***Les réseaux WAN – Activité 10***

[**LAN vs WAN**](https://aws.amazon.com/fr/compare/the-difference-between-lan-and-wan/)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Critère | **LAN (Local Area Network)** | **WAN (Wide Area Network)** |
| Etendue géographique | Limité à un bâtiment ou un campus | Etendue mondiale (villes, pays, continents, etc…) |
| Débit | Elevé et stable (1 Gbps ou +) | Variable selon la technologie (fibre, satellite, MPLS…) |
| Technologies supportées | Ethernet, Wi-Fi | MPLS, VPN, SD-WAN, fibre optique, 4G/5G, satellite |
| Coût | Faible (matériel local uniquement) | Elevé (infrastructure, maintenance, opérateurs) |
| Exemple d’utilisation | Réseau interne d’une école ou d’un bureau | Connexion entre plusieurs filiales d’une entreprise internationale |

2. Exemples d’entreprises qui ont besoin d’un WAN

* Exemple 1 : BNP Paribas
  + Pourquoi un WAN ? BNP Paribas possède des agences dans plusieurs pays. Un WAN permet de connecter les serveurs centraux aux agences locales pour :
    - Accéder aux bases de données clients
    - Synchroniser les opérations bancaires
    - Assurer la sécurité des transactions via des VPN
* Exemple 2 : Airbus
  + Pourquoi un WAN ? Airbus a des sites de production en France, Allemagne, Espagne, etc. Un WAN est indispensable pour :
    - Partager des fichiers de conception (CAO) volumineux
    - Coordonner les équipes d’ingénierie à distance
    - Gérer la chaîne logistique mondiale en temps réel

**Objectifs et services des WAN**

Les objectifs du WAN sont :

* Communiquez en utilisant la voix et la vidéo.
* Partagez les ressources entre les employés et les clients.
* Accédez au stockage de données et sauvegardez-les à distance.
* Se connecter aux applications fonctionnant dans le cloud.
* Exécuter et héberger des applications internes.

Les [services](https://aws.amazon.com/fr/what-is/wan/) que peut fournir un WAN sont :

* **Services fonctionnels** :
  + Communication voix et vidéo
    - Appels, visioconférences, réunions virtuelles
  + Partage de ressources
    - Fichiers, imprimantes, bases de données entre employés et clients
  + Accès et sauvegarde des données à distance
    - Stockage cloud, sauvegardes automatiques, accès aux serveurs distants
  + Connexions aux applications cloud
    - Utilisation de logiciels SaaS (ex : Salesforce, Microsoft 365)
  + Exécution et hébergement d’applications internes
    - ERP, CRM, Intranet, systèmes de réservation ou de gestion
* **Services d’infrastructure et de connectivité** :
  + Lignes louées
    - Connexions réseaux dédiées entre deux points, physiques ou virtuelles
  + Tunneling / VPN
    - Création de réseaux privés sécurisés sur Internet public
  + Multiprotocol Label Switching (MPLS)
    - Acheminement intelligent du trafic selon des étiquettes pour optimiser les performances
  + SD-WAN (Software Defined WAN)
    - Gestion logicielle du WAN pour plus de flexibilité et réduction des coûts
* **Services de sécurité et de fiabilité** :
  + Chiffrement des données
    - Protection contre les cyberattaques (couche préventive)
  + Gestion des sessions
    - Ouverture/fermeture de connexions entre utilisateurs et serveurs
  + Routage et équilibrage de charge
    - Optimisation du chemin des paquets pour éviter les congestions
  + Protocoles WAN
    - TCP/IP, Frame Relay, ATM, POS, utilisés pour structurer et transmettre les données
* **Service d’optimisation** :
  + Gestion des flux de trafic
    - Mise en cache locale
      * Stockage temporaire des données fréquemment utilisées pour éviter les transferts répétés
    - Déduplication des données
      * Suppression des copies redondantes (utile pour les sauvegardes et la reprise après sinistre)
    - Compression des fichiers
      * Réduction de la taille des données avant transmission (zippage)
  + Accélération des protocoles
    - Regroupement des communications
      * Moins de paquets envoyés, meilleure efficacité pour les protocoles « bavards » comme TCP
  + Limitation des taux et connexions
    - Restriction du nombre de connexions internet ouvertes
    - Contrôle de la bande passante par l’utilisateur
    - Blocage ou limitation de certains usages (ex : streaming vidéo)
  + Segmentation du réseau (mise en forme du trafic)
    - Répartition intelligente de la bande passante
    - Priorité donnée aux applications critiques (ex : ERP, visioconférence)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Critère | **WAN public**  **(Ex : Internet)** | **WAN privé**  **(Ex : MPLS, SD-WAN dédié)** |
| Accessibilité | Ouvert à tous, accessible via un FAI | Réservé à une organisation ou un groupe d’utilisateurs |
| Sécurité | Mois sécurisé par défaut, nécessite des VPN ou chiffrement | Haut niveau de sécurité intégré, souvent sur les lignes dédiées |
| Coût | Moins cher, car basé sur des infrastructures partagées | Plus coûteux, car nécessite des connexions dédiées |
| Performance | Variable selon la congestion du réseau public | Stable et optimisée pour les besoins de l’entreprise |
| Contrôle | Contrôle limité sur le routage et la qualité de service | Contrôle total sur le trafic, les priorités et la bande passante |
| Flexibilité | Très flexible, facile à déployer | Moins flexible, mais plus fiable et personnalisable |
| Exemples d’usages | Accès aux services cloud, navigation web, VPN | Connexions entre sites d’entreprise, applications critiques |

