Du routage statique au routage dynamique

Cinq séances Packet Tracer sur le réseau HexaTech : routes statiques, limites du statique, RIPv2, redondance et convergence, puis OSPF et coût des liaisons.

Plateforme : Cisco Packet Tracer. Matériel : trois routeurs Cisco 2911, trois switches 2960, trois PC, câbles Ethernet. Chaque routeur utilise G0/0 pour le LAN ; les autres interfaces sont précisées sur les schémas.

Télécharger le sujet (PDF) · **Télécharger la source LaTeX**

Question directrice : comment permettre aux routeurs d'apprendre les chemins et de s'adapter aux changements du réseau ?

Le réseau HexaTech : projet commun

HexaTech possède d'abord deux sites (Paris et Lyon), puis ouvre Marseille. Vous configurerez la même infrastructure tout au long des cinq séances.

TP	Thème	Durée
TP 1	Deux sites, routes statiques	1 h 30
TP 2	Troisième site, limites du statique	1 h 30
TP 3	Découverte et configuration de RIPv2	2 h
TP 4	Redondance et convergence	1 h 30
TP 5	Découverte et configuration d'OSPF	2 h 30

Règle de travail : enregistrer une copie distincte à chaque séance. Les tests se font d'abord en mode Realtime, puis en mode Simulation lorsque demandé.

TP 1 — Deux sites doivent communiquer (1 h 30)

! Situation-problème

Le bureau de Paris doit échanger des données avec le bureau de Lyon. Chaque LAN fonctionne, mais les deux PC n'arrivent pas à communiquer. Pourquoi ?

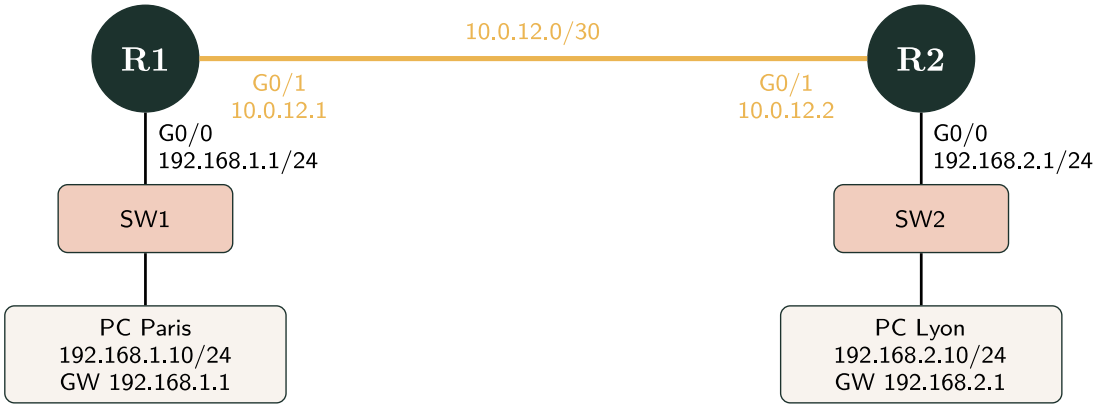


Figure 1 – Topologie du TP 1 : deux sites reliés par une liaison 10.0.12.0/30.

Objectifs : configurer les interfaces, effectuer des tests de connectivité, consulter la table de routage, créer les routes statiques nécessaires.

Étape 1 — Construire et adresser

1. Placez deux routeurs 2911, deux switches 2960 et deux PC. Reliez-les comme sur le schéma.
2. Configurez les PC avec leurs adresses, masques et passerelles indiqués sur le schéma.
3. Sur R1, configurez **G0/0** (LAN Paris) et **G0/1** (liaison vers R2). Sur R2, configurez **G0/0** (LAN Lyon) et **G0/1** (liaison vers R1). Activez les quatre interfaces avec `no shutdown`.

```
enable
configure terminal
interface gigabitEthernet 0/0
 ip address ADRESSE MASQUE
 no shutdown
exit
```

> **Question**
>
> Pourquoi les interfaces G0/0 et G0/1 d'un même routeur n'ont-elles pas des adresses dans le même réseau ?

