



Architecture Réseaux Entreprises (ARES)

Fondamentaux des Réseaux d'Entreprise et
Architectures

Brice - Ekane (brice.ekane@univ-rennes.fr)

ISTIC Rennes - France

2025-2026

Plan du module (1/2)

- ① Introduction et Contexte
- ② L'Ère Pré-IP : Technologies et Héritage
- ③ Évolution des Architectures Applicatives et Exigences Réseau
- ④ Principes de Conception des Réseaux Modernes
- ⑤ La conception hiérarchique

Plan du module (2/2)

- ⑥ Architecture Réseau Classiques et alternatives

Plan

- ① Introduction et Contexte
 - Objectifs pédagogiques
 - Philosophies fondamentales du réseau

Objectifs pédagogiques

À la fin de ce module, vous serez capables de . . .

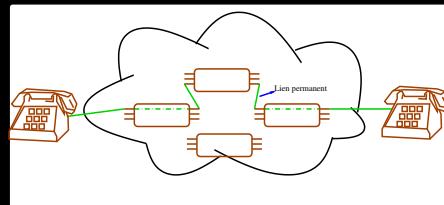
- ▶  **Comprendre** pourquoi les réseaux d'entreprise sont construits différemment des réseaux domestiques.
- ▶  **Maîtriser** les architectures hiérarchiques, les outils de segmentation et les services d'infrastructure clés.
- ▶  **Avoir une vision globale** : identifier les enjeux de connectivité, sécurité et supervision en contexte professionnel.

Refs

- ▶ Collectif (Trad. Christian Soubrier), Architecture de réseaux et études de cas, Seconde édition, CampusPress France, 2000, ISBN : 2-7440-0870-2.
- ▶ Tian, Yu-Chu, and Jing Gao. (2024). Network Analysis and Architecture. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- ▶ Luca Giusti, Architectures réseau d'entreprise – Concevoir des infrastructures réseau évolutives, Éditions ENI, août 2024, 434 p., ISBN 9782409045905.
- ▶ Guides d'architectures hiérarchiques (constructeurs).
- ▶ internet, whitepaper(fournisseurs de Cloud)

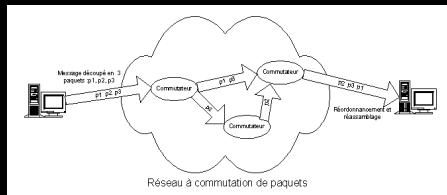


Les deux grandes philosophies



- ▶ **Commutation de circuits** (ex : le téléphone) :
 - ▶ Un chemin dédié est établi pour toute la durée de la communication.
 - ▶ Avantage : bande passante garantie.
 - ▶ Inconvénient : inefficace pour le trafic intermittent.

Les deux grandes philosophies



- ▶ **Commutation de paquets** (ex : Internet) :
 - ▶ Les données sont découpées en paquets qui peuvent emprunter différents chemins.
 - ▶ Avantage : utilisation optimisée du réseau, flexibilité.
 - ▶ Inconvénient : peut souffrir de latence variable (jitter).

Plan

- ② L'Ère Pré-IP : Technologies et Héritage
 - Technologies phares
 - Transition vers le tout-IP
 - Héritage et influence

RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services)



- ▶ **Concept** : Premier pas vers la **numérisation**. Permettait de transmettre voix, données et vidéo sur une seule ligne téléphonique numérique.

Atouts majeurs

- ▶ **Vitesse** : 64 Kbps par canal, plus rapide que les modems analogiques (56 Kbps).
- ▶ **Polyvalence** : Deux canaux de données (BRI) → surfer sur Internet et téléphoner en même temps.
- ▶ **Coût** : Réduction du besoin de plusieurs lignes téléphoniques dédiées.

- ▶ **Utilisation** : Connexion de sites distants, **télétravail**.

DDR (Dial-on-Demand Routing)



- ▶ **Concept** : Fonctionnalité de routage qui établissait une connexion (souvent RNIS) uniquement lorsqu'un trafic « **intéressant** » était détecté. La connexion était coupée après une période d'inactivité.

Avantages

- ▶ **Économies** : On payait uniquement le **temps de connexion utilisé**, idéal pour les succursales à faible trafic.
- ▶ **Gestion des coûts** : Évitait les lignes dédiées 24/7, très coûteuses.

- ▶ **Utilisation** : Connexions WAN de sauvegarde ou site-à-site pour des besoins **périodiques**.

Frame Relay



- ▶ **Concept** : Protocole de commutation de paquets qui a remplacé les lignes louées dédiées. Les entreprises se connectaient à un “cloud” de l’opérateur via des **circuits virtuels permanents (PVC)**.

Points forts

- ▶ **Efficacité** : Partageait la bande passante sur un seul circuit physique, plus efficace que le RNIS.
- ▶ **Flexibilité** : Facilitait la connexion de plusieurs sites via un seul point d’entrée au réseau de l’opérateur.

- ▶ **Utilisation** : Interconnexion de LAN à travers un WAN, technologie dominante des années 90.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)



- ▶ **Concept** : Découpait toutes les données (voix, vidéo, données) en petites cellules fixes de **53 octets**.

Points forts

- ▶ **QoS** : La taille fixe des cellules permettait une **Qualité de Service (QoS)** très stricte, essentielle pour le trafic en temps réel.
- ▶ **Débit** : Capable d'opérer à des vitesses très élevées (jusqu'à 10 Gbps), utilisé pour les dorsales de réseaux télécom.

- ▶ **Utilisation** : Dorsales de réseaux de FAI et de grandes entreprises, supportant voix et vidéo sur un même réseau.

APPN (Advanced Peer-to-Peer Networking)



- ▶ **Concept** : Architecture d'IBM qui a remplacé le modèle centralisé de SNA (Systems Network Architecture) par une communication dynamique et pair-à-pair.

Avantages clés

- ▶ **Décentralisation** : Les ordinateurs pouvaient communiquer directement sans passer par le mainframe principal.
- ▶ **Résilience** : Plus de point de défaillance unique (SPOF), rendant le réseau plus robuste.

- ▶ **Utilisation** : Très utilisé dans les grandes entreprises IBM, facilitant la migration vers des architectures plus modernes.

Le déclin et le remplacement

- ▶  **Complexité et coût** : Configuration lourde (QoS, circuits virtuels, signalisation) et équipements spécialisés onéreux.
=>Peu adaptés aux réseaux en forte croissance.
- ▶  **Standardisation sur IP** : Le protocole IP s'est imposé comme socle universel (interopérable, ouvert, extensible), remplaçant les solutions propriétaires.
- ▶  **Évolution de l'Ethernet** : L'Ethernet est passé de 10 Mbps à 1 Gbps puis 10 Gbps et plus, rendant les technologies comme ATM obsolètes pour le LAN et les dorsales.

