Routage BGP

Philippe ISORCE

D’après les cours de Luc SACCAVINI © INRIA, Eric FLEURY © INSA LYON

Taghrid ASFOUR © CPE LYON, Benoit Lourdelet © Cisco Systems

Remerciements

- Luc Saccavini, INRIA
- Laurent Toutain, ENST Bretagne
- Isabelle Chrisment, LORIA
- Nick McKeown, Stanford University
- Eric Fleury, INSA Lyon, CITI
- Taghrid Asfour, CPE Lyon
- Benoit Lourdelet, Cisco Systems

Système autonome : AS

- AS : Ensemble de routeurs et de réseaux sous une administration unique : « *administrative domain* »
  - Entreprise, campus, opérateur, organisme,…
  - Les numéros d'AS « *AS number* » sont attribués :
    - Ressource rare : (2 bytes) 2**16
    - Délivrés par AFNIC-France et IANA
    - AS N° 64512 à 65535 numéros privés

Protocoles de routage extérieurs

Protocoles de routage	Intérieurs IGP	Extérieurs EGP
Objectifs	■Optimiser ■Fiabiliser	■Maintenir la connectivité ■Appliquer une stratégie de routage ■Sécuriser
Exemples	RIP, IGRP, OSPF	BGP (IBGP et EBGP)

Objectifs généraux de BGP

- Échanger des routes (du trafic) entre organismes indépendants
  - Opérateurs, ISP,…
  - Gros sites mono ou multi connectés
- Implémenter la politique de routage de chaque organisme
  - Respect des contrats passés entre organismes
  - Sûreté de fonctionnement
- Être indépendant des IGP utilisés en interne à l'organisme
- Supporter un passage à l'échelle (de l'Internet)
- Minimiser le trafic induit sur les liens
- Donner une bonne stabilité au routage

Principes généraux du protocole BGP

- Protocole de type ***PATH-vecteur***
- Chaque entité est identifiée par un numéro d'AS
- La granularité du routage est l'AS
- Le support de la session BGP est ***TCP:179***
  - garantie d'une bonne transmission des informations.
  - Envoi initial puis mise à jour
- Les sessions BGP sont établies entre les routeurs de bord d'AS
- Protocole point à point entre routeurs de bord d'AS
- Protocole symétrique
- Politique de routage → filtrage des routes apprises et annoncées
  - tout ou rien sur la route (annonce, prise en compte),
  - modification des attributs de la route pour modifier la préférence

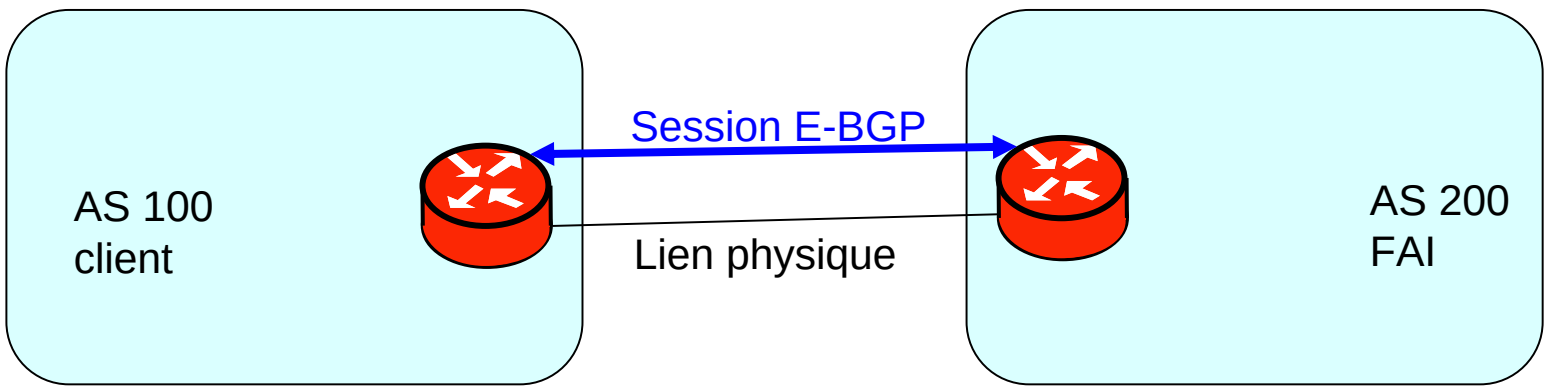
ne jamais oublier qu'annoncer une route vers un réseau c'est accepter du trafic à destination de ce réseau

BGP : Fonctionnement

- A l'initialisation :
  - Les deux routeurs BGP s'échangent leurs tables de routage.
  - Echange d'informations à chaque changement dans les tables de routage
  - Pas de mise à jour régulière comme dans RIP
- Chaque routeur envoie des messages « ***heartbeats*** » pour informer l'autre de sa viabilité.
- Chaque AS choisit lui même la route qu'il utilise sur la base des vecteurs de chemin reçus
  - La route choisie n'est pas forcement la plus courte
- Chaque AS choisit, en fonction de sa politique, les routes à déclarer aux voisins

Exemple de connexion BGP (1)

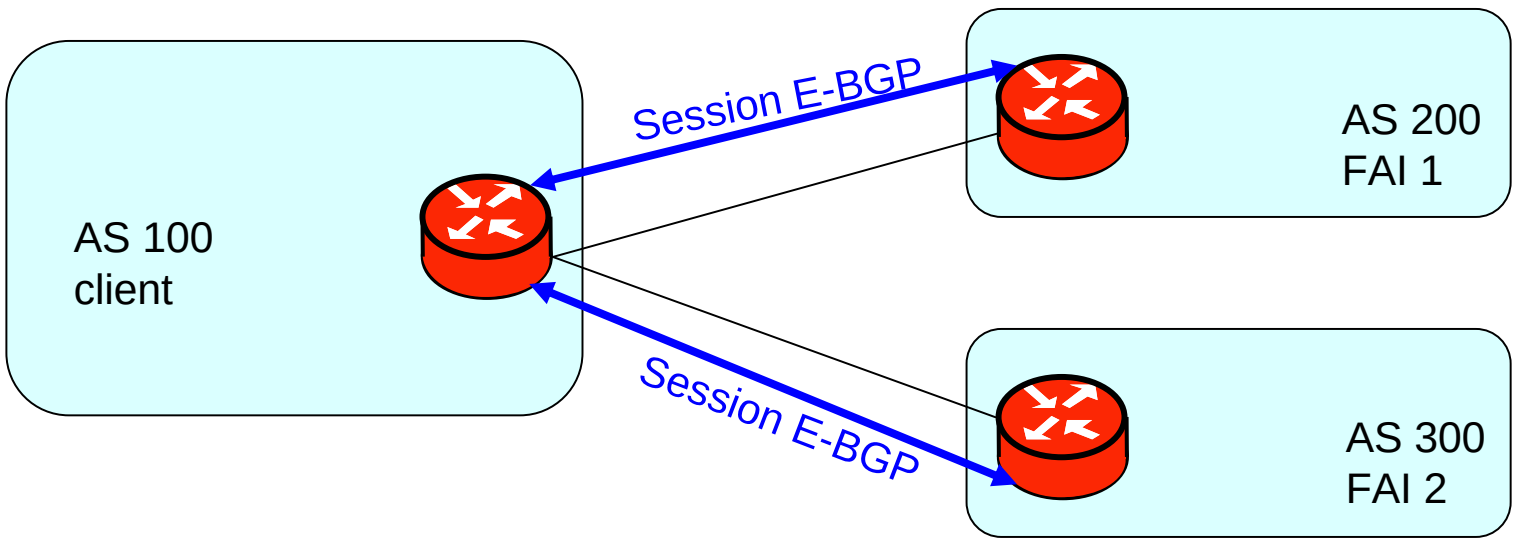
- Client connecté à un seul Fournisseur d'Accès Internet (FAI). Seuls les routeurs de bord de l'AS sont configurés.
- Les routeurs qui échangent leurs informations en BGP doivent être directement connectés (liaison point à point ou LAN partagé).
- L'utilisation de numéros d'AS privés est à éviter pour des AS terminaux (clients) car une connexion à un deuxième AS de transit (FAI) peut conduire à une configuration illégale.



AS officiels (enregistrés) : de 1 à 64511
AS privés (non-enregistrés) : de 64512 à 65535