Mise en situation :  
*Une entreprise possède un siège à Paris et une filiale à Lyon.*

Quels services WAN seraient nécessaires pour que les deux sites puissent travailler comme s’ils étaient sur le même LAN ?

Dans ce cas, il faut utiliser un WAN privé.

**Notion de circuit virtuel**

C’est une connexion logique établie entre deux équipements réseau pour permettre le transfert de données. Contrairement à un circuit physique, il n’emprunte pas un chemin fixe, mais utilise la commutation de paquets pour transmettre les données sur un réseau partagé.

Caractéristiques :

* Fonctionne comme une liaison dédiée, mais sur un réseau partagé
* Les paquets suivent un chemin prédéfini
* Permet une communication orientée connexion
* Utilisé dans les réseaux à commutation de paquets (ex. : X.25, Frame Relay, ATM, MPLS)

**La différence entre le** [**PVC et le SVC**](https://www.networxsecurity.org/members-area/glossary/p/pvc-or-svc.html)**:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Type de circuit virtuel | PVC (Permanent Virtual Circuit) | SVC (Switched Virtual Circuit) |
| Durée de vie | Permanente | Temporaire |
| Etablissement | Préconfiguré, actif en continu | Etabli à la demande, puis supprimé |
| Usage | Connexions fréquentes et stables | Connexions ponctuelles |
| Coût | Plus élevé (ressources réservées) | Moins cher (ressources partagées) |
| Exemple d’usage | Liaison entre deux sites d’entreprise | Transfert de fichiers occasionnel |

Quelques exemples de protocole WAN avec un circuit virtuel :

* Frame Relay
  + Utilise des PVC et SVC pour relier des équipements distants via des identifiants DLCI
* ATM (Asynchronous Transfer Mode)
  + Utilise des circuits virtuels pour transmettre des cellules de données à débit constant ou variable
* MPLS (Multiprotocol Label Switching)
  + Utilise des circuits virtuels unidirectionnels appelés Label Switching Paths (LSP), qui fonctionnent comme des circuits virtuels pour acheminer les paquets IP

**Bonus !**

Le concept virtuel est encore important de nos jours car :

* Sécurité et isolation
  + Les VPN IP et MPLS créent des tunnels logiques entre sites, isolant le trafic des autres utilisateurs.
* Performance
  + MPLS permet un acheminement rapide et optimisé des paquets grâce à des chemins prédéfinies.
* Fiabilité
  + Les circuits virtuels garantissent que les paquets suivent le même chemin, ce qui évite les désordres d’ordre et facilite la gestion des flux.
* Flexibilité
  + Les SD-WAN modernes utilisent des circuits virtuels dynamiques pour s’adapter aux conditions du réseau en temps réel.

**Panorama des WAN et** [**protocoles historiques**](https://cisco.goffinet.org/ccna/wan/technologies-topologies-wan/#11-g%C3%A9n%C3%A9alogie-des-technologies-wan)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Protocole | Années d’  utilisation principales | Débit possible | Principe de fonctionnement | Avantages | Limites | Usage actuel |
| RNIS  (ISDN) | Fin 80 – début 2000 | 64 kbit/s par canal B, ≤ 2 Mbit/s en accès primaire | Commutation de circuits numériques | Connexion rapide, voix + données sur une seule ligne | Débit limité, coûteux, remplacé par l’IP | Obsolète depuis 2019 en France |
| ATM | 90 – début 2000 | De 10 Mbit/s à 622 Mbit/s | Commutation de cellules fixes (53 octets) | Qualité de service (QoS), faible latence, support voix/vidéo | Complexité, coût élevé, peu adapté à IP | Obsolète, remplacé par MPLS |
| Frame Relay | 90 – début 2010 | ≤ 2 Mbit/s (souvent avec CIR + burst) | Commutation de paquets, circuits virtuels PVC/SVC | Faible surcharge, flexible, économique | Pas de correction d’erreur, congestion possible | Obsolète, remplacé par VPN/MPLS |

**Bonus !**

Les protocoles modernes ayant remplacé ces technologies :

* VPN (Virtual Private Network)
  + Remplace RNIS et Frame Relay pour la sécurité et la connectivité sur Internet.
* MPLS (Multiprotocol Label Switching)
  + Successeur d’ATM et Frame Relay, offre des circuits virtuels avec QoS et routage rapide.
* SD-WAN (Software Defined WAN)
  + Remplace MPLS et VPN dans les architectures modernes. Permet une gestion centralisée, une flexibilité multi-opérateurs et une réduction des coûts.

