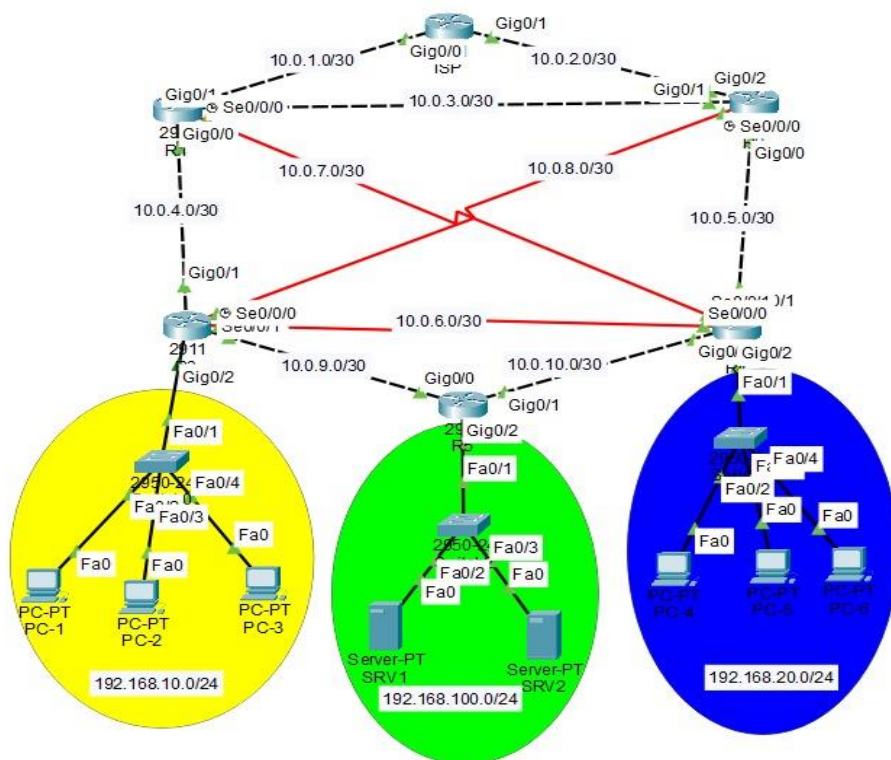


Rapport de mini projet

Configuration des Routes Statiques



Module : Réseau et protocoles

Réalisé par

NOUR EL HODA EL KAOUTI

HICHAM FOUAH

Encadré par

PR. EL KASTALI

Année universitaire :

2025-2026

Table des matières

Introduction générale.....	4
Chapitre 1 : Partie théorique.....	6
1. Introduction au Routage Statique : Fondements et Contexte	6
2. Anatomie de la Commande de Route Statique Cisco.....	7
3. Route par Défaut : Concept et Applications	9
4. Redondance avec Routes Flottantes : Architecture Détaillée.....	10
5. Stratégies de Configuration pour Topologies Complexes	11
6. Algorithmes de Sélection de Routes.....	13
7. Commande show ip route : Interprétation Détaillée.....	14
8. Scénarios de Dépannage et Tests.....	15
9. Limitations et Bonnes Pratiques	16
10. Évolution vers des Solutions Hybrides.....	16
11. Conclusion Théorique.....	17
Chapitre 2 : Partie pratique.....	19
1. Analyse de la Topologie et Planification.....	19
2. Configuration des Routeurs	20
3. Configuration des Hôtes (PC et Serveurs).....	31
4. Conclusion de la partie pratique	31
Chapitre 3 : Tests et validation.....	33
1. Tests de Connectivité de Base	33
2. Tests de Redondance et Basculement.....	43
3. Conclusion de la partie Tests et Validation	58
Conclusion générale	60

Liste des figures

Figure 1: représentation du routage statique	6
Figure 2: : fonctionnement du route par défaut.....	9
Figure 3: concept des routes flottantes	10
Figure 4: topologie du TP.....	11
Figure 5: exemple d'affichage de la commande show ip route	14
Figure 6:exemple d'affichage de la commande show ip route static.....	14
Figure 7: table de routage de ISP	21
Figure 8: table de routage de R1	23
Figure 9: table de routage R2	25
Figure 10: table de routage de R3	27
Figure 11: table de routage de R4	29
Figure 12: table de routage de R5	30
Figure 13: ping du PC1 vers PC4.....	33
Figure 14: ping du PC1 vers SRV1	34
Figure 15: ping du PC4 vers SRV2	34
Figure 16: tracert du PC1 vers PC4.....	35
Figure 17: tracert du PC2 vers SRV1	36
Figure 18: ping du PC1 vers ISP	37
Figure 19: ping du PC4 vers ISP	38
Figure 20: table de routage de R3	40
Figure 21: table de routage de R4	41
Figure 22: table de routage de R5	42
Figure 23: tracert du PC1 vers PC4 -situation 1-	43
Figure 24: désactivation de g0/0 de R1	43
Figure 25: tracert du PC1 vers PC4 après la panne -situation 1-	44
Figure 26: table de routage de R3 après panne -situation 1-	44
Figure 27: tracert du PC1 vers PC4 avant panne -situation 2-	46
Figure 28: désactivation de g0/0 de R1	46
Figure 29: désactivation de g0/1 de R2	46
Figure 30: tracert après panne -situation 2-.....	47
Figure 31: table de routage de R3 après panne -situation 2-	47
Figure 32: restauration de g0/0 de R1	48

Figure 33: restauration de g0/1 de R2	48
Figure 34: tracert du PC4 vers SRV1 avant panne -situation 1-	49
Figure 35: désactivation de g0/0 de R2	49
Figure 36: tracert de PC4 vers SRV1 après panne -situation 1-.....	49
Figure 37: table de routage de R4 après panne -situation 1-	50
Figure 38: désactivation de g0/0 de R2 -situation 2-	51
Figure 39: désactivation de g0/1 de R1 -situation 2-	51
Figure 40: tracert de PC4 vers SRV1 après panne -situation 2-.....	51
Figure 41: table de routage de R4 après panne -situation 2-	52
Figure 42: activation de g0/0 -situation 2-	52
Figure 43: activation de g0/1 de R1 -situation 2-.....	53
Figure 44: désactivation de g0/0 de R1 -situation 1-	53
Figure 45: désactivation de s0/0/0 de R3 -situation 1-.....	53
Figure 46: ping du PC1 vers PC4 après panne -situation 1-	54
Figure 47: table de routage de R3 après panne -situation 1-.....	54
Figure 48: table de routage de R4 après panne -situation 1-.....	55
Figure 49: désactivation de g0/0 de R1 -situation 2-	56
Figure 50: désactivation de S0/0/0 de R3 -situation 2-	56
Figure 51: désactivation de g0/1 de R2 -situation 2-	56
Figure 52: désactivation de g0/0 de R2 -situation 2-	56
Figure 53: tracert du PC1 vers PC4 après pannes -situation 2-.....	57
Figure 54: table de routage de R3 après panne -situation 2-.....	57
Figure 55: table de routage de R4 après panne -situation 2-.....	58

Liste des tableaux

Tableau 1: comparaison entre le routage statique et dynamique	7
Tableau 2: comparaison entre next hop et l'interface de sortie	8
Tableau 3: distances administratives des protocoles de routage.....	8
Tableau 4: tableau récapitulatif des adresses des hotes	31

Introduction générale

Dans les réseaux informatiques modernes, le routage joue un rôle fondamental en assurant l'acheminement des paquets de données entre des réseaux distincts. Il permet aux équipements situés sur des sous-réseaux différents de communiquer efficacement, tout en garantissant la disponibilité et la continuité des services. Le routage peut être réalisé de manière dynamique ou statique. Le routage statique repose sur une configuration manuelle des chemins de communication par l'administrateur réseau, ce qui nécessite une bonne connaissance de la topologie et des besoins du réseau.

Le routage statique est particulièrement adapté aux réseaux de petite ou moyenne taille, ou aux environnements où la topologie est stable et bien maîtrisée. Il offre plusieurs avantages, notamment une simplicité de configuration, une meilleure maîtrise des chemins empruntés par le trafic et une absence de surcharge liée aux protocoles de routage dynamique. Toutefois, il présente également des limites, notamment en termes de flexibilité face aux pannes, ce qui rend nécessaire la mise en place de mécanismes de redondance.

Ce travail pratique s'inscrit dans le cadre du module Réseaux et Protocoles et a pour objectif de permettre de comprendre, analyser et mettre en œuvre le routage statique sur une topologie réseau multi-routeurs. La topologie étudiée comprend plusieurs réseaux locaux (LAN), des liaisons inter-routeurs, ainsi qu'un accès à Internet via un routeur fournisseur (ISP). Elle intègre également des liens principaux et des liens de secours, permettant d'étudier le comportement du réseau en cas de défaillance d'un ou plusieurs liens.

Enfin, ce TP met l'accent sur la vérification et la validation des configurations à travers différents scénarios de test, incluant des tests de connectivité de base, des tests d'accès à Internet et des scénarios de basculement en cas de panne. L'utilisation d'outils de diagnostic tels que ping, traceroute et show ip route permet d'analyser le comportement du réseau et de mieux comprendre les mécanismes de routage. À l'issue de ce travail pratique, on sera capable de concevoir, configurer et dépanner un réseau utilisant le routage statique avec redondance, tout en documentant correctement les résultats obtenus.

Chapitre 1

Partie théorique

Chapitre 1 : Partie théorique

1. Introduction au Routage Statique : Fondements et Contexte

1.1 Définition et Principe Fondamental

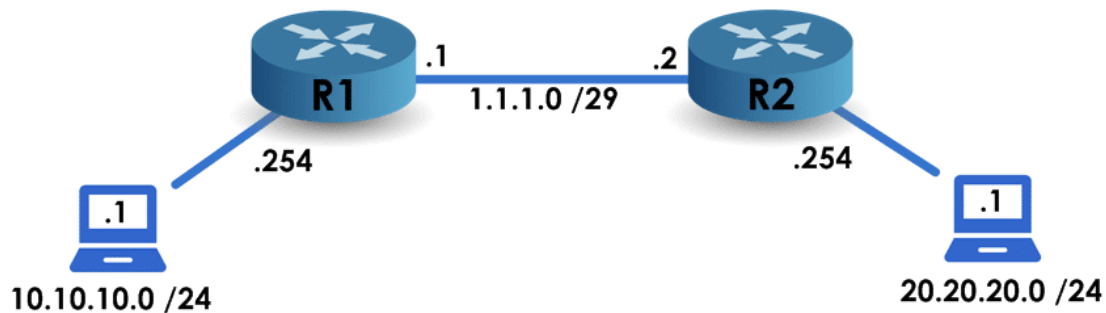


Figure 1: représentation du routage statique

Le routage statique est une méthode de configuration manuelle des tables de routage où l'administrateur réseau définit explicitement les chemins que doivent emprunter les paquets pour atteindre des réseaux spécifiques. Contrairement aux protocoles de routage dynamique, il n'y a aucun échange automatique d'informations de routage entre les équipements. Chaque route est une entrée fixe dans la table de routage du routeur.