Héritage et influence

Idées clés qui subsistent encore aujourd'hui

- ▶  **QoS** : Les concepts d'ATM survivent dans les réseaux modernes via **MPLS** (Multi-Protocol Label Switching).
- ▶  **Gestion WAN** : Le principe de circuits virtuels de Frame Relay a inspiré les **VPN IP** et les services MPLS pour un WAN plus flexible.
- ▶  **VoIP** : La voix n'a plus besoin de commutation de circuits (RNIS) et circule désormais en **paquets IP** comme les données.

Idées à retenir

- ▶ **Complexité et coût** → ces technos étaient difficiles à gérer et trop chères.
- ▶ **IP = standard universel** → simplicité, ouverture, interopérabilité.
- ▶ **Ethernet = performances + faible coût** → a rendu obsolètes ATM et Frame Relay.
- ▶ Beaucoup d'idées survivent : QoS, circuits virtuels, routage dynamique.

Conclusion

Héritage des technologies passées

Ces technologies ont **pavé la voie** vers les réseaux d'aujourd'hui.
Elles ont résolu les problèmes de leur temps et nous ont légué
des **concepts clés** qui continuent d'influencer l'ingénierie réseau
moderne.

Plan

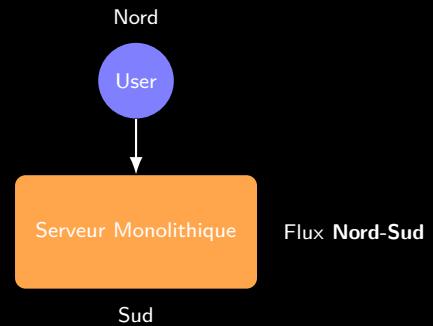
- ③ Évolution des Architectures Applicatives et Exigences Réseau
 - L'Ère Monolithique
 - Applications N-Tiers
 - Microservices & Cloud-Native

Des Architectures Applicatives aux Exigences Réseau

- ▶  **Évolution des applications** : Du système monolithique aux architectures distribuées et microservices, les attentes vis-à-vis du réseau ont été profondément redéfinies.
- ▶  **Impact** : Cette transformation est un facteur clé de la complexité et des principes de conception des réseaux d'entreprise modernes.
- ▶  Comprendre ces évolutions aide à mieux appréhender les défis et solutions en matière d'infrastructure réseau.

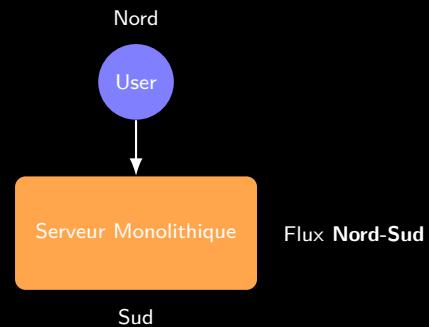
L'Ère Monolithique : Trafic Nord-Sud et Réseaux Statiques

- ▶ 🏭 Bloc unique (Monolithique)



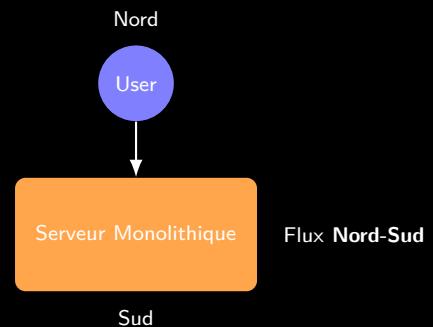
L'Ère Monolithique : Trafic Nord-Sud et Réseaux Statiques

- **Trafic** : surtout **Nord-Sud**



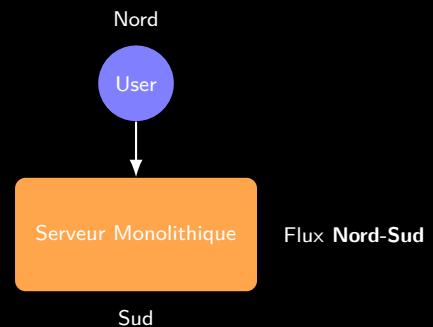
L'Ère Monolithique : Trafic Nord-Sud et Réseaux Statiques

- ▶  Réseau : centré sur un serveur



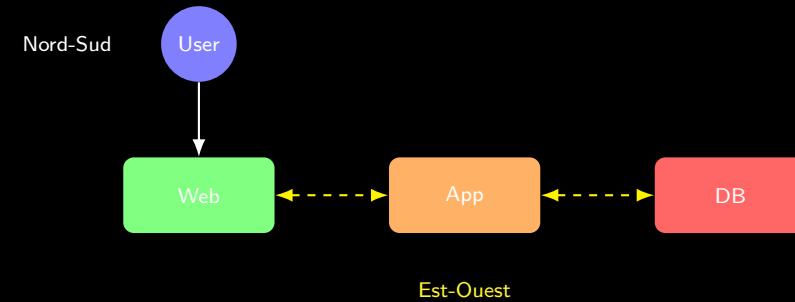
L'Ère Monolithique : Trafic Nord-Sud et Réseaux Statiques

- ▶ ! Limites : SPOF, faible scalabilité



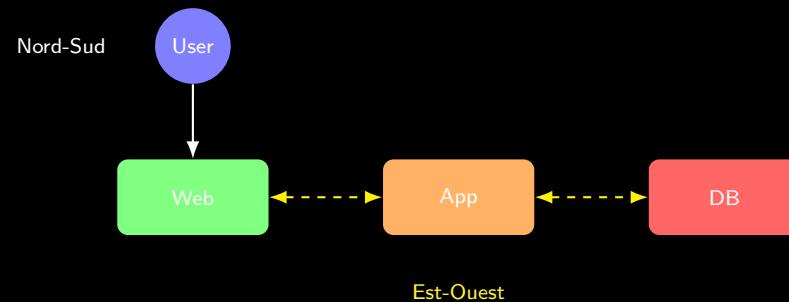
Applications N-Tiers : Segmentation et Flux Est-Ouest

- ▶  **N-Tiers** : couches logiques séparées (Web, App, DB)



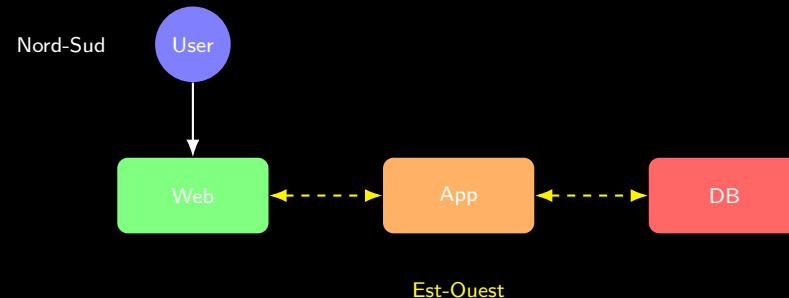
Applications N-Tiers : Segmentation et Flux Est-Ouest