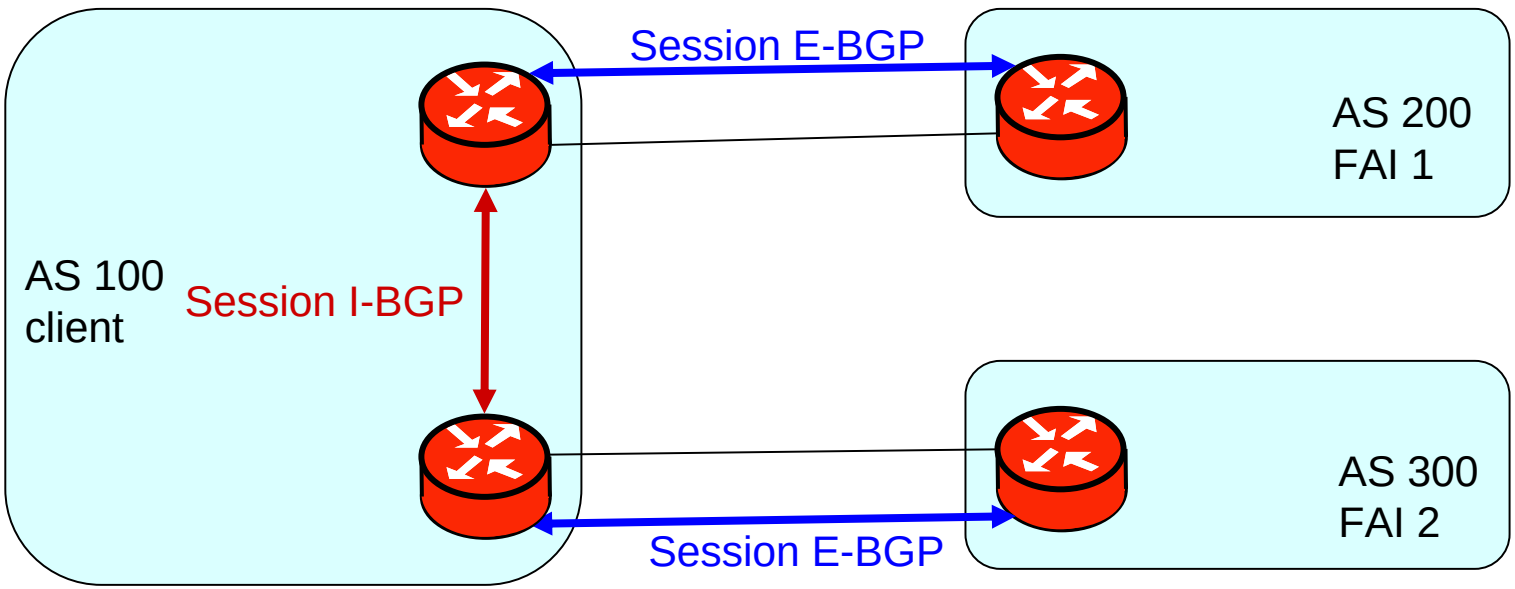
Exemple de connexion BGP (2)

- Client connecté à deux FAI
  - faire passer tout son trafic par FAI1 (AS 200) et garder sa liaison vers FAI2 (AS 300) en secours
  - Équilibrer son trafic entre FAI1 et FAI2.
- C ’est le cas typique qui amène à utiliser le protocole de routage BGP pour réagir dynamiquement en cas de défaillance d’un lien.



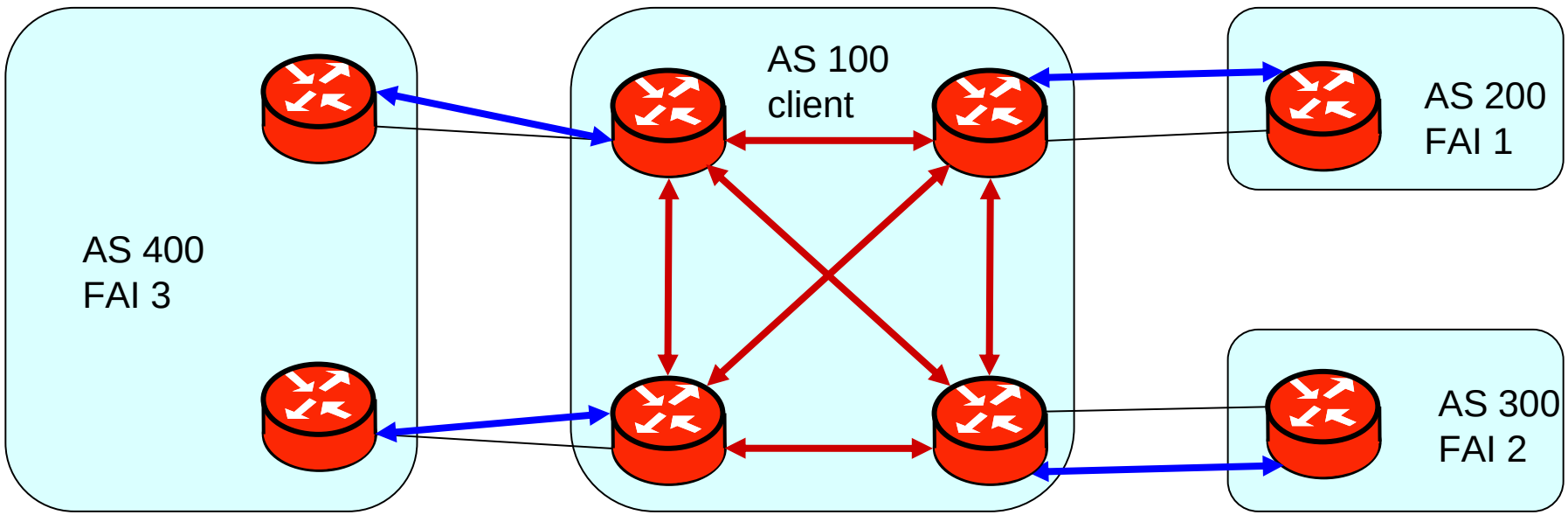
Exemple de connexion BGP (3)

- Client connecté à deux FAI par 2 routeurs
  - protection contre la défaillance de l'un d'entre eux ou de l'un de ses routeurs
- Connexion BGP entre les routeurs de bord de l'AS 100.
  - maintenir la cohérence entre les 2 routeurs qui doivent posséder les mêmes informations de routage
  - En BGP la granularité du routage est l'AS !



Exemple de connexion BGP (4)

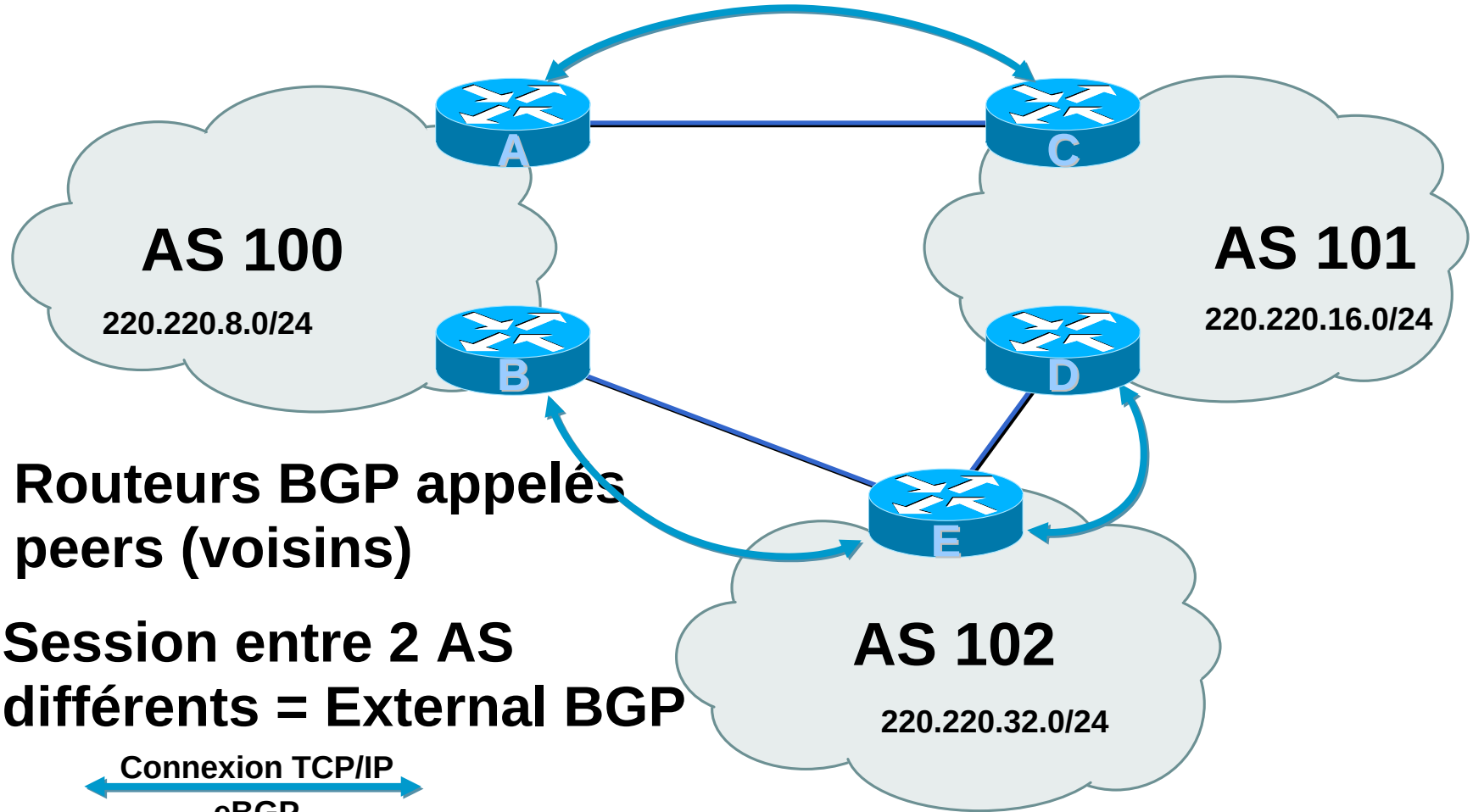
- Client connecté à 3 FAI avec redondance sur l'un
- Maillage complet de sessions I-BGP
- Pour les autres AS, les 4 routeurs de bord de l'AS 100 sont vus, du point de vue fonctionnel comme un seul routeur (avec 4 interfaces).



Règles pour les AS multi-connectés

- Les routeurs de bord d'un même AS échangent leurs informations de routage en I-BGP
- Les connexions en I-BGP forment un maillage complet sur les routeurs de bord d'un AS
- Ce sont les IGP internes à l'AS qui assurent et maintiennent la connectivité entre les routeurs de bord qui échangent des informations de routage en I-BGP
- Le numéro d'AS est un numéro officiel (si connexions vers 2 AS différents)
- Dans un même AS, c'est bien l'IGP (ou le routage statique) qui est responsable de la connectivité interne de l'AS.
  - Si un routeur de bord ne peut pas atteindre une route de son AS (qui lui a été annoncée par un voisin interne par exemple), il ne la propagera pas à ses voisins BGP (externes ou internes).