1.2 Processus de Décision de Routage

Lorsqu'un routeur reçoit un paquet IP, il consulte sa table de routage dans l'ordre suivant :

1. Recherche une correspondance exacte (hôte spécifique)
2. Recherche une correspondance de réseau
3. Utilise la route par défaut (si configurée)

Sinon, le paquet est supprimé et un message ICMP "Destination Unreachable" est envoyé

1.3 Comparaison Routage Statique vs Dynamique

Critère	Routage Statique	Routage Dynamique
Configuration	Manuelle	Automatique
Consommation CPU	Faible	Élevée (calculs réguliers)

Critère	Routage Statique	Routage Dynamique
Bande passante	Nulle (pas d'échanges)	Consommation régulière
Adaptabilité	Aucune (sans reconfiguration)	Excellente
Complexité	Simple sur petits réseaux	Complexe à configurer
Tolérance aux pannes	Limité (sans routes de secours)	Excellente (reconvergence automatique)
Sécurité	Plus sécurisé (chemins fixes)	Risques de boucles/attaques possibles

Tableau 1: comparaison entre le routage statique et dynamique

2. Anatomie de la Commande de Route Statique Cisco

2.1 Structure Complète de la Commande

```
Router(config)# ip route <prefix_destination> <masque> {<adresse_next-hop> |
<interface_sortie>} [<distance administrative>] [permanent] [tag <valeur>] [name <nom>]
```

2.2 Paramètres Détaillés

2.2.1 Adresse de Réseau Destination

Format : Adresse IP du réseau (ex : 192.168.10.0)

Représentation : Toujours l'adresse réseau, jamais une adresse hôte

Exemple : Pour le réseau 192.168.10.0/24 → 192.168.10.0

2.2.2 Masque de Sous-Réseau

Format : Masque en notation décimale pointée (ex : 255.255.255.0)

Équivalence CIDR : /24 = 255.255.255.0

Fonction : Définit la portion réseau de l'adresse

2.2.3 Next-Hop vs Interface de Sortie

Paramètre	Next-Hop	Interface de Sortie
Syntaxe	ip route ... 10.0.1.1	ip route ... Serial0/0/0
Type de Lien	Tous types	Point-à-point uniquement
Résolution ARP	Requise (pour Ethernet)	Non requise
Adressage	Requiert adresse IP du voisin	Direct sur l'interface
Utilisation	Réseaux multi-accès (LAN, etc.)	Liaisons série point-à-point

Tableau 2: comparaison entre next hop et l'interface de

2.2.4 Distance Administrative (AD)

Route Source	Default AD
Connected Interface	0
Static Route	1
External BGP	20
EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120

Tableau 3: distances administratives des protocoles de routage

Définition : Métrique de confiance d'une source de routage

Échelle : 0 (très fiable) à 255 (non fiable)

Comportement : Si plusieurs routes vers même destination, celle avec AD la plus basse est sélectionnée

Valeurs par défaut :

- ✚ Route connectée : 0
- ✚ Route statique : 1
- ✚ EIGRP : 90
- ✚ OSPF : 110

 **RIP : 120**

2.2.5 Options Avancées

permanent : La route reste dans la table même si l'interface est down

tag : Étiquette pour redistribution (protocoles dynamiques)

name : Nom symbolique pour identification

3. Route par Défaut : Concept et Applications

3.1 Définition Formelle

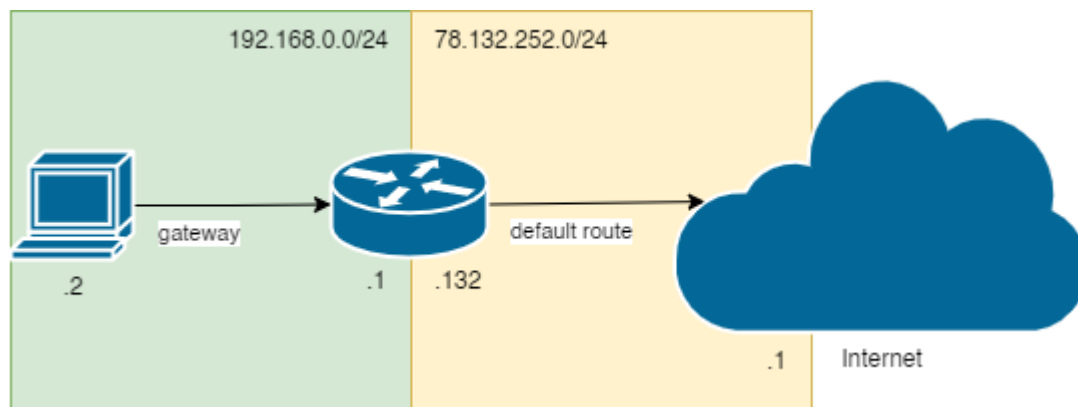


Figure 2: : fonctionnement du route par défaut

Une route par défaut est une route spéciale avec le préfixe 0.0.0.0/0 qui correspond à toutes les destinations. C'est le "chemin de dernier recours" lorsqu'aucune autre route plus spécifique n'est disponible.

3.2 Configuration Typique

Route par défaut vers l'ISP

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 203.0.113.1
```

Alternative avec interface (liaison série)

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial0/0/0
```

3.3 Cas d'Utilisation

Accès Internet : Tous les paquets vers Internet empruntent cette route

Réseaux Stub : Réseaux avec un seul point de sortie

Simplification : Réduit la taille des tables de routage

3.4 Propagation de la Route par Défaut

Dans une topologie hiérarchique :

- ✚ Le routeur frontalier (vers Internet) a une route par défaut vers l'ISP
- ✚ Les routeurs internes ont une route par défaut vers le routeur frontalier

Alternative : Redistribution via protocole dynamique

4. Redondance avec Routes Flottantes : Architecture Détaillée

4.1 Concept des Routes Flottantes

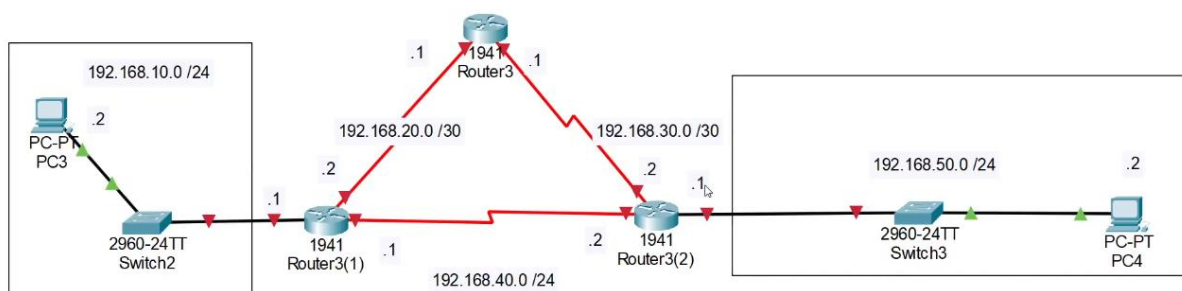


Figure 3: concept des routes flottantes

Une route flottante statique est une route de secours configurée avec une Distance Administrative plus élevée que la route principale. Elle "flotte" au-dessus de la route principale et n'est utilisée que lorsque celle-ci devient indisponible.

4.2 Mécanisme de Basculement

État Normal :

- ✚ **Route principale :** 192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.4.1 **active**
- ✚ **Route flottante :** 192.168.20.0/24 [10/0] via 10.0.8.1 **inactive**

État panne (lien vers 10.0.4.1 down) :

- ✚ **Route principale :** supprimée de la table
- ✚ **Route flottante :** devient active

4.3 Configuration Typique pour la redondance

Route principale (lien R1-R3)

```
R3(config)# ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.4.1
```

Route flottante de secours (lien R3-R2-R4)

```
R3(config)# ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.8.1 10
```

4.4 Détection de Panne

Important : Les routes statiques ne détectent que la panne de l'interface locale ou du lien direct. Pour détecter des pannes au-delà du premier saut, il faut utiliser :

- ✚ **IP SLA (Service Level Agreement) :** Tests ICMP périodiques
- ✚ **Tracking d'interface :** Surveillance d'état
- ✚ **Protocoles dynamiques :** Solution plus élégante

5. Stratégies de Configuration pour Topologies Complexes

5.1 Analyse de la Topologie du TP

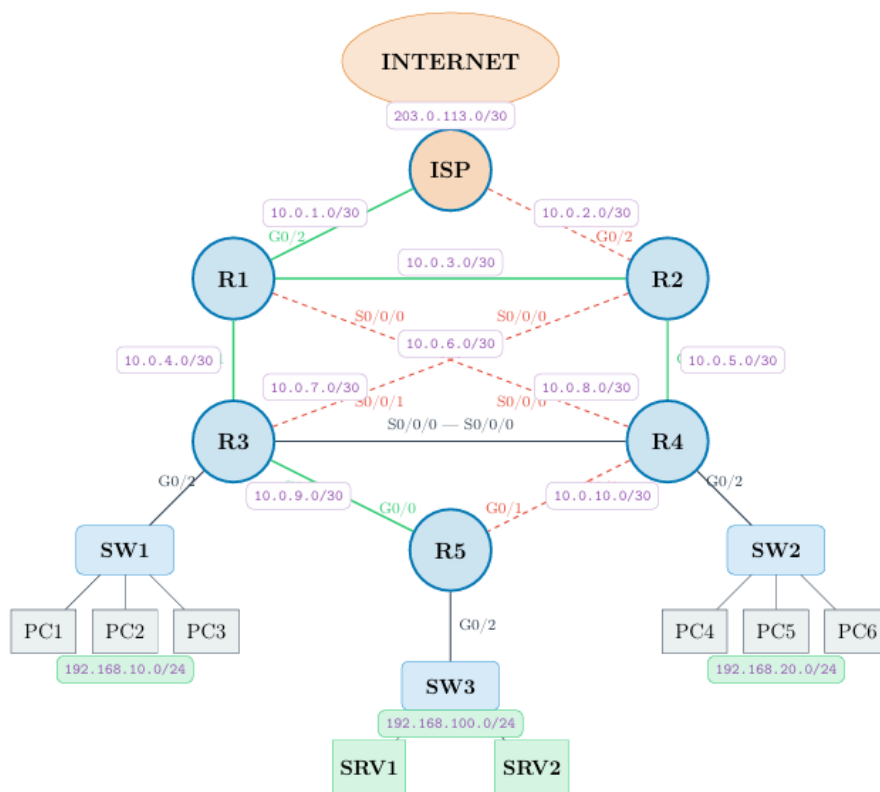


Figure 4: topologie du TP

D'après la figure 4, on identifie :

Chemins Principaux (lignes vertes) :

- ✚ LAN Gauche → R3

- + LAN Droit → R4
- + Entre LANs : R3 ↔ R1 ↔ R2 ↔ R4
- + Entre LAN Gauche et Serveurs : R3 → R5
- + Connexions ISP : R1 ↔ ISP (10.0.1.0/30)

Chemins de Secours (lignes pointillées rouges)

- + R3 ↔ R4 direct (S0/0/0)
- + R3 (S0/0/1) ↔ R2 (S0/0/0)
- + R1 ↔ R4 (S0/0/0)

5.2 Planification des Routes

Pour R3 (exemple) :

Routes vers réseaux distants

- + **Via R1 (principal) :**

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.4.1
```

- + **Via R4 direct (secours) :**

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.6.2 10
```

- + **Via R2 (second secours) :**

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.8.1 20
```

Route vers Internet

- + **Via R1 :**

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.4.1
```

- + **Secours via R4 :**

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.6.2 10
```

5.3 Calcul du Nombre de Routes Nécessaires

Pour un routeur avec N réseaux connectés et M réseaux distants :

- + **Routes spécifiques :** M routes (une par réseau distant)
- + **Routes de secours :** Variable selon la redondance
- + **Route par défaut :** 1 (ou plus avec secours)

Dans notre topologie :

- + R3 a 3 réseaux connectés
- + Doit atteindre 7 réseaux distants
- + Total routes minimum : 7 spécifiques + 1 par défaut = 8 routes

6. Algorithmes de Sélection de Routes

6.1 Processus de Décision Cisco (Route Process)

Le routeur applique l'algorithme suivant :

- + **Validité** : La route doit être dans l'état "candidate"
- + **Longest Match** : Préfère le masque le plus long (plus spécifique)
- + **Distance Administrative** : Plus basse = meilleure
- + **Métrique** : Plus basse = meilleure (dans même AD)
- + **Âge** : Plus ancienne = meilleure (dans même AD et métrique)

6.2 Exemple de Sélection

Table de routage R3 :

+ **AD=1:**

S 192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.4.1

+ **AD=10:**

S 192.168.20.0/24 [10/0] via 10.0.6.2

+ **/32 (hôte spécifique) :**

S 192.168.20.10/32 [1/0] via 10.0.4.1

Paquet vers 192.168.20.10 :

- + Match avec /32 (plus spécifique) → Route sélectionnée
- + Si /32 indisponible → utilise /24 avec AD=1
- + Si AD=1 indisponible → utilise /24 avec AD=10

7. Commande show ip route : Interprétation Détaillée

7.1 Structure de l’Affichage

```
R2#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 192.168.0.5 to network 0.0.0.0