Étape 2 — Vérifier les interfaces

Sur les deux routeurs, lancez `show ip interface brief`.

> **Question**
>
> Quels états doivent apparaître dans les colonnes `Status` et `Protocol` pour une liaison opérationnelle ?

Étape 3 — Constater le problème

Depuis PC Paris, exécutez successivement `ping 192.168.1.1` puis `ping 192.168.2.10`.

> **Question**
>
> Quel test fonctionne ? Formulez une hypothèse expliquant l'échec éventuel de l'autre test.

Étape 4 — Vérifier l'hypothèse

Sur R1 puis R2, exécutez `show ip route`. Repérez les réseaux précédés de `C` (connecté) et de `L` (adresse locale d'interface).

> **Question**
>
> R1 possède-t-il une route vers `192.168.2.0/24` ? Et R2 vers `192.168.1.0/24` ?

Étape 5 — Corriger avec des routes statiques

Complétez la commande sur R1 et faites l'équivalent sur R2 : `ip route RESEAU_DESTINATION MASQUE IP_PROCHAIN_SAUT`

> **Question**
>
> Pourquoi faut-il prévoir une route dans chaque sens ?

Refaites le ping entre les PC et consultez `show ip route`.

> **Question**
>
> Quelle lettre distingue maintenant les nouvelles routes dans la table ?

> **Synthèse à compléter**
>
> Une route statique est ……
> Un routeur connaît initialement ……
> Le prochain saut désigne ……

TP 2 — L'entreprise ouvre Marseille (1 h 30)

! Situation-problème

Un troisième site ouvre à Marseille. Le responsable annonce ensuite vingt nouvelles implantations. La méthode utilisée précédemment pourra-t-elle être conservée sans difficulté ?

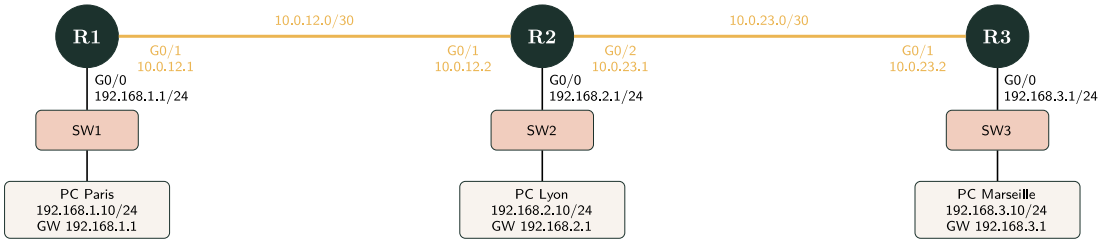


Figure 2 – Topologie du TP 2 : trois sites Paris, Lyon et Marseille en chaîne.

Étape 1 — Ajouter le troisième site

Reprenez une copie du TP 1. Ajoutez R3, SW3 et PC Marseille. Sur R2, configurez **G0/2** vers R3 ; sur R3, configurez **G0/1** vers R2 et **G0/0** vers son LAN. Attribuez toutes les IP figurant sur le schéma.

i Question

Quels nouveaux réseaux apparaissent dans la table de R2 ?

Étape 2 — Tester avant de configurer les routes

Depuis PC Paris, lancez `ping 192.168.3.10`. Consultez ensuite les tables des trois routeurs.

i Question

Quels routeurs ne connaissent pas encore de chemin adapté vers les LAN distants ?

Étape 3 — Compléter les routes statiques

Ajoutez les routes nécessaires sur R1, R2 et R3, en tenant compte des routes du TP 1. Testez Paris–Marseille, Lyon–Marseille et les trajets retour.

i Question

Combien de nouvelles routes avez-vous créées ? Quelles erreurs de configuration seraient possibles ?

Étape 4 — Prendre du recul

L'entreprise prévoit désormais vingt sites supplémentaires.

i Question

Quelles tâches l'administrateur devra-t-il répéter à chaque extension ?

i Question

Imaginez un moyen pour que les routeurs apprennent eux-mêmes les réseaux annoncés par leurs voisins.

i Synthèse à compléter

La principale limite du routage statique dans un grand réseau est ……
Nous aurions besoin que les routeurs ……

TP 3 — Découvrir et configurer RIPv2 (2 h)

! Situation-problème

Le service informatique veut réduire la maintenance manuelle des routes. Comment R1 pourrait-il apprendre le réseau de Marseille grâce aux annonces de R2 ?

