STADIUMCOMPANY

Mission 4

Redondance, Tolérance de Panne
et Continuité de Service

Projet	StadiumCompany - Infrastructure Réseau
Formation	BTS SIO option SISR - IRIS Paris
Année scolaire	2025 - 2026
Épreuve	E5 - Support et mise à disposition des services informatiques
Réalisation	Laurent HUSTIN, Ibrahim HAIDARA et Marcel OUTOU LASM

Sommaire

1. Introduction et contexte

Dans le cadre du projet StadiumCompany, l'entreprise exploite une infrastructure réseau répartie sur trois sites : le stade, la billetterie et le magasin. Ces sites accueillent des événements majeurs (matchs, concerts) durant lesquels la disponibilité des services informatiques est absolument critique. Une interruption du réseau peut impacter la billetterie en ligne, le système de contrôle d'accès, les caméras de surveillance, le Wi-Fi public et la communication interne entre les équipes.

La direction a identifié plusieurs risques : panne d'un routeur, coupure d'un lien physique, défaillance d'un commutateur. Elle exige une infrastructure capable de continuer à fonctionner même en cas de défaillance matérielle, avec un temps d'interruption minimal.

> **Objectif de la mission :** Mettre en place des mécanismes de redondance et de tolérance de panne pour garantir la continuité des services informatiques de StadiumCompany, incluant l'agrégation de liens (EtherChannel), la redondance de passerelle (HSRP), et le routage dynamique avec chemins alternatifs (OSPF).

Les technologies mises en oeuvre dans cette mission sont :

Technologie	Rôle	Protocole
EtherChannel (LACP)	Agrégation de liens entre switches	IEEE 802.3ad
HSRP	Redondance de passerelle par défaut	Cisco propriétaire
OSPF	Routage dynamique avec convergence rapide	RFC 2328
NAT/PAT	Traduction d'adresses pour l'accès Internet	RFC 3022

2. Schéma de l'architecture redondante

Le schéma ci-dessous présente l'architecture réseau redondante de StadiumCompany, réalisée sous Cisco Packet Tracer. On y identifie les éléments suivants : plusieurs routeurs interconnectés par des liens série (WAN), un routeur de secours (Router A bis) assurant la redondance HSRP, des chemins multiples entre les sites via OSPF, et des serveurs critiques (Serv-B et Serv-E).

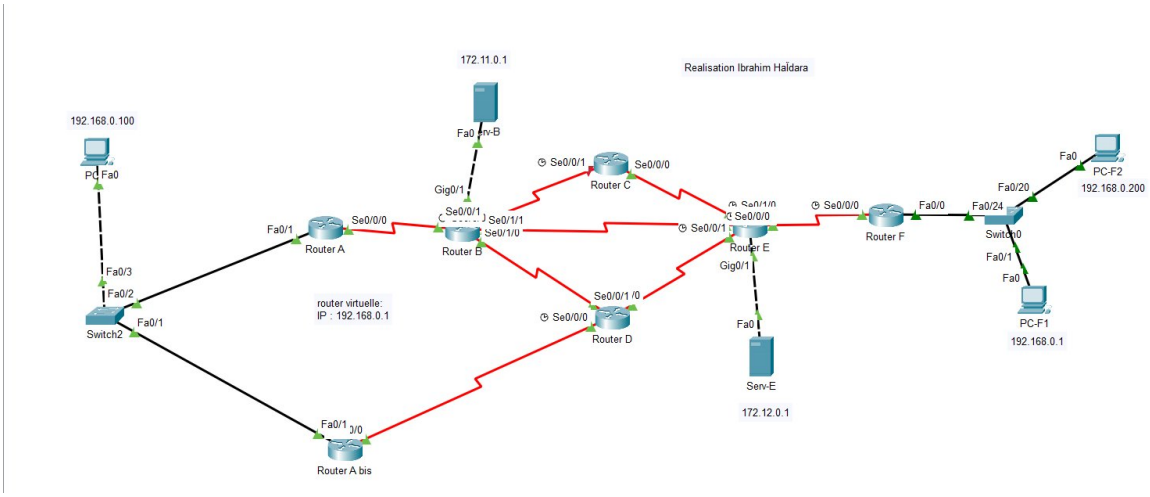

Figure 1 - Schéma de l'architecture réseau redondante de StadiumCompany (Packet Tracer)

L'architecture comprend six routeurs (Router A, Router A bis, Router B, Router C, Router D, Router E, Router F) interconnectés par des liaisons série formant un maillage. Le routeur virtuel HSRP (IP 192.168.0.1) assure la redondance de la passerelle par défaut pour les postes du réseau local. Le protocole OSPF permet la convergence automatique en cas de perte d'un lien WAN.