R    10.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.10, 00:00:05, GigabitEthernet0/2
    20.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
    C    20.0.0.0/8 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    L    20.0.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    R    30.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.5, 00:00:05, GigabitEthernet0/1
    192.168.0.0/24 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
    R    192.168.0.0/30 [120/1] via 192.168.0.5, 00:00:05, GigabitEthernet0/1
        [120/1] via 192.168.0.10, 00:00:05, GigabitEthernet0/2
    C    192.168.0.4/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    L    192.168.0.6/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    C    192.168.0.8/30 is directly connected, GigabitEthernet0/2
    L    192.168.0.9/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
    S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.0.5

R2#
```

Figure 5: exemple d’affichage de la commande show ip route

7.2 Décodage des Entrées

S* : Route statique par défaut

[1/0] : [Distance Administrative/Métrique]

via 10.0.4.1: Prochain saut

is directly connected: Interface locale

L : Adresse locale de l’interface

7.3 Commande show ip route static

Affiche uniquement les routes statiques configurées manuellement :

```
R1# show ip route static
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is 172.16.2.2 to network 0.0.0.0

S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 172.16.2.2
```

Figure 6: exemple d’affichage de la commande show ip route static

8. Scénarios de Dépannage et Tests

8.1 Diagnostic de Connectivité

Ping Étendu : Ping avec options avancées

```
R3# ping 192.168.20.1 source 192.168.10.1 repeat 100 size 1500
```

✚ **source** : Spécifie l'adresse source

✚ **repeat** : Nombre de paquets

✚ **size** : Taille des paquets

Traceroute Détaillé :

```
R3# traceroute 192.168.20.1 source 192.168.10.1 probe 3 timeout 2
```

8.2 Vérification des Tables de Routage

Vérifier une route spécifique

```
R3# show ip route 192.168.20.0
```

Voir les routes via un next-hop spécifique

```
R3# show ip route | include via 10.0.4.1
```

Vérifier les routes résolues

```
R3# show ip route static detail
```

8.3 Simulation de Pannes

✚ *Désactiver une interface*

```
R1(config)# interface GigabitEthernet0/0
```

```
R1(config-if)# shutdown
```

✚ *Vérifier l'impact*

```
R3# show ip route 192.168.20.0
```






```
R3# ping 192.168.20.1
```


 *Restaurer*

R1(config-if)# no shutdown

9. Limitations et Bonnes Pratiques

9.1 Limitations des Routes Statiques

-  Pas d'adaptation dynamique aux changements de topologie
-  Maintenance manuelle sur grands réseaux
-  Risque d'erreurs humaines dans la configuration
-  Pas de load balancing automatique (sauf avec égalité de métrique)
-  Détection de panne limitée au premier saut

9.2 Bonnes Pratiques

Documentation : Maintenir un schéma réseau à jour






Nommage cohérent : Interfaces, routes, ACLs

Sauvegardes : Configurations régulières

Tests de basculement : Réguliers et documentés

Revue de configuration : Pair à pair pour éviter les erreurs




9.3 Quand Utiliser le Routage Statique ?

-  Réseaux de moins de 10 routeurs
-  Topologie stable et simple
-  Connexions stub vers Internet
-  Routes de secours (flottantes)
-  Environnements à haute sécurité nécessitant un contrôle strict

10. Évolution vers des Solutions Hybrides

10.1 Combinaison Statique/Dynamique

Dans les réseaux d'entreprise modernes :

-  **Bordure :** Routes statiques vers Internet
-  **Cœur :** Protocole dynamique (OSPF, EIGRP) pour la redondance
-  **Redistribution :** Injection des routes statiques dans le protocole dynamique

10.2 Exemple de Configuration Hybride

Routeur frontalier

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 203.0.113.1  
  
router ospf 1  
  
redistribute static metric 10 metric-type 1  
  
network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
```

11. Conclusion Théorique

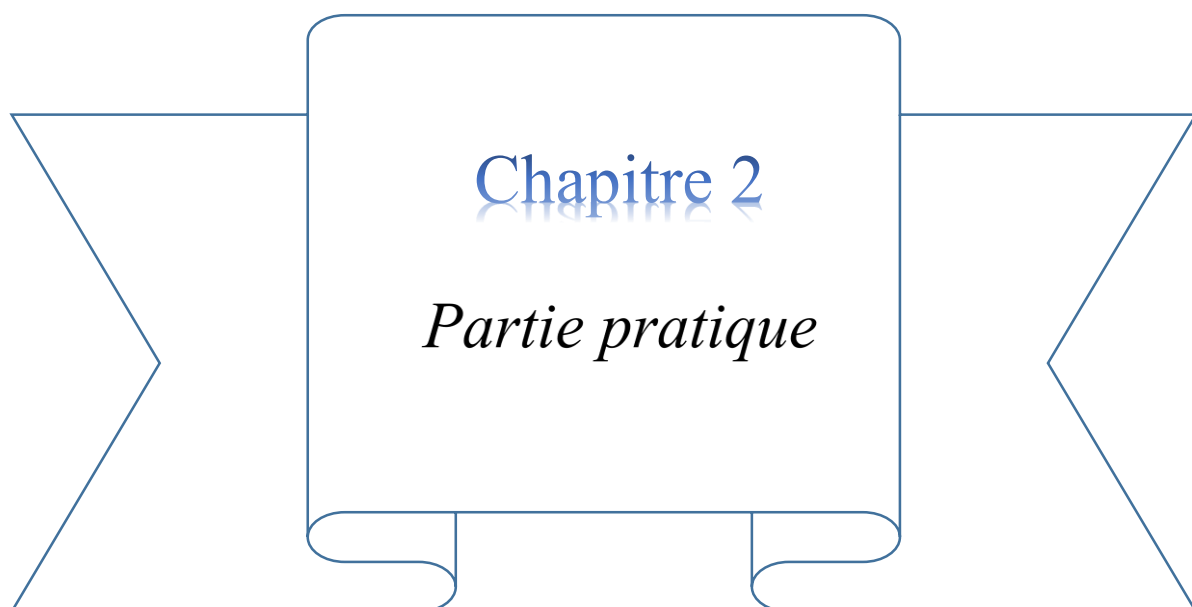
Le routage statique représente la fondation du routage IP. Sa compréhension approfondie est essentielle car :

Principe universel : Tous les protocoles de routage reposent sur les mêmes concepts de base

Simplicité pédagogique : Permet d'isoler et de comprendre les mécanismes fondamentaux

Utilité pratique : Toujours utilisé dans des contextes spécifiques même dans les réseaux complexes

Base pour le dépannage : Comprendre le routage statique aide à diagnostiquer des problèmes dans des environnements dynamiques



Chapitre 2

Partie pratique

Chapitre 2 : Partie pratique

1. Analyse de la Topologie et Planification

1.1 Schéma d'adressage simplifié

Internet (203.0.113.0/30)

ISP

10.0.1.0/30 — R1

10.0.2.0/30 — R2

R1 — 10.0.3.0/30 — R2

10.0.4.0/30 — R3

10.0.7.0/30 — R4

R2 — 10.0.5.0/30 — R4

10.0.8.0/30 — R3

R3 — 10.0.6.0/30 — R4

192.168.10.0/24 — LAN Droite

R4 — 192.168.20.0/24 — LAN Gauche

R5 — 192.168.100.0/24 — LAN Serveurs

1.2 Chemins principaux identifiés

✚ LAN Gauche → R3

✚ LAN Droit → R4

✚ **Entre LANs : R3 ↔ R1 ↔ R2 ↔ R4**

✚ **Entre LAN Gauche et Serveurs : R3 → R5**

✚ R1 ↔ ISP

2. Configuration des Routeurs

2.1 Configuration de ISP

Configuration de base

```
hostname ISP  
  
no ip domain-lookup
```

Configuration des interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0  
  
ip address 10.0.1.1 255.255.255.252  
  
interface GigabitEthernet0/1  
  
ip address 10.0.2.1 255.255.255.252
```

Configuration des routes statiques

Routes principales (AD = 1) – via R1

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.1.2  
  
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.1.2  
  
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.1.2
```

Routes de secours (AD = 10) – via R2

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.2.2 10  
  
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.2.2 10  
  
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.2.2 10
```

Observations

- ✚ L'ISP n'a pas de route par défaut (0.0.0.0/0).
- ✚ Les routes principales pointent vers R1 (10.0.1.2).
- ✚ Des routes flottantes (AD=10) sont préconfigurées vers R2 (10.0.2.2) pour la redondance.
- ✚ Seules les interfaces G0/0 et G0/1 sont actives (liens vers R1 et R2).

Vérification

```
ISP#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.1.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C       10.0.2.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.1.2
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.1.2
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.1.2
```

Figure 7: table de routage de ISP

2.2 Configuration de R1

Configuration de base

```
hostname R1
```

```
no ip domain-lookup
```

Configuration des interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0
```

```
ip address 10.0.4.1 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/1
```

```
ip address 10.0.3.1 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
```

```
interface Serial0/0/0
```

```
ip address 10.0.7.1 255.255.255.252
```

```
clock rate 2000000
```

Configuration des routes statiques

Route par défaut principale (AD = 1) – vers ISP

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.1.1
```

Routes principales (AD = 1)

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.3.2 # vers R2 (LAN droit)
```

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.4.2 # vers R3 (LAN gauche)
```

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.4.2 # vers R3 (LAN serveurs)
```

Routes de secours (AD = 10) – via R4 (lien S0/0/0)

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.7.2 10
```

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.7.2 10
```

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.7.2 10
```

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.7.2 10            route par défaut de secours
```

Observations

- ✚ R1 dispose de deux chemins pour chaque destination : un principal (AD=1) et un de secours (AD=10).
- ✚ La route par défaut de secours pointe vers R4 (10.0.7.2), permettant un accès Internet alternatif.
- ✚ Les liens série S0/0/0 est actif vers R4, S0/0/1 est désactivé.
- ✚ R1 sert de point de convergence entre ISP, R2, R3 et R4.

Vérification

```
R1#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.1.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C       10.0.1.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       10.0.1.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
C       10.0.3.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.4.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.4.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C       10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.7.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.4.2
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.3.2
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.4.2
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.1.1
```

Figure 8: table de routage de R1

2.3 Configuration de R2

Configuration de base

```
hostname R2
```

```
no ip domain-lookup
```

Configuration des interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0
```

```
ip address 10.0.5.1 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/1
```

```
ip address 10.0.3.2 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
ip address 10.0.2.2 255.255.255.252
```

```
interface Serial0/0/0
```

```
ip address 10.0.8.1 255.255.255.252
```



```
clock rate 2000000
```

Configuration des routes statiques

Route par défaut principale (AD = 1) – vers R1

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.3.1
```

Routes principales (AD = 1)

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.3.1 (vers R1)
```

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.3.1 (vers R1)
```

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.5.2 (vers R4 (LAN droit))
```

Routes de secours

Vers Internet via ISP (AD = 10) :

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.2.1 10
```

Vers R3 via lien série (AD = 20) :




```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.8.2 20
```

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.8.2 20
```

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.8.2 20
```

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.8.2 20
```

Observations

- R2 possède trois routes par défaut avec des AD différentes :
 -  AD=1 → R1 (principale)
 -  AD=10 → ISP (secours direct)
 -  AD=20 → R3 (secours via lien série)
- Les routes de secours vers R3 (AD=20) sont prévues pour les cas où les liens vers R1 et ISP seraient indisponibles.
- Les routes principales pour les LANs gauche et serveurs passent par R1, tandis que le LAN droit passe par R4.

Vérification

```
R2#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.3.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C       10.0.2.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       10.0.2.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
C       10.0.3.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.3.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.5.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.5.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.8.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.3.1
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.5.2
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.3.1
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.3.1
```

Figure 9: table de routage R2

2.4 Configuration de R3

Configuration de base

```
hostname R3
```

```
no ip domain-lookup
```

Configuration des interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0
```

```
ip address 10.0.9.1 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/1
```

```
ip address 10.0.4.2 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
```

```
interface Serial0/0/0
```

```
ip address 10.0.6.1 255.255.255.252
```

```
interface Serial0/0/1
```

```
ip address 10.0.8.2 255.255.255.252
```

Configuration des routes statiques

Routes principales (AD = 1)

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.4.1 (défaut via R1)
```

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.4.1 (LAN droit via R1)
```

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.9.2 (LAN serveurs via R5)
```

Routes de secours (AD = 10) – via R2

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.8.1 10
```

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.8.1 10
```

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.8.1 10
```

Routes de secours (AD = 30) – via R4

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.6.2 30
```

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.6.2 30
```