Topologie : identique à celle du TP 2.

Comprendre avant d'agir

Principe : un routeur peut annoncer à ses voisins les réseaux qu'il sait atteindre. Ceux-ci peuvent utiliser les annonces pour mettre à jour leurs tables de routage. C'est le **routage dynamique**.
RIP (Routing Information Protocol) est un protocole de type *vecteur de distance*. Avec RIPv2, les informations annoncées incluent les masques. La métrique RIP est le **nombre de sauts** : une route de métrique 16 est considérée comme inaccessible.

Étape 1 — Prédire la métrique

R3 possède directement le LAN Marseille. En RIP, R2 peut apprendre ce LAN avec une métrique 1, puis R1 avec une métrique 2.

i Question

Pourquoi R1 doit-il envoyer les paquets à R2 pour atteindre Marseille dans cette topologie ?

Étape 2 — Préparer une expérience correcte

Dupliquez le TP 2. Sur chaque routeur, consultez `show ip route static` puis supprimez uniquement les routes statiques ajoutées lors des TP 1 et 2 : `no ip route RESEAU_DESTINATION MASQUE IP_PROCHAIN_SAUT`

i Question

Pourquoi faut-il retirer ces routes avant d'étudier les routes apprises par RIP ?

Étape 3 — Configurer RIP sur R1, commande par commande

Commande	Rôle
`router rip`	Active le processus RIP.
`version 2`	Utilise RIPv2 et ses annonces incluant les masques.
`network 192.168.1.0`	Active RIP sur les interfaces du réseau majeur correspondant au LAN Paris.
`network 10.0.0.0`	Active RIP sur les interfaces relevant du réseau majeur 10.0.0.0/8.
`no auto-summary`	Désactive le résumé automatique aux frontières des réseaux majeurs.
`passive-interface gigabitEthernet 0/0`	Empêche les annonces RIP de sortir vers les PC, tout en conservant l'annonce du LAN.

Sur R1, saisissez :

```
enable
configure terminal
router rip
 version 2
 network 192.168.1.0
 network 10.0.0.0
```

```
no auto-summary
passive-interface gigabitEthernet 0/0
```

> **Attention**
>
> La commande `network` ne crée ni sous-réseau IP ni route statique. Elle désigne les interfaces sur lesquelles fonctionne RIP. Dans Cisco RIP, on utilise les réseaux majeurs, d'où `10.0.0.0` pour les liens en /30.

> **Question**
>
> Pourquoi le LAN Paris est-il annoncé, alors que l'interface G0/0 est passive ?

Étape 4 — Reproduire en comprenant

Sur R2 puis R3, configurez RIP en adaptant le réseau LAN : `192.168.2.0` puis `192.168.3.0`. Gardez `network 10.0.0.0`, `version 2`, `no auto-summary` et l'interface LAN passive.

> **Question**
>
> Quelles commandes sont identiques sur les trois routeurs ? Lesquelles changent et pourquoi ?

Étape 5 — Vérifier l'apprentissage

Sur R1, exécutez `show ip protocols` puis `show ip route`. Une sortie attendue après convergence est : `R 192.168.3.0/24 [120/2] via 10.0.12.2`

> **Question**
>
> Interprétez la lettre R, les valeurs 120 et 2, puis l'adresse 10.0.12.2.

Testez le ping de Paris vers Marseille, puis le trajet retour.

Étape 6 — Voir RIP fonctionner

Dans Packet Tracer, passez en **Simulation**, filtrez les événements **RIP**, avancez jusqu'à voir une annonce (des mises à jour périodiques ont lieu normalement toutes les 30 secondes) et ouvrez le détail d'un PDU. RIPv2 utilise UDP 520 et le multicast 224.0.0.9.

> **Question**
>
> Quelles informations sont transmises ? À quoi servent-elles à un routeur voisin ?