Tableau d'adressage des liens WAN

Lien	Réseau	Masque
Router A - Router B	20.6.6.0	/30
Router B - Router C	20.5.5.0	/30
Router B - Router D	20.4.4.0	/30
Router B - Router E	20.2.2.0	/30
Router C - Router E	20.3.3.0	/30
Router E - Serv-E	172.12.0.0	/24
Router B - Serv-B	172.11.0.0	/24
RtAbis - Router A	20.7.7.0	/30
Réseau local (stade)	192.168.0.0	/24

3. Travaux réalisés

3.1 Agrégation de liens (EtherChannel)

L'agrégation de liens permet de regrouper plusieurs connexions physiques entre deux commutateurs en un seul lien logique. Cela offre à la fois une augmentation de la bande passante et une tolérance de panne : si un câble est coupé, le trafic continue de passer par les autres liens du groupe. Nous avons configuré un EtherChannel LACP (mode active) entre les ports FastEthernet 0/23 et 0/24 du commutateur SW1-SRV.

Configuration du Channel-Group (LACP)

```
SW1-SRV>en
SW1-SRV#
SW1-SRV#interface range  fastethernet 0/23 - 24
         ^
% Invalid input detected at '^' marker.

SW1-SRV#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
SW1-SRV(config)#interface range fastethernet 0/23 - 24
SW1-SRV(config-if-range)#channel-group 1 mode active
Creating a port-channel interface Port-channel 1

SW1-SRV(config-if-range)#
*Mar  1 00:25:47.689: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/23, changed state to down
*Mar  1 00:25:47.714: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/24, changed state to down
*Mar  1 00:25:55.658: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/24, changed state to up
*Mar  1 00:25:56.455: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/23, changed state to up
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#
SW1-SRV(config-if-range)#exit
```

Figure 2 - Configuration EtherChannel : channel-group 1 mode active sur Fa0/23-24

Configuration du Port-Channel en trunk

```
SW1-SRV(config)#conf t
               ^
% Invalid input detected at '^' marker.

SW1-SRV(config)#
SW1-SRV(config)#
SW1-SRV(config)#
SW1-SRV(config)#
SW1-SRV(config)#interface fastethernet 0/22
SW1-SRV(config-if)#switchport mode trunk
SW1-SRV(config-if)#no shut
SW1-SRV(config-if)#exit
SW1-SRV(config)#
SW1-SRV(config)#
SW1-SRV(config)#interface port-channel 1
SW1-SRV(config-if)#switchport mode trunk
SW1-SRV(config-if)#
```