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.6.2 30
```

Observations

- R3 dispose de plusieurs niveaux de redondance avec des AD différentes :
 - ✚ AD=1 → R1 (principal)
 - ✚ AD=10 → R2 (secours prioritaire)
 - ✚ AD=30 → R4 (secours secondaire)
- La route vers le LAN serveurs (192.168.100.0/24) a une route principale via R5 (10.0.9.2) sans AD précisée (donc AD=1).
- Toutes les interfaces sont actives, ce qui permet une connectivité multiple et une bonne résilience.
- La hiérarchie AD assure un basculement contrôlé en cas de panne.

Vérification

```
R3#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.4.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C       10.0.4.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.4.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.8.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.4.1
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.9.2
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.4.1
```

Figure 10: table de routage de R3

2.5 Configuration de R4

Configuration de base

```
hostname R4
```

```
no ip domain-lookup
```

Configuration des interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0
```

```
ip address 10.0.10.1 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/1
```

```
ip address 10.0.5.2 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
```

```
interface Serial0/0/0
```

```
ip address 10.0.6.2 255.255.255.252
```

```
clock rate 2000000
```

```
interface Serial0/0/1
```

```
ip address 10.0.7.2 255.255.255.252
```

Configuration des routes statiques

Routes principales (AD = 1) – via R2

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.5.1      (défaut vers R2)
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.5.1    (LAN gauche)
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.5.1   (LAN serveurs)
```

Routes de secours (AD = 10) – via R1

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.7.1 10
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.7.1 10
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.7.1 10
```

Routes de secours (AD = 20) – via R5

```
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.10.2 20
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.10.2 20
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.10.2 20
```

Routes de secours (AD = 30) – via R3

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.6.1 30
ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 10.0.6.1 30
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.6.1 30
```

Observations

- ✚ R4 est configuré avec quatre niveaux de redondance (AD=1, 10, 20, 30), offrant une haute disponibilité.
- ✚ La route principale pour Internet et les LANs distants passe par R2.
- ✚ En cas de panne, le basculement se fait dans cet ordre :
 - R1 (AD=10)
 - R5 (AD=20)
 - R3 (AD=30)
- ✚ Toutes les interfaces série et GigabitEthernet sont actives, permettant une connectivité multisite.
- ✚ Aucune route principale vers le LAN serveurs via R5 n'est définie (seulement en secours AD=20).

Vérification

```
R4#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.5.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C       10.0.5.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.5.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
C       10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.7.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.5.1
        192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.5.1
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.5.1
```

Figure 11: table de routage de R4

2.6 Configuration de R5

Configuration de base

```
hostname R5
```

```
no ip domain-lookup
```

Configuration des interfaces

```
interface GigabitEthernet0/0
```

```
ip address 10.0.9.2 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/1
```

```
ip address 10.0.10.2 255.255.255.252
```

```
interface GigabitEthernet0/2
```

```
ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
```

Configuration des routes statiques

Routes principales (AD = 1) – via R3

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.9.1          (défaut vers R3)
```

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.9.1 (LAN gauche)
```



```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.9.1 (LAN droit)
```

Routes de secours (AD = 20) – via R4

```
ip route 192.168.20.0 255.255.255.0 10.0.10.1 20
```

```
ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 10.0.10.1 20
```

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.10.1 20
```

Observations

- ✚ R5 a deux chemins principaux :
 - Principal via R3 (AD=1) pour tout le trafic sortant et inter-LAN.
 - Secours via R4 (AD=20) en cas de panne du lien vers R3.
- ✚ Aucune route principale n'est configurée via R4, seulement des routes flottantes (AD=20).
- ✚ Les interfaces série sont désactivées, seuls les liens GigabitEthernet vers R3 et R4 sont utilisés.
- ✚ R5 sert de passerelle pour le LAN serveurs (192.168.100.0/24).

Vérification

```
R5#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.9.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.10.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.9.1
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.9.1
    192.168.100.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.100.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.100.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.9.1
```

Figure 12: table de routage de R5

3. Configuration des Hôtes (PC et Serveurs)

3.2 Tableau récapitulatif des hôtes

Équipement	IP	Passerelle	Réseau
PC1	192.168.10.10	192.168.10.1	LAN Gauche
PC2	192.168.10.11	192.168.10.1	LAN Gauche
PC3	192.168.10.12	192.168.10.1	LAN Gauche
PC4	192.168.20.10	192.168.20.1	LAN Droit
PC5	192.168.20.11	192.168.20.1	LAN Droit
PC6	192.168.20.12	192.168.20.1	LAN Droit
SRV1	192.168.100.10	192.168.100.1	LAN Serveurs
SRV2	192.168.100.11	192.168.100.1	LAN Serveurs

Tableau 4: tableau récapitulatif des adresses des hôtes

4. Conclusion de la partie pratique

La phase de configuration initiale du routage statique a été réalisée avec succès sur l'ensemble des routeurs (R1 à R5). Les objectifs suivants ont été atteints :

- ✚ **Connectivité complète entre les LAN** : chaque routeur dispose des routes statiques nécessaires pour joindre les réseaux 192.168.10.0/24, 192.168.20.0/24 et 192.168.100.0/24.
- ✚ **Accès Internet configuré** : une route par défaut (0.0.0.0/0) a été définie sur chaque routeur pour rediriger le trafic vers les liens menant à l'ISP.
- ✚ **Routes principales identifiées** : les chemins optimaux ont été configurés avec une distance administrative (AD) de 1.



Chapitre 3

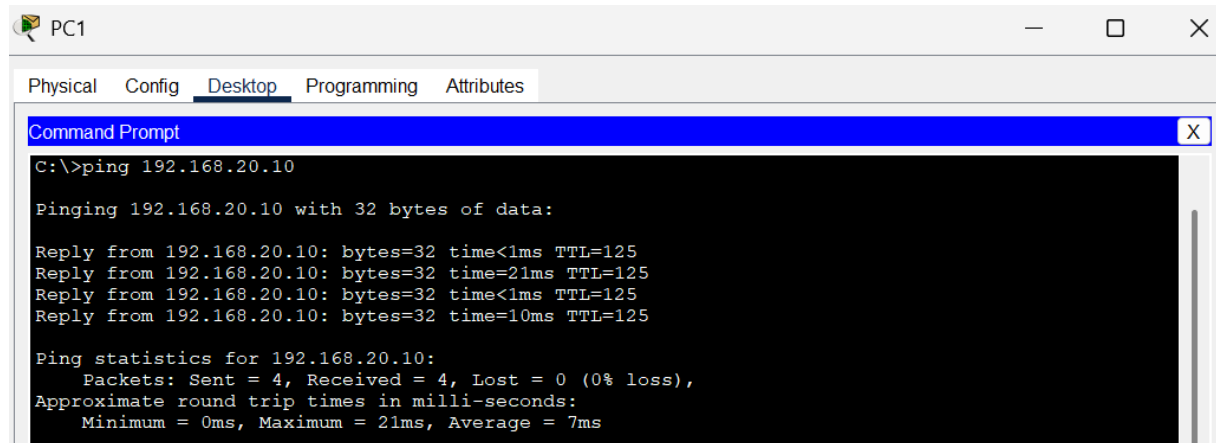
Tests et validation

Chapitre 3 : Tests et validation

1. Tests de Connectivité de Base

1.1 Scénario 1 : Connectivité Inter-LAN

Test 1 : PC1 vers PC4



```
C:\>ping 192.168.20.10

Pinging 192.168.20.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time=21ms TTL=125
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time<1ms TTL=125
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time=10ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.20.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 21ms, Average = 7ms
```

Figure 13: ping du PC1 vers PC4

Résultat du test 1 – Scénario 1 : Connectivité Inter-LAN

Test effectué : Ping depuis PC1 (192.168.10.10) vers PC4 (192.168.20.10)

Résultat : Succès – 4 paquets envoyés, 4 reçus, 0% de perte

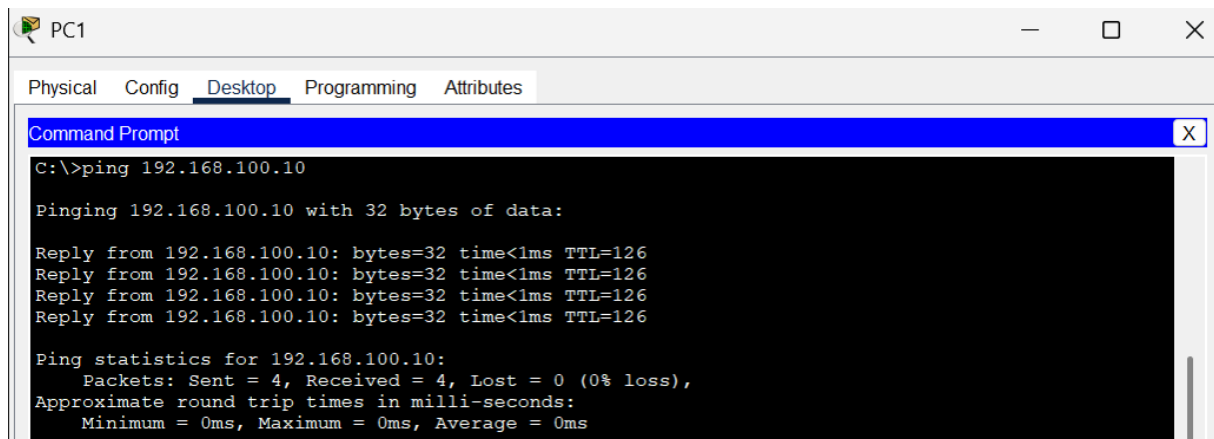
Temps de réponse : entre <0 ms et 21 ms (moyenne = 7 ms)

TTL observé : 125 (typique après traversée de plusieurs routeurs)

Interprétation

La connectivité entre le LAN gauche (192.168.10.0/24) et le LAN droit (192.168.20.0/24) est fonctionnelle. Le routage statique est correctement configuré pour permettre le passage du trafic entre les deux sous-réseaux via les routeurs intermédiaires.

Test 2 : PC1 vers SRV1



```
C:\>ping 192.168.100.10

Pinging 192.168.100.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.100.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.100.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.100.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.100.10: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.100.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Figure 14: ping du PC1 vers SRV1

Résultat du test 2 – Scénario 1 : Connectivité vers le LAN serveurs

Test effectué : Ping depuis PC1 (192.168.10.10) vers SRV1 (192.168.100.10)

Résultat : Succès – 4 paquets envoyés, 4 reçus, 0% de perte

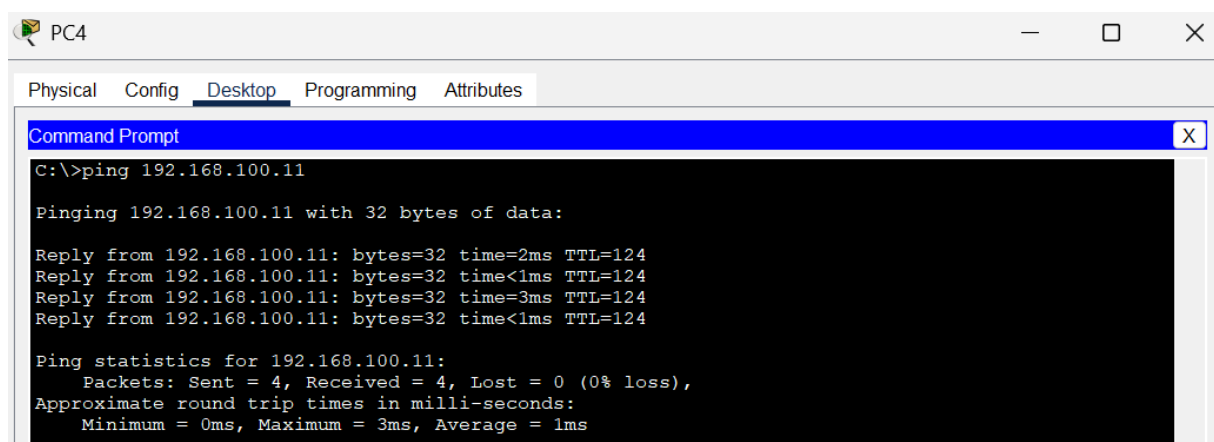
Temps de réponse : <0 ms à 0 ms (moyenne = 0 ms)

TTL observé : 126

Interprétation

La connectivité entre le LAN gauche (192.168.10.0/24) et le LAN serveurs (192.168.100.0/24) est établie avec succès. La route statique via R3 → R5 est opérationnelle et performante.

Test 3 : PC4 vers SRV2



