

# Les protocoles de routage dynamique dans l'Internet

---

# IP - Le routage

---

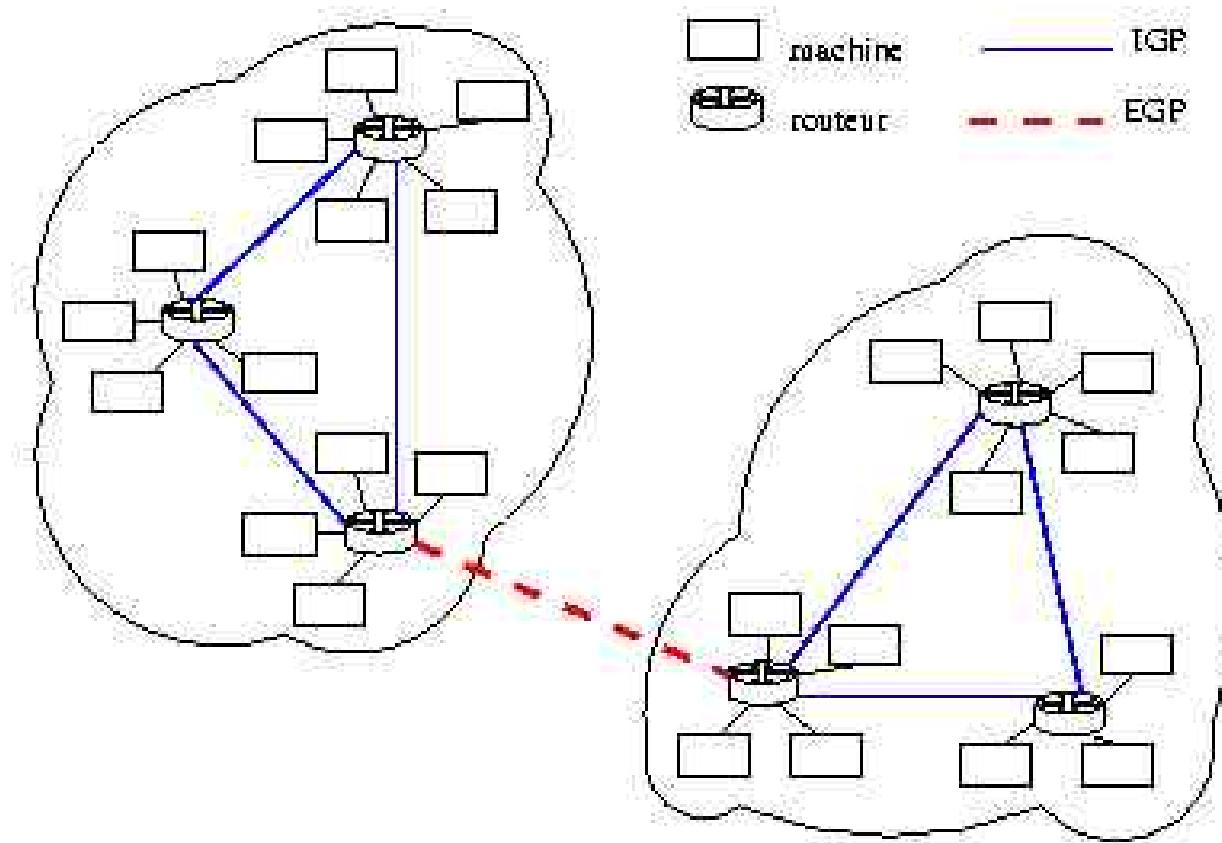
- ♦ Table de routage
  - ★ Manuellement
  - ★ Automatiquement et dynamiquement
    - RIP, OSPF, etc ...
- ♦ Chaque routeur est indépendant
  - ★ Problème de cohérence globale

# Routage dynamique

---

- Éviter la configuration **manuelle**
- Gérer dynamiquement les **changements** de routes
- **Hiérarchie** des échanges d'information
  - ★ Notion de **système autonome**
  - ★ Deux types de protocoles de routage
    - *Interior Gateway Protocol*
    - *Exterior Gateway Protocol*

# Routage hiérarchique



# Classes de protocoles

---

- ♦ Deux grandes classes de protocole

- ★ *Distance Vector*

- Envoi périodique des tables de routage aux voisins
    - Plus court chemin calculé de façon distribuée

- ★ *Link State*

- Construction du graphe localement
    - Messages liés aux changements de connectivité des liens
    - Calcul local sur chaque routeur du plus court chemin

# Routing Information Protocol (RIP)

---

- Algorithme de Ford-Fulkerson (1962)
- Première implantation par Xerox pour XNS
- Première utilisation pour IP par `routed` des Unix BSD
- Algorithme de type « vecteur de distances »
- Documenté en 1988 par la RFC 1058
- Encapsulé dans UDP port 520
- Prévu pour supporter d'autres protocoles que IP

# RIP - Algorithme de mise à jour

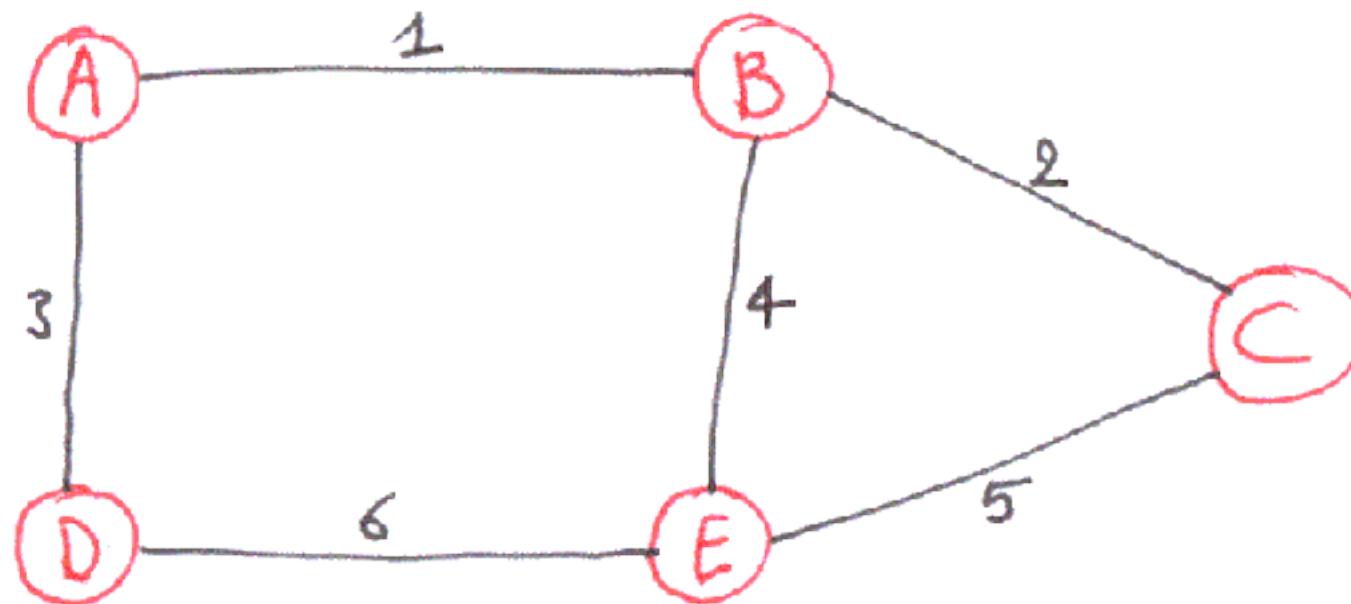
---

- ♦ Si entrée n'existe pas et  $<$  infini
  - ★ Ajout avec bonne métrique et prochain routeur
  - ★ Initialisation temporisation
- ♦ Si entrée présente et nouvelle  $<$  ancienne
  - ★ Mise à jour métrique et prochain routeur
  - ★ Réinitialisation temporisation
- ♦ Si entrée présente et routeur suivant = émetteur
  - ★ Mise à jour de la métrique
  - ★ Réinitialisation temporisation