Sessions eBGP



Routeurs BGP appelés peers (voisins)

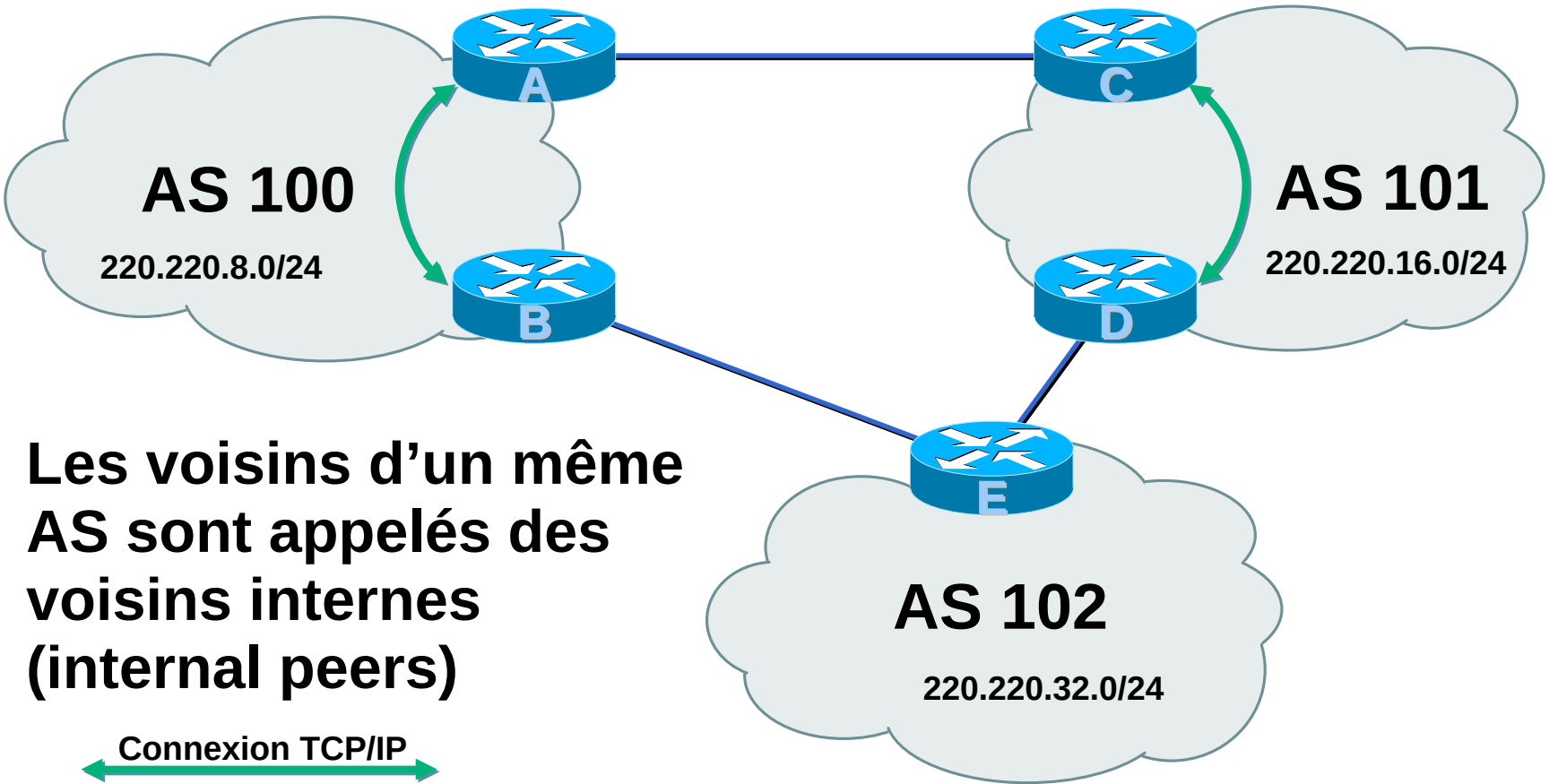
Session entre 2 AS différents = External BGP

Connexion TCP/IP

eBGP

Note: les voisins eBGP doivent être directements raccordés.

Sessions iBGP



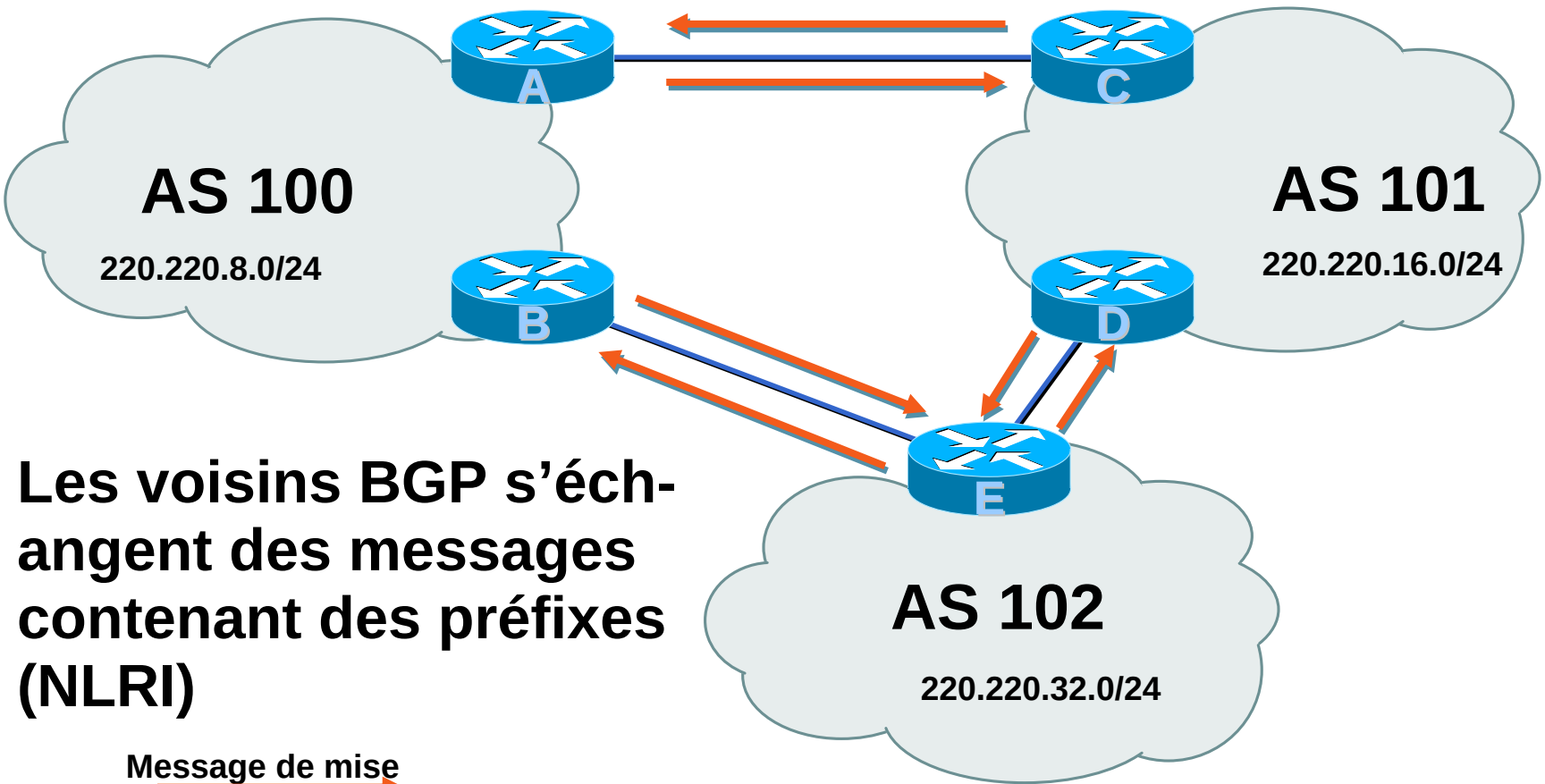
Les voisins d'un même AS sont appelés des voisins internes (internal peers)

Connexion TCP/IP

iBGP

Note: les voisins iBGP peuvent ne pas être directement connectés.

