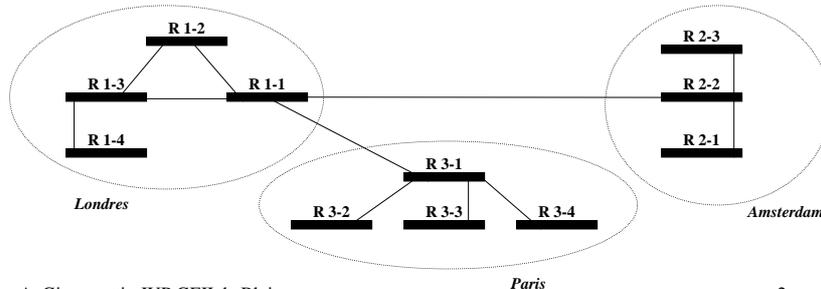


Le routage dynamique

- **Objectif du routage dynamique**
 - Construction automatique et maintien dans un état cohérent des tables de routage des routeurs
- **Fonctionnement du routage dynamique**
 - Un protocole de routage dynamique décrit notamment :
 - *quelles sont les informations de routage échangées entre routeurs ?*
 - *comment ces informations sont échangées ?*
 - *à quels moments ces informations sont échangées ?*
 - *comment sont localisés les destinataires des informations de routage ?*

Le routage dynamique

- **Différents types de protocoles**
 - De routage intérieur (Interior Routing Protocol)
 - *Pour la gestion des routeurs à l'intérieur d'un inter-réseau ou système autonome*
 - De routage extérieur (Exterior Routing Protocol)
 - *Pour l'échange de données avec les autres systèmes autonomes*



Le routage dynamique

- **Classes de protocoles de routage intérieur**
 - **A vecteur de distance** (distance vector routing)
 - *RIP* = Routing Information Protocol
 - *IRGP* = Interior Routing Gateway Protocol
 - *EIRGP* = Extended IRGP (protocole constructeur Cisco)
 - **A état de lien** (link state routing)
 - *OSPF* = Open Shortest Path First
 - *IS-to-IS* = Intermediate System to Intermediate System (version Integrated IS-to-IS pour le routage intérieur)
- **Principaux protocoles de routage extérieur**
 - *EGP* = Exterior Gateway Protocol
 - *BGP* = Border Gateway Protocol

Protocoles à vecteur de distance

- **Principe de fonctionnement**
 - Basé sur l'échange d'informations (tables de routage) entre routeurs adjacents (connectés directement)
 - **Au départ**, chaque routeur connaît uniquement le coût de ses propres liaisons (pour atteindre les routeurs adjacents)
 - *Les métriques les plus utilisées* : nombre de sauts (hops), délai ou ticks (1/18 s), bande passante, charge, fiabilité
 - Quand un routeur reçoit une nouvelle table, pour chaque entrée (réseau destination) :
 - si elle n'est pas dans sa table, il la rajoute
 - si elle offre une meilleure alternative (en terme de coût) qu'une entrée déjà existante dans sa table, il modifie cette dernière entrée
 - sinon, il n'y a pas de changement