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0

## Un exemple



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0

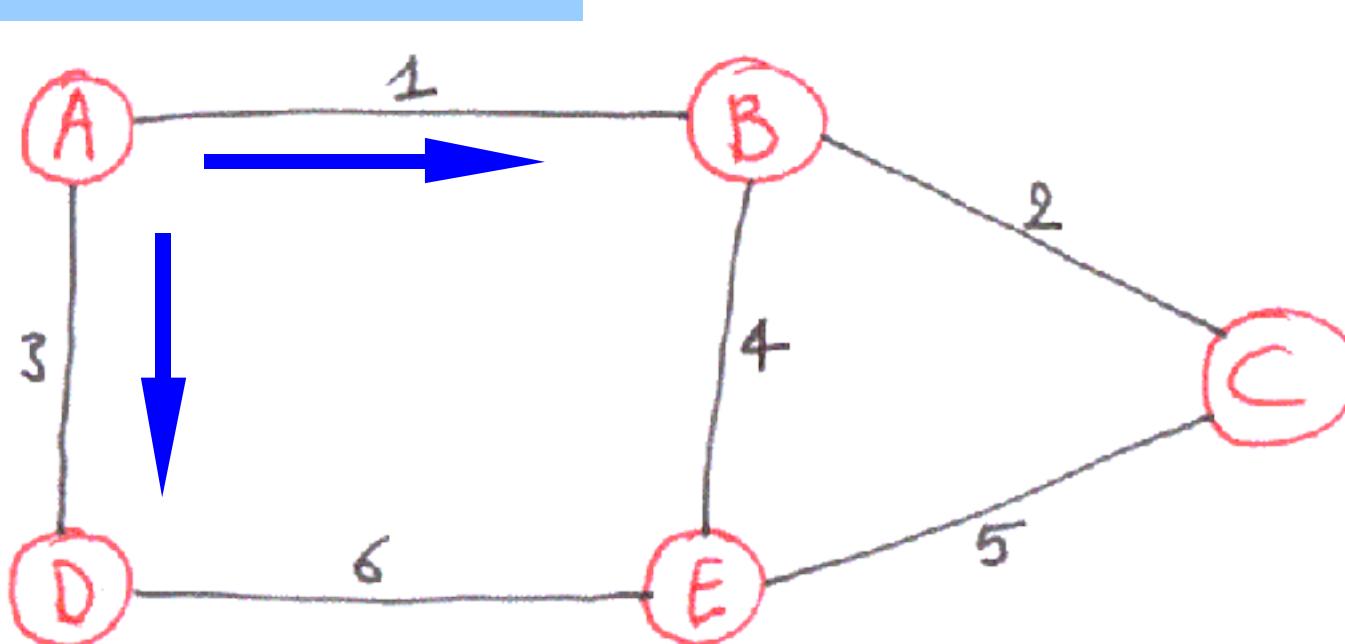
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0

## Un exemple



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0

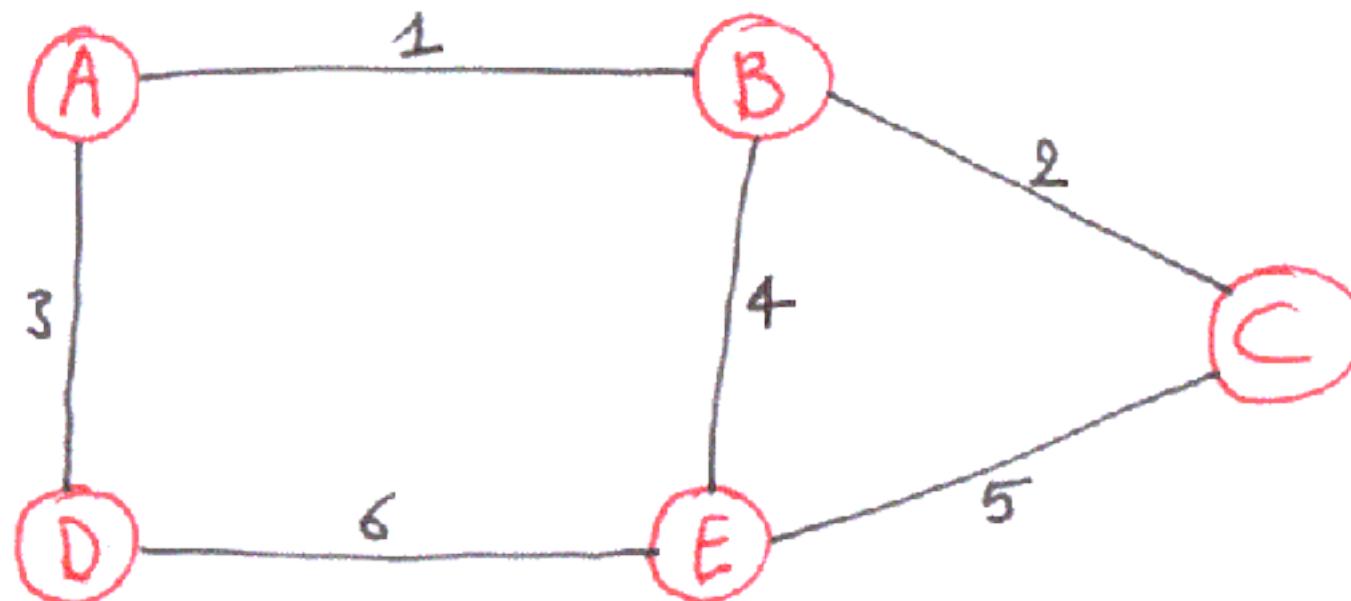
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0

## Un exemple



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0

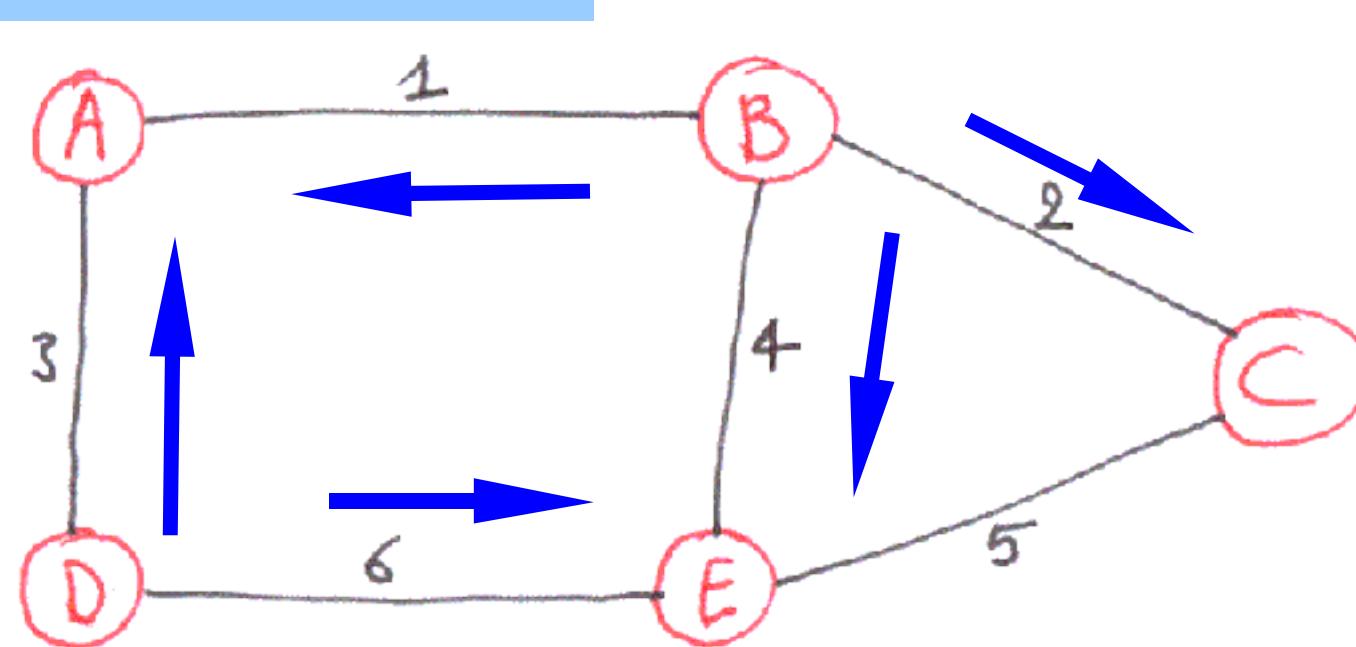
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0

