optical Networking (SONET)
- Multiplexage en longueur d'onde dense (DWDM)

## Protocoles de couche 2

- Large bande (c.-à-d. DSL et câble)
- Sans-fil
- WAN Ethernet (Metro Ethernet)
- Commutation multiprotocole par étiquette (MPLS)
- PPP (Point-to-Point Protocol)
- HDLC (High Level Data Link Control)
- Relais de trame (Frame relay)
- Mode de transfert asynchrone (ATM)

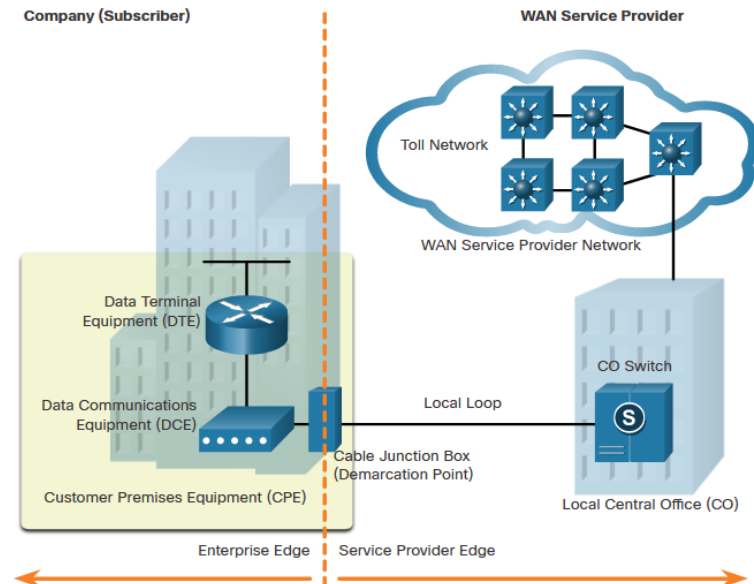


# Fonctionnement du WAN

## Terminologie WAN courante

Il y a des termes spécifiques utilisés pour décrire les connexions RE entre l'abonné (c.-à-d. l'entreprise/le client) et le fournisseur de services RE.

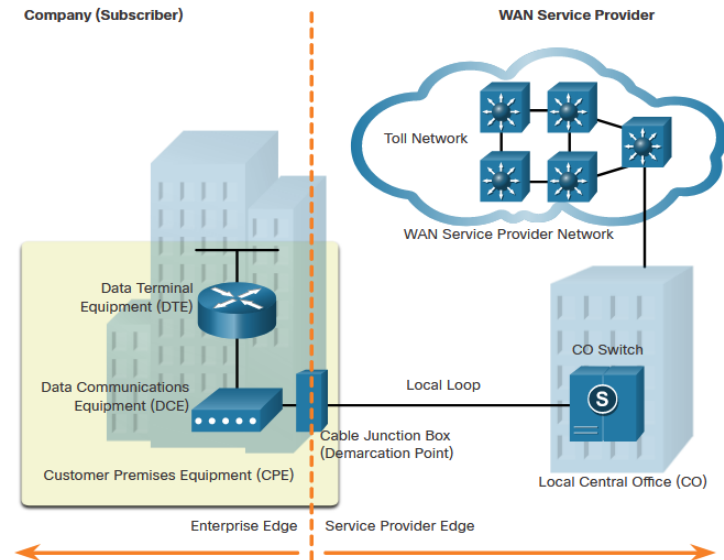
Terme WAN	Description
<b>DTE (Data Terminal Equipment)</b>	Connecte les LAN des abonnés au périphérique de communication WAN.
<b>DCE (Data Communications Equipment)</b>	Appareil utilisé pour communiquer avec le fournisseur.
<b>Équipements installés dans les locaux du client.</b>	Il s'agit des périphériques DTE et DCE situés sur la périphérie de l'entreprise.
<b>Point de présence (POP)</b>	Point où l'abonné se connecte au réseau du fournisseur de services
<b>Point de démarcation</b>	L'emplacement physique d'un immeuble ou d'un complexe qui sépare officiellement le DEC de l'équipement du fournisseur de services.



# Fonctionnement du WAN

## Terminologie WAN courante (Suite)

Terme WAN	Description
<b>Boucle locale (dernier mile)</b>	Le câble cuivre ou fibre qui connecte l'équipement de l'abonné (CPE) au central téléphonique (CO) du fournisseur de services.
<b>Central téléphonique (CO)</b>	L'installation ou le bâtiment du fournisseur d'accès local qui connecte l'équipement d'abonné au réseau du fournisseur.
<b>Réseau à péage</b>	Comprend backhaul, 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.
<b>Réseau de liaison (backhaul)</b>	Connecte plusieurs nœuds d'accès du réseau du fournisseur de services
<b>Réseau fédérateur</b>	Réseaux de grande capacité utilisés pour interconnecter des réseaux de fournisseurs de services et pour créer un réseau redondant.