- **Trafic :** **Est-Ouest** (Web<->App<->DB) et toujours Nord-Sud



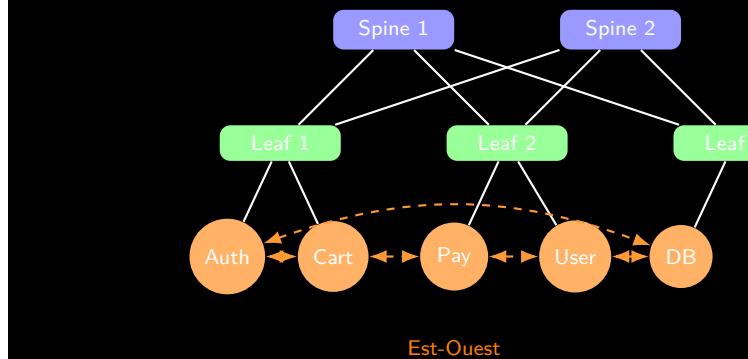
Applications N-Tiers : Segmentation et Flux Est-Ouest

-  Réseau : segmentation (VLAN, routage, QoS), besoin de faible latence intra-DC



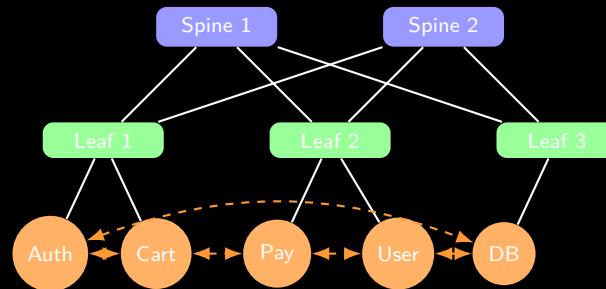
Microservices & Cloud-Native : Explosion du Est-Ouest

- ▶  **Microservices** : petits services autonomes, communiquant via APIs, déployés en **conteneurs** (ex. Kubernetes).



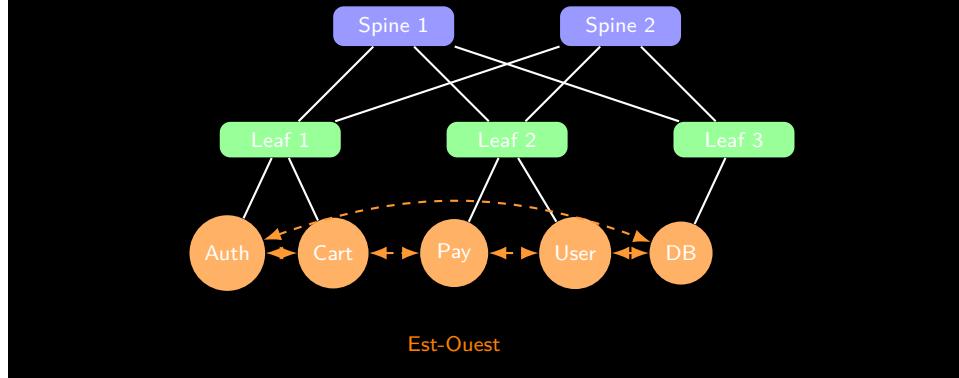
Microservices & Cloud-Native : Explosion du Est-Ouest

- **Trafic** : Est-Ouest massif entre services ; Nord-Sud secondaire.



Microservices & Cloud-Native : Explosion du Est-Ouest

-  Réseau : latence ultra-faible, besoin d'architectures **Leaf-Spine**, automatisation (SDN, orchestration) et micro-segmentation.



Plan

- ④ Principes de Conception des Réseaux Modernes Fondamentaux
 - Architectures Hiérarchie et Edge
 - Architectures Orientées Flux et Services
 - Architecture par Composants
 - Architectures de Résilience

Principes de conception des réseaux modernes

Architecture Réseau : Principes Fon-damentaux

- ▶ **Définition** : vue logique de haut niveau du réseau.
Différence :

Architecture Réseau : Principes Fondamentaux

- ▶ **Définition** : vue logique de haut niveau du réseau.
Différence :
 - ▶ **Architecture** = le "quoi" et le "pourquoi"

Architecture Réseau : Principes Fondamentaux

- ▶ **Définition** : vue logique de haut niveau du réseau.
Différence :
 - ▶ **Architecture** = le "quoi" et le "pourquoi"
 - ▶ **Design** = le "comment" (implémentation, équipements)

Architecture Réseau : Principes Fondamentaux

- ▶ **Définition** : vue logique de haut niveau du réseau.
Différence :
 - ▶ **Architecture** = le "quoi" et le "pourquoi"
 - ▶ **Design** = le "comment" (implémentation, équipements)
- ▶ **Objectif** : répondre aux besoins business et techniques en optimisant les **trade-offs** (perf, coût, sécurité, gérabilité).

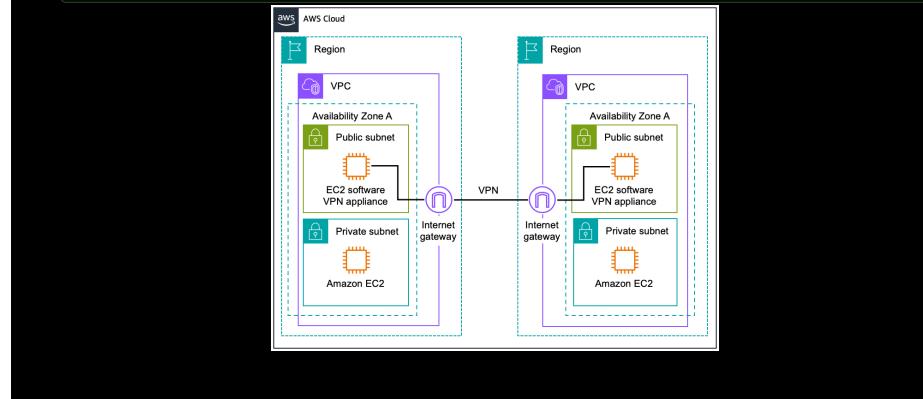
Architecture Réseau : Principes Fondamentaux

- ▶ **Définition** : vue logique de haut niveau du réseau.
Différence :
 - ▶ **Architecture** = le "quoi" et le "pourquoi"
 - ▶ **Design** = le "comment" (implémentation, équipements)
- ▶ **Objectif** : répondre aux besoins business et techniques en optimisant les **trade-offs** (perf, coût, sécurité, gérabilité).
- ▶ **Approche** : méthode systématique, hiérarchique, top-down.