## Un exemple



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0

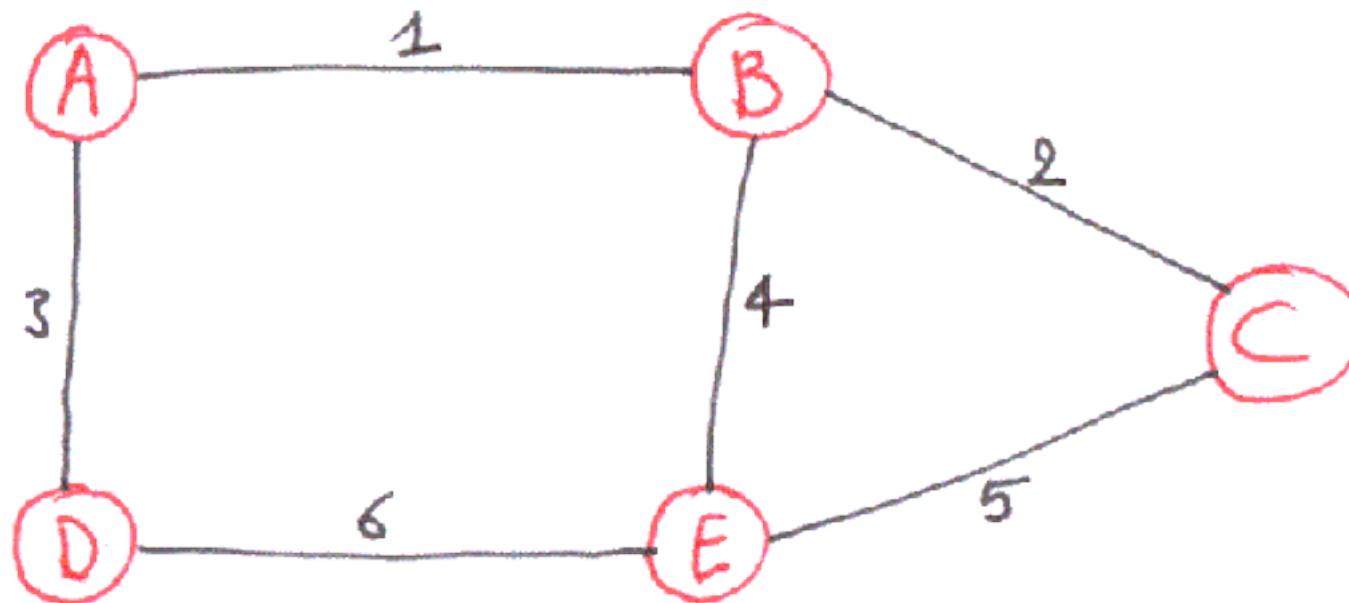
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
A	4	2
D	6	1

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	1
A	2	2

## Un exemple



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	1
D	3	1

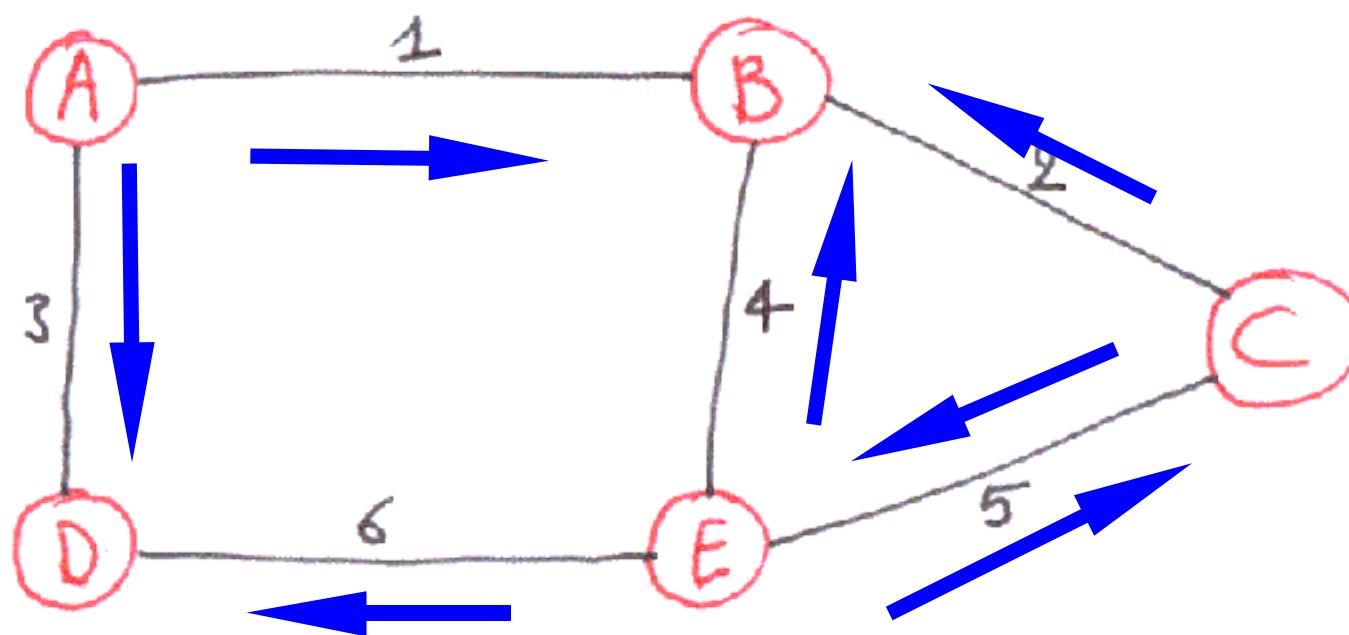
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
A	4	2
D	6	1

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	1
A	2	2

## Un exemple



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	1
D	3	1

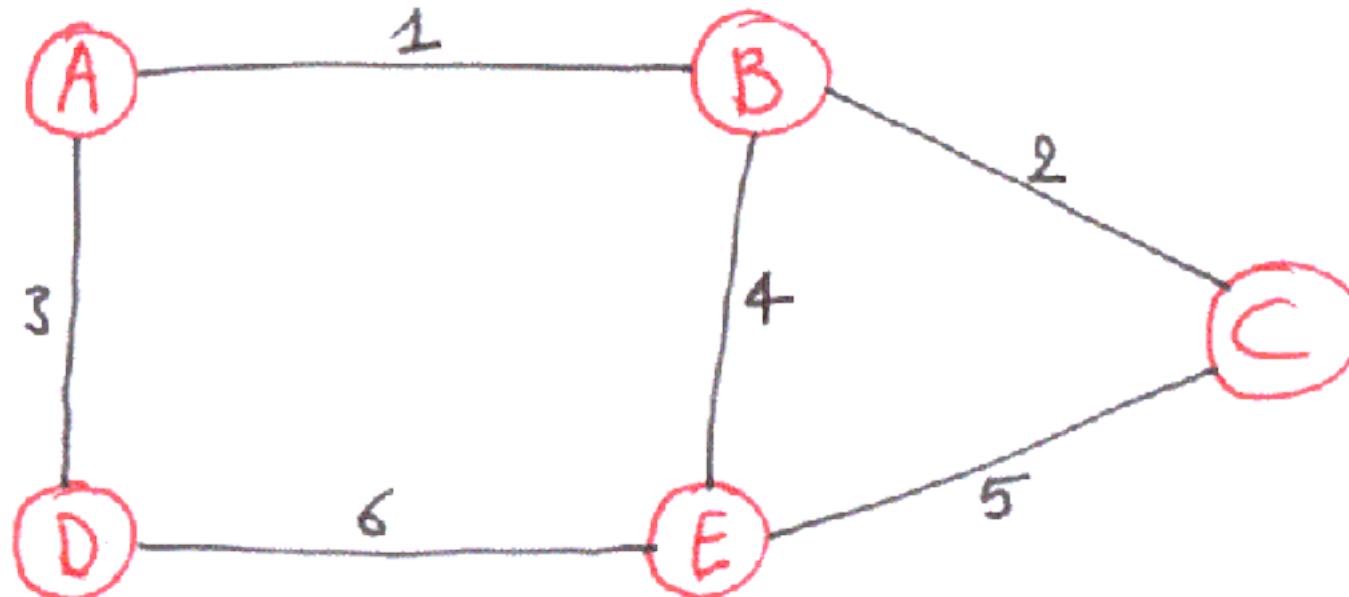
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
A	4	2
D	6	1
C	5	1