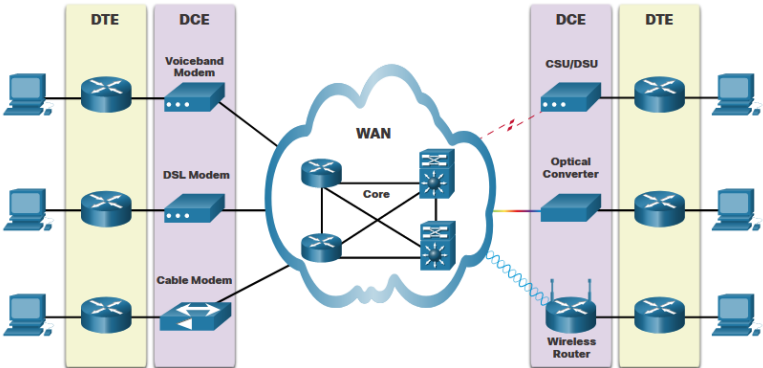


# Fonctionnement du WAN

## Périphériques WAN

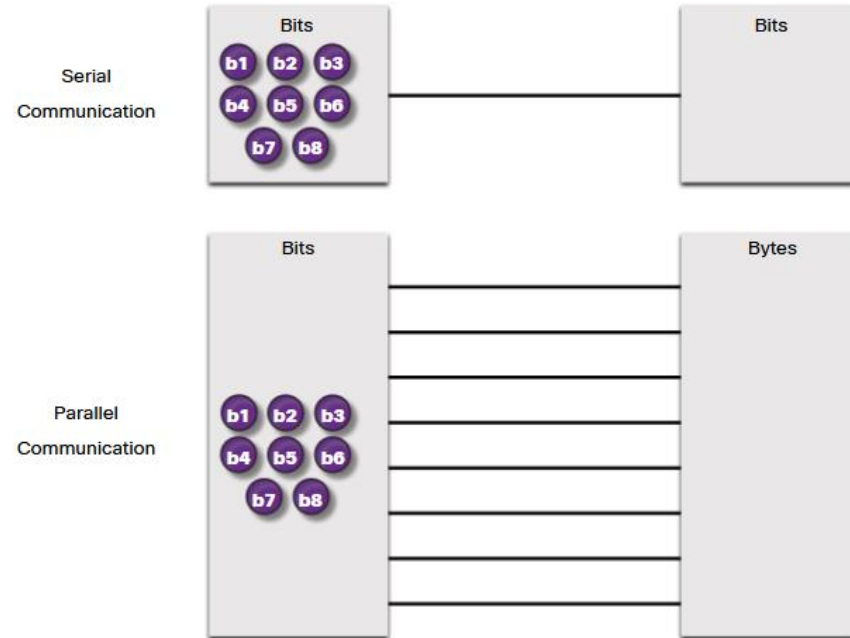
Il existe de nombreux types d'appareils spécifiques aux environnements WAN:

Périphérique WAN	Description
Modem Voiceband	Modem d'accès à distance - utilise des lignes téléphoniques Périphérique ancien
Modem DSL/modem câble	Collectivement appelés modems haut débit, ces modems numériques haute vitesse se connectent au routeur DTE à l'aide d'Ethernet.
CSU/DSU	Les lignes numériques louées nécessitent un CSU et un DSU. Il connecte un appareil numérique à une ligne numérique.
Convertisseur optique	Connectez les supports à fibres optiques à des supports cuivre et convertissez les signaux optiques en impulsions électroniques.
Routeur san fil/ Point d'accès	Les périphériques sont utilisés pour se connecter sans fil à un fournisseur WAN.
Appareils de base du WAN	Le réseau fédérateur du WAN est constituée de plusieurs routeurs à haut débit et de de commutateurs de couche 3.



# Communication série

- Presque toutes les communications réseau se font à l'aide d'une distribution de communication série. La communication en série transmet des bits de manière séquentielle sur un seul canal.
- En revanche, les communications parallèles transmettent simultanément plusieurs bits à l'aide de plusieurs fils.
- À mesure que la longueur du câble augmente, la synchronisation entre plusieurs canaux devient plus sensible à la distance. Pour cette raison, la communication parallèle est limitée à de très courtes distances

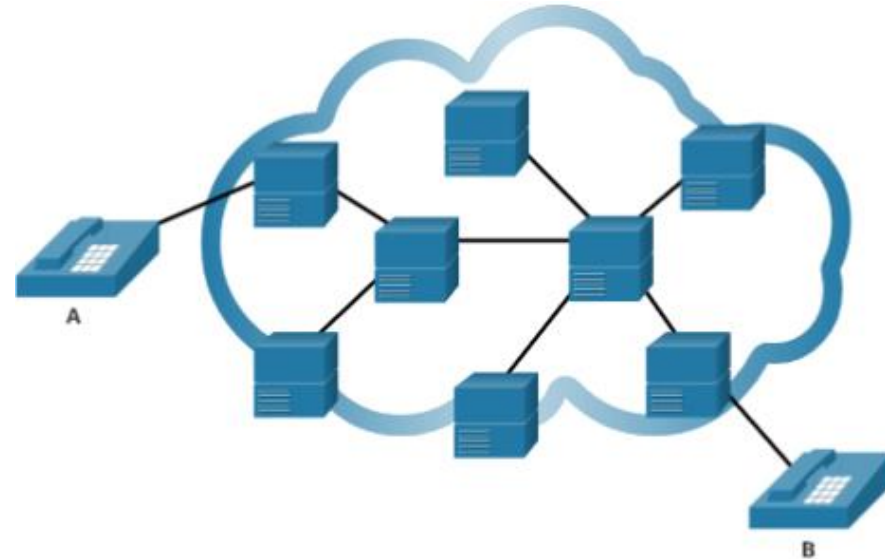




# Communication commutée par circuits

Un réseau à commutation de circuits établit un circuit (ou canal) dédié entre les points d'extrémité avant que les utilisateurs puissent communiquer.

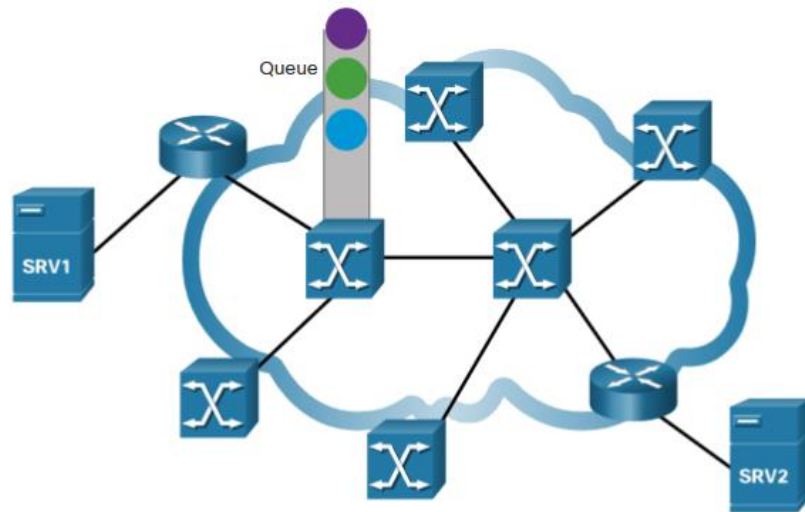
- Établit une connexion virtuelle dédiée via le réseau du fournisseur de services avant le démarrage de la communication.
- Toutes les communications utilisent le même chemin.
- Les deux types les plus courants de technologies WAN à commutation de circuits sont le réseau téléphonique public commuté (PSTN) et le réseau numérique à intégration de services (ISDN).