> **Synthèse à compléter**
>
> RIP est un protocole de ……
> Sa métrique est ……
> Une route RIP est signalée par la lettre ……

TP 4 — Une liaison tombe en panne (1 h 30)

> **Situation-problème**
>
> Une liaison directe Paris–Marseille est créée pour disposer de plusieurs chemins. Que se passe-t-il si elle tombe en panne ?

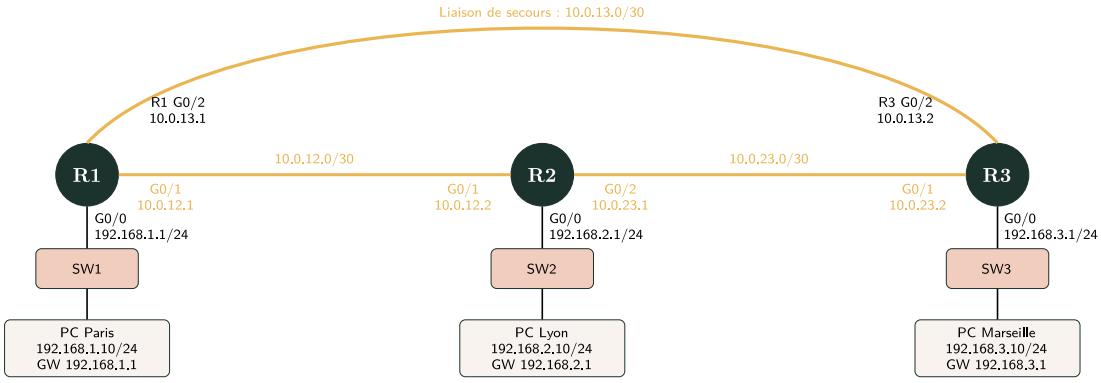


Figure 3 – Topologie du TP 4 : triangle R1–R2–R3 avec la liaison de secours 10.0.13.0/30.

Étape 1 — Ajouter le chemin direct

Reprenez le TP 3. Reliez **R1 G0/2** à **R3 G0/2**, configurez leurs IP indiquées sur le schéma, puis lancez `no shutdown`. Les interfaces en 10.0.13.0/30 sont déjà sélectionnées par `network 10.0.0.0` dans RIP.

> **Question**
>
> Combien de chemins physiques permettent maintenant de relier Paris à Marseille ?

Étape 2 — Observer le trajet normal

Attendez la convergence et, depuis PC Paris, exécutez `tracert 192.168.3.10`.

> **Question**
>
> Quel chemin est utilisé ? Expliquez ce choix à partir de la métrique RIP.

Étape 3 — Provoquer et observer une panne

Sur R1, désactivez G0/2 : `configure terminal` → `interface gigabitEthernet 0/2` → `shutdown`.
Après convergence, consultez `show ip route` puis relancez le ping et le traceroute.

> **Question**
>
> Par quel routeur les paquets passent-ils maintenant ? La communication est-elle nécessairement ininterrompue pendant la convergence ?

> **Comprendre avant d'agir**
>
> La **convergence** est le processus par lequel les routeurs prennent connaissance d'un changement et mettent à jour leurs routes. Le routage dynamique ne crée pas de nouvelle liaison : pour contourner une panne, un chemin alternatif doit déjà exister.

Étape 4 — Rétablir la liaison

Sur R1 G0/2 : `no shutdown`. Attendez la convergence et observez le retour éventuel de la route directe.

> **Question**
>
> Pourquoi le chemin préféré peut-il changer à nouveau ?

Synthèse à compléter

La redondance signifie ……
La convergence correspond à ……

TP 5 — Découvrir et configurer OSPF (2 h 30)

Situation-problème

Le chemin qui passe par le moins de routeurs n'est pas toujours le plus intéressant. Comment choisir selon le coût des liaisons plutôt que selon le seul nombre de sauts ?

Topologie : identique à celle du TP 4 (triangle R1–R2–R3).

Comprendre avant d'agir

OSPF signifie *Open Shortest Path First*. C'est un protocole à **état de liens**. Ses routeurs découvrent leurs voisins avec des messages Hello, échangent des informations sur la topologie de leur aire, puis calculent les chemins de coût minimal grâce à SPF (algorithme de Dijkstra). Nous utiliserons une seule aire, **area 0**.