## Un exemple

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
A	2	1
E	5	1



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	1
D	3	1

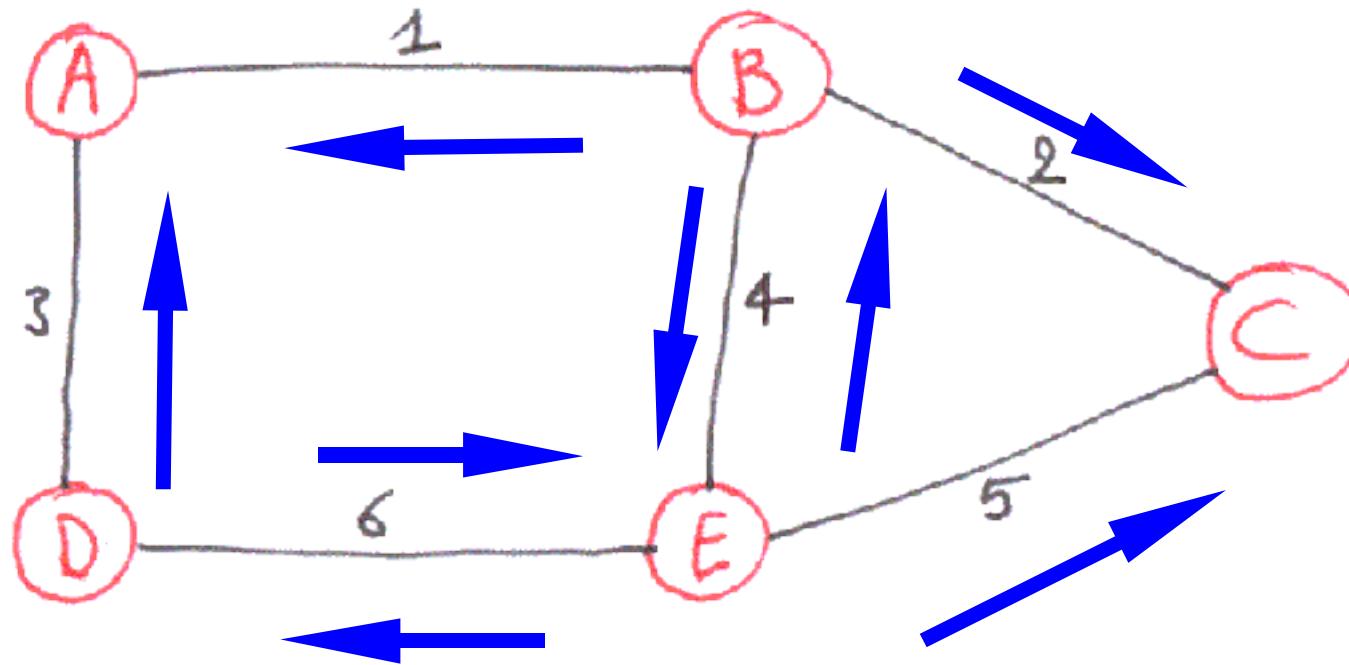
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1
D	1	2
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
B	3	2
E	6	1

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
A	4	2
D	6	1
C	5	1

## Un exemple

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
A	2	1
E	5	1



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	1
D	3	1

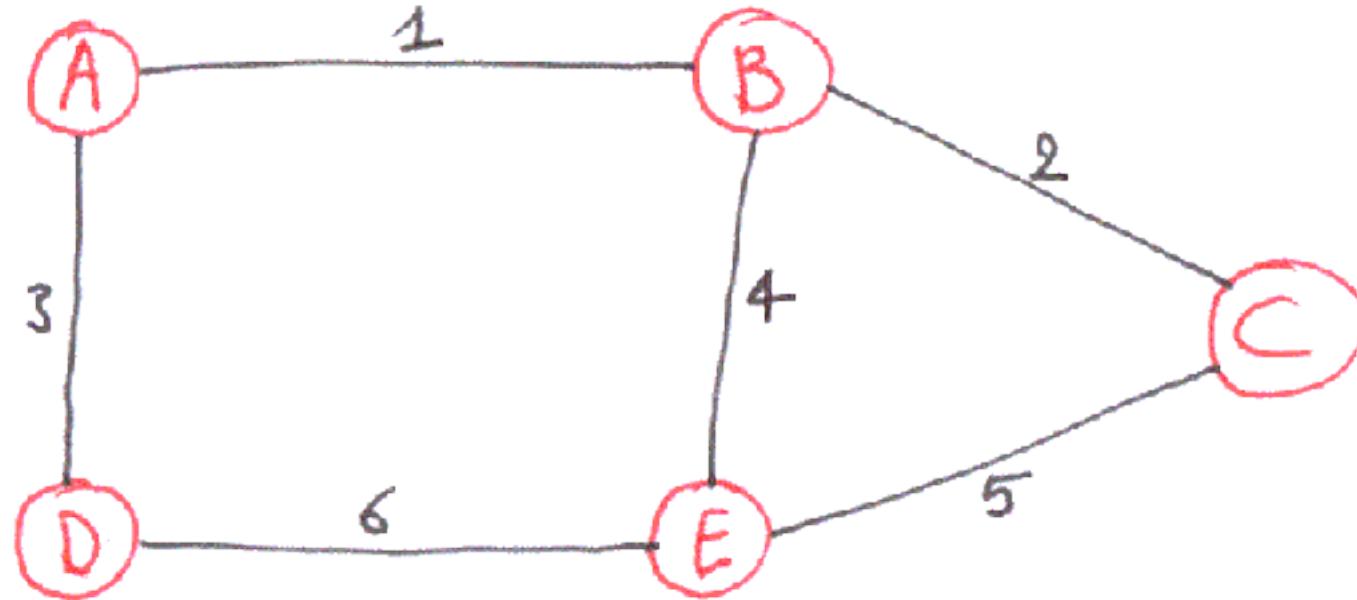
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1
D	1	2
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
B	3	2
E	6	1

De	E à	Liaison	Coût
	E	Locale	0
	B	4	1
	A	4	2
	D	6	1
	C	5	1

# Un exemple

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
A	2	1
E	5	2
D	5	2



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	1
D	3	1
C	1	2
E	1	2

De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	1
D	1	2
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
B	3	2
E	6	1
C	6	2

# RIP - Les messages émis

---

- Chaque message contient une entrée et une métrique
  - ★ Valeur 16 correspond à l'infini
- Métrique infinie non transmise (sauf en déclenché)
- Pas de masque => pas de différence entre sous-réseau et hôte => entrées de type sous-réseau regroupées si émise sur autre réseau
- Maximum de 25 entrées par message