# Communication commutée par paquets

La communication réseau est le plus souvent implémentée à l'aide de la communication commutée par paquets.

- Divise le trafic en paquets qui sont acheminés sur un réseau partagé.
- Beaucoup moins coûteuse et plus flexible que la commutation par circuit.
- Les types courants de technologies WAN commutées par paquets sont:
  - WAN Ethernet (Metro Ethernet),
  - Commutation multiprotocole par étiquette (MPLS)
  - Relais de Trame (Frame Relay)
  - Mode de transfert asynchrone (ATM)



## Fonctionnement du WAN

# SDH, SONET et DWDM

Les réseaux de fournisseurs de services utilisent des infrastructures à fibre optique pour transporter les données des utilisateurs entre les destinations. Le câble à fibre optique est de loin supérieur au câble en cuivre pour les transmissions à longue distance en raison de son atténuation et des interférences beaucoup plus faibles.

Deux normes OSI de fibre optique de couche 1 sont disponibles pour les fournisseurs de services:

- **SDH** - Synchronous Digital Hierarchy (SDH) est une norme mondiale pour le transport de données sur un câble à fibre optique.
- **SONET** - Synchronous Optical Networking (SONET) est la norme nord-américaine qui fournit les mêmes services que SDH.

**SDH/SONET** définissent comment transférer un trafic multiple de données, de voix et de vidéo sur fibre optique sans laser ou LED sur de grandes distances.

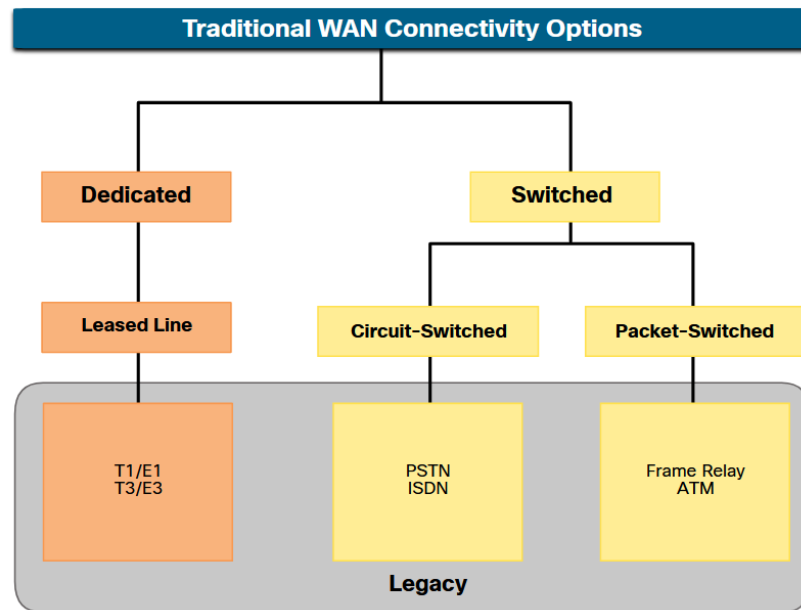
**Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)** est une technologie plus récente qui augmente la capacité de charge des données de SDH et SONET en envoyant simultanément plusieurs flux de données (multiplexage) en utilisant différentes longueurs d'onde de lumière.

# 7.3 Connectivité WAN traditionnelle

# Options de connectivité WAN traditionnelles

Pour comprendre les WAN d'aujourd'hui, il est utile de savoir où ils ont commencé.

- Lorsque les réseaux locaux sont apparus dans les années 1980, les organisations ont commencé à constater la nécessité de s'interconnecter avec d'autres endroits.
- Pour ce faire, ils avaient besoin de leurs réseaux pour se connecter à la boucle locale d'un fournisseur de services.
- Cela a été réalisé en utilisant des lignes spécialisées ou en utilisant des services commutés d'un fournisseur de services.



# Terminologie WAN courante

Les lignes point à point pouvaient être louées auprès d'un fournisseur de services et étaient appelées "lignes louées". Le terme ligne louée fait référence au fait que l'organisation paie tous les mois un certain montant à un fournisseur de services pour utiliser la ligne.

- Les lignes louées sont disponibles dans différentes capacités fixes et leur prix est généralement basé sur la largeur de bande requise et la distance entre les deux points connectés.
- Deux systèmes sont utilisés pour définir la capacité numérique d'une liaison série média cuivre:
  - **T-carrier** - Utilisé en Amérique du Nord, T-carrier fournit des liaisons T1 prenant en charge la bande passante jusqu'à 1,544 Mbps et des liaisons T3 prenant en charge la bande passante jusqu'à 43,7 Mbps.
  - **E-carrier** - Utilisé en Europe, e-carrier fournit des liaisons E1 prenant en charge la bande passante jusqu'à 2,048 Mbps et des liaisons E3 prenant en charge la bande passante jusqu'à 34,368 Mbps.

# Terminologie WAN courante (Suite)

Le tableau récapitule les avantages et les inconvénients des lignes louées.

Avantages	
<b>Simplicité</b>	Les liaisons de communication point à point ne nécessitent que peu d'expertise pour leur installation et leur maintenance.
<b>Qualité</b>	Les liaisons de communication point à point offrent habituellement une grande qualité de service, si la bande passante est adaptée.
<b>Disponibilité</b>	Une disponibilité constante est essentielle pour certaines applications, telles que commerce électronique. Les liaisons de communication point à point offrent une capacité permanente dédiée, nécessaire pour la voix ou la vidéo sur IP.
Inconvénients	
<b>Coût</b>	Les liaisons point à point sont généralement le type d'accès WAN le plus coûteux. Le coût des liaisons louées peut être important lorsqu'elles servent à connecter plusieurs sites répartis sur des grandes distances.
<b>Flexibilité limitée</b>	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.

# Options de commutation de circuits

Les connexions à commutation de circuits sont fournies par les entreprises de réseau téléphonique de service public (PSTN). La boucle locale reliant le CPE au CO est un support cuivre.