Architecture Réseau : Exemple Cloud

AWS - VPC

Dans **AWS**, le **VPC** est une architecture logique (CIDR, subnets, ACLs). Le design dépend ensuite des choix concrets (Direct Connect, VPN, instances).



Architectures Hiérarchiques et Edge

Modèle Core / Distribution / Accès

- ▶ Core : backbone haute perf, faible latence.
- ▶ Distribution : agrégation, routage inter-VLAN, QoS/sécurité.
- ▶ Accès : connectivité utilisateurs, ACL, filtres MAC.

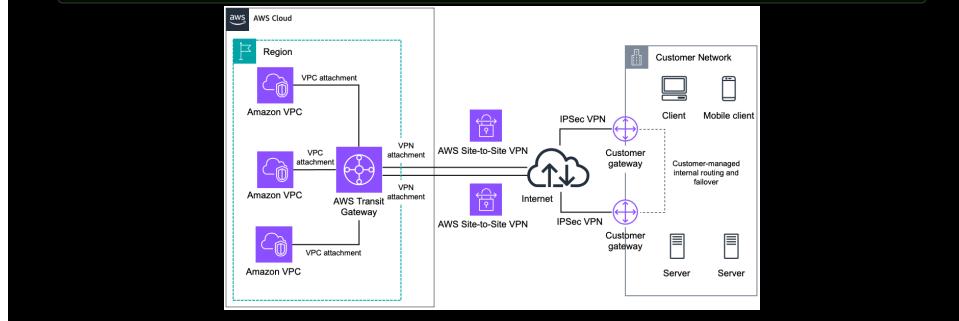
Architecture Edge

- ▶ Redondance WAN : liens multiples.
- ▶ Multi-homing Internet : plusieurs FAI.
- ▶ VPN Sécurisés : accès distant.

Architectures Hiérarchiques et Edge - Exemple

Exemple Cloud

Dans un datacenter Cloud, le modèle classique est remplacé par **Leaf-Spine** (voir plus bas). À l'Edge, on retrouve des solutions comme **AWS Transit Gateway**, ou **VPN** pour relier sites distants.



Architectures Orientées Flux et Services

Modèles Basés sur les Flux

- ▶ P2P : contrôle décentralisé.
- ▶ Client-Serveur : asymétrique.
- ▶ Hiérarchique : serveurs imbriqués.
- ▶ Distribué : calcul intensif.

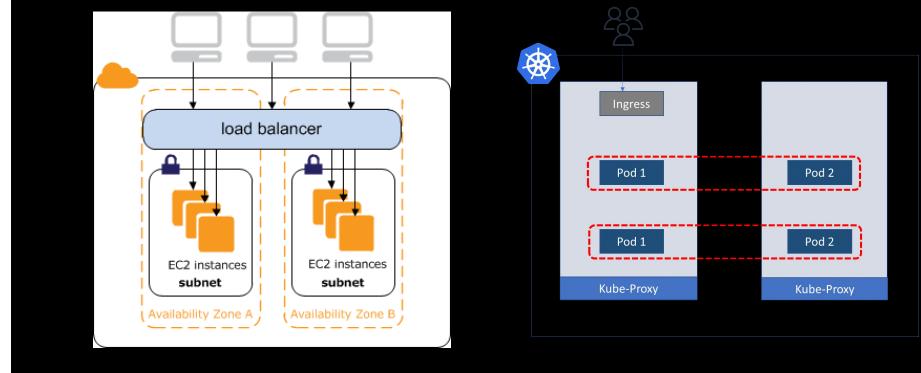
Modèles Fonctionnels

- ▶ Application-driven : QoS garantie.
- ▶ End-to-End : perf tout le chemin.
- ▶ Intranet-Extranet : séparation interne/externe/public.
- ▶ Service Provider : SLA contractuels.

Architectures Orientées Flux et Services - Exemple

Exemple Cloud

- ▶ Nord-Sud : accès via **Load Balancer** (AWS ELB).
- ▶ Est-Ouest : interactions massives entre **pods Kubernetes**.



Architecture par Composants

- ▶ **Adresses IP** : IPv4/v6, subnetting, supernetting.
- ▶ **Routage** : RIP, OSPF, BGP, SDN.
- ▶ **Performance** : QoS (DiffServ, IntServ).
- ▶ **Management** : SNMP, Syslog, monitoring.
- ▶ **Sécurité** : pare-feu, IDS/IPS, VPN, chiffrement.

Architecture par Composants - Subnetting

Exemple

Réseau : 192.168.1.0/24

Sous-Réseaux (S1, S2, S3, S4) en /26 (64 adresses chacun) :

- ▶ 192.168.1.0/26 : .0 – .63
- ▶ 192.168.1.64/26 : .64 – .127
- ▶ 192.168.1.128/26 : .128 – .191
- ▶ 192.168.1.192/26 : .192 – .255

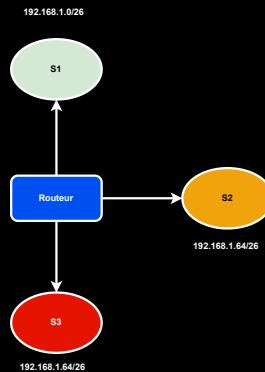
Idée clé

On **réduit le nombre d'hôtes** par réseau, mais on augmente le nombre de sous-réseaux.

À quoi sert le Subnetting ?

Problèmes résolus

- ① **Optimisation des adresses IP :** éviter le gaspillage.
- ② **Isolation logique :** séparer les services/départements.
- ③ **Réduction du broadcast :** limiter ARP/DHCP.
- ④ **Sécurité :** appliquer des ACL/firewalls par sous-réseau.
- ⑤ **Souplesse de routage :** chaque sous-réseau est routable.



Architecture par Composants - Super-netting

Exemple

Réseaux initiaux :

- ▶ 192.168.0.0/24
- ▶ 192.168.1.0/24
- ▶ 192.168.2.0/24
- ▶ 192.168.3.0/24

Agrégation possible : 192.168.0.0/22 (de .0.0 à .3.255)

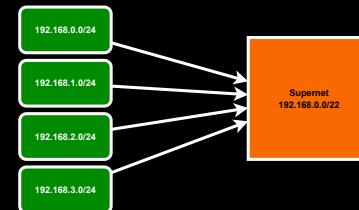
Idée clé

On **réduit la taille des tables de routage** en regroupant plusieurs routes en une seule.

À quoi sert le Supernetting ?

Problèmes résolus

- ① **Réduction des tables de routage** : une seule entrée au lieu de plusieurs.
- ② **Agrégation de réseaux** : fusion de sous-réseaux consécutifs.
- ③ **Efficacité du routage** : simplifie les annonces BGP/IGP.
- ④ **Meilleure lisibilité** : adresses regroupées en un bloc logique.