# RIP - La validation des messages

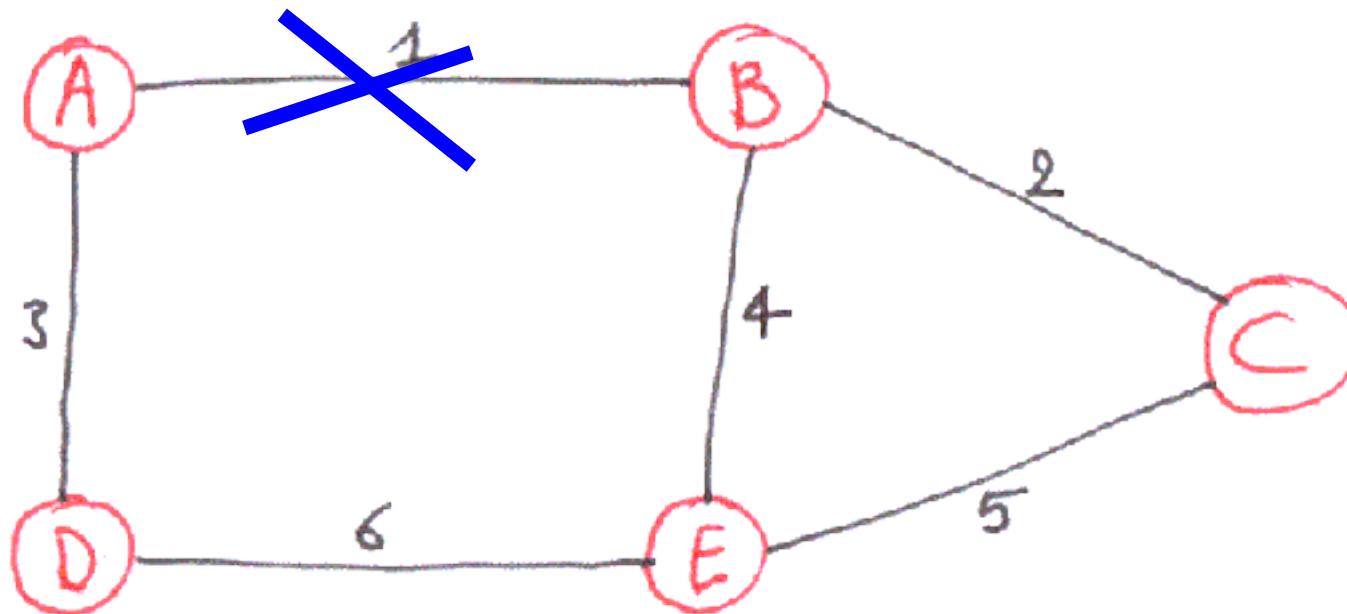
---

- ♦ Validation des messages
  - ★ Adresse de classe A, B ou C
  - ★ Pas réseau 127, ni 0
  - ★ Pas adresse de diffusion pour hôte
  - ★ Métrique < infini
- ♦ Prochain routeur = émetteur du message

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
A	4	2
D	6	1
C	5	1

## Une coupure

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
A	2	1
E	5	2
D	5	2



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	Inf
D	3	1
C	1	Inf
E	1	Inf

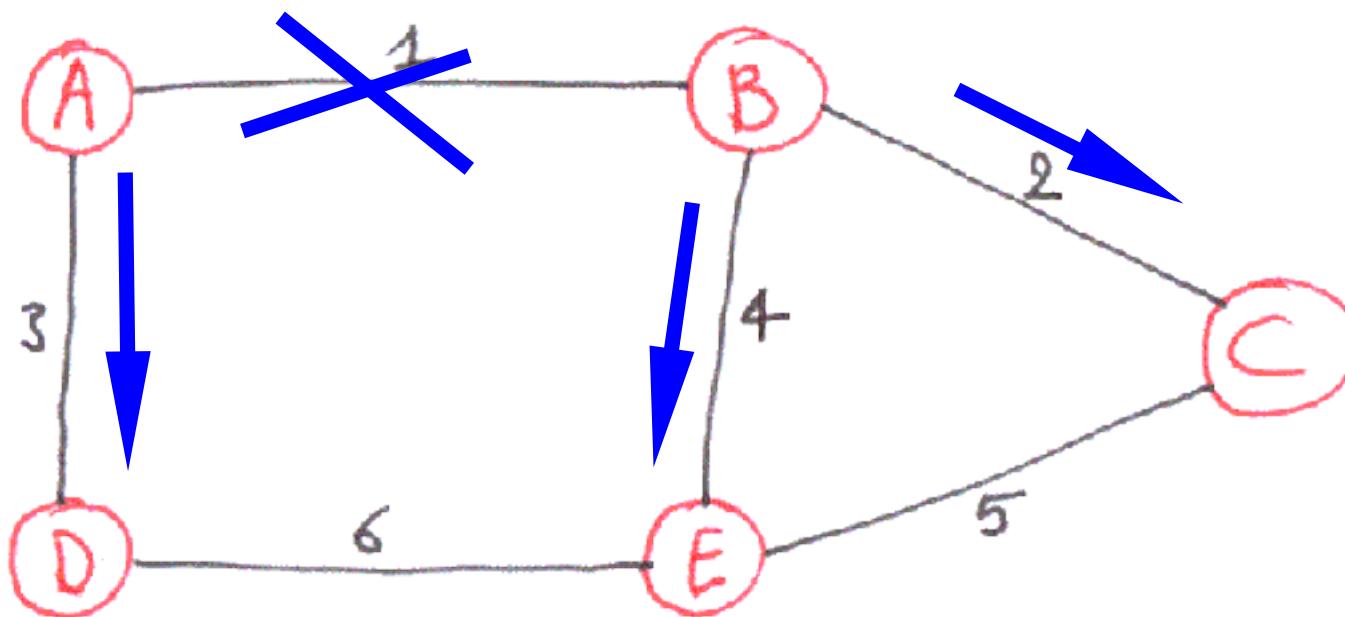
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	Inf
D	1	Inf
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
B	3	2
E	6	1
C	6	2

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
<b>A</b>	<b>4</b>	<b>Inf</b>
D	6	1
C	5	1

Une coupure

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
<b>A</b>	<b>2</b>	<b>Inf</b>
E	5	2
D	5	2



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	Inf
D	3	1
C	1	Inf
E	1	Inf

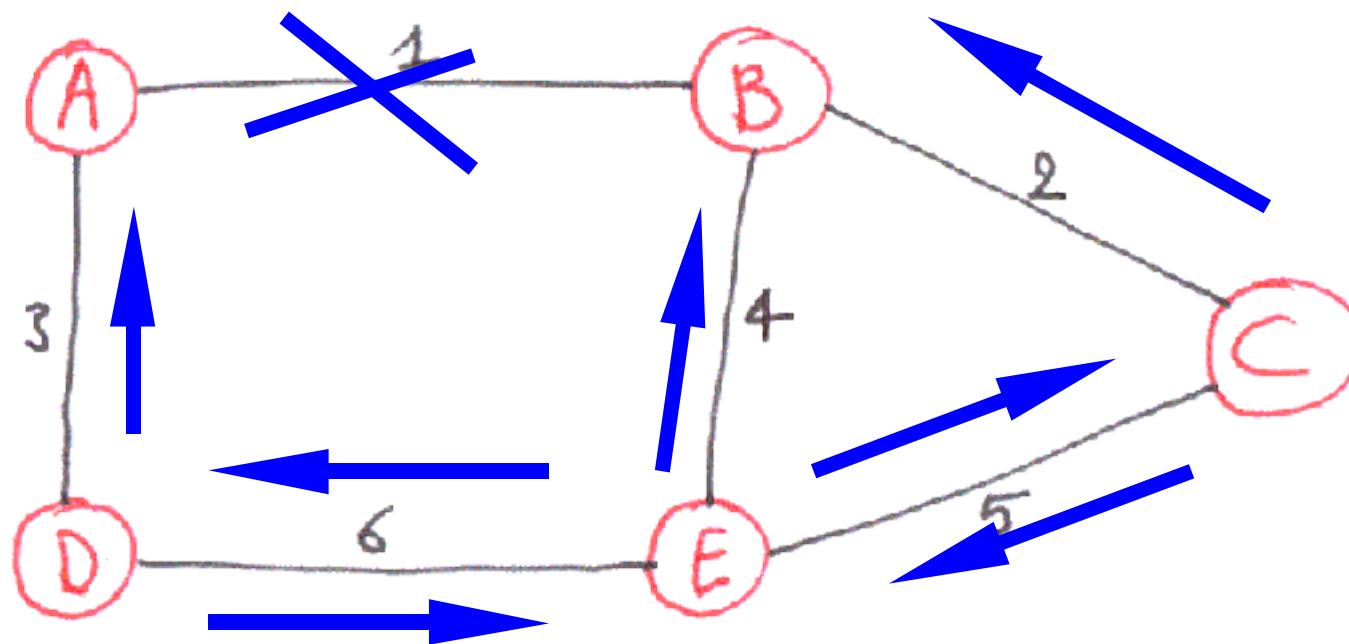
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	Inf
D	1	Inf
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
<b>B</b>	<b>3</b>	<b>Inf</b>
E	6	1
C	6	2