Il existe deux options traditionnelles de commutation de circuits:

### **Réseau téléphonique public commuté (RTPC)**

- L'accès WAN à distance utilise le RTPC comme connexion WAN. Les boucles locales classiques peuvent transporter des données informatiques binaires sur le réseau téléphonique à l'aide d'un modem.
- Les caractéristiques physiques de la boucle locale et sa connexion au réseau téléphonique public commuté (RTPC) limitent le débit du signal à moins de 56 kbit/s.

### **RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services)**

- Le ISDN est une technologie de commutation de circuit qui permet à la boucle locale du RTPC de transporter des signaux numériques. Cela a permis d'obtenir des connexions commutées de plus grande capacité que l'accès par ligne commutée. ISDN fournit des débits de données de 45 Kbit/s à 2,048 Mbit/s.



# Options de commutation de paquets

La commutation de paquets fractionne le trafic en paquets qui sont acheminés sur un réseau partagé. Il permet à plusieurs paires de nœuds de communiquer sur le même canal.

Il existe deux options traditionnelles (anciennes) de commutation de circuits:

### **Relais de Trame (Frame Relay)**

- Frame Relay est une technologie WAN simple de couche 2 NBMA (non-broadcast multi-access) utilisée pour connecter des LAN d'entreprises entre eux.
- Frame Relay crée des circuits virtuels permanents identifiés grâce à un identifiant de connexion de liaison de données (DLCI).

### **mode de transfert asynchrone (ATM)**

- La technologie ATM (Asynchronous Transfer Mode) peut transférer de la voix, de la vidéo et des données sur des réseaux privés et publics.
- La technologie ATM repose sur une architecture à cellules et non sur une architecture à trames. Les cellules ATM présentent toujours une longueur fixe de 53 octets.

**Remarque :** Les relais de trame et les réseaux ATM ont été largement remplacés par des solutions Metro Ethernet et Internet plus rapides.

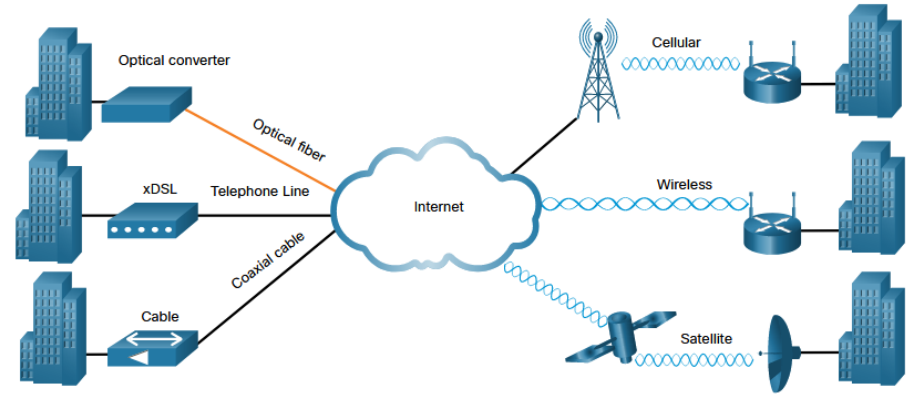
# 7.4 Connectivité WAN moderne

# Connectivité WAN moderne

## WAN modernes

Les WAN modernes ont plus d'options de connectivité que les WAN traditionnels.

- Les entreprises ont désormais besoin d'options de connectivité WAN plus rapides et plus flexibles.
- Les options de connectivité WAN traditionnelles ont rapidement diminué parce qu'elles ne sont plus disponibles, trop coûteuses ou ont une bande passante limitée.



La figure montre les connexions de boucle locale les plus susceptibles d'être rencontrées aujourd'hui.

# Options de connectivité WAN modernes

De nouvelles technologies ne cessent d'émerger. La figure résume les options de connectivité WAN modernes.

### Haut débit dédié

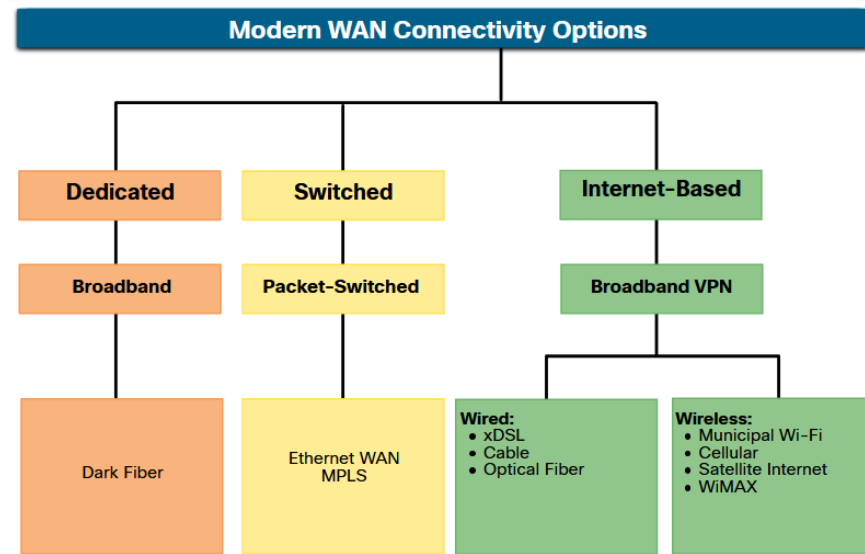
- La fibre optique peut être installée indépendamment par une organisation pour connecter des emplacements distants directement entre eux.
- La fibre noire peut être louée ou achetée auprès d'un fournisseur.

### Commutation de paquets

- Ethernet métropolitain (Metro E) - Remplacement de nombreuses options WAN traditionnelles.
- MPLS - Permet aux sites de se connecter au fournisseur, quelles que soient ses technologies d'accès.

### Haut débit sur l'internet

- Les entreprises utilisent désormais couramment l'infrastructure Internet mondiale pour la connectivité WAN.