Processus détaillé

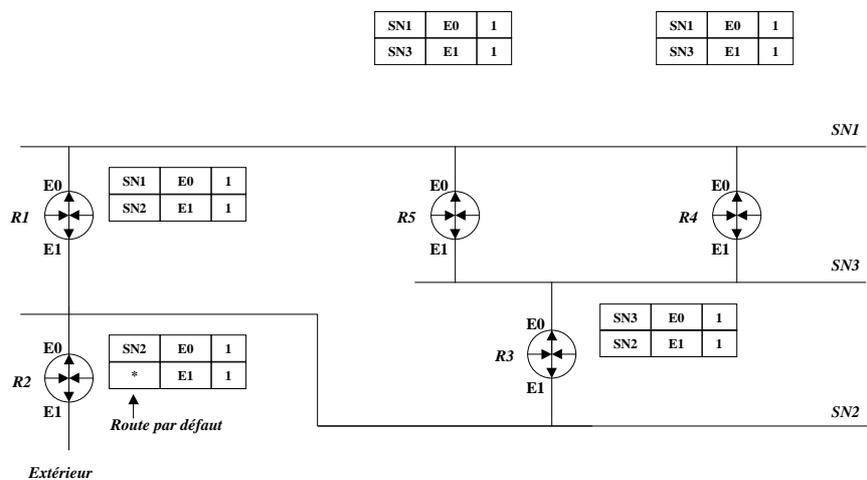
• Notations pour un routeur R

- $R[X].exists = true$ ssi une route existe pour la destination X
- $R[X].next =$ saut suivant pour atteindre X
- $R[X].cost =$ coût total pour atteindre X

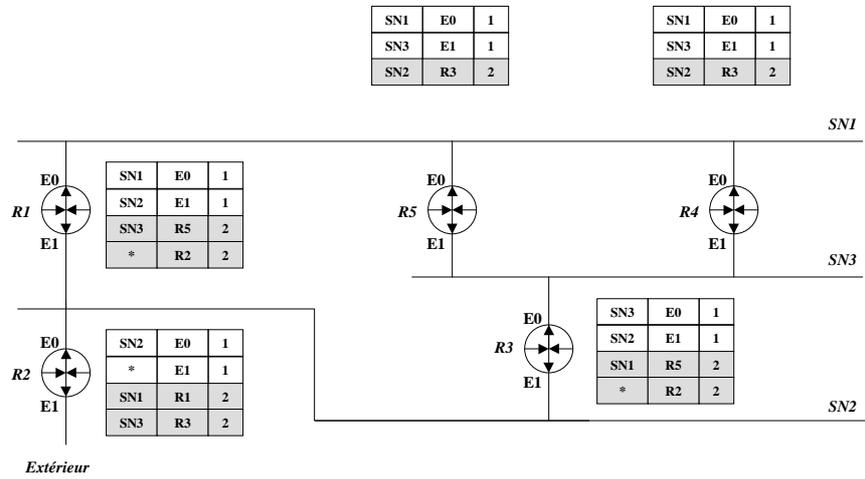
• Principe de fonctionnement

- R1 reçoit la table de routage de R2 sur un liaison de coût « y »
- Pour toute destination X telle que $R2[X].exists = true$
 - Si $R1[X].exists = false$,
alors $R1[X].exists = true$, $R1[X].next = R2$ et $R1[X].cost = R2[X].cost + y$
 - Si $R1[X].exists = true$ et $R1[X].next \neq R2$ et $R1[X].cost > R2[X].cost + y$,
alors $R1[X].next = R2$ et $R1[X].cost = R2[X].cost + y$
 - Si $R1[X].exists = true$ et $R1[X].next = R2$,
alors $R1[X].cost = R2[X].cost + y$
- **Note** : le troisième cas permet de prendre en compte des mises à jour

Scénario A (1)



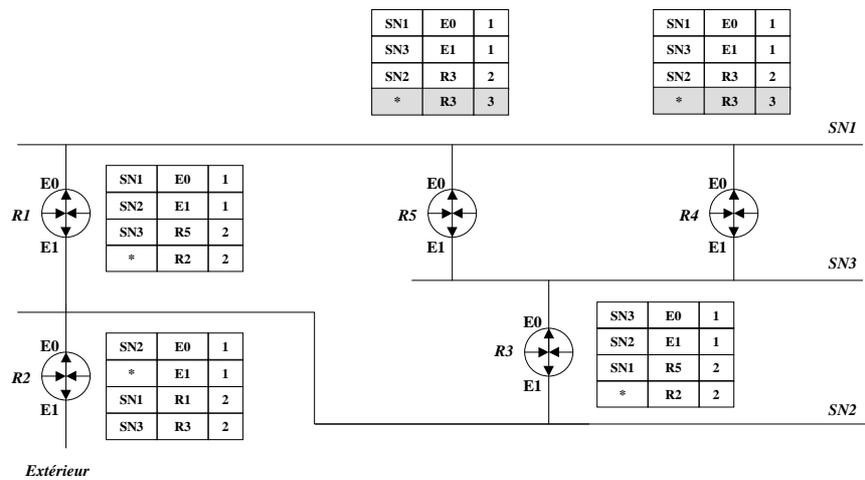
Scénario A (2)