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
A	4	Inf
D	6	1
C	5	1

Une coupure

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
A	2	Inf
E	5	2
D	5	2



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	Inf
D	3	1
C	1	Inf
E	1	Inf

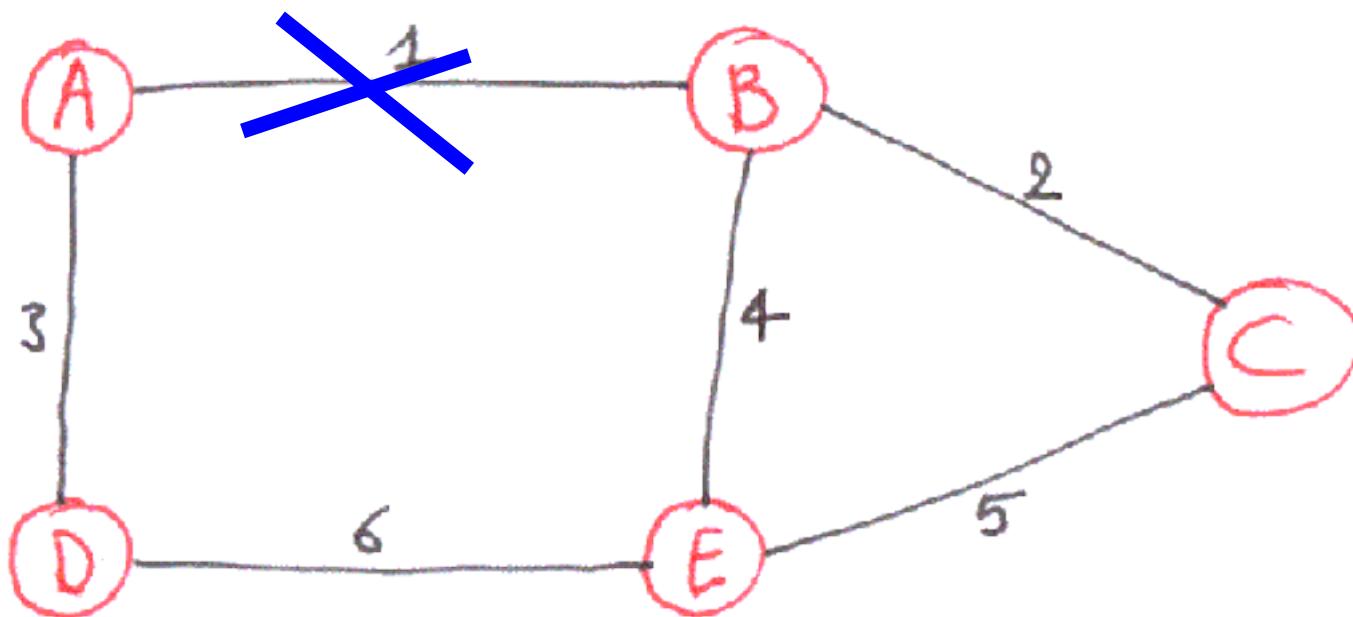
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	Inf
D	1	Inf
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
B	3	Inf
E	6	1
C	6	2

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
<b>A</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
D	6	1
C	5	1

## Une coupure

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
<b>A</b>	<b>2</b>	<b>Inf</b>
E	5	2
D	5	2



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	Inf
D	3	1
<b>C</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
E	3	2

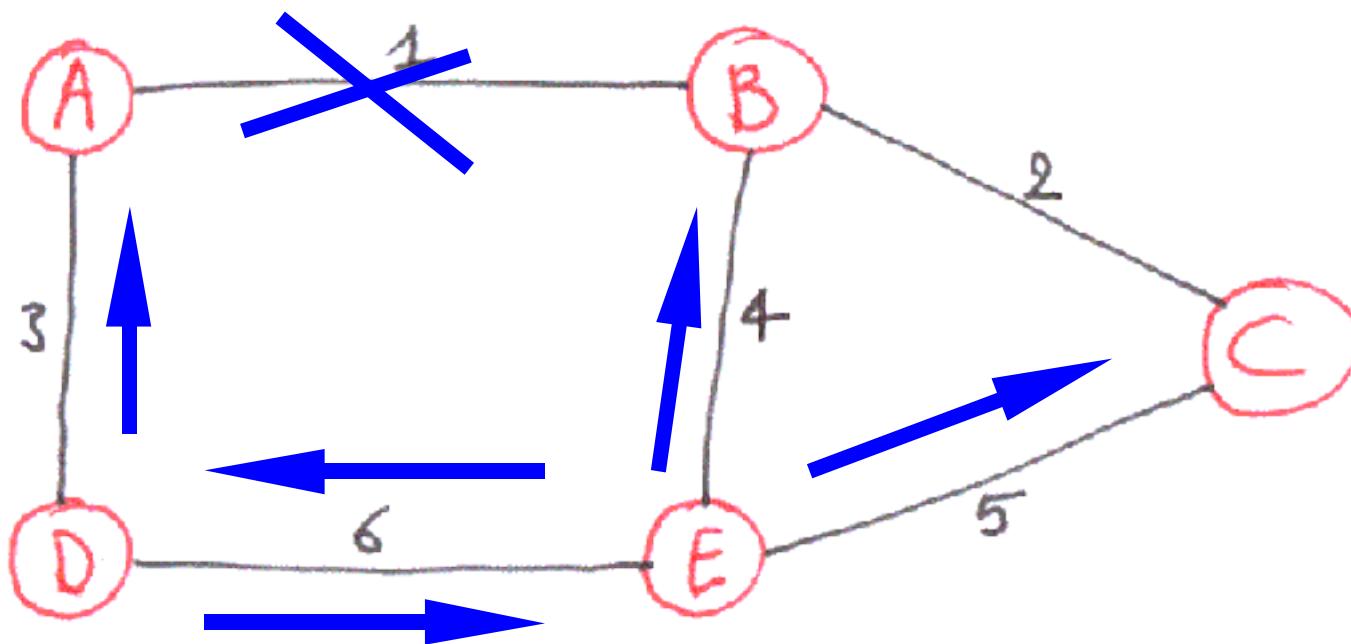
De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	Inf
<b>D</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
C	2	1
E	4	1

De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
<b>B</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
E	6	1
C	6	2

De E à	Liaison	Coût
E	Locale	0
B	4	1
<b>A</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
D	6	1
C	5	1

Une coupure

De C à	Liaison	Coût
C	Locale	0
B	2	2
<b>A</b>	<b>2</b>	<b>Inf</b>
E	5	2
D	5	2



De A à	Liaison	Coût
A	Locale	0
B	1	Inf
D	3	1
<b>C</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
E	3	2

De B à	Liaison	Coût
B	Locale	0
A	1	Inf
<b>D</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
C	2	1
E	4	1