**ADSL et ses dérivés**

L’[**ADSL**](https://fr.wikipedia.org/wiki/ADSL) (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) est une technologie d’accès à Internet haut débit qui utilise les lignes téléphoniques en cuivre existantes. Elle est dite *asymétrique* car le débit descendant (download) est plus élevé que le débit montant (upload).

**Son principe de fonctionnement :**

* La ligne téléphonique transporte simultanément la voix (basse fréquence) et les données (haute fréquence).
* Un **filtre ADSL** sépare les signaux voix et données.
* Les données sont transmises via un **modem ADSL** vers un **DSLAM** (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) situé au central téléphonique.
* Le DSLAM regroupe les connexions des abonnés et les envoie vers le réseau du fournisseur d’accès.

**Schéma simplifié d’architecture ADSL**

[Ordinateur] -> [Modem ADSL] -> [Ligne téléphonique cuivre] -> [DSLAM] -> [FAI]

| | |

Réseau local Filtre ADSL Réseau IP

**Les principaux dérivés de l’ADSL :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Technologie | Débit descendant | Débit montant | Usages |
| [**ADSL classique**](https://www.bouyguestelecom.fr/guide-pratique/internet/adsl-vdsl-difference) | 1 à 15 Mbit/s | 128 kbit/s à 1 Mbit/s | Navigation, streaming léger |
| **ADSL2+** | ≤ 25 Mbit/s | ≤ 3 Mbit/s | TV HD, visioconférence |
| [**VDSL**](https://www.bouyguestelecom.fr/guide-pratique/internet/adsl-vdsl-difference) | ≤ 50 Mbit/s | ≤ 8 Mbit/s | Télétravail, jeux en ligne |
| **VDSL2** | ≤ 100 Mbit/s | ≤ 30 Mbit/s | Usage intensif, cloud, 4K |

**L’encapsulation PPPoE dans le cadre de l’ADSL :**

Le PPPoE c’est le Point-to-Protocol over Ethernet, c’est une méthode d’encapsulation utilisée pour :

* **Authentifier l’utilisateur** via identifiant/mot de passe (protocole PAP ou CHAP)
* **Créer une session PPP** sur une liaison Ethernet
* **Transporter les données IP** sur le réseau ADSL

**En situation, le télétravaille en ADSL vs fibre optique :**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Critère | ADSL | Fibre optique |
| Débit | 1 à 25 Mbit/s (variable) | ≤ 8 Gbit/s (symétrique) |
| Stabilité | Sensible aux interférences | Très stable, peu de pertes |
| Latence | Moyenne à élevée | Très faible, idéale pour visio/jeux |
| Installation | Simple, via ligne téléphonique | Plus complexe, nécessite raccordement |
| Disponibilité | Très répandue, même en zones rurales | Encore limitée dans certaines zones |
| Usage télétravail | Suffisant pour mails, visio légère | Optimal pour cloud, visio HD, multitâche |

**Les avantages et limites de l’ADSL :**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Avantages | Limites |
| ADSL | Facile à installer  Suffisant pour des tâches bureautiques simples | Débit limité  Latence élevée  Moins adapté aux usages intensifs (visioconf HD, cloud, etc…) |

**Synthèse finale**

1. Quelle technologie utiliseriez-vous pour relier les sites entre eux ?

C’est le **SD-WAN (Software Defined WAN)**, qui offre :

* **Connexion sécurisée et flexible** entre les sites distants
* **Optimisation automatique du trafic** selon les priorités (visioconférence, ERP, etc.)
* **Utilisation simultanée de plusieurs liens WAN** (fibre, 4G/5G, MPLS)
* **Réduction des coûts** par rapport aux lignes MPLS traditionnelles

1. Quels services doivent être mis en place pour les télétravailleurs ?

Pour les collaborateurs à distance, il faut mettre en place :

* **VPN sécurisé** (IPSec ou SSL) pour accéder aux ressources internes
* **Authentification forte** (MFA : mot de passe + code temporaire)
* **Accès distant via SD-WAN** pour une meilleure performance et sécurité
* **Outils collaboratifs** (Teams, Zoom, SharePoint, etc.)
* **Surveillance réseau** pour détecter les anomalies ou intrusions

1. Quels protocoles ou solutions historiques ne seraient plus adaptés aujourd’hui ? Pourquoi ?

|  |  |
| --- | --- |
| Technologie | Obsolète ou plus adaptée |
| Frame Relay | Débit limité, pas adapté aux flux IP modernes |
| ATM | Complexe, coûteux, peu compatible avec le cloud |
| RNIS (ISDN) | Très faible débit, abandonné en France depuis 2019 |
| MPLS pur | Trop rigide pour les architectures cloud et mobiles |

Schéma avec SD-WAN :