```
C:\>ping 192.168.100.11

Pinging 192.168.100.11 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.100.11: bytes=32 time=2ms TTL=124
Reply from 192.168.100.11: bytes=32 time<1ms TTL=124
Reply from 192.168.100.11: bytes=32 time=3ms TTL=124
Reply from 192.168.100.11: bytes=32 time<1ms TTL=124

Ping statistics for 192.168.100.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 3ms, Average = 1ms
```

Figure 15: ping du PC4 vers SRV2

Résultat du test 3 – Scénario 1 : Connectivité vers le second serveur

Test effectué : Ping depuis PC4 (192.168.20.10) vers SRV2 (192.168.100.11)

Résultat : Succès – 4/4 paquets reçus, 0% de perte

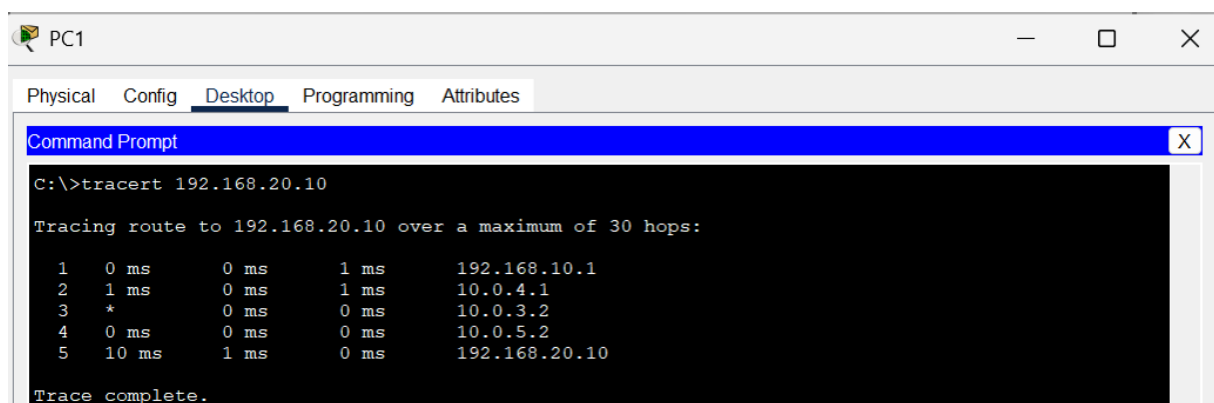
Temps de réponse : <0 ms à 3 ms (moyenne = 1 ms)

TTL observé : 124

Interprétation

La connectivité entre le LAN gauche et le LAN serveurs est pleinement fonctionnelle, y compris vers le second serveur SRV2. La route statique via R5 est efficace pour les deux adresses du sous-réseau 192.168.100.0/24.

Test 4 : Traceroute PC1 vers PC4



```
C:\>tracert 192.168.20.10

Tracing route to 192.168.20.10 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms    0 ms    1 ms     192.168.10.1
  2  1 ms    0 ms    1 ms     10.0.4.1
  3  *        0 ms    0 ms     10.0.3.2
  4  0 ms    0 ms    0 ms     10.0.5.2
  5  10 ms   1 ms    0 ms     192.168.20.10

Trace complete.
```

Figure 16: tracert du PC1 vers PC4

Résultat du test 4 – Scénario 1 : Traceroute PC1 → PC4

Commande exécutée : tracert 192.168.20.10 depuis PC1

Chemin emprunté

- ✚ 192.168.10.1 (R3 – passerelle du LAN gauche)
- ✚ 10.0.4.1 (R1 – lien principal R3→R1)
- ✚ 10.0.3.2 (R2 – lien R1→R2)
- ✚ 10.0.5.2 (R4 – lien R2→R4)
- ✚ 192.168.20.10 (PC4 – destination)

Nombre de sauts : 5 (conforme à la topologie)

Interprétation

Le chemin principal configuré pour joindre le LAN droit depuis le LAN gauche est validé. Le trafic suit bien le parcours :

PC1 → R3 → R1 → R2 → R4 → PC4

Test 5: Traceroute PC2 vers SRV1

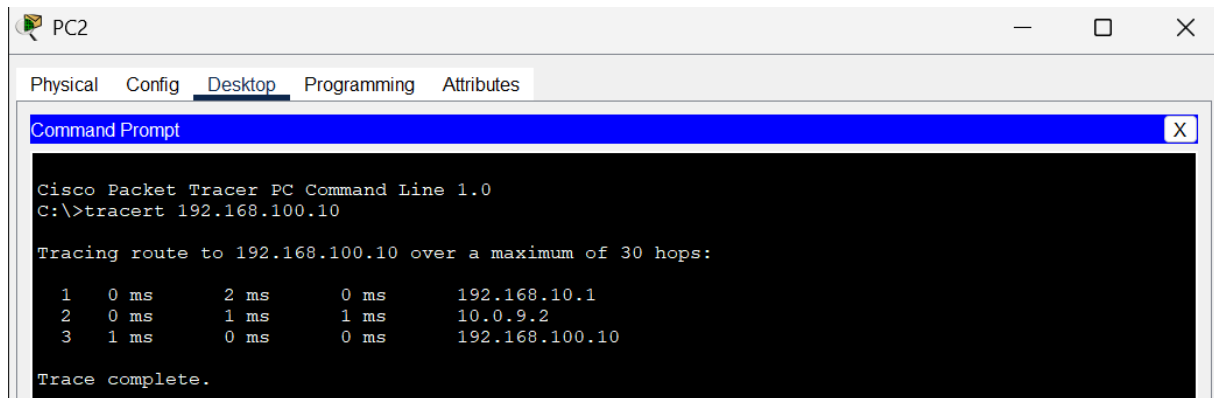


Figure 17: tracert du PC2 vers SRV1

Commande exécutée : tracert 192.168.100.10 depuis PC2

Chemin observé :

- ✚ 192.168.10.1 (R3 – passerelle locale)
- ✚ 10.0.9.2 (R5 – lien R3→R5)
- ✚ 192.168.100.10 (SRV1 – destination)

Nombre de sauts : 3

Interprétation

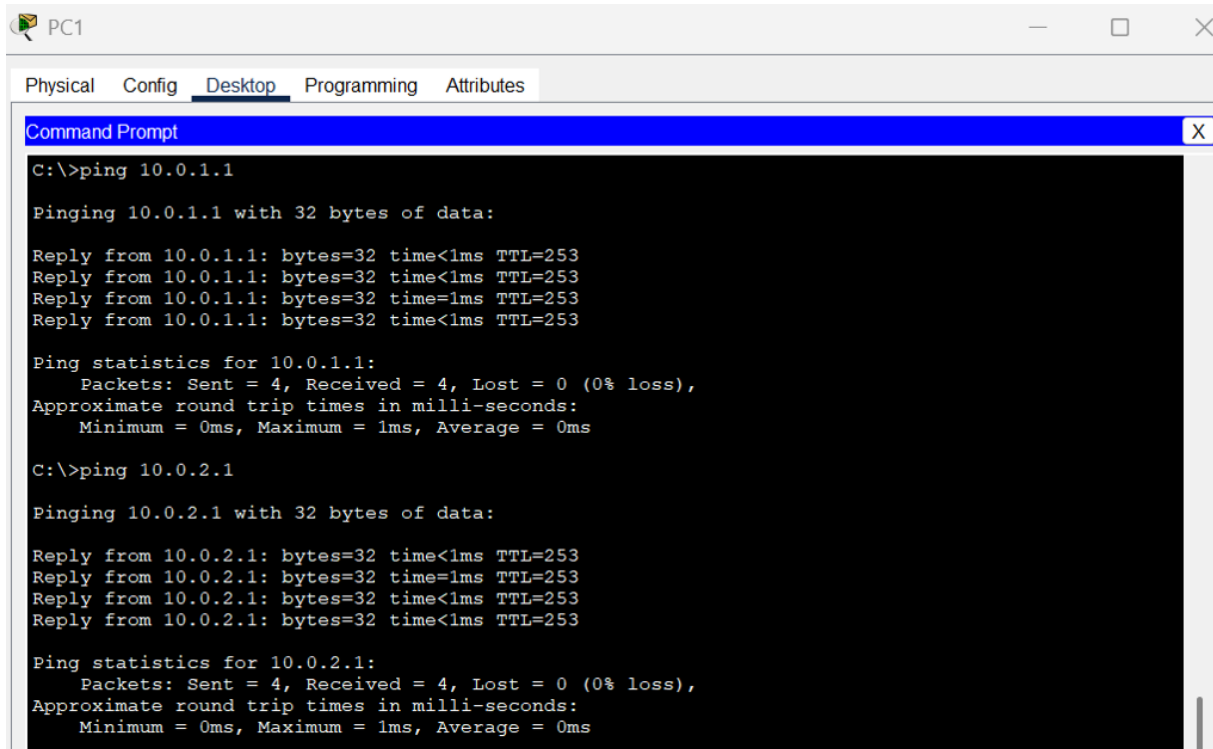
Le chemin direct entre le LAN gauche et le LAN serveurs est validé :

PC2 → R3 → R5 → SRV1

Aucun détour via R1 ou R2 n'est nécessaire, confirmant une route optimale et une connectivité fonctionnelle entre ces sous-réseaux.

1.2 Scénario 2 : Accès Internet

Test 1 : PC1 vers ISP



```
PC1
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>ping 10.0.1.1

Pinging 10.0.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=253
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=253
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=253
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=253

Ping statistics for 10.0.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 10.0.2.1

Pinging 10.0.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=253
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=253
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=253
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=253

Ping statistics for 10.0.2.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Figure 18: ping du PC1 vers ISP

Résultat du test 1 – Scénario 2 : Accès Internet depuis PC1

Test effectué : Ping depuis PC1 (192.168.10.10) vers ISP (10.0.1.1 ou 10.0.2.1)

Résultat : Succès – 4/4 paquets reçus, 0% de perte

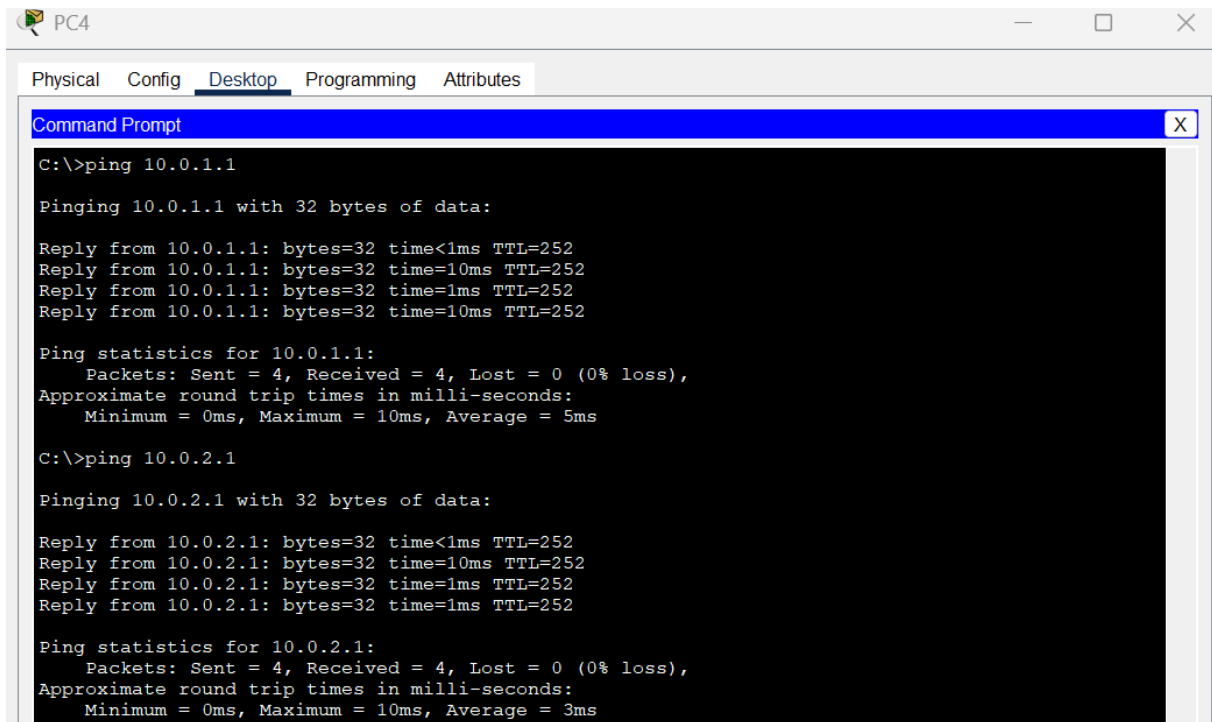
Temps de réponse : <0 ms à 1 ms (moyenne = 0 ms)

TTL observé : 253 (valeur initiale élevée, typique d'un routeur ISP)

Interprétation

La connectivité Internet depuis le LAN gauche est opérationnelle. La route par défaut configurée sur R3 (via R1) fonctionne correctement pour atteindre le routeur ISP.