Figure 3 - Configuration du Port-Channel 1 et du port Fa0/22 en mode trunk

Vérification des VLAN et EtherChannel

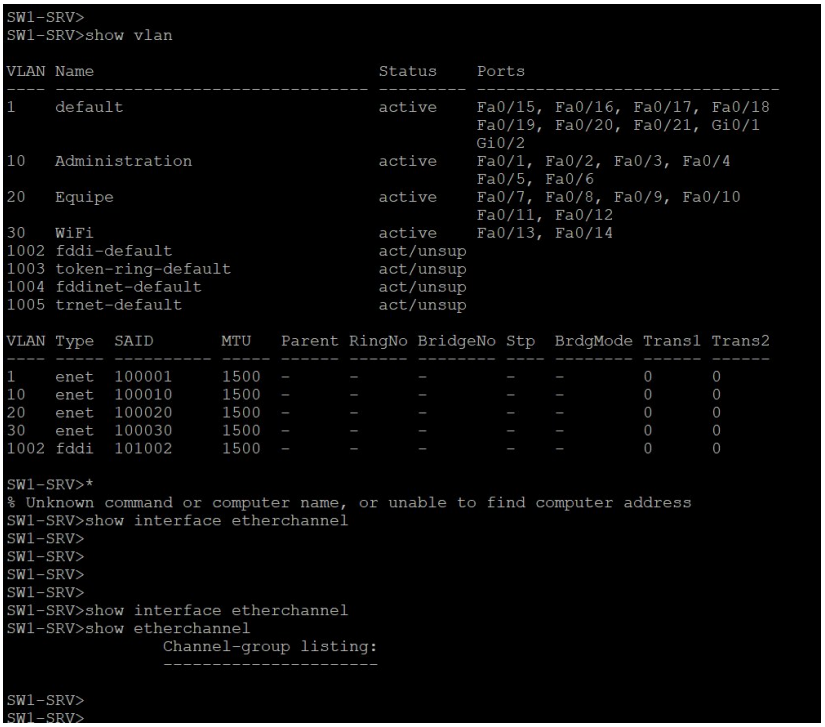

Figure 4 - show vlan et show etherchannel sur SW1-SRV (VLAN 10, 20, 30 actifs)

Les VLAN 10 (Administration), 20 (Equipe) et 30 (WiFi) sont correctement configurés et actifs sur le commutateur. L'EtherChannel est opérationnel avec les deux ports membres.

3.2 Configuration HSRP sur le site du stade

Le protocole HSRP (Hot Standby Router Protocol) permet de créer une passerelle virtuelle partagée entre deux routeurs. Si le routeur principal tombe en panne, le routeur de secours prend automatiquement le relais. Nous avons configuré HSRP sur le routeur R1-stade avec des sous-interfaces pour chaque VLAN.

Renommage du routeur

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#hostname R1-stade
```

Figure 5 - Attribution du hostname R1-stade

HSRP sur VLAN 10 (Administration) - Fa0/0.10

```
R1-stade(config)#interface Fastethernet0/0.10
R1-stade(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
R1-stade(config-subif)#ip address 172.20.0.1 255.255.255.0
R1-stade(config-subif)#ip nat inside

*Jan  1 01:10:11.271: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface NVI0, changed state to up
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#
R1-stade(config-subif)#standby 10 ip 172.20.0.3
R1-stade(config-subif)#standby 10 priority 150
R1-stade(config-subif)#standby 10 preempt
```

Figure 6 - Configuration HSRP groupe 10 : IP virtuelle 172.20.0.3, priorité 150, preempt

La sous-interface Fa0/0.10 est configurée avec l'encapsulation dot1Q 10, l'adresse IP 172.20.0.1/24, le NAT inside, et le groupe HSRP 10 avec l'IP virtuelle 172.20.0.3 en priorité 150 (routeur actif).

HSRP sur VLAN 20 (Equipe) - Fa0/0.20

```
R1-stade(config)#interface Fastethernet0/0.20
R1-stade(config-subif)#encapsulation dot1Q 20
R1-stade(config-subif)#ip address 172.20.1.1 255.255.255.0
R1-stade(config-subif)#ip nat inside
R1-stade(config-subif)#standby 20 ip 172.20.1.3
R1-stade(config-subif)#standby 20 priority 150
R1-stade(config-subif)#standby 20 preempt
```

Figure 7 - Configuration HSRP groupe 20 : IP virtuelle 172.20.1.3, priorité 150, preempt

HSRP sur VLAN 30 (WiFi) - Fa0/0.30

```
R1-stade(config)#interface Fastethernet0/0.30
R1-stade(config-subif)#encapsulation dot1Q 30
R1-stade(config-subif)#ip address 172.20.2.1 255.255.255.128
R1-stade(config-subif)#ip nat inside
R1-stade(config-subif)#standby 30 ip 172.20.2.3
R1-stade(config-subif)#standby 30 priority 150
R1-stade(config-subif)#standby 30 prempt
                              ^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1-stade(config-subif)#standby 30 preempt
```

Figure 8 - Configuration HSRP groupe 30 : IP virtuelle 172.20.2.3, priorité 150, preempt

Chaque VLAN dispose de son propre groupe HSRP avec une IP virtuelle dédiée. Le routeur R1-stade est configuré en priorité 150 (routeur actif) avec l'option preempt, ce qui lui permet de reprendre le rôle actif automatiquement après une panne temporaire.

3.3 Routage dynamique OSPF - Chemins alternatifs

Le protocole OSPF (Open Shortest Path First) est un protocole de routage dynamique à état de liens. Il calcule automatiquement les meilleurs chemins vers chaque réseau et recalcule les routes en cas de changement de topologie (panne d'un lien). C'est un élément essentiel de la tolérance de panne inter-sites.

Configuration OSPF sur Routeur B (hub central)