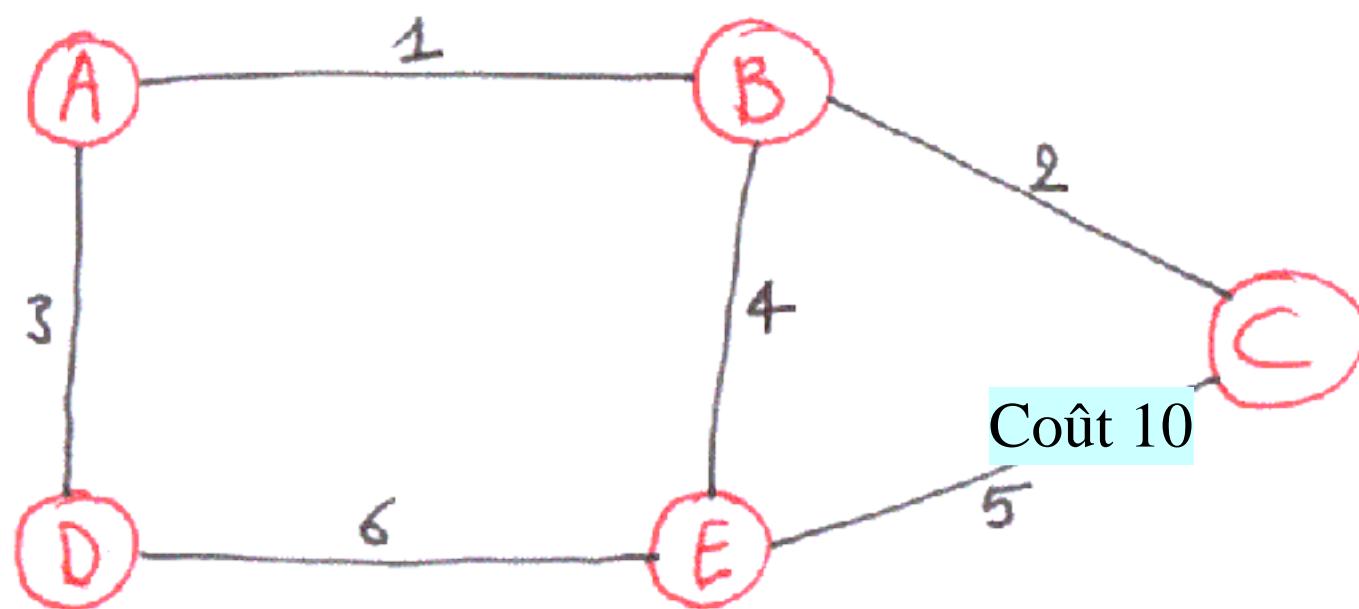
De D à	Liaison	Coût
D	Locale	0
A	3	1
<b>B</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
E	6	1
C	6	2

# RIP - Les boucles

---

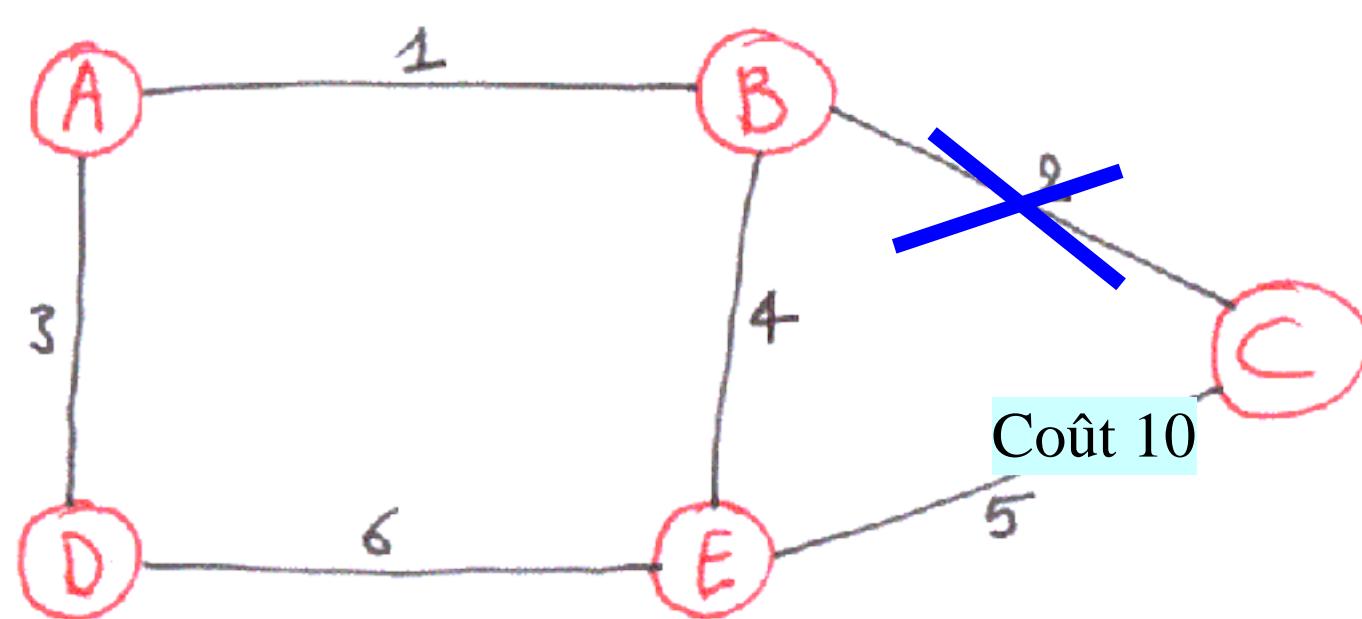
- Confiance faite aux autres routeurs
- Peut entraîner des boucles
- Augmente le trafic, peut entraîner la perte de mise à jour
- Repose sur TTL IP pour éliminer les datagrammes

# Un rebond



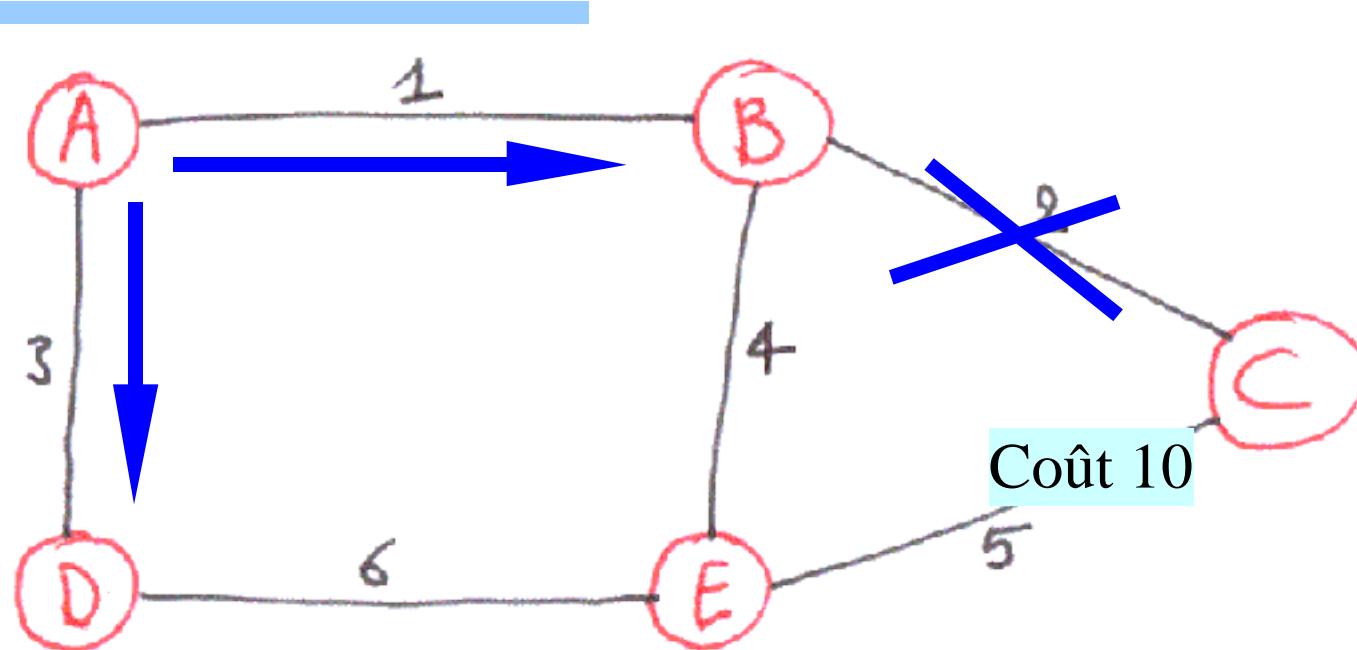
De	Liaison	Coût
A à C	1	2
B à C	2	1
C à C	Locale	0
D à C	3	3
E à C	4	2