Architecture par Composants - Exemple

Exemple Cloud

- ▶ Adresses : AWS VPC (CIDR, subnets IPv4/IPv6).
- ▶ Routage : BGP pour peering inter-cloud, Direct Connect.

Architectures de Résilience

- ▶ **Routeurs** : HSRP (Redondance, passerelle), GLBP (repartir la charge, passerelle).
- ▶ **Serveurs** : miroirs DNS/DHCP/Web, actif-passif ou actif-actif.
- ▶ **Liens** : maillages, STP/RSTP.

Architectures de Résilience - Exemple

Exemple Cloud

- ▶ Régions multiples : tolérance aux pannes majeures.
- ▶ Load Balancing global : GSLB, Anycast

Intégration des Modèles et Défis

Objectifs clés

- ▶ Performance : QoS pour applis critiques.
- ▶ Résilience : tolérance aux pannes.
- ▶ Scalabilité : adaptation à la croissance.
- ▶ Sécurité : protection multicouche.
- ▶ Gérabilité : opérations simplifiées.

Défis majeurs

- ▶ **Trade-offs** : sécurité vs performance, coût vs complexité.
- ▶ **Cohérence** : vision unifiée malgré diversité.
- ▶ **Évolutivité** : Cloud, NFV, 5G.
- ▶ **Alignement** : architecture <-> stratégie business.

Intégration des Modèles et Défis - Exemple

Exemple Cloud

- ▶ Résilience : déploiements multi-régions.
- ▶ Cohérence : orchestration via Terraform, Ansible.

Plan

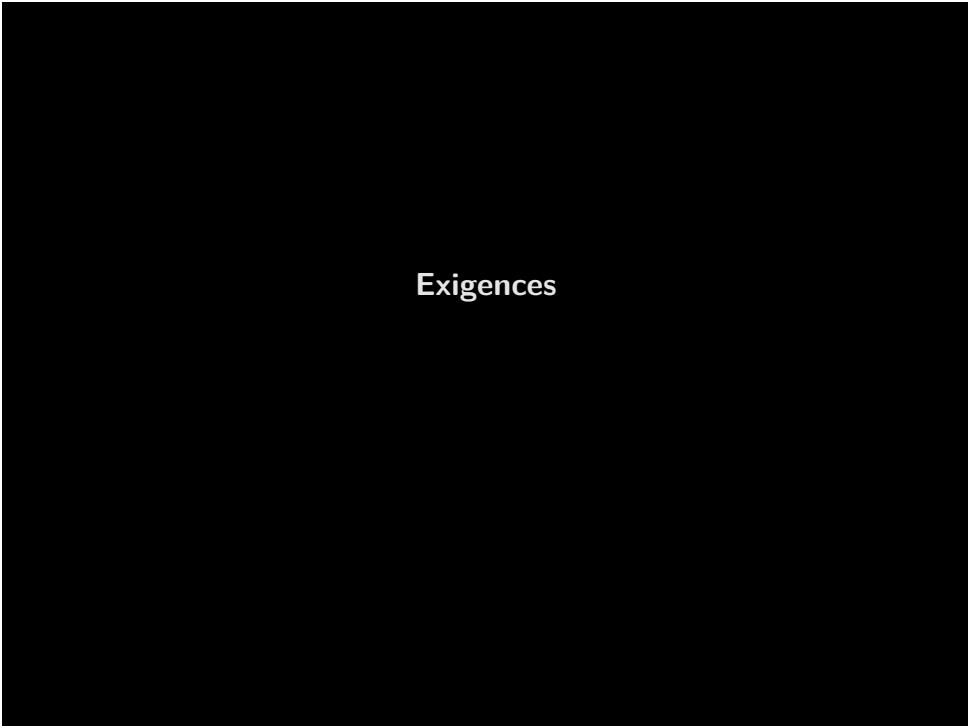
- 5 La conception hiérarchique

La conception hiérarchique

- ▶ **Concept** : Diviser le réseau en couches distinctes pour plus de simplicité, **scalabilité** et prévisibilité.

Les trois couches principales

- ▶  **Couche d'accès (Access Layer)**
- ▶  **Couche de distribution (Distribution Layer)**
- ▶  **Couche cœur (Core Layer)**



Exigences

Modularité et redondance

- ▶  **Modularité** : Concevoir le réseau par **blocs interchangeables**. Cela facilite les mises à jour et la résolution des problèmes sans affecter l'ensemble du réseau.

Redondance et tolérance aux pannes

- ▶ Garantir l'existence de chemins alternatifs en cas de défaillance d'un lien ou d'un équipement.
- ▶ Techniques : **chemins multiples**, équipements en actif/passif.
- ▶ Objectif : **minimiser les temps d'arrêt**.

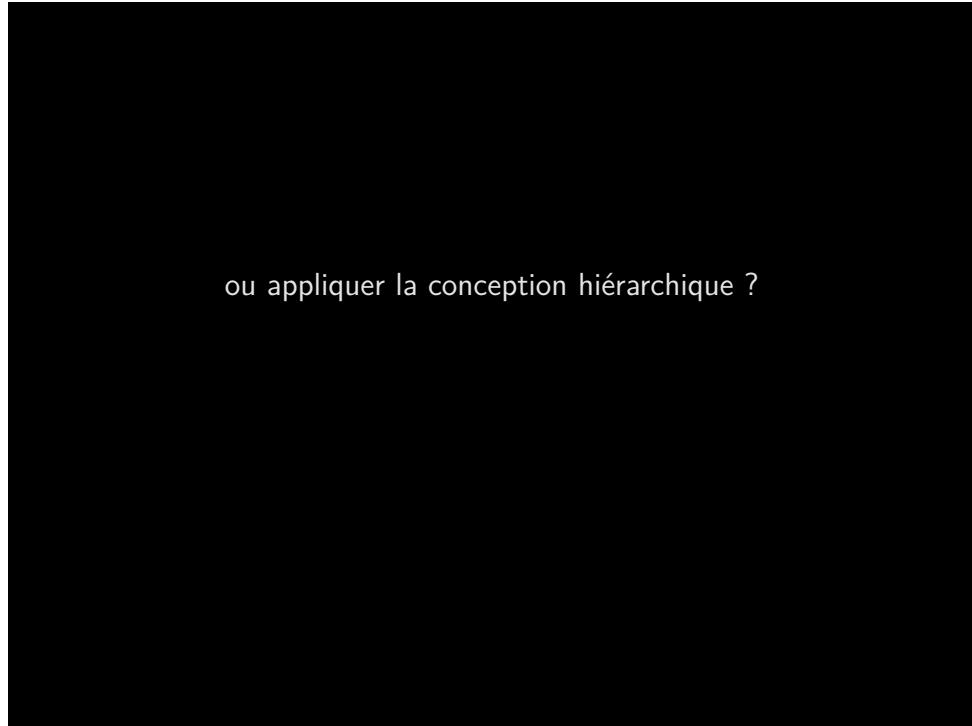
Optimisation et sécurité

Optimisation de la bande passante

- ▶ **Qualité de Service (QoS)** : Prioriser le trafic critique (voix, vidéo) pour garantir des performances optimales.
- ▶ **Gestion du trafic** : Contrôler le flux de données pour éviter la congestion.