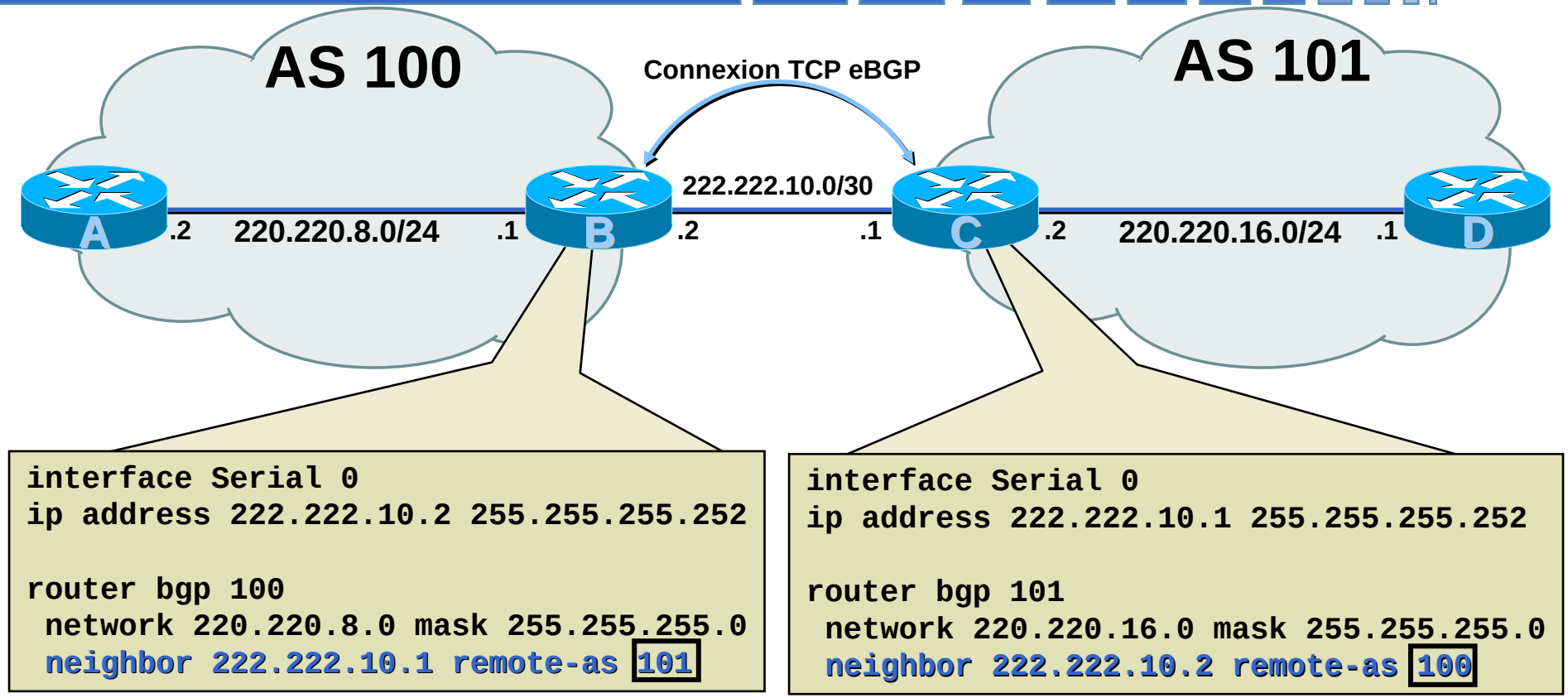
Sessions eBGP



Les voisins BGP s'échangent des messages contenant des préfixes (NLRI)

Message de mise à jour BGP

Configuration des sessions eBGP

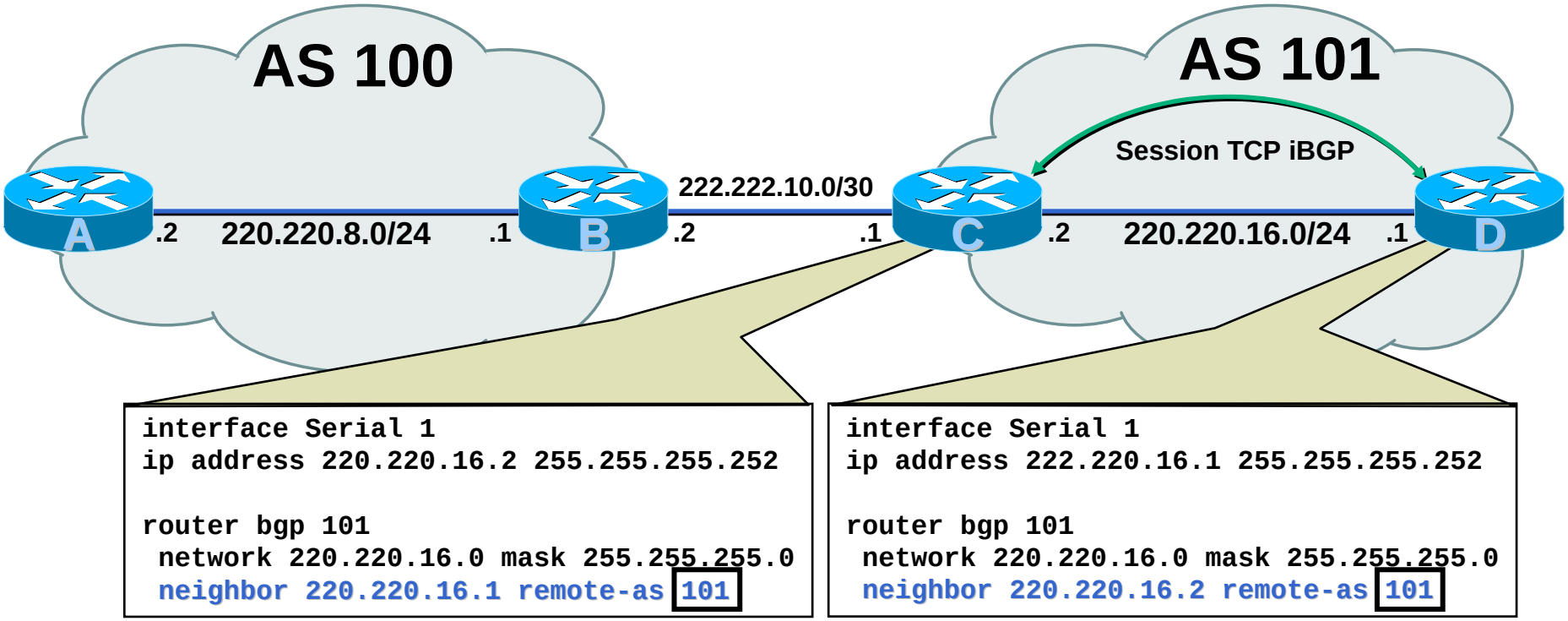



```
interface Serial 0
ip address 222.222.10.2 255.255.255.252

router bgp 100
 network 220.220.8.0 mask 255.255.255.0
 neighbor 222.222.10.1 remote-as 101
```

```
interface Serial 0
ip address 222.222.10.1 255.255.255.252

router bgp 101
 network 220.220.16.0 mask 255.255.255.0
 neighbor 222.222.10.2 remote-as 100
```

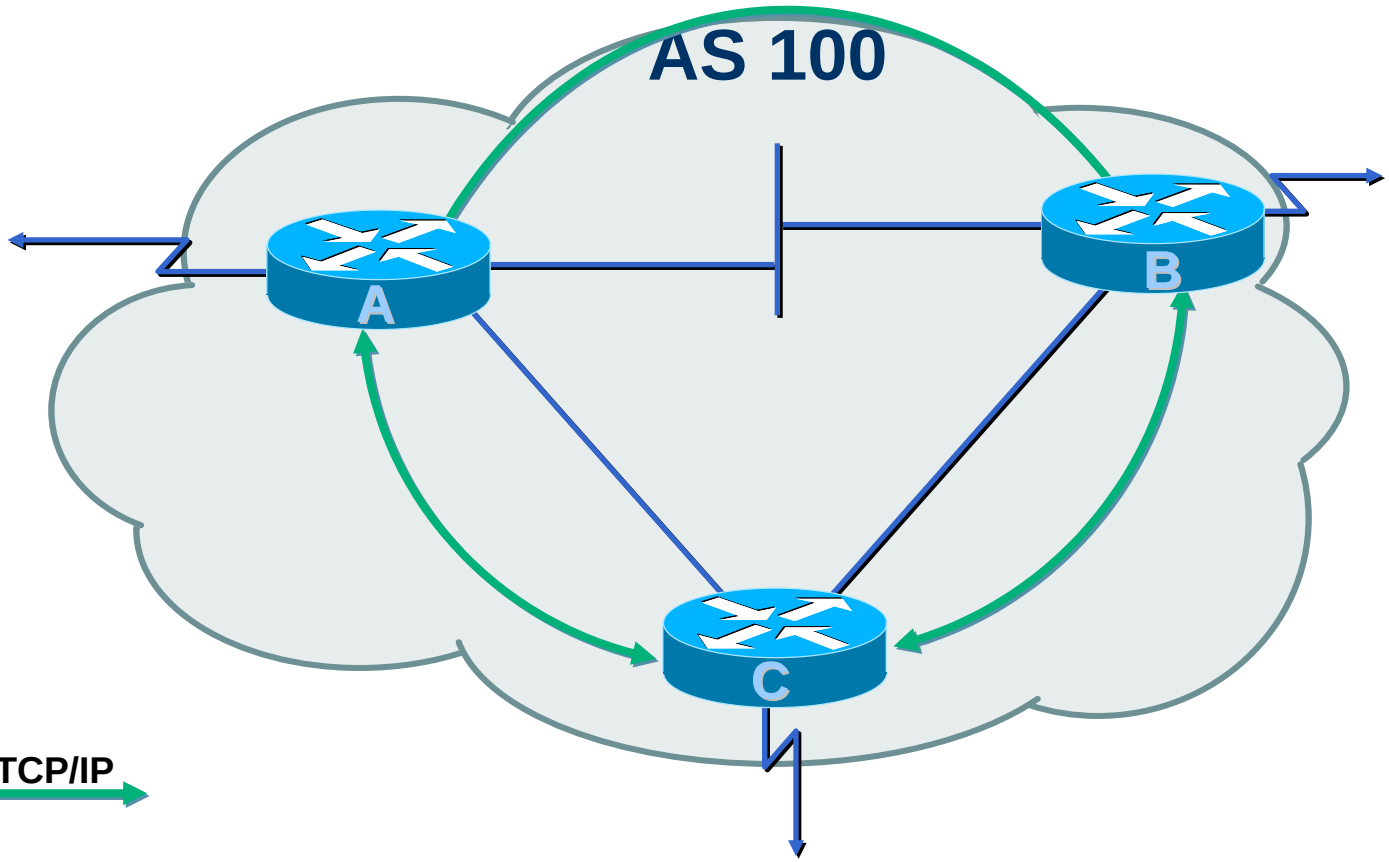
- **Les sessions BGP sont établies en utilisant la commande BGP "neighbor" du routeur**
  - Lorsque les numéros d'AS sont différents il s'agit d'une session BGP Externe (eBGP)