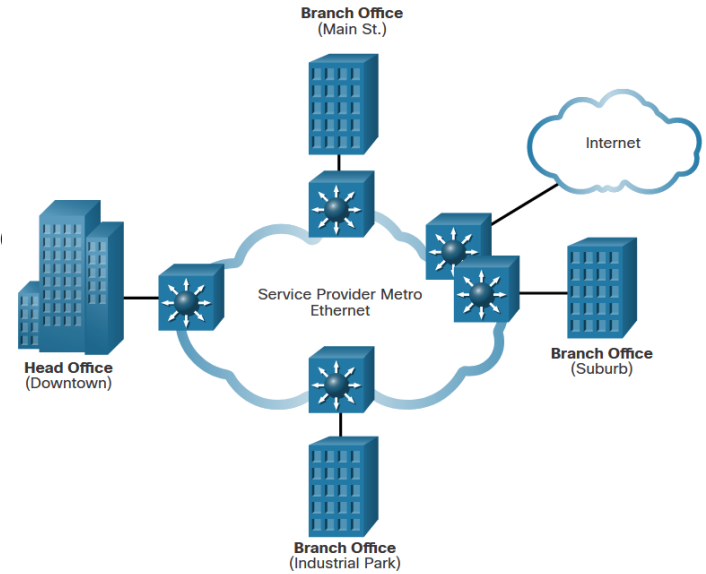
Le service WAN Ethernet peut prendre de nombreux noms, notamment les suivants:

- **Ethernet métropolitain (Metro E)**
- **EoMPLS (Ethernet over MPLS)**
- **Service LAN privé virtuel (VPLS)**

## Un port Ethernet WAN présente de nombreux bénéfices:

- **Frais généraux et administratifs réduits**
- **Intégration facile avec les réseaux existants**
- **Productivité de l'entreprise accrue**

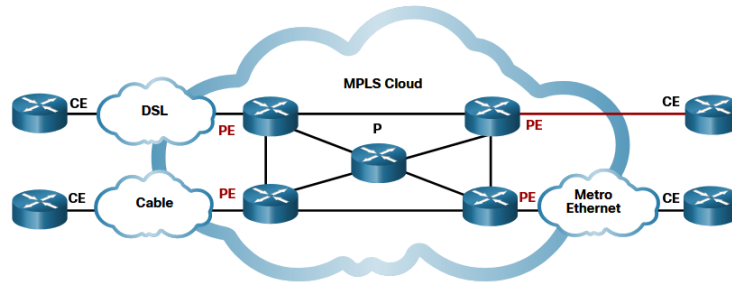
**Remarque:** les WAN Ethernet ont gagné du terrain et ils sont de plus en plus utilisés pour remplacer les liaisons point-à-point, WAN ATM et Frame Relay.



# MPLS

**Multiprotocol Label Switching (MPLS)** est une technologie de routage WAN de fournisseur de services haute performance pour interconnecter les clients sans tenir compte de la méthode d'accès ou de la charge utile.

- MPLS prend en charge diverses méthodes d'accès client (par exemple, Ethernet, DSL, câble, relais de trame).
- MPLS peut encapsuler tous les types de protocoles, y compris le trafic IPv4 et IPv6.
- Un routeur MPLS peut être un routeur Edge client (CE), un routeur Edge fournisseur (PE) ou un routeur Fournisseur interne (P).
- Les routeurs MPLS sont des routeurs à changement d'étiquette (LSR). Ils attachent des étiquettes aux paquets qui sont ensuite utilisés par d'autres routeurs MPLS pour transférer le trafic.
- MPLS fournit également des services pour la prise en charge de la QoS, l'ingénierie du trafic, la redondance et les VPN.



# 7.5 Connectivité basée sur l'internet

# Options de connectivité basée sur l'internet

La connectivité à large bande basée sur l'internet est une alternative à l'utilisation d'options WAN dédiées.

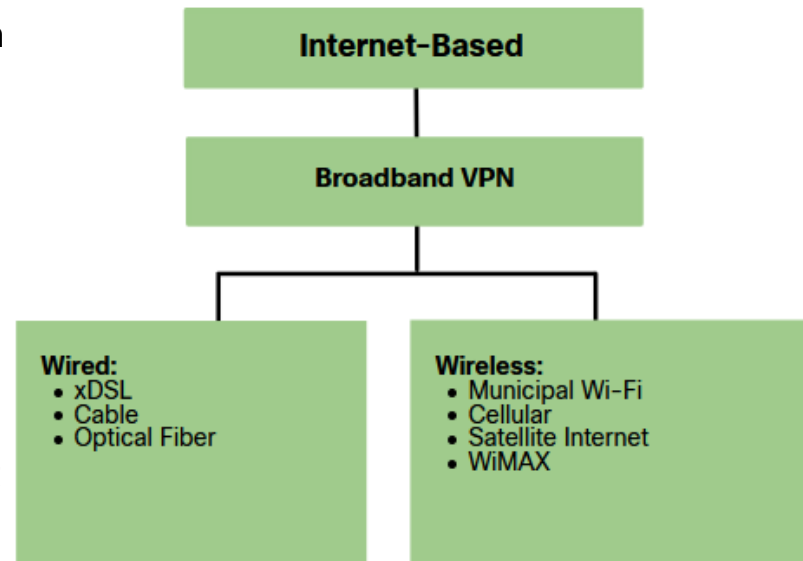
La connectivité Internet peut être divisée en options filaires et sans fil.

### Options filaires

- Les options câblées utilisent un câblage permanent (p. ex. cuivre ou fibre optique) pour fournir une bande passante cohérente et réduire les taux d'erreur et la latence. Exemples: DSL, connexions par câble et réseaux à fibre optique.

### Option sans fil

- Les options sans fil sont moins coûteuses à mettre en œuvre que les autres options de connectivité WAN, car elles utilisent des ondes radio plutôt que des supports filaires pour transmettre des données. Exemples: services cellulaires 3G/4G/5G ou services Internet par satellite.
- Les signaux sans fil peuvent être affectés négativement par des facteurs tels que la distance par rapport aux tours radio, les interférences provenant d'autres sources et les conditions météorologiques.