A. Giacometti - IUP GEII de Blois

7

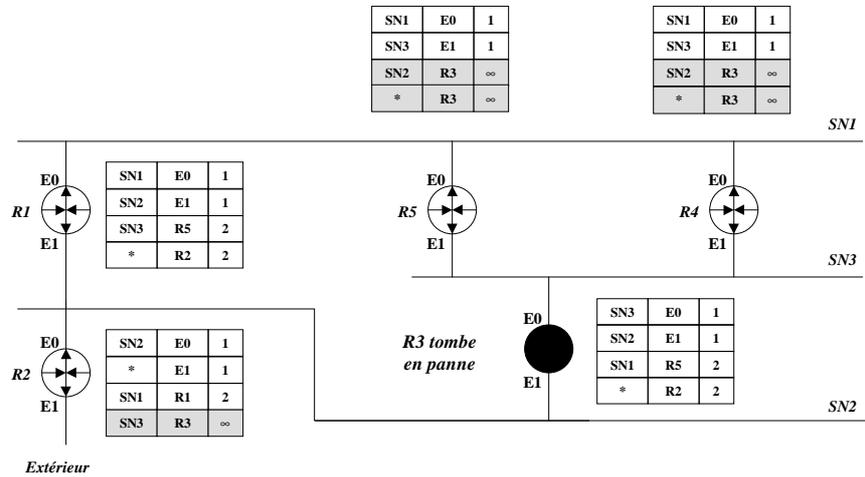
Scénario A (3)



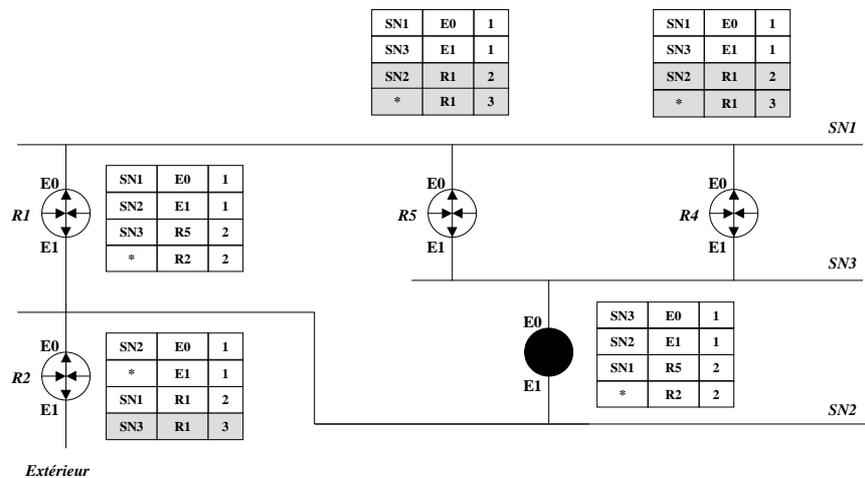
A. Giacometti - IUP GEII de Blois

8

Scénario A (4)



Scénario A (5)



Routing Information Protocol

- **Métrique**
 - Fonction du nombre de sauts (hops)
- **Avantages**
 - Distribué avec toutes les versions d'Unix
 - Très facile à mettre en œuvre pour les petites infrastructures
- **Inconvénients**
 - Routes limitées à 16 sauts pour résoudre les problèmes de convergence (apparition de boucles)
 - Métrique ne tenant pas compte des performances des liaisons
 - Fortement consommateur de bande passante (la totalité des tables de routage sont transmises)
 - Pas de possibilité de masquer les sous-réseaux (un seul masque possible sur tout le réseau - limitation supprimée dans RIP-2)
 - Problèmes de convergence non résolu (malgré les algorithmes de l'horizon coupé et du poison inverse)