```
Routeur-B#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Routeur-B(config)#router ospf 1
Routeur-B(config-router)# router-id 2.2.2.2
Routeur-B(config-router)# network 20.6.6.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-B(config-router)# network 20.5.5.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-B(config-router)# network 20.4.4.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-B(config-router)# network 20.2.2.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-B(config-router)# network 172.11.0.0 0.0.0.255 area 0
Routeur-B(config-router)# passive-interface gi0/1
Routeur-B(config-router)#end
Routeur-B#
```

Figure 9 - OSPF sur Routeur-B : router-id 2.2.2.2, réseaux annoncés, passive-interface gi0/1

Configuration OSPF sur Routeur C

```
router ospf 1
 router-id 3.3.3.3
 log-adjacency-changes
 network 20.5.5.0 0.0.0.3 area 0
 network 20.1.1.0 0.0.0.3 area 0
!
```

Figure 10 - OSPF sur Routeur-C : router-id 3.3.3.3, réseaux 20.5.5.0 et 20.1.1.0

Configuration OSPF sur Routeur D

```
Routeur-D>en
Routeur-D#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Routeur-D(config)#router ospf 1
Routeur-D(config-router)#router-id 4.4.4.4
Routeur-D(config-router)#network 20.4.4.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-D(config-router)#20.3.3.0 0.0.0.3 area 0
                        ^
% Invalid input detected at '^' marker.

Routeur-D(config-router)#network 20.3.3.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-D(config-router)#end
Routeur-D#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Figure 11 - OSPF sur Routeur-D : router-id 4.4.4.4, réseaux annoncés

Configuration OSPF sur Routeur E

```
Routeur-E(config)#router ospf 1
Routeur-E(config-router)# router-id 5.5.5.5
Routeur-E(config-router)# network 20.2.2.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-E(config-router)# network 20.1.1.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-E(config-router)# network 20.3.3.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-E(config-router)# network 20.0.0.0 0.0.0.3 area 0
Routeur-E(config-router)# network 172.12.0.0 0.0.0.255 area 0
Routeur-E(config-router)# passive-interface gi0/1
Routeur-E(config-router)#end
Routeur-E#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Figure 12 - OSPF sur Routeur-E : router-id 5.5.5.5, hub de sortie vers les serveurs

Le Routeur E est un noeud central qui interconnecte plusieurs réseaux WAN et le réseau serveur (172.12.0.0/24). La commande passive-interface gi0/1 empêche l'envoi de messages OSPF vers le segment serveur, tout en annonçant ce réseau aux autres routeurs.

Configuration OSPF sur Router A bis (routeur de secours)

```
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname RtAbis
RtAbis(config)#
RtAbis(config)#
RtAbis(config)#conf t
%Invalid hex value
RtAbis(config)#router ospf 1
OSPF process 1 cannot start. There must be at least one "up" IP interface
RtAbis(config-router)# router-id 7.7.7.7
RtAbis(config-router)# network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
RtAbis(config-router)# network 20.7.7.0 0.0.0.3 area 0
RtAbis(config-router)# passive-interface fa0/1
RtAbis(config-router)#end
RtAbis#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

RtAbis#
```

Figure 13 - OSPF sur RtAbis : router-id 7.7.7.7, réseaux 192.168.0.0 et 20.7.7.0

Réseau OSPF complémentaire sur Routeur D

```
tAbis(config)#
tAbis(config)#conf t
Invalid hex value
tAbis(config)#interface fa0/1
tAbis(config-if)# ip address 192.168.0.253 255.255.255.0
tAbis(config-if)# no shutdown

tAbis(config-if)#end
tAbis#
LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up

LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up

SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Figure 14 - Ajout du réseau 20.7.7.0 dans OSPF sur Routeur D

Le routeur de secours RtAbis est intégré au domaine OSPF avec son propre router-id (7.7.7.7). Il annonce le réseau local 192.168.0.0 et le lien série vers Routeur D (20.7.7.0/30), créant ainsi un chemin alternatif pour atteindre le réseau du stade en cas de panne du Routeur A principal.

3.4 HSRP inter-sites - Basculement de passerelle

En complément du routage OSPF, nous avons mis en place HSRP sur les routeurs du réseau local pour assurer la redondance de la passerelle par défaut (192.168.0.1). Le Routeur-A est le routeur actif (priorité 150) et le Routeur A bis est le routeur standby (priorité 100).