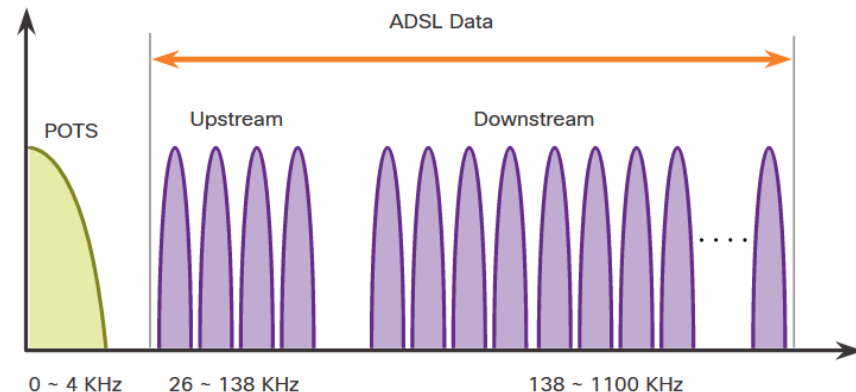
# Technologie DSL

La technologie DSL est 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.

Les DSL sont classés comme ADSL asymétrique (ADSL) ou DSL symétrique (SDSL).

- Le service ADSL+2 offre à l'utilisateur une bande passante pour le téléchargement vers l'utilisateur supérieure à celle du transfert d'informations dans la direction opposée.
- Le service SDSL fournit la même capacité dans les deux sens.

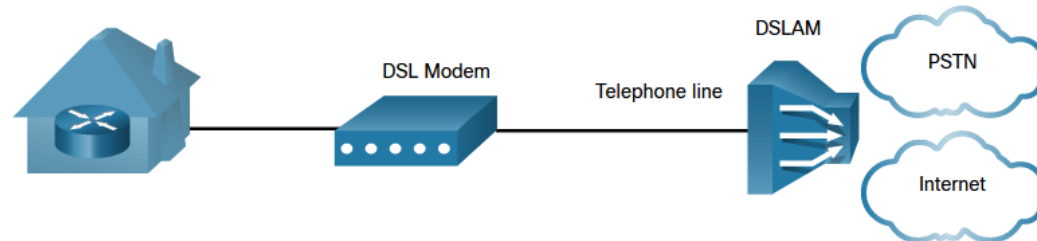
Le service DSL taux de transfert varie en fonction de la longueur réelle de la boucle locale, ainsi que du type et de la condition du câblage.



# Connexions DSL

Les opérateurs télécoms déploient des connexions DSL dans la boucle locale. La connexion est configurée entre le modem DSL et le multiplexeur d'accès DSL (DSLAM).

- Le modem DSL convertit les signaux Ethernet du périphérique de télétravail en un signal DSL, qui est transmis à un multiplexeur d'accès DSL (DSLAM) à l'emplacement du fournisseur.
- Le DSLAM est le périphérique situé au niveau du central téléphonique (CO) du fournisseur, qui concentre les connexions issues de plusieurs abonnés DSL.
- Le DSL n'est pas un support partagé. Chaque utilisateur bénéficie d'une connexion directe et distincte au multiplexeur DSLAM. L'ajout d'utilisateurs n'empêche pas les performances.



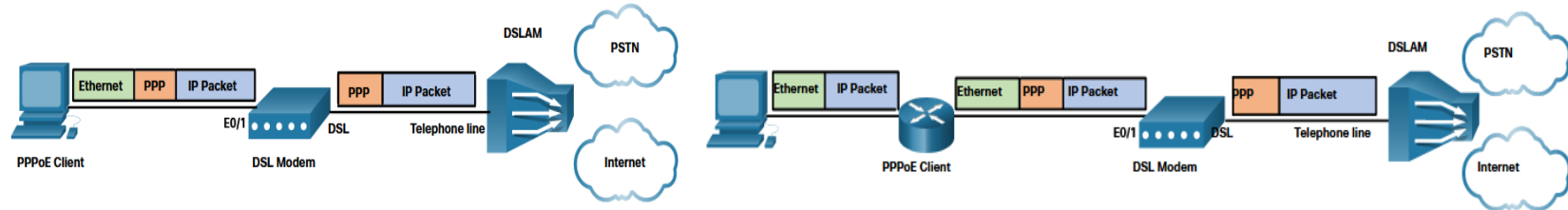
# DSL et PPP

Les ISP utilisent toujours PPP comme protocole de couche 2 pour les connexions DSL à large bande.

- PPP peut être utilisé pour authentifier l'abonné.
- PPP peut attribuer une adresse IPv4 publique à l'abonné.
- PPP fournit des fonctionnalités de gestion de la qualité des liens.

Il existe deux façons de déployer PPP over Ethernet (PPPoE):

- **Hôte avec client PPOE** - Le logiciel client PPPoE communique avec le modem DSL à l'aide de PPPoE et le modem communique avec le FAI à l'aide de PPP.
- **Routeur PPPoE Client** - Le routeur est le client PPPoE et obtient sa configuration

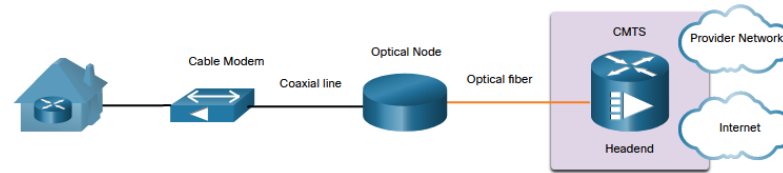


# Technologie de câble

La technologie de câble est une technologie de connexion permanente à haute vitesse qui utilise un câble coaxial de l'entreprise de câblodistribution pour fournir des services IP aux utilisateurs.

La norme internationale DOCSIS (Data over Cable Service Interface Specification) permet d'ajouter les données haut-débit à un système de câblage existant.

- Le nœud optique convertit les signaux RF en impulsions lumineuses sur un câble à fibre optique.
- Le média fibre permet aux signaux de circuler sur de longues distances jusqu'à la tête de ligne du fournisseur où se trouve un système de terminaison par modem câble (CMTS).
- L'en-tête contient les bases de données nécessaires pour fournir un accès à Internet tandis que le CMTS est responsable de la communication avec les modems câblés.