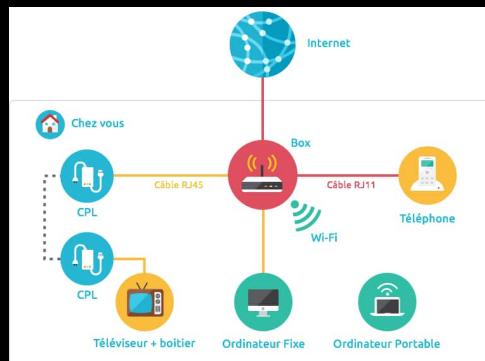
Considérations de sécurité

- ▶  Séparation du trafic via des VLANs.
- ▶  Mise en place de listes de contrôle d'accès (ACL).
- ▶  Utilisation de pare-feu et de systèmes de détection d'intrusion.



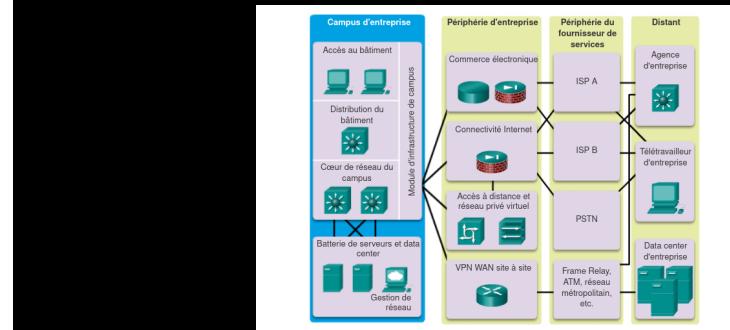
ou appliquer la conception hiérarchique ?

Réseau domestique ?



<https://cours-informatique-gratuit.fr/cours/reseau-domestique/>
Non !

Réseau d'entreprise ?



<https://cisco.ofppt.info/ccna4/course/module1/1.2.2.2/1.2.2.2.html>

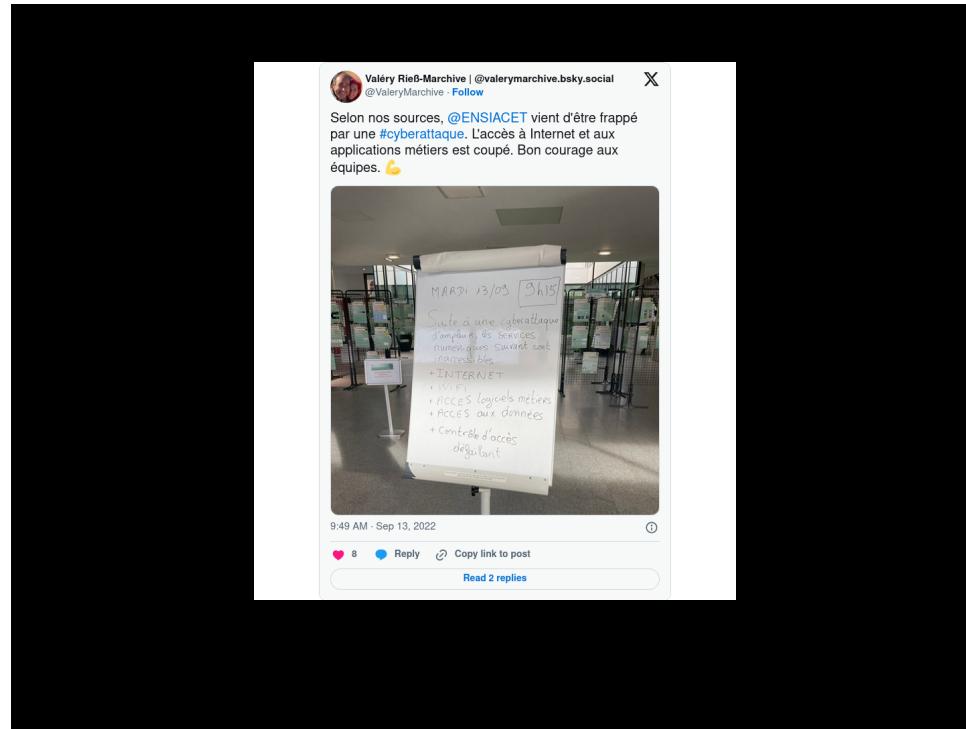
Oui !

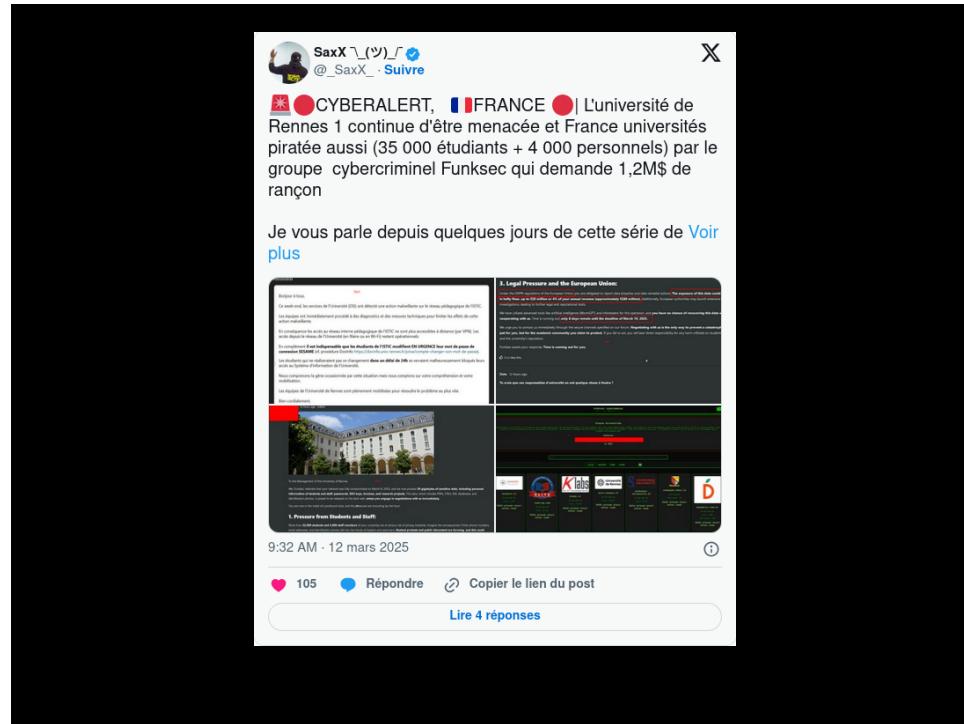
Du réseau domestique au réseau d'entreprise