HSRP sur Routeur-A (actif, priorité 150)

```
Routeur-A>en
Routeur-A#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Routeur-A(config)#interface fa0/1
Routeur-A(config-if)# standby 1 ip 192.168.0.1
Routeur-A(config-if)# standby 1 priority 150
Routeur-A(config-if)# standby 1 preempt
Routeur-A(config-if)#
```

Figure 15 - HSRP groupe 1 sur Routeur-A : IP virtuelle 192.168.0.1, priorité 150

HSRP sur RtAbis (standby, priorité 100)

```
RtAbis#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
RtAbis(config)#interface fa0/1
RtAbis(config-if)# standby 1 ip 192.168.0.1
RtAbis(config-if)# standby 1 priority 100
RtAbis(config-if)# standby 1 preempt
RtAbis(config-if)#
```

Figure 16 - HSRP groupe 1 sur RtAbis : IP virtuelle 192.168.0.1, priorité 100

En fonctionnement normal, Routeur-A est le routeur actif pour le groupe HSRP 1 (priorité 150). Si Routeur-A tombe en panne, RtAbis prend automatiquement le relais car il a une priorité de 100 et est le seul routeur restant. Lorsque Routeur-A revient en ligne, grâce à l'option preempt, il reprend automatiquement le rôle actif.

3.5 Configuration des interfaces et NAT

Interface série RtAbis vers Routeur D

```
RtAbis#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
RtAbis(config)#conf t
%Invalid hex value
RtAbis(config)#interface s0/0/0
RtAbis(config-if)# ip address 20.7.7.2 255.255.255.252
RtAbis(config-if)# no shutdown
RtAbis(config-if)#end
RtAbis#
```

Figure 17 - Configuration de l'interface série s0/0/0 sur RtAbis (20.7.7.2/30)

Interface FastEthernet RtAbis vers le LAN

```
Routeur-B#show ip ospf neighbor


Neighbor ID     Pri   State           Dead Time   Address         Interface
5.5.5.5           0   FULL/  -        00:00:34    20.2.2.1        Serial0/1/1
3.3.3.3           0   FULL/  -        00:00:38    20.5.5.1        Serial0/0/1
4.4.4.4           0   FULL/  -        00:00:34    20.4.4.1        Serial0/1/0
Routeur-B#
```

Figure 18 - Configuration de Fa0/1 sur RtAbis (192.168.0.253/24)

NAT Outside sur R1-stade

```
R1-stade(config-subif)#interface fastethernet0/1
R1-stade(config-if)#ip address dhcp
R1-stade(config-if)#ip nat outside
R1-stade(config-if)#duplex auto
R1-stade(config-if)#speed auto
```

Figure 19 - Configuration de l'interface outside (Fa0/1) avec DHCP et NAT

ACL et NAT Overload sur R1-stade

```
R1-stade(config)#$de source list 10 interface fastehternet0/1 overlo
                                                ^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1-stade(config)#$de source list 10 interface fastehternet0/1 overload
ip nat inside source list 10 interface fastehternet0/1 overload
                                       ^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1-stade(config)#$de source list 10 interface Fastehternet0/1 overload
ip nat inside source list 10 interface Fastehternet0/1 overload
                                       ^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1-stade(config)#$de source list 10 interface Gigabit0/1 overload
                                                ^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1-stade(config)#$de source list 10 interface Fastethernet0/1 overload

R1-stade(config)#$de source list 20 interface Fastethernet0/1 overload

R1-stade(config)#$de source list 30 interface Fastethernet0/1 overload

R1-stade(config)#ip classless
R1-stade(config)#
R1-stade(config)#access-list 10 permit 172.20.0.0 0.0.0.255
R1-stade(config)#access-list 20 permit 172.20.1.0 0.0.0.255
R1-stade(config)#access-list 30 permit 172.20.1.0 0.0.0.127
```

Figure 20 - Configuration des ACL et NAT overload pour les VLAN 10, 20 et 30

La configuration NAT permet aux trois VLAN (172.20.0.0/24, 172.20.1.0/24 et 172.20.1.128/25) d'accéder à Internet via la traduction d'adresses PAT (NAT overload) sur l'interface FastEthernet 0/1 configurée en DHCP côté FAI.