**Remarque:** Tous les abonnés locaux partagent la même bande passante. Si un grand nombre d'utilisateurs rejoignent le service, il est possible que le niveau de bande passante disponible soit inférieur au niveau prévu.

# Fibre optique

De nombreuses municipalités, villes et fournisseurs installent un câble à fibre optique à l'emplacement de l'utilisateur. Ceci est communément appelé Fibre to the x (FTTx) et comprend ce qui suit:

- **FTTH (Fibre to the Home)** - Fibre atteint la limite de la résidence.
- **FTTB (Fiber to the Building)** - La fibre atteint la limite du bâtiment avec la connexion finale à l'espace de vie individuel étant faite par des moyens alternatifs.
- **FTTN (Fibre to the Node/Neighborhood)** - Le câblage optique atteint un nœud optique qui convertit les signaux optiques dans un format acceptable pour la paire torsadée ou le câble coaxial vers le local.

**Remarque :** FTTx peut fournir la bande passante la plus élevée de toutes les options haut débit.

## Haut débit basé sur Internet sans fil

La technologie sans fil utilise le spectre radio disponible pour envoyer et recevoir des données.

- **Wi-Fi Municipal** - Des réseaux sans fil municipaux sont disponibles dans de nombreuses villes et fournissent un accès à l'internet à haut débit gratuitement ou à un prix nettement inférieur à celui des autres services à large bande.
- **Cellulaire** - Utilisé de plus en plus pour connecter des appareils à l'internet à l'aide d'ondes radio pour communiquer via une tour de téléphonie mobile située à proximité. 3G/4G/5G et Long-Term Evolution (LTE) sont des technologies cellulaires.
- **Internet par satellite** - Généralement utilisé par les utilisateurs ruraux ou dans les régions éloignées où le câble et l'ADSL ne sont pas disponibles. Un routeur se connecte à une antenne parabolique orientée vers le satellite d'un fournisseur d'accès dans une orbite géosynchrone. Les arbres et les fortes pluies peuvent avoir un impact sur le signal satellite.
- **WiMAX** - La technologie WiMAX est décrite dans la norme IEEE 802.16 qui fournit un service à haut-débit avec accès sans fil et offre une couverture étendue, similaire à celle du réseau de téléphonie mobile, plutôt que via de petits points d'accès Wi-Fi.

# Technologie VPN

Les VPN peuvent être utilisés pour résoudre les problèmes de sécurité rencontrés lorsqu'un employé d'un bureau distant utilise des services à large bande pour accéder au réseau étendu de l'entreprise via l'internet.

Un VPN est une connexion chiffrée entre réseaux privés sur un réseau public. Les tunnels VPN sont acheminés via l'internet à partir du réseau privé de l'entreprise vers le site distant ou l'hôte de l'employé.

L'utilisation du VPN présente de nombreux bénéfices:

- **Réduction des coûts** - Élimine les liaisons WAN et les banques de modems dédiées coûteuses et spécialisées.
- **Sécurité** - Des protocoles avancés de cryptage et d'authentification protègent les données contre les accès non autorisés.
- **Évolutivité** - Les grandes entreprises peuvent ajouter des volumes importants de capacité sans ajouter d'infrastructure importante.
- **Compatibilité avec la technologie haut-débit** - Prise en charge par les fournisseurs d'accès haut-débit tels que la DSL et le câble DSL.

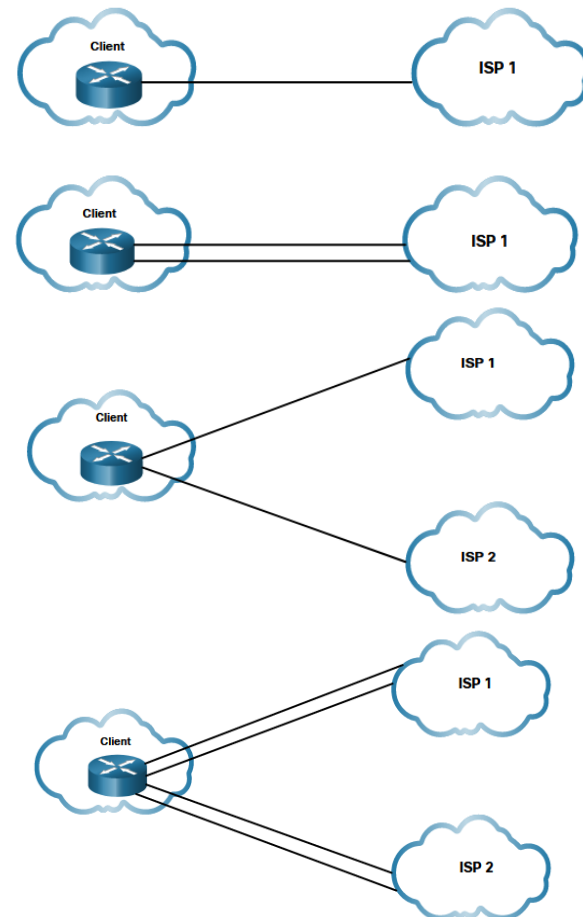
Les VPN sont généralement implémentés comme suit:

- **VPN site à site**- Les paramètres VPN sont configurés sur les routeurs. Les clients ne savent pas que leurs données sont cryptées.
- **Accès à distance**- L'utilisateur est conscient et initie une connexion d'accès à distance. Par exemple, en utilisant HTTPS dans un navigateur pour vous connecter à votre banque. Alternativement, l'utilisateur peut exécuter le logiciel client VPN sur son hôte pour se connecter au périphérique de destination et s'authentifier auprès de celui-ci.

# Options de connectivité de FAI

Une organisation peut se connecter à un fournisseur de services Internet de différentes manières. Le choix dépend des besoins et du budget de l'organisation.

- **Single-home** - Connexion unique au FAI à l'aide d'un lien. Ne fournit aucune redondance et est la solution la moins coûteuse.
- **Double home** - Se connecte au même FAI à l'aide de deux liens. Fournit à la fois la redondance et l'équilibrage de charge. Toutefois, l'organisation perd la connectivité Internet si le fournisseur de services Internet subit une panne.
- **Multihome** - Le client se connecte à deux FAI différents. Cette conception offre une redondance accrue et permet l'équilibrage de la charge, mais elle peut être coûteuse.
- **Double-multihome** - Double-multihome est la topologie la plus résiliente des quatre affichées. Le client se connecte à l'aide de liens redondants vers plusieurs FAI. Cette topologie fournit la plus grande redondance possible. C'est l'option la plus chère des quatre.