Test 2 : PC4 vers ISP



The screenshot shows a Windows desktop environment for a device labeled 'PC4'. The 'Desktop' tab is active in the taskbar. A 'Command Prompt' window is open, displaying the results of two ping commands. The first command is 'ping 10.0.1.1', which shows four successful replies with times ranging from less than 1ms to 10ms, and a TTL of 252. The statistics indicate 4 packets sent, 4 received, and 0% loss, with an average round trip time of 5ms. The second command is 'ping 10.0.2.1', which also shows four successful replies with similar times and TTL, and statistics indicating 4 packets sent, 4 received, and 0% loss, with an average round trip time of 3ms.

```
C:\>ping 10.0.1.1

Pinging 10.0.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=252
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time=10ms TTL=252
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=252
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time=10ms TTL=252

Ping statistics for 10.0.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 5ms

C:\>ping 10.0.2.1

Pinging 10.0.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=252
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=10ms TTL=252
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=252
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=252

Ping statistics for 10.0.2.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 3ms
```

Figure 19: ping du PC4 vers ISP

Résultat du test 2 – Scénario 2 : Accès Internet depuis PC4

Test effectué : Ping depuis PC4 (192.168.20.10) vers ISP (10.0.1.1 ou 10.0.2.1)

Résultat : Succès – 4/4 paquets reçus, 0% de perte

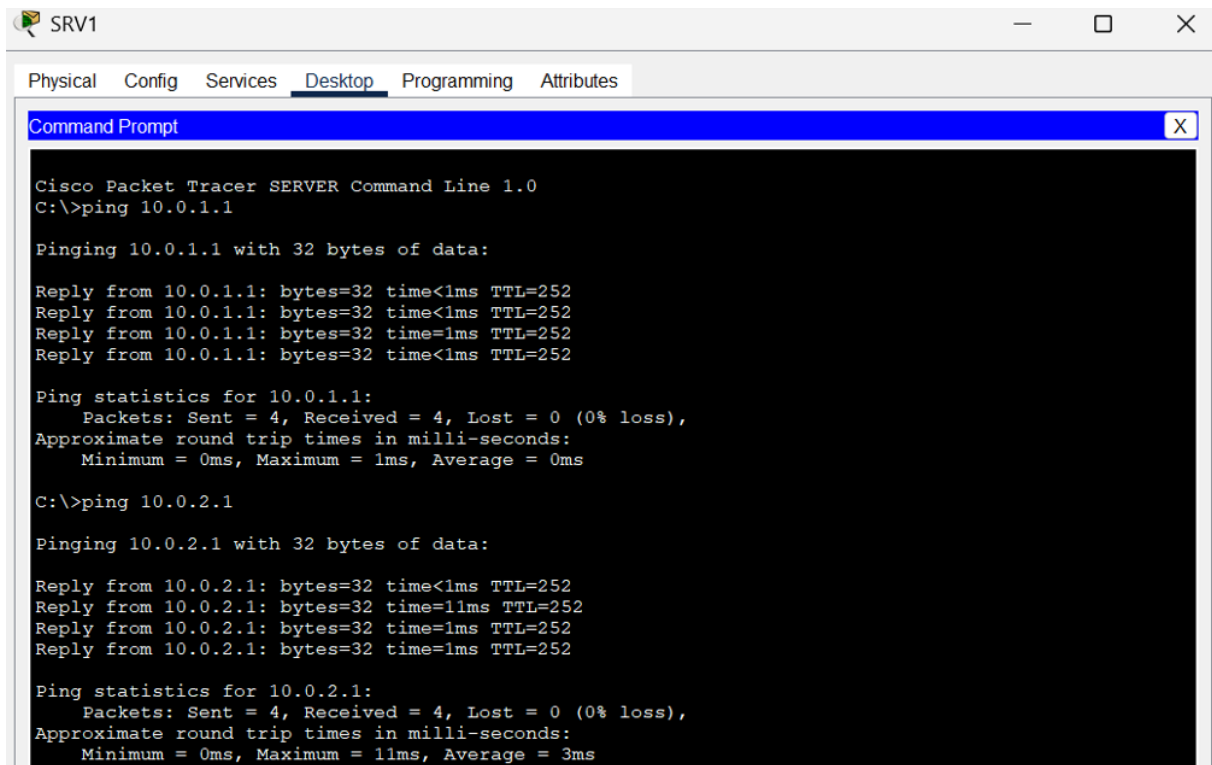
Temps de réponse : <0 ms à 10 ms (moyenne = 3 ms / 5 ms)

TTL observé : 252 (légèrement inférieur à PC1, parcours légèrement différent)

Interprétation

L'accès Internet depuis le LAN droit est fonctionnel. La route par défaut configurée sur R4 (via R2) permet d'atteindre l'ISP avec une latence variable mais acceptable, confirmant la connectivité complète à Internet depuis les deux LANs.

Test 3 : SRV1 vers ISP



```
Cisco Packet Tracer SERVER Command Line 1.0
C:\>ping 10.0.1.1

Pinging 10.0.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=252
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=252
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=252
Reply from 10.0.1.1: bytes=32 time<1ms TTL=252

Ping statistics for 10.0.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 10.0.2.1

Pinging 10.0.2.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time<1ms TTL=252
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=11ms TTL=252
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=252
Reply from 10.0.2.1: bytes=32 time=1ms TTL=252

Ping statistics for 10.0.2.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 3ms
```

Résultat du test 3 – Scénario 2 : Accès Internet depuis SRV1

Test effectué : Ping depuis SRV1 (192.168.100.10) vers ISP (10.0.1.1)

Résultat : Succès – 4/4 paquets reçus, 0% de perte

Temps de réponse : <0 ms à 11ms (moyenne = 3 ms)

TTL observé : 252

Interprétation

L'accès Internet depuis le LAN serveurs (192.168.100.0/24) est fonctionnel avec une latence très faible. La route par défaut configurée sur R5 (via R3 → R1 → ISP) est correctement établie et performante.

Test 4 : Vérification des tables de routage de R3, R4 et R5

État après configuration – Table de routage R3






```
R3#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.4.1 to network 0.0.0.0




    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C       10.0.4.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.4.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.8.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.4.1
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.9.2
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.4.1
```

Figure 20: table de routage de R3

Routes directement connectées :

-  10.0.4.0/30 (vers R1 – principal)
-  10.0.6.0/30 (vers R4 – lien principal droit)
-  10.0.8.0/30 (vers R2 – lien de secours)
-  10.0.9.0/30 (vers R5)
-  192.168.10.0/24 (LAN gauche)

Routes statiques actives :

-  192.168.20.0/24 → via 10.0.4.1 (R1), AD=1
-  192.168.100.0/24 → via 10.0.4.1 (R1)
-  0.0.0.0/0 → via 10.0.4.1 (R1)

État après configuration – Table de routage R4

```
R4#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.5.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 2 masks
C       10.0.5.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.5.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
C       10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.7.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.5.1
        192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.5.1
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.5.1
```

Figure 21: table de routage de R4

Routes directement connectées :

- ✚ 10.0.5.0/30 (vers R2 – principal)
- ✚ 10.0.6.0/30 (vers R3 – lien principal gauche)
- ✚ 10.0.7.0/30 (vers R1 – lien de secours)
- ✚ 10.0.10.0/30 (vers R5)
- ✚ 192.168.20.0/24 (LAN droit)

Routes statiques actives :

- ✚ 192.168.10.0/24 → via 10.0.5.1 (R2), AD=1
- ✚ 192.168.100.0/24 → via 10.0.5.1 (R2)
- ✚ 0.0.0.0/0 → via 10.0.5.1 (R2)

État après configuration – Table de routage R5

```
R5#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.9.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.10.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.9.1
S       192.168.20.0/24 [1/0] via 10.0.9.1
    192.168.100.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.100.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.100.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.9.1
```

Figure 22: table de routage de R5

Routes directement connectées :

- ✚ 10.0.9.0/30 (vers R3 – principal)
- ✚ 10.0.10.0/30 (vers R4 – liaison secondaire)
- ✚ 192.168.100.0/24 (LAN serveurs)

Routes statiques actives :

- ✚ 192.168.10.0/24 → via 10.0.9.1 (R3), AD=1
- ✚ 192.168.20.0/24 → via 10.0.9.1 (R3), AD=1
- ✚ 0.0.0.0/0 → via 10.0.9.1 (R3)

Test 5 : Identification de la route par défaut sur chaque routeur

Pour R3

```
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.4.1
```

Pour R4

```
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.5.1
```

Pour R5

```
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.9.1
```

2. Tests de Redondance et Basculement

2.1 Scénario 3 : Basculement Lien R1-R3

Situation 1 : Panne simple (lien R1–R3 seulement)

État initial avant panne

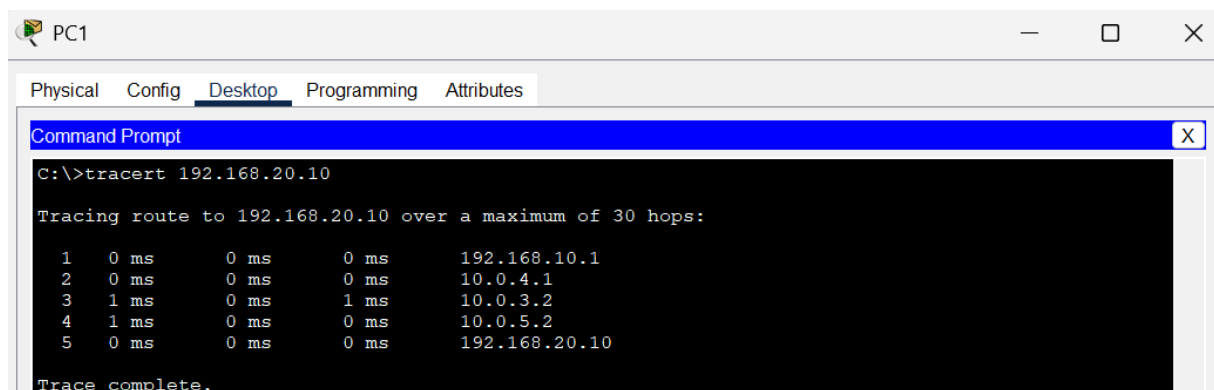


Figure 23: tracert du PC1 vers PC4 -situation 1-

Observation : Le chemin principal est actif via R1.

Simulation de panne – Désactivation G0/0 de R1

```
R1(config)#int g0/0
R1(config-if)#sh

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
```

Figure 24: désactivation de g0/0 de R1

Message système

Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down

Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down

Impact : Lien R1–R3 coupé.

Test de connectivité après panne – Traceroute échoue

```
C:\>tracert 192.168.20.10

Tracing route to 192.168.20.10 over a maximum of 30 hops:

  1    0 ms      0 ms      0 ms      192.168.10.1
  2    *         *         *         Request timed out.
  3    *         *         *         Request timed out.
  4    *         *         *         Request timed out.
  5    *         *         *         Request timed out.
  6    *         *         *         Request timed out.
  7    *         *         *         Request timed out.
  8    *         *         *         Request timed out.
  9    *         *         *         Request timed out.
 10   *         *         *         Request timed out.
 11   *         *         *         Request timed out.
 12   *         *         *         Request timed out.
 13   *         *         *         Request timed out.
 14   *         *         *         Request timed out.
 15   *         *         *         Request timed out.
 16   *         *         *         Request timed out.
 17   *         *         *         Request timed out.
 18   *         *         *         Request timed out.
```

Figure 25: tracert du PC1 vers PC4 après la panne -situation 1-

Observation : Le traceroute échoue après le premier saut.