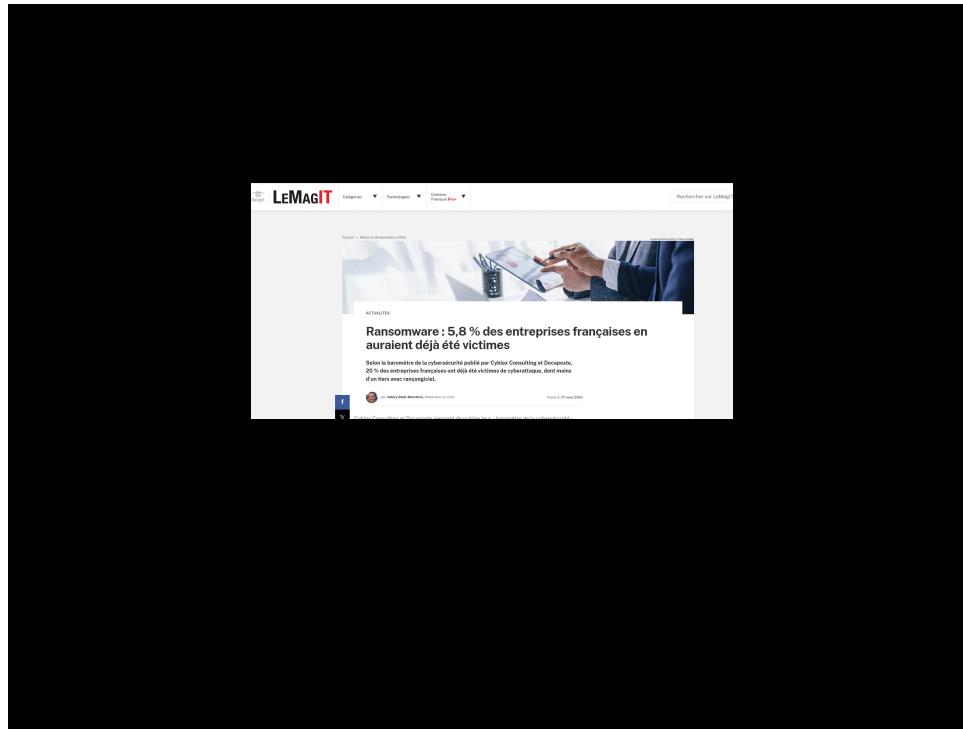
Critère	Réseau domestique	Réseau d'entreprise
Échelle	Quelques équipements (PC, box, TV, IoT)	De dizaines à milliers d'équipements (PC, serveurs, téléphones IP, IoT)
Équipements	Box tout-en-un (routeur, switch, Wi-Fi, NAT)	Routeurs, switches accès/distribution/cœur, firewalls, AP managés
Services	Internet, Wi-Fi, partage simple	DNS/DHCP interne, ToIP, VPN, supervision, annuaire
Sécurité	WPA2/WPA3, NAT de la box	VLAN, 802.1X, IDS/IPS, segmentation et politiques strictes
Administration	Automatique, peu de gestion	Centralisée, supervision, redondance, experts réseau
Objectif	Simplicité, coût faible	Sécurité, performance,

Réseau d'entreprise: pourquoi plus de complexité ?

- ▶ **Disponibilité** : Les services doivent être opérationnels 24/7.
- ▶ **Sécurité** : Protéger les données contre les menaces internes et externes.
- ▶ **Performance** : Assurer une qualité de service constante pour tous les utilisateurs.
- ▶ **Évolutivité** : S'adapter à la croissance des utilisateurs et des services.
- ▶ **Opérabilité** : Faciliter la gestion, les audits et la maintenance.



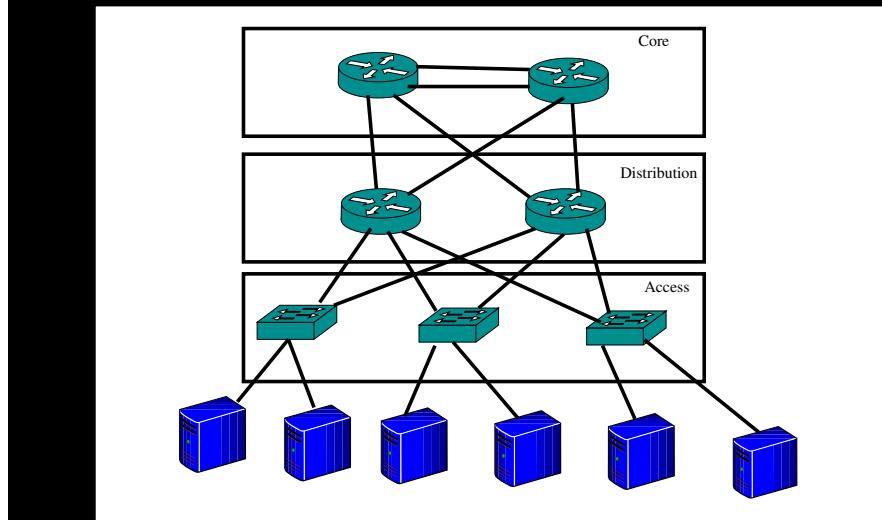




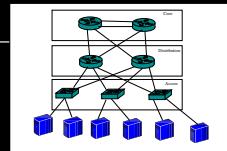
Plan

- ⑥ Architecture Réseau Classiques et alternatives
 - Access / Distribution / Core
 - Collapsed Core (2-tiers)
 - Alternative moderne : Leaf-Spine
 - Comparaison : Collapsed Core vs Leaf-Spine
 - Redondance et Segmentation
 - Segmentation du Réseau
 - Sécurité du périmètre
 - Supervision et Journaux
 - Opérations et Dépannage

Modèle à 3 niveaux : vue d'ensemble

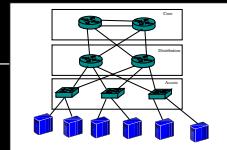


Couche d'accès — où la sécurité commence



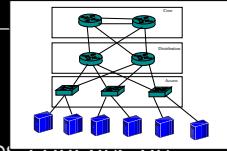
- ▶ **Rôle** : Connecter les terminaux (PC, téléphones, APs) au réseau.
- ▶ **Fonctionnalités clés** :
 - ▶ **VLANs** : Segmenter le réseau en domaines logiques.
 - ▶ **Port-security** : Limiter les adresses MAC sur un port.
 - ▶ **802.1X/MAB** : Contrôler l'accès au port via authentification.
 - ▶ **PoE** : Alimenter les appareils via le câble Ethernet.