Interior Gateway Routing Protocol

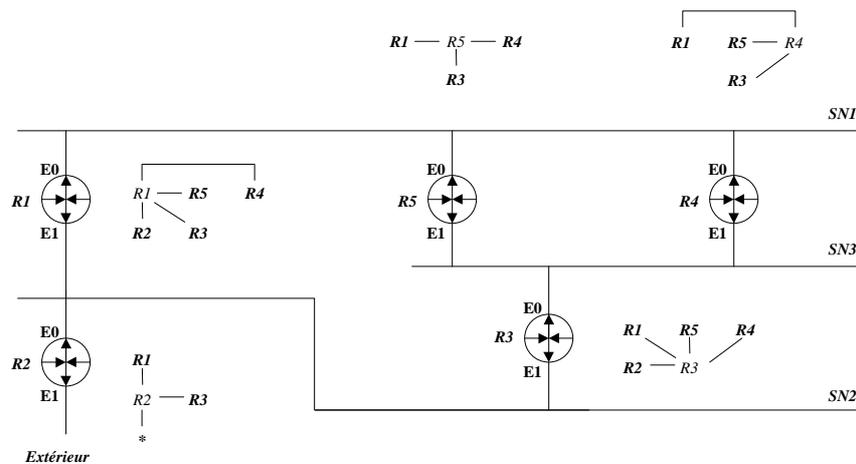
- **Métrique**
 - Paramétrable en fonction :
 - *des délais de transmission offerts par les liaisons,*
 - *des bandes passantes, taux d'occupation et fiabilité des liaisons*
- **Avantages**
 - Capacité à gérer des inter-réseaux de tailles quelconques
 - Capacité à gérer plusieurs routes en parallèle
 - Capacité à prendre en compte plusieurs masques de sous-réseaux
- **Inconvénient**
 - Saturation des lignes de secours en cas d'incidents
 - Met en œuvre des algorithmes brevetés, ce qui en fait une solution constructeur (Cisco)

Protocoles à état de lien

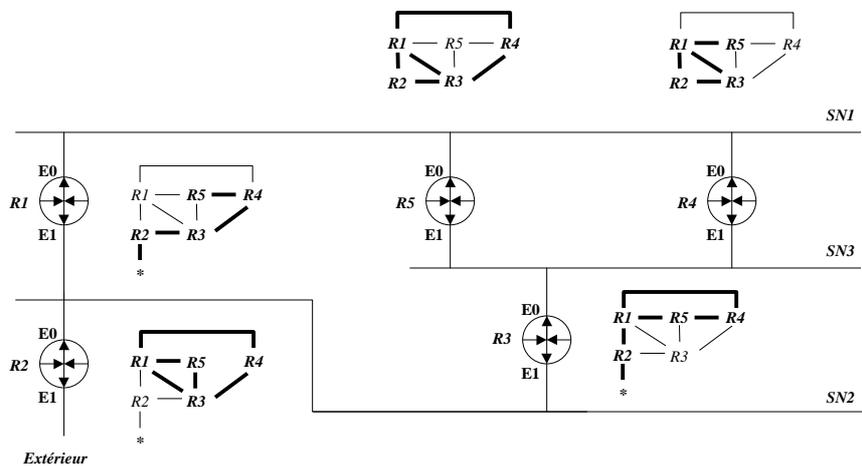
- **Principe de fonctionnement**

- Basé sur la découverte par chaque routeur de la topologie complète du réseau
- Chaque routeur commence par identifier ses voisins
- Chaque routeur transmet ensuite régulièrement à ses voisins :
 - des paquets de mise à jour d'état de lien (*Link State Packet*) avec :
 - les identifiants de ses voisins
 - les coûts pour les atteindre
 - les paquets *LSP* qu'il a lui-même reçus
- De proche en proche, chaque routeur :
 - obtient une vision complète de la topologie du réseau
 - peut appliquer un algorithme de type *Dijkstra* pour calculer les plus courts chemins et déterminer sa table de routage