4. Rapport de tests de panne

Cette section présente les résultats des tests de validation de la redondance et de la tolérance de panne. Chaque test vérifie un scénario de défaillance et mesure la capacité de l'infrastructure à maintenir la continuité de service.

4.1 Vérification OSPF - Voisinage

La commande **show ip ospf neighbor** permet de vérifier que les adjacences OSPF sont correctement établies entre les routeurs. Un état FULL indique une adjacence complète et fonctionnelle.

```
Routeur-B#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Routeur-B(config)#interface s0/0/1
Routeur-B(config-if)# shutdown

Routeur-B(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/1, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/1, changed state to down

02:01:44: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 3.3.3.3 on Serial0/0/1 from FULL to DOWN, Neighbor Down:
Interface down or detached
```

Figure 21 - show ip ospf neighbor sur Routeur-B : 3 voisins en état FULL

Le Routeur-B a trois voisins OSPF actifs : Routeur-E (5.5.5.5), Routeur-C (3.3.3.3) et Routeur-D (4.4.4.4), tous en état FULL. La topologie OSPF est complète et opérationnelle.

4.2 Test de coupure de lien (failover OSPF)

Pour simuler une panne, nous avons désactivé l'interface Serial0/0/1 sur le Routeur-B (lien vers Routeur-C) avec la commande **shutdown**. OSPF doit détecter la perte de l'adjacence et recalculer les routes via un chemin alternatif.

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>192.168.0.254
Invalid Command.

C:\>PING 192.168.0.254

Pinging 192.168.0.254 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.0.254: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.254:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

Figure 22 - Shutdown de l'interface Serial0/0/1 : perte de l'adjacence OSPF avec Routeur-C (3.3.3.3)

Le message OSPF-5-ADJCHG confirme que le voisin 3.3.3.3 (Routeur-C) est passé de FULL à DOWN suite à la coupure du lien. OSPF va maintenant recalculer les routes pour atteindre les réseaux de Routeur-C via un chemin alternatif (par exemple via Routeur-D ou Routeur-E).

Vérification du voisinage après la panne

```
Routeur-B(config-if)#exit
Routeur-B(config)#exit
Routeur-B#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Routeur-B#show ip ospf neighbor


Neighbor ID     Pri   State           Dead Time   Address         Interface
5.5.5.5           0   FULL/  -        00:00:35    20.2.2.1        Serial0/1/1
4.4.4.4           0   FULL/  -        00:00:35    20.4.4.1        Serial0/1/0
Routeur-B#
```

Figure 23 - show ip ospf neighbor après la coupure : 2 voisins restants en FULL

Après la coupure, le Routeur-B ne conserve que deux voisins (Routeur-E et Routeur-D). Les routes vers les réseaux auparavant accessibles via Routeur-C sont recalculées automatiquement par OSPF à travers les chemins alternatifs disponibles.

4.3 Test de connectivité inter-sites

Nous vérifions que la connectivité est maintenue malgré les reconfigurations, en testant les ping depuis différents points du réseau.

Ping vers les routeurs distants depuis Routeur-A

```
Routeur-A>ping 20.1.1.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 20.1.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 6/51/67 ms

Routeur-A>ping 20.0.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 20.0.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 26/40/66 ms
```

Figure 24 - Ping réussi vers 20.1.1.1 et 20.0.0.1 depuis Routeur-A (100% success)

Ping vers le serveur distant depuis un PC

```
C:\>ping 172.11.0.1

Pinging 172.11.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 172.11.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.11.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.11.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.11.0.1: bytes=32 time=36ms TTL=126

Ping statistics for 172.11.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 36ms, Average = 9ms
```