# Un rebond



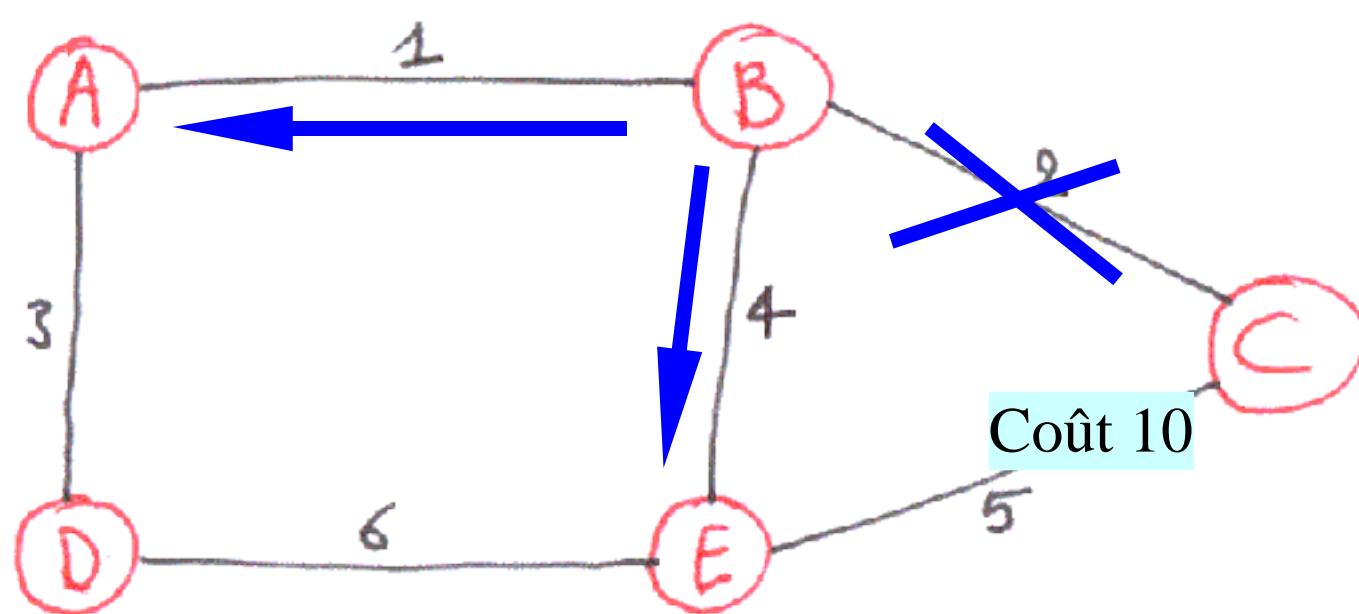
De	Liaison	Coût
A à C	1	2
B à C	2	Inf
C à C	Locale	0
D à C	3	3
E à C	4	2

# Un rebond



De	Liaison	Coût
A à C	1	2
B à C	1	3
C à C	Locale	0
D à C	3	3
E à C	4	2

# Un rebond



De	Liaison	Coût
A à C	1	4
B à C	1	3
C à C	Locale	0
D à C	3	3



De	Liaison	Coût
A à C	1	12
B à C	1	11
C à C	Locale	0
D à C	3	12
E à C	4	11



De	Liaison	Coût
A à C	1	12
B à C	1	11
C à C	Locale	0
D à C	6	11
E à C	5	10

# Compter jusqu'à l'infini

---

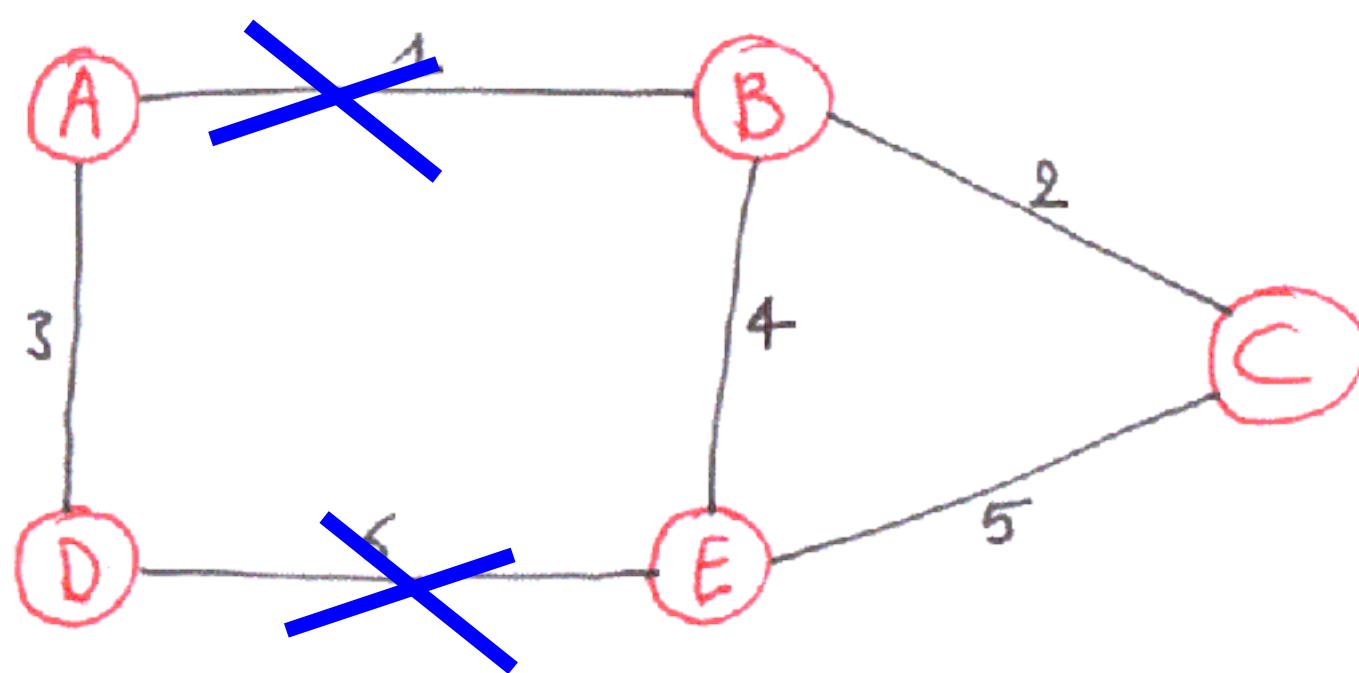
- ♦ S'il n'existe pas de chemin valide la boucle n'est jamais rompue
- ♦ Nécessité de donner une borne pour la distance
- ♦  $16 = \text{infini} \dots$

# Horizon Partagé

---

- ♦ Un route ne doit pas être annoncée sur la liaison où elle a été apprise
- ♦ Horizon Partagé avec retour Empoisonné
  - ★ Annonce d'un distance infini sur la liaison où la route a été apprise
- ♦ Des boucles peuvent toujours se former

# Horizon Partagé



De	Liaison	Coût
B à D	4	2
C à D	5	2
E à D	6	Inf

De	Liaison	Coût
B à D	4	Inf
C à D	5	2
E à D	6	Inf

De	Liaison	Coût
B à D	2	3
C à D	5	2
E à D	6	Inf

# RIP - Mise à jour déclenchée

---

- Émission dès qu'une entrée est modifiée
- Améliorer la vitesse de convergence du routage
- Évite parfois la formation de boucles
- Seules entrées modifiées transmises
- Temporisation aléatoire permet de regrouper les modifications découlant d'un même événement

# RIP - Les valeurs de temporisation

---

- Messages émis normalement toutes les 30 s
- Si une route n'est pas annoncée au moins une fois en trois minutes la distance devient infinie et une mise à jour est déclenchée

# RIP v2

---

- ♦ RFC 1387, 1388 et 1389
- ♦ Ajoute
  - ★ *Classless Inter Domain Routing* (CIDR)
  - ★ Authentification par mot de passe
  - ★ Identifiant de domaine (ignoré)
  - ★ Prochain relais  $\leftrightarrow$  émetteur
  - ★ Transmission multicast (224.0.0.9)
- ♦ Compatibilité ascendante avec v1

# RIP - D'autres améliorations

---

- ♦ Rompre la synchronisation qui entraîne congestion
  - ★ Ajout d'un délai aléatoire
- ♦ Éviter les mises à jour périodique en cas de lien payant
  - ★ Ajout d'un acquittement