Configuration de sessions iBGP



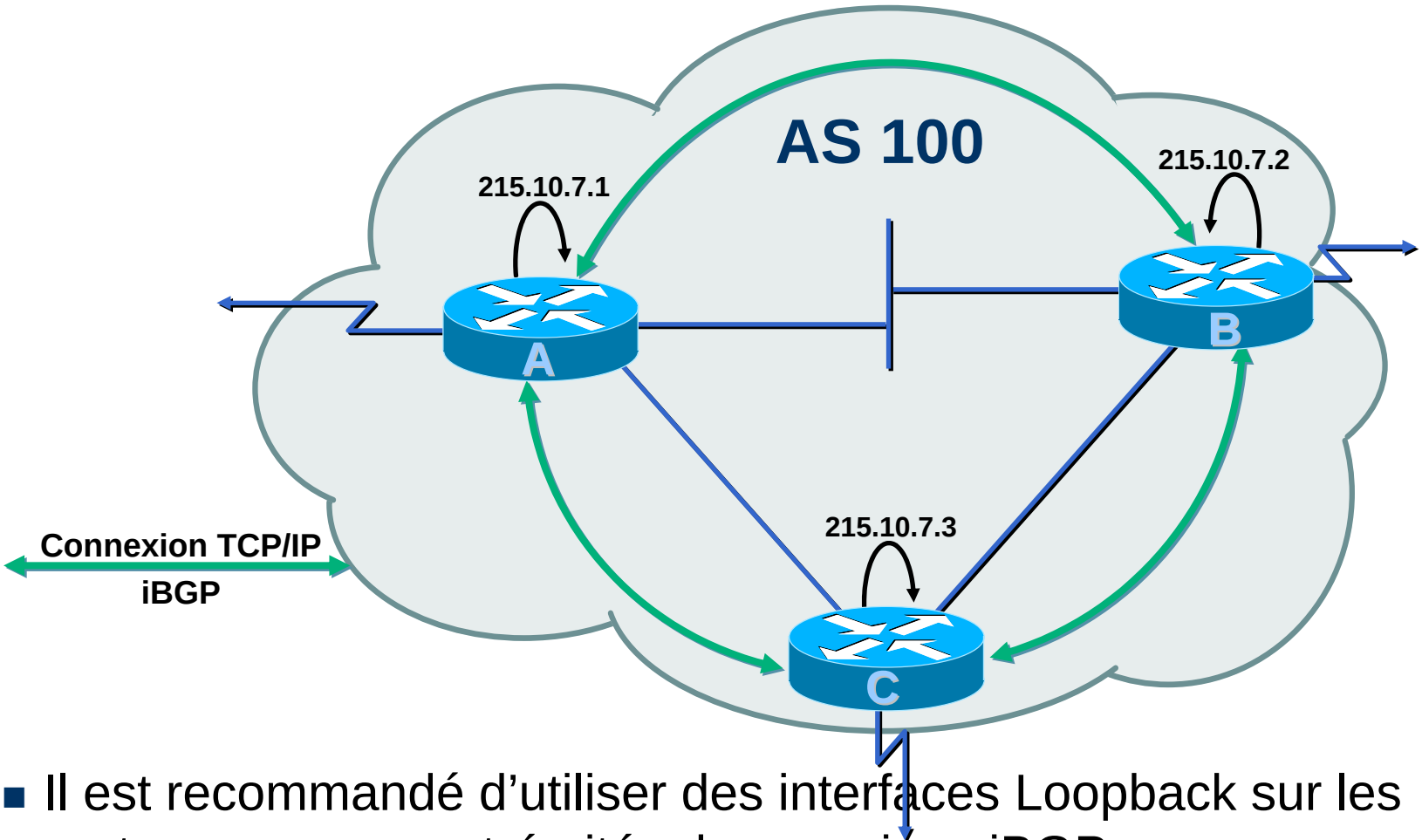
- **Les sessions BGP sont établies en utilisant la commande BGP "neighbor" du routeur**
  - Numéros d'AS différents -> BGP Externe (eBGP)
  - Numéros d'AS identiques -> BGP Interne (iBGP)

Configuration de sessions BGP



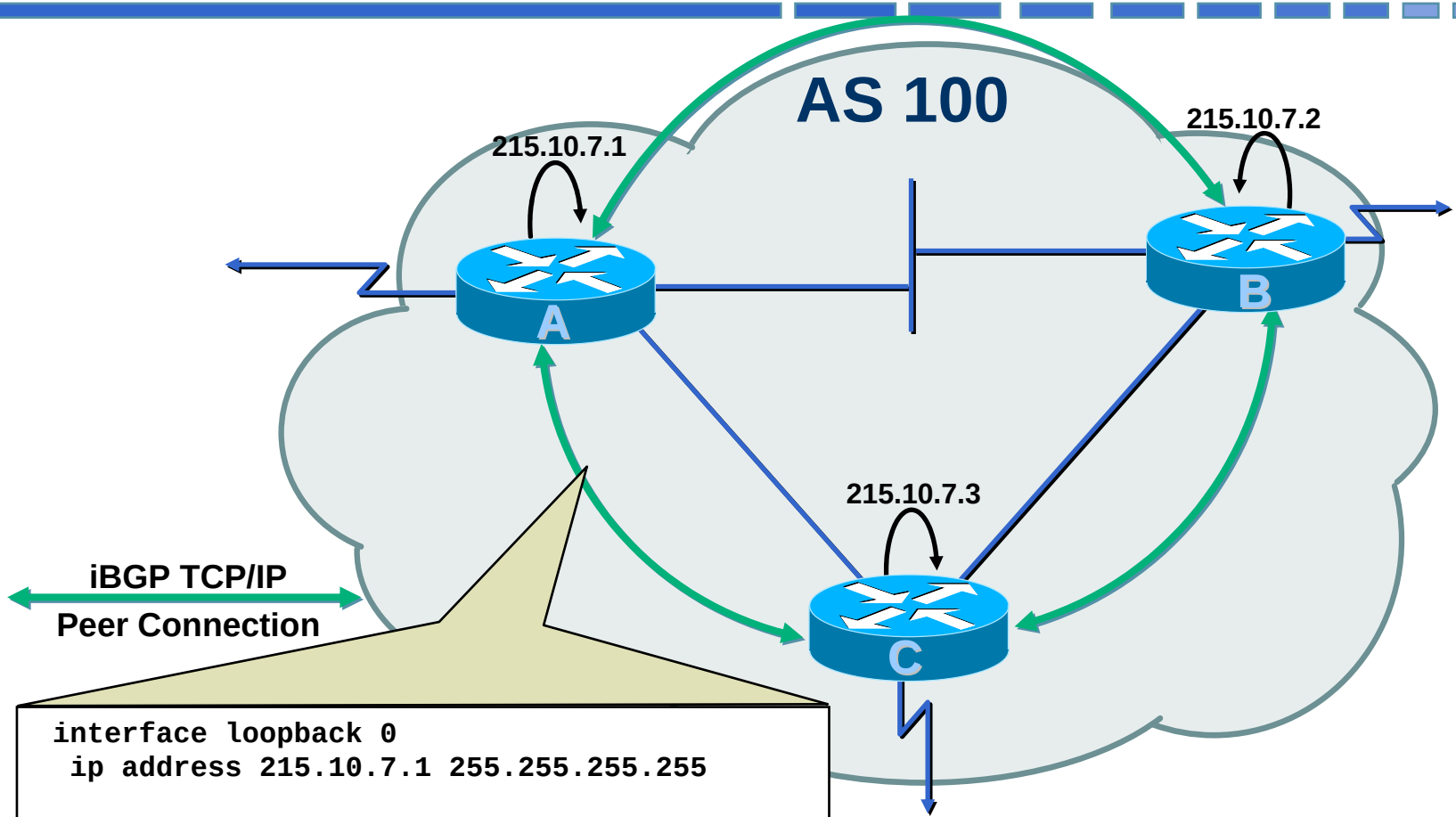
- Chaque routeur iBGP doit établir une session avec tous les autres routeurs iBGP du même AS