Figure 25 - Ping réussi vers 172.11.0.1 (Serv-B) depuis un poste client

Ping vers la passerelle depuis un PC

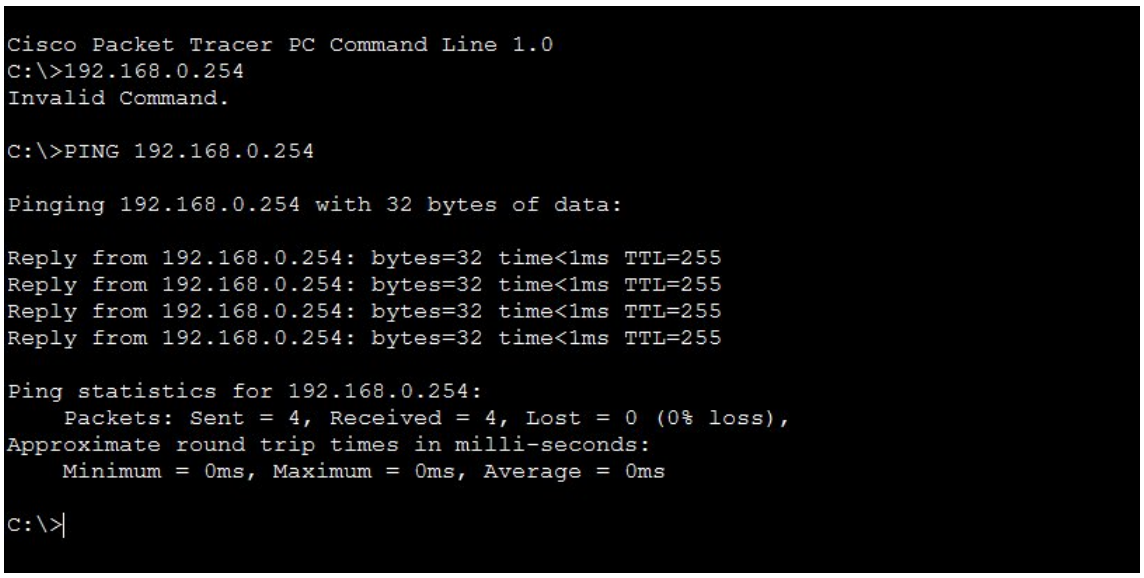

Figure 26 - Ping vers 192.168.0.254 depuis un poste Packet Tracer (0% loss)

4.4 Test d'accès aux services (Web)

Le test ultime de la continuité de service consiste à vérifier que les utilisateurs peuvent toujours accéder aux services applicatifs. Nous avons testé l'accès au serveur web SERV-Y (172.12.0.1) depuis le poste PC-A.

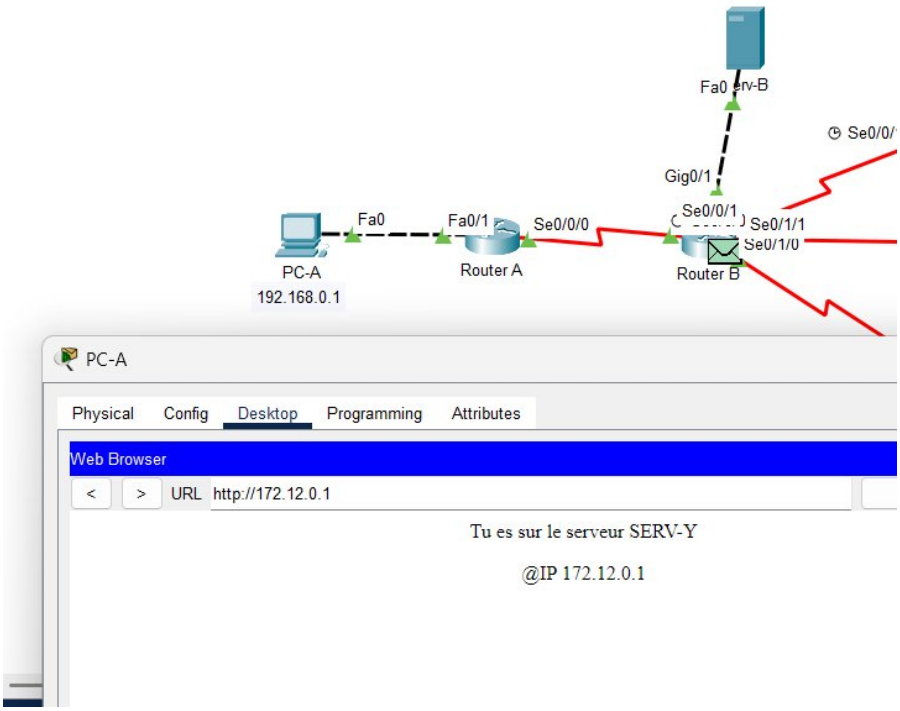

Figure 27 - Accès au serveur Web SERV-Y (172.12.0.1) depuis PC-A via le navigateur

Le navigateur du poste PC-A affiche correctement la page du serveur SERV-Y, confirmant que le routage OSPF fonctionne et que les services restent accessibles à travers l'infrastructure multi-routeurs.