Étape 1 — Faire une hypothèse avant de configurer

Nous attribuerons les coûts de liaison suivants : R1–R2 : 10 ; R2–R3 : 10 ; R1–R3 : 30.

Question

Comparez le coût du trajet direct R1–R3 et celui du trajet R1–R2–R3. Quel chemin OSPF devrait-il préférer vers Marseille ?

Attention

Le coût d'une route OSPF comprend également l'interface de sortie vers le LAN destination. Cette partie est identique pour les deux chemins étudiés ; elle ne change donc pas le chemin préféré.

Étape 2 — Préparer OSPF

Rétablissez toutes les interfaces. Sur chaque routeur, désactivez RIP : `configure terminal` puis `no router rip`.

Question

Pourquoi ne conserverons-nous pas RIP pendant l'expérience OSPF ?

Étape 3 — Comprendre les commandes OSPF

Commande	Rôle
`router ospf 1`	Active un processus OSPF local identifié par 1 ; ce numéro n'a pas besoin d'être identique sur les voisins.
`network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0`	Sélectionne l'interface LAN de R1 et l'associe à l'aire 0.
`network 10.0.12.0 0.0.0.3 area 0`	Sélectionne l'interface de R1 vers R2.
`network 10.0.13.0 0.0.0.3 area 0`	Sélectionne l'interface de R1 vers R3.
`passive-interface gigabitEthernet 0/0`	N'établit pas de voisinage OSPF sur le LAN tout en annonçant celui-ci.

Pourquoi un wildcard mask ? Dans une commande `network` OSPF, le masque générique sert à choisir les interfaces : les bits à 0 doivent correspondre, les bits à 1 sont ignorés. Pour /24 : `255.255.255.255 - 255.255.255.0 = 0.0.0.255` ; pour /30 : `255.255.255.255 - 255.255.255.252 = 0.0.0.3`.

> **Question**
>
> Pourquoi la commande OSPF pour un lien /30 utilise-t-elle 0.0.0.3 plutôt que 255.255.255.252 ?

Étape 4 — Configurer R1, puis adapter aux autres

```
router ospf 1
 network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
 network 10.0.12.0 0.0.0.3 area 0
 network 10.0.13.0 0.0.0.3 area 0
 passive-interface gigabitEthernet 0/0
```

Sur R2 et R3, adaptez les trois lignes `network` aux réseaux de leurs interfaces. Tous les routeurs restent dans l'aire 0, avec G0/0 passive.

> **Question**
>
> Quelles interfaces doivent établir des voisinages OSPF ? Pourquoi pas G0/0 ?

Étape 5 — Observer les voisins et les routes

Sur R1, lancez `show ip ospf neighbor` puis `show ip route`.

> **Question**
>
> Combien de voisins OSPF R1 découvre-t-il ? Quelle lettre désigne les routes apprises par OSPF ?

À noter : Dans une entrée de type `O 192.168.3.0/24 [110/21] via 10.0.12.2`, **110** est la distance administrative Cisco d'OSPF et **21** est la métrique totale. Ce sont deux notions distinctes.

Étape 6 — Appliquer les coûts

```
! Sur R1
interface gigabitEthernet 0/1
 ip ospf cost 10
exit
interface gigabitEthernet 0/2
 ip ospf cost 30
```

Sur R2, appliquez 10 sur G0/1 et G0/2. Sur R3, appliquez 10 sur G0/1 et 30 sur G0/2. Laissez les interfaces LAN à leur coût par défaut et vérifiez les coûts avec `show ip ospf interface`.
Après convergence, depuis PC Paris : `tracert 192.168.3.10`.

> **Question**
>
> Quel chemin est choisi ? Le résultat confirme-t-il votre hypothèse de l'étape 1 ?

Étape 7 — Couper une liaison et analyser

Coupez R1 G0/1 (vers R2), attendez la convergence et répétez `show ip route` et le traceroute. Puis réactivez l'interface.

> **Question**
>
> Quel chemin de secours OSPF utilise-t-il ? Pourquoi ?