Couche de distribution — agrégation et politiques



- ▶ **Rôle** : Agrégation du trafic des switchs d'accès et application des politiques.
- ▶ **Fonctionnalités clés** :
 - ▶ **Routage inter-VLAN** : Permettre la communication entre les segments.
 - ▶ **ACLs** : Filtrer les flux de trafic (Est/Ouest).
 - ▶ **Haute Disponibilité (HA)** : Utilisation de protocoles comme VRRP/HSRP.

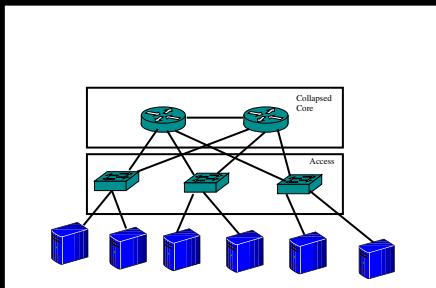
Couche cœur — simplicité et vitesse



- ▶ **Rôle** : Transport rapide du trafic entre les couches de distribution.
- ▶ **Fonctionnalités clés** :
 - ▶ **Routage simple** (OSPF, BGP).
 - ▶ **Redondance** : Utilisation de ECMP (Equal-Cost Multi-Path) et de liens agrégés.
- ▶ **Bonne pratique** : Éviter les traitements complexes (NAT, filtrage) pour maximiser la vitesse.

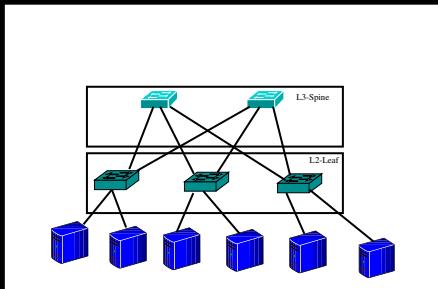
Collapsed Core (2-tiers)

- ▶ **Le pourquoi** ? Pour les petites et moyennes entreprises : réduction des coûts et de la complexité.
- ▶ **Comment** ? Les couches de distribution et de cœur sont fusionnées.
- ▶ **Attention** : La simplicité est la clé, la redondance doit rester une priorité.



Alternative moderne : Leaf–Spine

- ▶ **Le pourquoi ?** Pour les datacenters et les architectures cloud : tous les chemins sont actifs.
- ▶ **Comment ?** Chaque switch **Leaf** se connecte à tous les switchs **Spine**.
- ▶ **Avantages** : Latence prévisible, utilisation optimale de la bande passante.



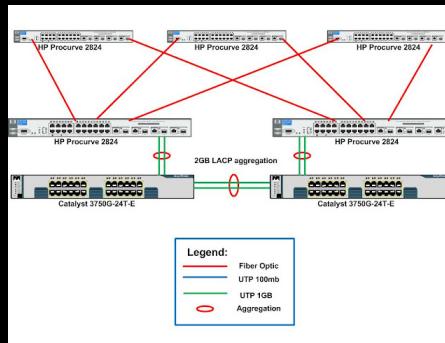
Comparaison : Collapsed Core vs Leaf–Spine

Critère	Collapsed Core	Leaf–Spine
Contexte typique	LAN d'entreprise, campus	Datacenters, cloud, hyperscale
Structure	2 couches : Accès → Cœur (Distribution fusionnée)	2 couches : Leaf ↔ Spine (maillage complet)
Trafic optimisé	<i>North–South</i> (utilisateur ↔ serveur)	<i>East–West</i> (serveur ↔ serveur)
Scalabilité	Limitée ; cœur critique	Très élevée ; ajout de leafs/spines horizontal
Latence	Variable selon topologie	Prévisible : 2 sauts (leaf → spine → leaf)
Coûts	Moins cher (moins de matériel/licences)	Plus coûteux (beaucoup de liens et équipements)
Opérations	Gestion simple, peu d'automatisation	Requiert SDN/EVPN-VXLAN, automatisation

Mais comment s'assurer que notre réseau est toujours opérationnel ?

Redondance des liens et des chemins

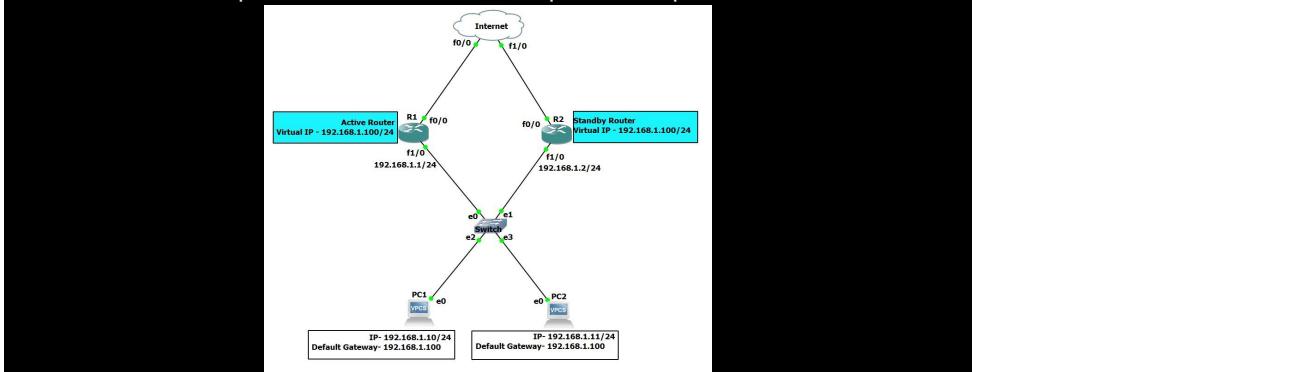
- ▶ Assurer la continuité de service en cas de panne d'un lien.
- ▶ **Comment ?**
 - ▶ **LACP** : Agrège plusieurs liens physiques pour former un lien logique à haut débit et redondant.



<https://www.routexp.com/2020/03/introduction-to-port-channels-and-lacp.html>

Redondance des liens et des chemins

- ▶ Assurer la continuité de service en cas de panne d'un chemin.
- ▶ **Comment ?**
 - ▶ **FHRP** (First-Hop Redundancy Protocol) : Utiliser VRRP ou HSRP pour la redondance de la passerelle par défaut.



<https://www.formip.com/pages/blog/fhrp-hsrp-redondance-gateway>

Maintenant que notre réseau est robuste, comment le segmenter pour des raisons de sécurité ?