Configuration de sessions BGP



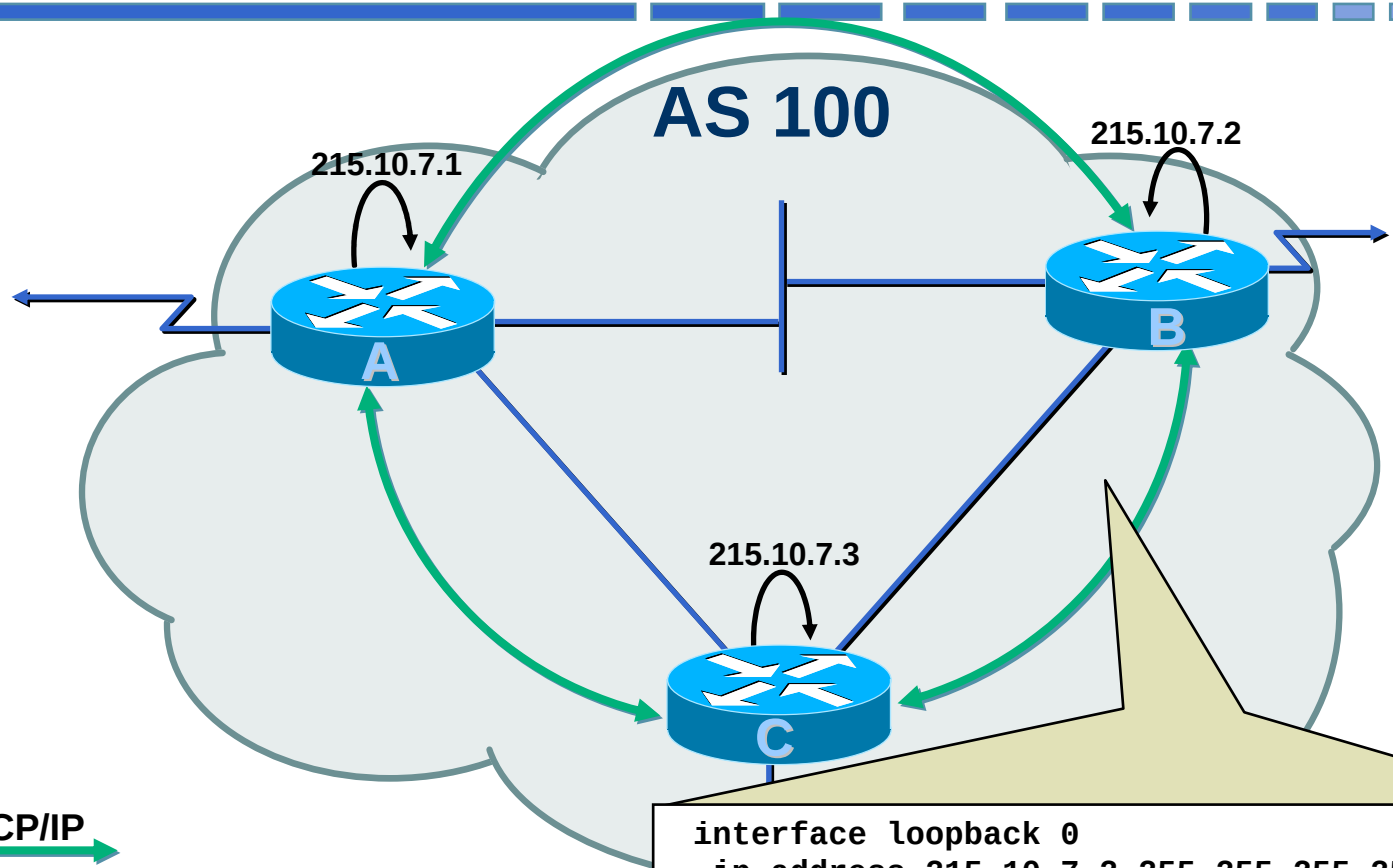
- Il est recommandé d'utiliser des interfaces Loopback sur les routeurs comme extrémités des sessions iBGP

Configuration des sessions BGP




```
 interface loopback 0
  ip address 215.10.7.1 255.255.255.255

router bgp 100
  network 220.220.1.0
  neighbor 215.10.7.2 remote-as 100
  neighbor 215.10.7.2 update-source loopback0
  neighbor 215.10.7.3 remote-as 100
  neighbor 215.10.7.3 update-source loopback0
```

Configuration des sessions BGP

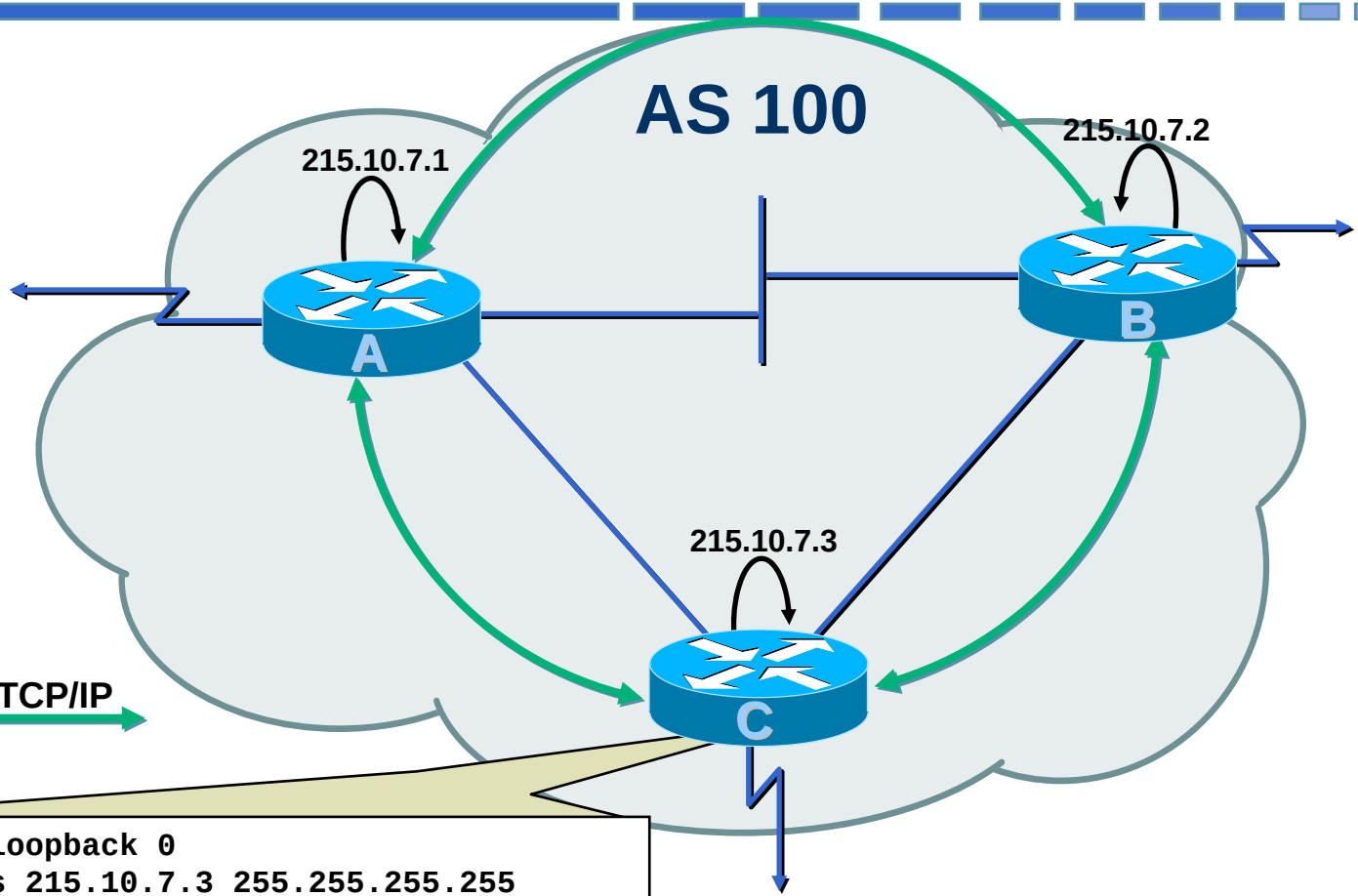


Connexion TCP/IP

iBGP

```
 interface loopback 0
  ip address 215.10.7.2 255.255.255.255

router bgp 100
  network 220.220.5.0
  neighbor 215.10.7.1 remote-as 100
  neighbor 215.10.7.1 update-source loopback0
  neighbor 215.10.7.3 remote-as 100
  neighbor 215.10.7.3 update-source loopback0
```

Configuration des sessions BGP

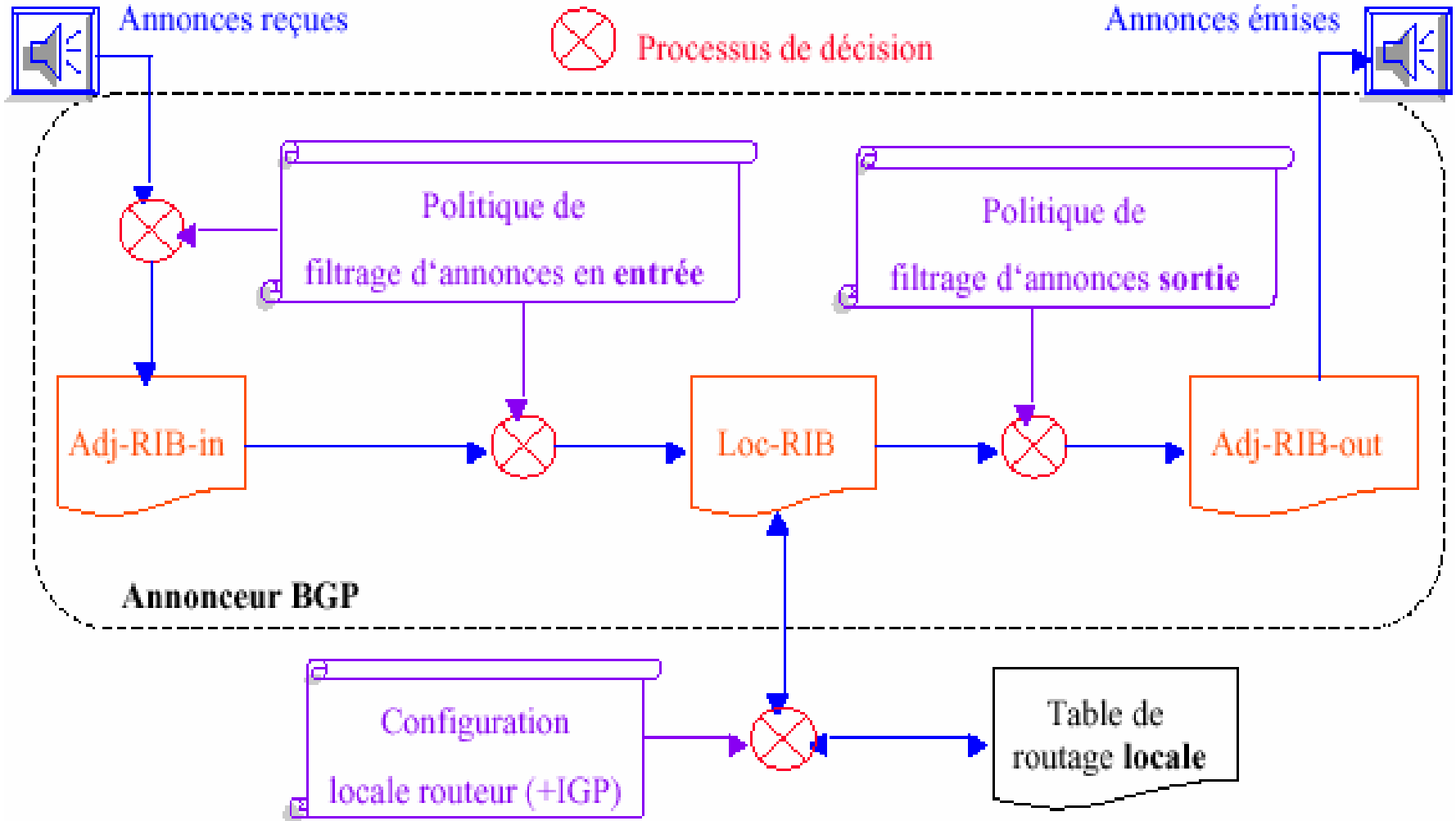



```
 interface loopback 0
  ip address 215.10.7.3 255.255.255.255

router bgp 100
  network 220.220.1.0
  neighbor 215.10.7.1 remote-as 100
  neighbor 215.10.7.1 update-source loopback0
  neighbor 215.10.7.2 remote-as 100
  neighbor 215.10.7.2 update-source loopback0
```