Table de routage R3 après panne

```
R3#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.8.1 to network 0.0.0.0




    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.8.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.20.0/24 [10/0] via 10.0.8.1
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.9.2
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.8.1
```

Figure 26: table de routage de R3 après panne -situation 1-


Observation : R3 a bien basculé sur la route de secours vers R2.

Analyse de la Situation 1

Ce qui fonctionne :

-  R3 détecte la panne du lien vers R1 (interface down)
-  R3 active sa route de secours vers R2 (AD=10)
-  La connectivité réelle (ping) est maintenue


Problème observé :

-  Traceroute échoue après le premier saut

Cause : Routage asymétrique dû aux limitations du routage statique

Explication technique




Aller (PC1 → PC4) :

-  PC1 → R3 → R2 → R4 → PC4




Retour des paquets de diagnostic (ICMP Time Exceeded)

PC4 → R4 → R2 → R1 → (R1 n'a pas de route valide vers PC1 car son lien vers R3 est coupé)

Cause spécifique

-  R2 continue d'envoyer le trafic vers R1 car sa table de routage n'est pas mise à jour automatiquement
-  R1 ne reçoit pas d'information sur la nouvelle topologie depuis R3
-  Pas d'update des routes entre les routeurs – limitation fondamentale du routage statique

Conséquence

-  Les paquets ICMP Time Exceeded (utilisés par traceroute) sont envoyés par R2 vers R1
-  R1 ne peut pas les faire suivre vers PC1 (lien coupé vers R3)
-  Les paquets sont perdus → traceroute affiche "Request timed out"

Situation 2 : Pannes multiples (liens R1–R3 ET R2–R1)

État initial avant pannes

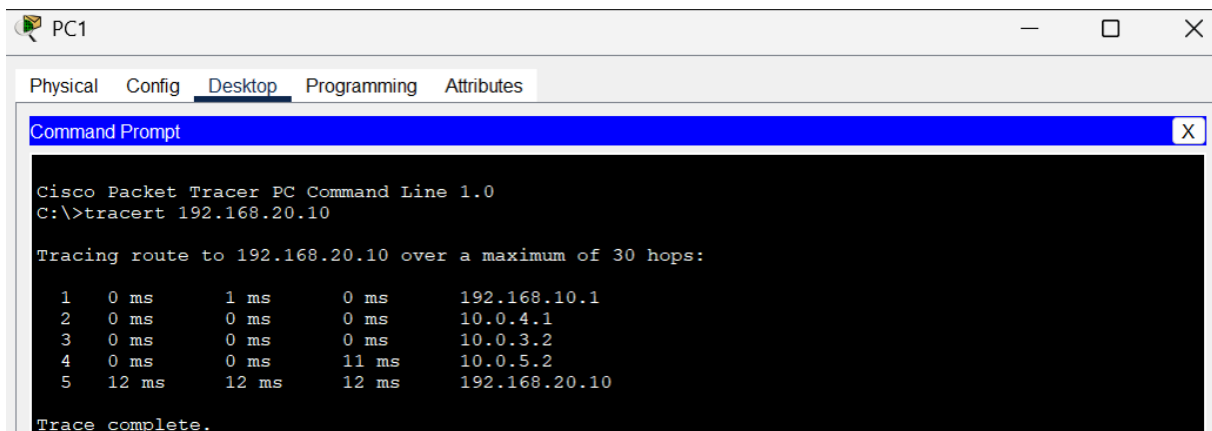


Figure 27: tracert du PC1 vers PC4 avant panne -situation 2-

Observation : Chemin principal actif via R1 et R2.

Première panne – Désactivation G0/0 de R1

```
R1(config)#int g0/0
R1(config-if)#sh

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
```

Figure 28: désactivation de g0/0 de R1

Message système

Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down

Deuxième panne – Désactivation G0/1 de R2

```
R2(config)#int g0/1
R2(config-if)#sh

R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to down
```

Figure 29: désactivation de g0/1 de R2

Message système

Interface GigabitEthernet0/1, changed state to administratively down

Test de connectivité – Traceroute réussi

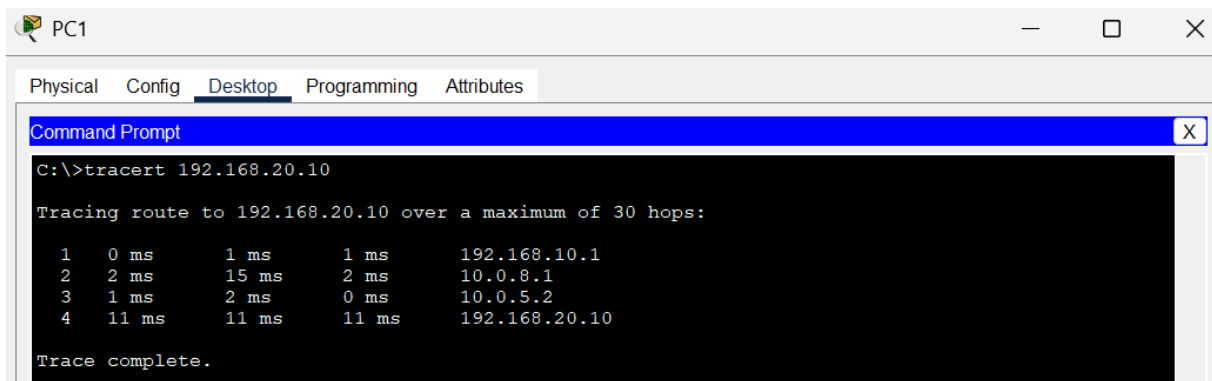


Figure 30: tracert après panne -situation 2-

Observation : Traceroute fonctionne parfaitement via le chemin de secours R3→R2→R4.

Table de routage R3 après pannes

```
R3#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.8.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial10/0/0
L       10.0.6.1/32 is directly connected, Serial10/0/0
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial10/0/1
L       10.0.8.2/32 is directly connected, Serial10/0/1
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.20.0/24 [10/0] via 10.0.8.1
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.9.2
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.8.1
```

Figure 31: table de routage de R3 après panne -situation 2-

Passerelle de dernier recours : 10.0.8.1 (R2)

Routes actives avec AD=10 :

- 🚦 192.168.20.0/24 via 10.0.8.1
- 🚦 0.0.0.0/0 via 10.0.8.1

Route principale vers serveurs : 192.168.100.0/24 via 10.0.9.2 (AD=1)

Observation : R3 utilise exclusivement les routes de secours vers R2.

Restauration des liens

```
R1(config)#int g0/0
R1(config-if)#no sh

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
```

Figure 32: restauration de g0/0 de R1

→ Interface up

```
R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up
```

Figure 33: restauration de g0/1 de R2

→ Interface up

Analyse de la Situation 2

Ce qui fonctionne maintenant :

- + Chemin aller (PC1 → PC4) :
 - + PC1 → R3 → R2 → R4 → PC4
- + Chemin retour (PC4 → PC1) :
 - + PC4 → R4 → R2 → R3 → PC1

Symétrie parfaite :

- + R2 ne peut plus utiliser R1 (lien coupé)
- + R2 doit utiliser ses propres routes de secours vers R3
- + Les paquets ICMP Time Exceeded peuvent revenir à PC1

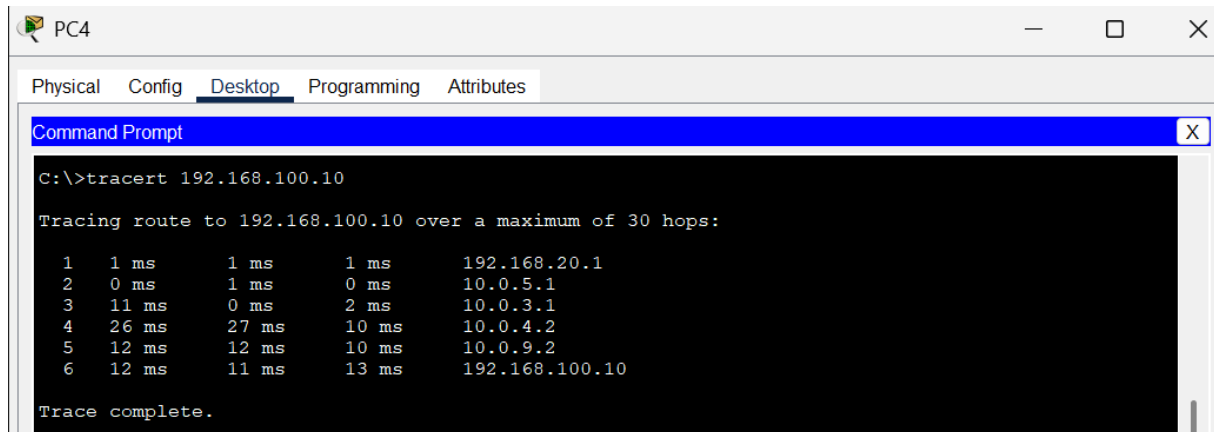
Pourquoi ça marche maintenant :

- + R2 est forcé d'utiliser ses routes de secours car son lien vers R1 est coupé
- + R3 utilise déjà ses routes de secours vers R2
- + Chemin cohérent dans les deux sens : R3 ↔ R2 ↔ R4
- + Pas de dépendance à R1 pour le routage retour

2.2 Scénario 4 : Basculement Lien R2-R4

Situation 1 : Panne simple (lien R2-R4 seulement)

État initial avant panne



```
PC4
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>tracert 192.168.100.10

Tracing route to 192.168.100.10 over a maximum of 30 hops:

  1  1 ms      1 ms      1 ms      192.168.20.1
  2  0 ms      1 ms      0 ms      10.0.5.1
  3  11 ms     0 ms      2 ms      10.0.3.1
  4  26 ms     27 ms     10 ms     10.0.4.2
  5  12 ms     12 ms     10 ms     10.0.9.2
  6  12 ms     11 ms     13 ms     192.168.100.10

Trace complete.
```

Figure 34: tracert du PC4 vers SRV1 avant panne -situation 1-

Observation : Chemin principal via R2 et R1.

Simulation de panne – Désactivation G0/0 de R2

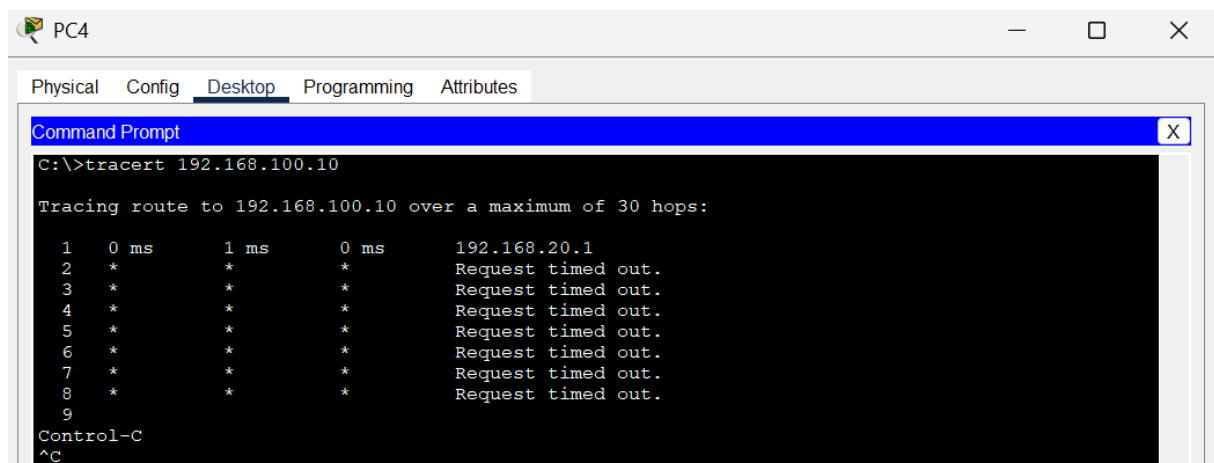
```
R2(config)#int g0/0
R2(config-if)#sh

R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
```

Figure 35: désactivation de g0/0 de R2

Impact : Lien R2-R4 coupé.