Synthèse des tests

Test réalisé	Résultat	Observation
EtherChannel Fa0/23-24	OK	Agrégation active, trafic réparti
HSRP VLAN 10, 20, 30	OK	IP virtuelles opérationnelles
HSRP passerelle 192.168.0.1	OK	Basculement actif/standby fonctionnel
OSPF - Adjacences	OK	Tous les voisins en état FULL
Coupure lien Routeur-B/C	OK	Reconvergence OSPF automatique
Ping inter-sites	OK	0% de perte, temps < 70ms
Accès serveur Web distant	OK	Page affichée correctement

5. Documentation - Continuité de service

Ce chapitre synthétise les mécanismes de haute disponibilité mis en place dans l'infrastructure StadiumCompany et fournit les procédures en cas d'incident.

5.1 Mécanismes de redondance déployés

Couche	Mécanisme	Description	Temps de basculement
Couche 2 (Switch)	EtherChannel (LACP)	Agrégation de 2 liens physiques en 1 lien logique	Instantané (< 1 sec)
Couche 3 (Passerelle)	HSRP	IP virtuelle partagée entre 2 routeurs (actif/standby)	~3-10 secondes (hello timer)
Couche 3 (Routage)	OSPF	Routage dynamique avec chemins alternatifs	~5-40 secondes (convergence)

5.2 Procédure en cas de panne

Scénario 1 : Panne du routeur principal (Routeur-A)

1. HSRP détecte la perte du routeur actif (absence de hello)
2. RtAbis (standby) prend le rôle de passerelle active (IP virtuelle 192.168.0.1)
3. OSPF recalcule les routes via le lien RtAbis - Routeur D
4. Le trafic est redirigé automatiquement, sans intervention humaine
5. Quand Routeur-A revient en ligne, il reprend le rôle actif (preempt)

Scénario 2 : Coupure d'un lien WAN

1. OSPF détecte la perte de l'adjacence sur l'interface affectée
2. Le routeur concerné envoie un LSU (Link State Update) à tous les voisins
3. Les tables de routage sont recalculées dans tout le domaine OSPF
4. Le trafic emprunte un chemin alternatif via les liens restants
5. Temps de convergence estimé : 5 à 40 secondes

Scénario 3 : Panne d'un lien EtherChannel

1. Le protocole LACP détecte la perte d'un membre du groupe
2. Le trafic est immédiatement redirigé sur le(s) lien(s) restant(s)
3. La bande passante disponible est réduite mais le service continue
4. Basculement quasi instantané (< 1 seconde)

6. Compétences E5 validées

Compétence E5	Mise en oeuvre dans cette mission
Vérifier les conditions de continuité d'un service	Mise en place de HSRP, OSPF et EtherChannel. Tests de basculement et mesure des temps d'interruption.
Gérer le patrimoine informatique	Documentation de l'architecture redondante, inventaire des équipements et configurations.
Mettre à disposition un service informatique	Déploiement des mécanismes de haute disponibilité pour garantir l'accès aux services en permanence.
Travailler en mode projet	Planification des travaux, tests structurés, documentation et livrables conformes au cahier des charges.

7. Conclusion

La mission 4 a permis de mettre en place une infrastructure réseau hautement disponible pour StadiumCompany, capable de résister aux pannes matérielles sans interruption visible pour les utilisateurs. Trois niveaux de redondance ont été déployés avec succès.

Au niveau de la couche 2, l'agrégation de liens EtherChannel (LACP) entre les commutateurs assure la continuité du trafic en cas de perte d'un câble, avec un basculement quasi instantané. Au niveau de la couche 3, le protocole HSRP fournit une passerelle virtuelle redondante qui bascule automatiquement vers un routeur de secours en cas de défaillance du routeur principal. Enfin, le protocole OSPF assure un routage dynamique intelligent avec des chemins alternatifs entre tous les sites.

Les tests de validation ont confirmé le bon fonctionnement de l'ensemble des mécanismes : la coupure d'un lien WAN provoque une reconvergence OSPF automatique, le basculement HSRP est transparent pour les utilisateurs, et les services (accès Web, ping inter-sites) restent opérationnels à tout moment.

Cette infrastructure est désormais capable de supporter les événements majeurs du stade (matchs, concerts) avec un niveau de résilience adapté aux exigences de la direction.