Les composants d'un annonceur BGP

- Une description des politiques de routage
  - entrée et sortie
- Des tables où sont stockées les informations de routage
  - En entrée : table **Adj-RIB-in**
  - En sortie : table **Adj-RIB-out**
  - En interne : table **Loc-RIB**
- Un automate implémentant le processus de décision
- Des sessions avec ses voisins pour échanger les informations de routage

Schéma fonctionnel du processus BGP



La vie du processus BGP

- Automate à 6 états, qui réagit sur 13 événements
- Il interagit avec les autres processus BGP par échange de 4 types de messages :
  - **OPEN**
  - **KEEPALIVE**
  - **NOTIFICATION**
  - **UPDATE**
- Taille des messages de 19 à 4096 octets
  - Marker (16 octets), Length (2 octets), Type (1 octet), Message contents (0-4077 octets)
- Éventuellement sécurisés par MD5

Le message OPEN

- 1er message envoyé après l'ouverture de la session TCP. Informe son voisin de :
  - Sa version de BGP (1 octet)
  - Son numéro d'AS (2 octets)
  - D'un numéro identifiant le processus BGP (4 octets)
- Propose une valeur de temps de maintien de la session,
  - ***Hold time*** : (2 octets)
  - Valeur suggérée : 90 secondes
  - Si 0 : maintien sans limite de durée
- Met le processus en attente d'un KEEPALIVE

Le message KEEPALIVE

- Confirme un OPEN
- Réarme le minuteur contrôlant le temps de maintien de la session
- Si temps de maintien non égal à 0
  - Est réémis toutes les 30 secondes (suggéré)
- Message de taille minimum (19 octets)
- En cas d'absence de modification de leur table de routage, les routeurs ne s'échangent plus que des messages KEEPALIVE toutes les 30 secondes, ce qui génère un trafic limité à environ 5bits/s au niveau BGP.

Le message NOTIFICATION

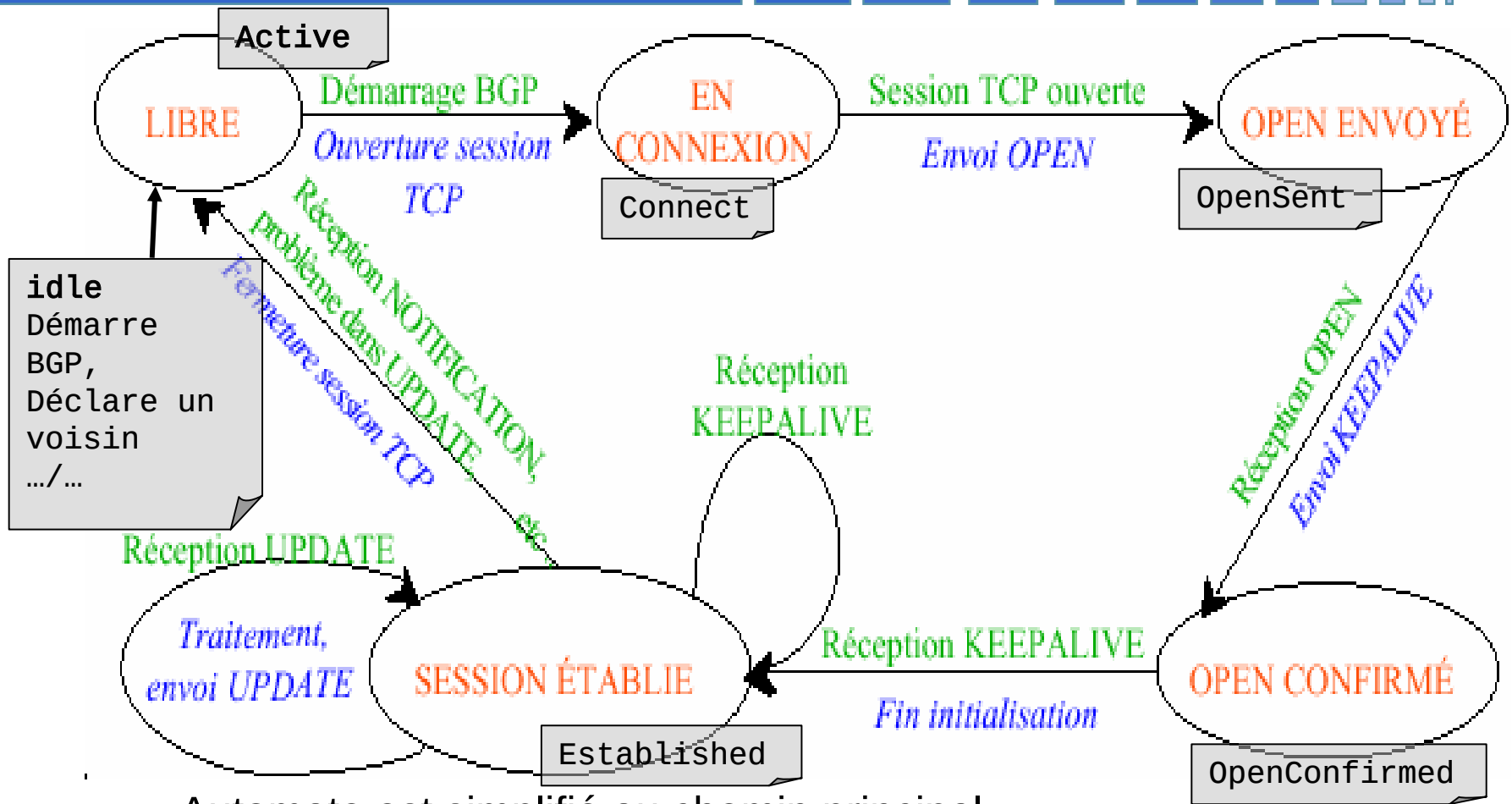
- Ferme la session BGP
- Fournit un code et un sous code renseignant sur l'erreur
- Ferme aussi la session TCP
- **Annule toutes les routes apprises par BGP**
  - peut provoquer des instabilités de routage injustifiées
  - un incident ne veut pas forcément dire que toutes les routes apprises précédemment sont devenues fausses

- Émis sur incidents :
  - Pas de KEEPALIVE pendant 90s (<*hold time*>)
  - Message incorrect
  - Problème dans le processus BGP

Le message UPDATE

- Sert à échanger les informations de routage
  - Routes à éliminer (éventuellement)
  - Ensemble des attributs de la route
  - Ensemble des réseaux accessibles (NLRI) *Network Layer Reachability Information*
  - Chaque réseau est défini par (préfixe, longueur)
- Envoyé uniquement si changement
- Active le processus BGP
  - Modification des RIB (Update, politique de routage, conf.)
  - Émission d'un message UPDATE vers les autres voisins

Le processus BGP : automate 6 à états



- Automate est simplifié au chemin principal

Le message UPDATE : attributs de la route

BGP doit savoir le traiter

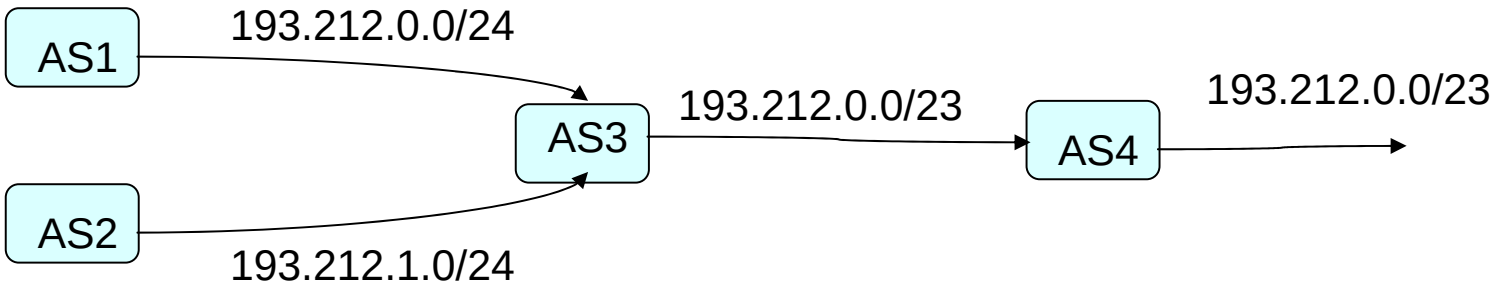
- Reconnus, obligatoires
  - **ORIGIN, AS_PATH, NEXT_HOP**
- Reconnus, non obligatoires
  - **LOCAL_PREF**, **ATOMIC_AGGREGATE**
- Optionnels, annonçables (transitifs ou non)
  - **MULTI_EXIT_DISC (MED), AGGREGATOR**
- Optionnels, non-annonçables
  - **WEIGHT (spécifique à Cisco)**