Test de connectivité – Traceroute échoue



```
PC4
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
C:\>tracert 192.168.100.10

Tracing route to 192.168.100.10 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      1 ms      0 ms      192.168.20.1
  2  *          *          *          Request timed out.
  3  *          *          *          Request timed out.
  4  *          *          *          Request timed out.
  5  *          *          *          Request timed out.
  6  *          *          *          Request timed out.
  7  *          *          *          Request timed out.
  8  *          *          *          Request timed out.
  9

Control-C
^C
```

Figure 36: tracert de PC4 vers SRV1 après panne -situation 1-

Observation : Traceroute échoue après R4

Table de routage R4 après panne

```
R4#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.7.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
C       10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.7.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S       192.168.10.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
        192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.100.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.7.1

R4#sh ip route stat
R4#sh ip route static
S       192.168.10.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S       192.168.100.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.7.1
```

Figure 37: table de routage de R4 après panne -situation 1-

Passerelle de dernier recours : 10.0.7.1 (R1)

Routes actives avec AD=10 :

- ✚ 192.168.10.0/24 via 10.0.7.1
- ✚ 192.168.100.0/24 via 10.0.7.1
- ✚ 0.0.0.0/0 via 10.0.7.1

Observation : R4 bascule sur route de secours vers R1.

Analyse Situation 1

Ce qui fonctionne :

- ✚ R4 bascule vers R1 (AD=10)

Problème :

- ✚ Traceroute échoue

Cause : Routage asymétrique dû aux limitations du routage statique

Aller : PC4 → R4 → R1 → R3 → R5 → SRV1

Retour : SRV1 → R5 → R3 → R2 → ??? (R2 ne peut pas joindre R4)

Situation 2 : Pannes multiples (liens R2–R4 ET R1–R2)

Première panne – Désactivation G0/0 de R2

```
R2(config)#int g0/0
R2(config-if)#sh

R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
```

Figure 38: désactivation de g0/0 de R2 -situation 2-

Impact : Lien R2–R4 coupé.

Deuxième panne – Désactivation G0/1 de R1

```
R1(config)#int g0/1
R1(config-if)#sh

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to down
```

Figure 39: désactivation de g0/1 de R1 -situation 2-

Impact : Lien R1–R2 coupé.

Test de connectivité – Traceroute réussi

```
C:\>tracert 192.168.100.10

Tracing route to 192.168.100.10 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      1 ms      192.168.20.1
  2  1 ms      0 ms      2 ms      10.0.7.1
  3  1 ms      1 ms      0 ms      10.0.4.2
  4  10 ms     0 ms      11 ms     10.0.9.2
  5  12 ms     11 ms     12 ms     192.168.100.10

Trace complete.
```

Figure 40: tracert de PC4 vers SRV1 après panne -situation 2-

Observation : Chemin de secours via R1 → R3 → R5.

Table de routage R4 après pannes

```
R4#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route
```

Gateway of last resort is 10.0.7.1 to network 0.0.0.0




```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C    10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.0.6.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
C    10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L    10.0.7.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C    10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    10.0.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S    192.168.10.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
    192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L    192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S    192.168.100.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S*   0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.7.1
```

```
R4#sh ip route static
S    192.168.10.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S    192.168.100.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S*   0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.7.1
```

Figure 41: table de routage de R4 après panne -situation 2-

Passerelle de dernier recours : 10.0.7.1 (R1)

Routes actives avec AD=10 :

-  192.168.10.0/24 via 10.0.7.1
-  192.168.100.0/24 via 10.0.7.1
-  0.0.0.0/0 via 10.0.7.1

Observation : R4 utilise routes de secours vers R1.

Restauration des liens

```
R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
```

Figure 42: activation de g0/0 -situation 2-

→ Interface up

```

R1(config)#int g0/1
R1(config-if)#no sh

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

```

Figure 43: activation de g0/1 de R1 -situation 2-

→ Interface up

Analyse Situation 2

Pourquoi ça marche maintenant :

- ✚ R4 bascule vers R1 (AD=10) – lien R2–R4 coupé
- ✚ R2 ne peut pas être utilisé par R1 – lien R1–R2 coupé
- ✚ R1 utilise sa route vers R3 pour joindre les réseaux derrière
- ✚ Chemin symétrique :
 - ✚ **Aller** : PC4 → R4 → R1 → R3 → R5 → SRV1
 - ✚ **Retour** : SRV1 → R5 → R3 → R1 → R4 → PC4

2.3 Scénario 5 : Panne Multiple

Situation 1 : Pannes multiples partielles

Première panne – Désactivation G0/0 de R1

```

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down

```

Figure 44: désactivation de g0/0 de R1 -situation 1-

Impact : Lien principal R1–R3 coupé.

Deuxième panne – Désactivation S0/0/0 de R3

```

R3(config)#int s0/0/0
R3(config-if)#sh

R3(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to down

```

Figure 45: désactivation de s0/0/0 de R3 -situation 1-

Impact : Lien R3–R4 coupé.

Test de connectivité – Ping échoue

```
C:\>ping 192.168.20.10

Pinging 192.168.20.10 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 192.168.20.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

Figure 46: ping du PC1 vers PC4 après panne -situation 1-

Observation : Aucune connectivité entre PC1 et PC4.

Table de routage R3 après pannes

```
R3#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route




Gateway of last resort is 10.0.8.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.8.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.20.0/24 [10/0] via 10.0.8.1
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.9.2
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.8.1
```

Figure 47: table de routage de R3 après panne -situation 1-

Passerelle de dernier recours : 10.0.8.1 (R2)

Routes actives:

-  192.168.20.0/24 via 10.0.8.1 (AD=10)
-  192.168.100.0/24 via 10.0.9.2 (AD=1)
-  0.0.0.0/0 via 10.0.8.1 (AD=10)

Observation : R3 utilise R2 comme chemin de secours.

Table de routage R4 après pannes

```
R4#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.5.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
C       10.0.5.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.0.5.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
C       10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.7.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S       192.168.10.0/24 [1/0] via 10.0.5.1
        192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.5.1
S*      0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.5.1
```

Figure 48: table de routage de R4 après panne -situation 1-

Passerelle de dernier recours : 10.0.5.1 (R2)

Routes principales (AD=1) :

- ✚ 192.168.10.0/24 via 10.0.5.1
- ✚ 192.168.100.0/24 via 10.0.5.1
- ✚ 0.0.0.0/0 via 10.0.5.1

Observation : R4 utilise toujours R2 comme route principale.

Analyse Situation 1

Problème identifié :

- ✚ R3 bascule vers R2 (secours)
- ✚ R4 continue vers R2 (principal)
- ✚ R2 doit router entre R3 et R4

Mais pourquoi le ping échoue ?

- ✚ **Aller (PC1 → PC4) :** PC1 → R3 → R2 → R4 → PC4
- ✚ **Retour (PC4 → PC1) :** PC4 → R4 → R2 → ???

R2 a-t-il une route vers PC1 via R3 ?

Situation 2 : Pannes multiples étendues

Troisième panne – Désactivation G0/0 de R1

```
R1(config)#int g0/0
R1(config-if)#sh

R1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
```

Figure 49: désactivation de g0/0 de R1 -situation 2-

Confirmation : Lien R1–R3 coupé.

Quatrième panne – Désactivation S0/0/0 de R3

```
R3(config)#int s0/0/0
R3(config-if)#sh

R3(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to down
```

Figure 50: désactivation de S0/0/0 de R3 -situation 2-

Confirmation : Lien R3–R4 coupé.

Cinquième panne – Désactivation G0/1 de R2

```
R2(config)#int g0/1
R2(config-if)#sh

R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to down
```

Figure 51: désactivation de g0/1 de R2 -situation 2-

Impact : Lien R2–R1 coupé.

Sixième panne – Désactivation G0/0 de R2

```
R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
```

Figure 52: désactivation de g0/0 de R2 -situation 2-

Impact : Lien R2–R4 coupé.

Test de connectivité – Traceroute fonctionne

```
C:\>tracert 192.168.20.10

Tracing route to 192.168.20.10 over a maximum of 30 hops:

  1    0 ms      1 ms      0 ms      192.168.10.1
  2    1 ms      1 ms      2 ms      10.0.8.1
  3    1 ms      0 ms      1 ms      10.0.5.2
  4   10 ms      1 ms     20 ms     192.168.20.10

Trace complete.
```

Figure 53: tracert du PC1 vers PC4 après pannes -situation 2-

Observation : Connectivité rétablie via R2.

Table de routage R3

```
R3#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.8.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.8.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.8.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.9.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.9.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.20.0/24 [10/0] via 10.0.8.1
S       192.168.100.0/24 [1/0] via 10.0.9.2
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.8.1
```

Figure 54: table de routage de R3 après panne -situation 2-

- ✚ Même configuration que Situation 1
- ✚ Routes via R2 (AD=10) actives

Table de routage R4

```
R4#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 10.0.7.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       10.0.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.7.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.10.0/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       10.0.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
S       192.168.10.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
        192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
S       192.168.100.0/24 [10/0] via 10.0.7.1
S*      0.0.0.0/0 [10/0] via 10.0.7.1
```

Figure 55: table de routage de R4 après panne -situation 2-

Passerelle : 10.0.7.1 (R1)

Routes avec AD=10 via R1

Observation : R4 bascule vers R1 car R2–R4 coupé.

Analyse Situation 2

Pourquoi ça marche maintenant ?

- ✚ R3 → utilise R2 (secours AD=10)
- ✚ R4 → utilise R1 (secours AD=10) car lien R2–R4 coupé
- ✚ R2 → utilise R3 pour joindre PC1 (routes secours AD=20)
- ✚ R1 → utilise R4 pour joindre PC4 (routes secours AD=10)

3. Conclusion de la partie Tests et Validation

Bilan des 5 scénarios réalisés

Scénario 1 : Connectivité de Base

Tous les tests de ping et traceroute entre LANs réussis

Validation :

- ✚ Routage statique principal correctement configuré
- ✚ Connectivité complète établie entre tous les réseaux (LAN gauche, LAN droit, LAN serveurs)

Scénario 2 : Accès Internet

Ping vers ISP réussi depuis tous les équipements

Validation :

- ✚ Routes par défaut fonctionnelles sur tous les routeurs
- ✚ Accès Internet garanti pour l'ensemble du réseau

Scénario 3 : Basculement Lien R1–R3

Situation 1 (panne simple) : Traceroute échoue

Situation 2 (pannes multiples) : Traceroute et ping fonctionnent

Validation : Redondance opérationnelle mais révèle une limitation du routage statique

Leçon : Les asymétries de routage perturbent le diagnostic

Scénario 4 : Basculement Lien R2–R4

Même comportement que Scénario 3

Validation : Symétrie des mécanismes de redondance des deux côtés de la topologie

Scénario 5 : Pannes Multiples

Situation 1 : Connectivité perdue (100% loss)

Situation 2 : Connectivité restaurée avec pannes supplémentaires

Validation : Importance de la cohérence des chemins de secours

Leçon : En routage statique, tous les chemins intermédiaires doivent être prévus

Conclusion générale

Ce TP nous a permis de maîtriser la configuration avancée du routage statique sur une topologie réseau complexe et redondante. Tous les objectifs pédagogiques ont été atteints : la connectivité complète entre les différents LANs (192.168.10.0/24, 192.168.20.0/24 et 192.168.100.0/24) a été établie, l'accès à Internet a été garanti pour l'ensemble des équipements via des routes par défaut bien configurées, et la redondance a été implémentée avec succès grâce à l'utilisation de routes flottantes (Distance Administrative > 1). Les cinq scénarios de test ont systématiquement validé le bon fonctionnement du réseau, tout en mettant en lumière une limitation fondamentale du routage statique : l'absence de convergence dynamique, qui peut engendrer des asymétries de routage lors de pannes partielles, perturbant les outils de diagnostic comme traceroute même lorsque la connectivité utilisateur (ping) est préservée. Cette expérience a renforcé des compétences essentielles en ingénierie réseau, telles que l'analyse de topologie, la planification des chemins, la gestion des priorités via l'AD, et le dépannage méthodique, tout en confirmant que le routage statique reste une solution fiable et prévisible pour des réseaux de taille modérée à topologie stable, à condition d'une configuration rigoureuse et d'une anticipation minutieuse de tous les scénarios de panne.