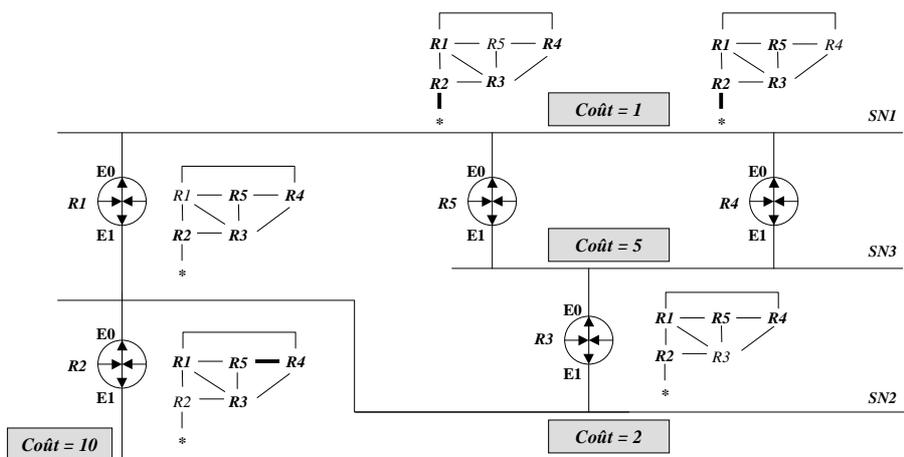
Scénario B (1)



Scénario B (2)



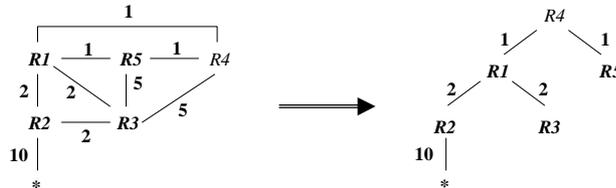
Scénario B (3)



Scénario B (4)

- **Pour le routeur R4**

- Calcul d'un arbre des plus courts chemins



- Calcul de sa table de routage

– Examen pour chaque sous-réseau les routeurs qui y sont connectés directement

| Destination | Prochain Saut | Coût |
|-------------|---------------|---------------|
| SN1 | E0 | 1 |
| SN2 | R1 | $1 + 2 = 3$ |
| SN3 | E1 | 3 |
| * | R1 | $3 + 10 = 13$ |

Coût d'émission sur SN3
 Coût d'émission vers l'extérieur depuis R2
 Coût pour atteindre R2

Protocoles à état de lien

- **Open Shortest Path First**

- Protocole à état de lien par excellence
- Utilisable uniquement pour des réseaux fonctionnant sous IP
- Permet de définir des zones de routage interconnectées par un réseau fédérateur
- Distingue trois types de routeurs :
 - *Fédérateur* : uniquement connectés au réseau fédérateur
 - *De frontière* : relié à plusieurs zones
 - *Interne* : relié à une seule zone

- **Integrated IS-to IS**

- Issu du monde OSI
- Permet de transporter des informations de route pour divers types de protocoles (pas seulement TCP/IP)

Conclusion routage dynamique

- **Choix d'un type de protocole**

- Les protocoles à état de lien sont caractérisés par :
 - *Un meilleur temps de convergence*
 - *Un trafic moins important en cas de panne de liaison*
 - *Une meilleur adaptation aux grands réseaux (plus de 1500 nœuds, routeurs ou hôtes)*
- En contrepartie, les protocoles à état de lien doivent faire face à :
 - *Une surcharge de travail pour les processeurs des routeurs (par le calcul des plus courts chemins)*
 - *Une augmentation de la capacité mémoire nécessaire dans les routeurs*

En pratique

- **Pour examiner la configuration courante**

- Quelle est la table de routage d'un routeur ?
 - `show ip route`
 - Chaque ligne de la table est précédée d'une lettre indiquant son origine (C = interface directement connectée, R = RIP, I = IGRP, S = static)
- Quels sont les protocoles de routage (ex : RIP, IGRP) actifs ?
 - `show ip protocols`
 - Permet de visualiser les principaux paramètres de configuration des protocoles actifs et leurs distances administratives
 - Plus la **distance administrative** d'un protocole de routage est faible, plus les routes qu'il fournit sont prioritaires
 - » 1 pour les routes statiques
 - » 100 pour les routes fournies par IGRP
 - » 110 pour les routes fournies par OSPF
 - » 120 pour les routes fournies par RIP
 - » etc.