## Comparaison des solutions haut débit

Chaque solution haut débit présente des avantages et des inconvénients. Si plusieurs solutions haut-débit sont disponibles, une analyse coûts/avantages doit être effectuée en vue de déterminer la meilleure solution.

Parmi les facteurs à prendre en compte, mentionnons les suivants:

- **Câble** - La bande passante est partagée par de nombreux utilisateurs. Par conséquent, les débits de données en amont sont souvent lents pendant les heures de forte utilisation dans les zones où il y a sur abonnement.
- **DSL** - Largeur de bande limitée et sensible à la distance (par rapport au bureau central du FAI). Le taux de téléchargement est proportionnellement inférieur par rapport au taux de téléchargement.
- **Fiber-to-the-Home** - Cette option nécessite l'installation de la fibre directement à la maison.
- **Cellulaire/Mobile** - Avec cette option, la couverture est souvent un problème, même dans un petit bureau ou un bureau à domicile où la largeur de bande est relativement limitée.
- **Wi-Fi municipal** - La plupart des municipalités ne disposent pas d'un réseau Wi-Fi maillé déployé. Si elle est disponible et accessible, c'est une option viable.
- **Satellite** - Cette option est coûteuse et offre une capacité limitée par abonné. Généralement utilisé lors qu'aucune autre option n'est disponible.

# Travaux pratiques - Configurer et vérifier les listes de contrôle d'accès IPv4 étendues

Au cours de ces travaux pratiques, vous aborderez les points suivants:

- Étude de la distribution haut débit
- Recherche de scénarios spécifiques dans les options d'accès au haut débit

# 7.6 Module pratique et questionnaire

# Packet Tracer - Concepts WAN

Dans ce Travaux Pratiques, vous ferez ce qui suit:

- Décrire différentes options de connectivité WAN.

# Qu'est-ce que j'ai appris dans ce module?

- Un réseau étendu (WAN) est nécessaire pour se connecter au-delà des limites du réseau local.
- Un WAN privé est une connexion dédiée à un seul client.
- Une connexion WAN publique est généralement fournie par un FAI ou un fournisseur de services de télécommunication utilisant l'internet.
- Les WAN sont implémentés à l'aide des topologies logiques suivantes: Point-à-point, Hub-and-spoke, Dual-home, Fully Meshed et Partially Meshed.
- Une connexion à deux transporteurs assure la redondance et augmente la disponibilité du réseau. L'organisation négocie des contrats de niveau de service distincts avec deux fournisseurs de services différents.
- Les réseaux privés virtuels de site à site et d'accès à distance permettent à l'entreprise d'utiliser Internet pour se connecter facilement et en toute sécurité avec des employés et des installations partout dans le monde.
- Les normes d'accès WAN sont définies et gérées par plusieurs autorités reconnues:
- Les normes de protocole de fibre optique de couche 1 incluent SDH, SONET et DWDM. Les protocoles de la couche 2 déterminent comment les données sont encapsulées
- Les protocoles de couche 2 incluent large bande, sans fil, Ethernet WAN, MPLS, PPP, HDLC.

# Qu'est-ce que j'ai appris dans ce module?

- La communication en série transmet des bits de manière séquentielle sur un seul canal. En revanche, les communications parallèles transmettent simultanément plusieurs bits à l'aide de plusieurs fils.
- Les deux types de technologies WAN à commutation de circuits les plus courantes sont le PSTN et l'ISDN.
- Les types courants de technologies WAN à commutation par paquets sont Ethernet WAN et MPLS. Il existe deux normes OSI fibre optique couche 1.
- Ces normes définissent comment transférer un trafic multiple de données, de voix et de vidéo sur fibre optique sans laser ou LED sur de grandes distances.
- Les connexions à commutation de circuits ont été fournies par des transporteurs PSTN.
- Le ISDN est une technologie de commutation de circuit qui permet à la boucle locale du RTPC de transporter des signaux numériques.
- La commutation de paquets fractionne le trafic en paquets qui sont acheminés sur un réseau partagé.
- Frame Relay est une technologie WAN simple de couche 2 NBMA (non-broadcast multi-access) utilisée pour connecter des LAN d'entreprises entre eux.
- 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, plutôt que sur une architecture basée sur des trames.

# Qu'est-ce que j'ai appris dans ce module?

- Les options de connectivité WAN modernes incluent le haut débit dédié, le WAN Ethernet et le MPLS (commuté par paquets), ainsi que diverses versions filaires et sans fil du haut débit basé sur Internet.
- MPLS est une technologie de routage WAN de fournisseur de services haute performance pour interconnecter les clients. MPLS prend en charge diverses méthodes d'accès client (par exemple, Ethernet, DSL, câble, relais de trame). MPLS peut encapsuler tous les types de protocoles, y compris le trafic IPv4 ou IPv6.
- La connectivité à large bande basée sur l'internet est une alternative à l'utilisation d'options WAN dédiées.
- La ligne d'abonné numérique (DSL), les connexions par câble et les réseaux de fibres optiques sont des exemples de connectivité à large bande câblée.
- Parmi les exemples de services à large bande sans fil, mentionnons les services cellulaires 3G/4G/5G ou les services Internet par satellite.
- La technologie DSL est 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.
- La technologie de câble est une technologie de connexion permanente à haute vitesse qui utilise un câble coaxial d'entreprise de câblodistribution pour fournir des services IP aux utilisateurs.

# Qu'est-ce que j'ai appris dans ce module?

- Les plus récents développements dans le domaine de la technologie sans fil incluent le Wi-Fi municipal, le cellulaire, l'Internet par satellite et le WiMAX.
- Les tunnels VPN sont acheminés via l'internet à partir du réseau privé de l'entreprise vers le site distant ou l'hôte de l'employé.
- Les options de connectivité des ISPs incluent un seul foyer, un double foyer, un multilogement et un double logement.