Porté illimitée

Agrégation

- Tout domaine sans route par défaut
  - Connaître toutes les routes
  - Dans les tables de routage IP
  - Dans les annonces BGP
- Agrégation permet de réduire le nombre de routes

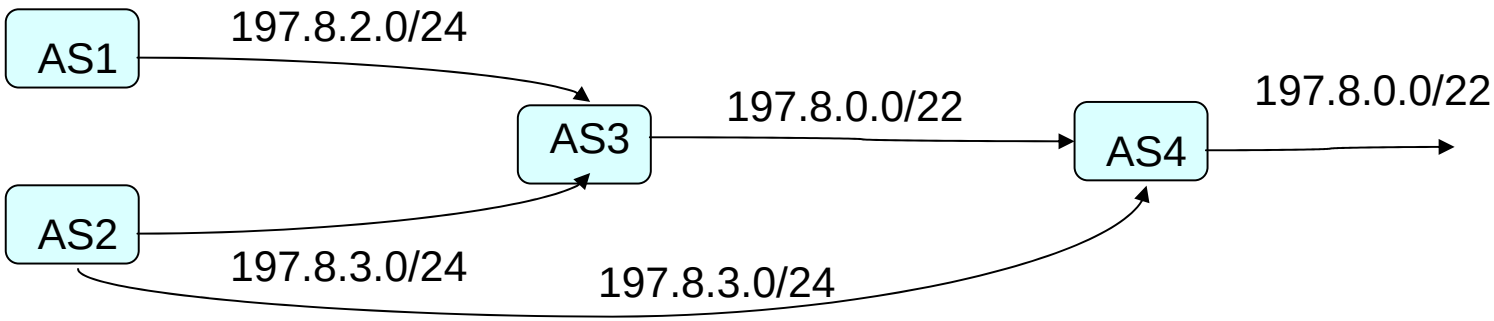
Agrégation I



- AS1 : 193.212.0.0/24
- AS2 : 193.212.1.0/24
- AS3 : 193.212.0.0/23
- AS4 : 193.212.0.0/23

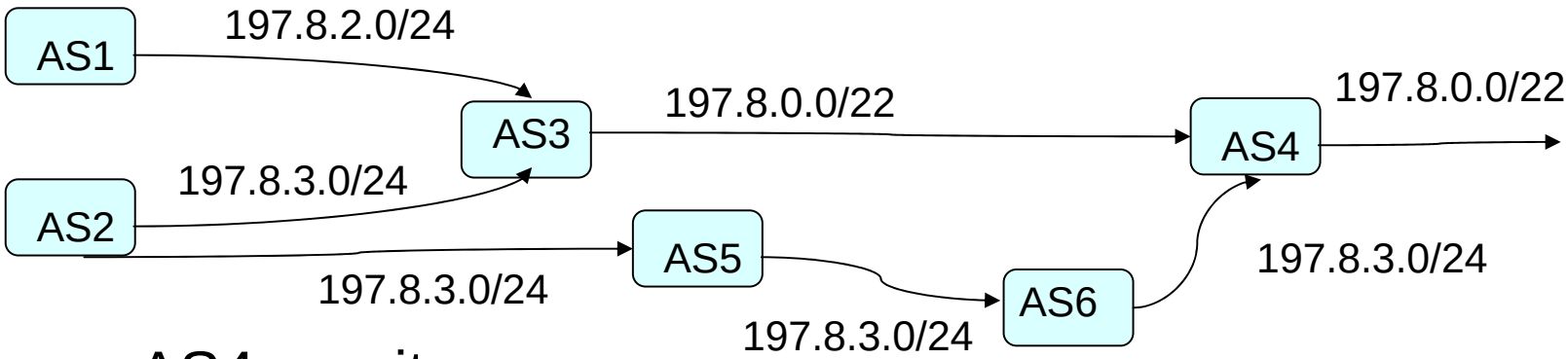
- AS_PATH 1
- AS_PATH 2
- AS_PATH 3 {1 2}
- AS_PATH 4 3 {1 2}

Agrégation II



- AS4 reçoit
  - 197.8.0.0/22
    - AS_PATH 3 {1 2}
  - 197.8.3.0/24
    - AS_PATH 2
- Les 2 routes sont injectées dans les tables de AS4
- Comment sont routés les paquets de n4 vers n2 ?

Agrégation III



- AS4 reçoit
  - 197.8.0.0/22
    - AS_PATH 3 {1 2}
  - 197.8.3.0/24
    - AS_PATH 6 5 2
- Les 2 routes sont reçues
- Seul les plus courtes sont injectées dans les tables de AS4
- Comment sont routés les paquets de n4 vers n2 ?

Les attributs de route obligatoires (1)

- **ORIGIN** : Donne l'origine de la route :
  - IGP (`i`) : la route est intérieure à l'AS d'origine
  - EGP (e) : la route a été apprise par **le protocole** EGP (historique car EGP non employé)
  - Incomplète (?) : l'origine de la route est inconnue ou apprise par un autre moyen (redistribution des routes statiques ou connectées dans BGP par exemple)

- **`show ip bgp`**

Les attributs de route obligatoires (2)

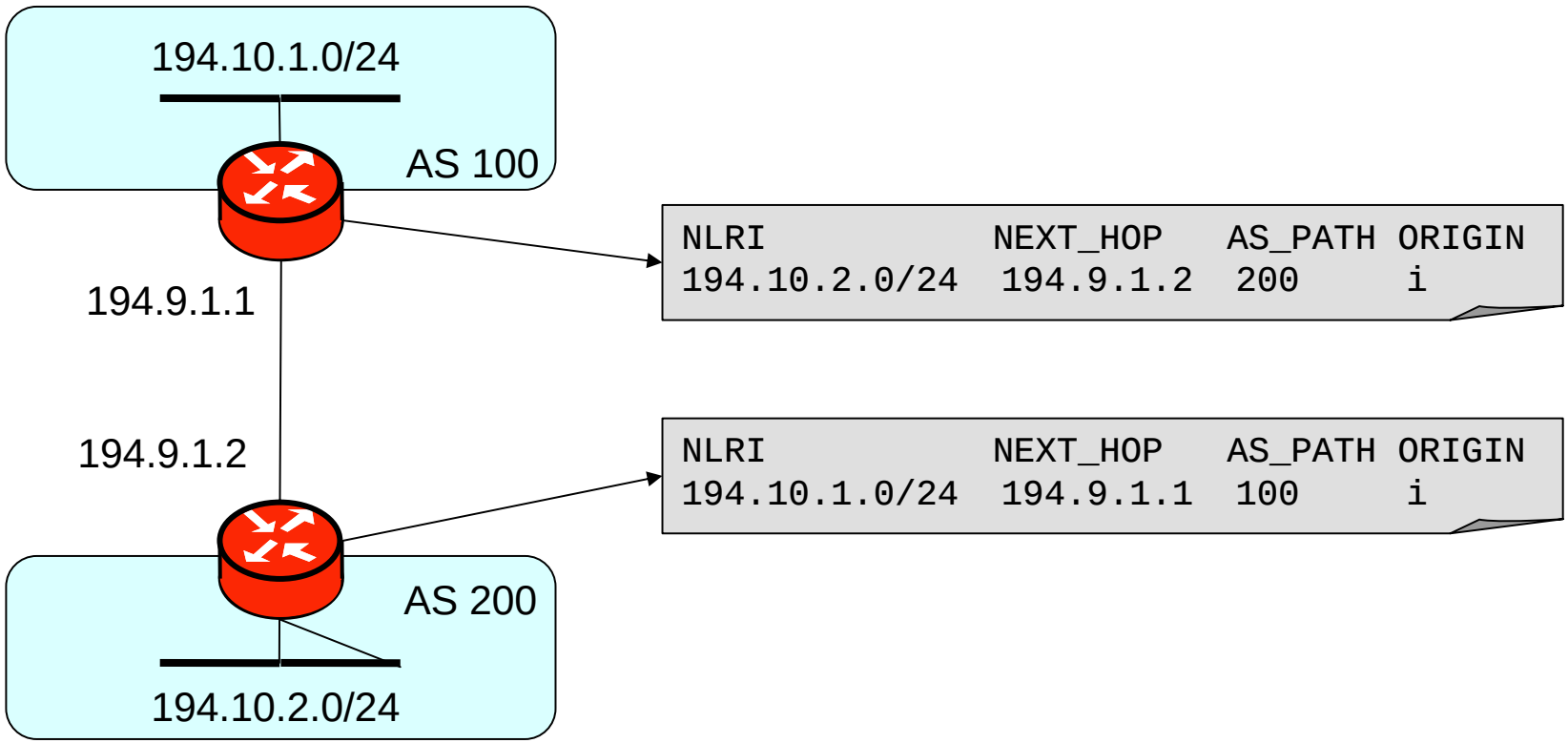
- **AS_PATH**
  - Donne la route sous forme d'une liste de segments d'AS
  - Les segments sont ordonnés ou non (AS_SET)

Les segments d'AS non ordonnés sont formés par un routeur qui a fait une opération d'agrégation. Ce dernier regroupe dans cet ensemble non ordonné tous les AS associés aux routes qu'il a agrégées. Cela permet aux autres routeurs de continuer à détecter d'éventuelles boucles concernant ces routes.

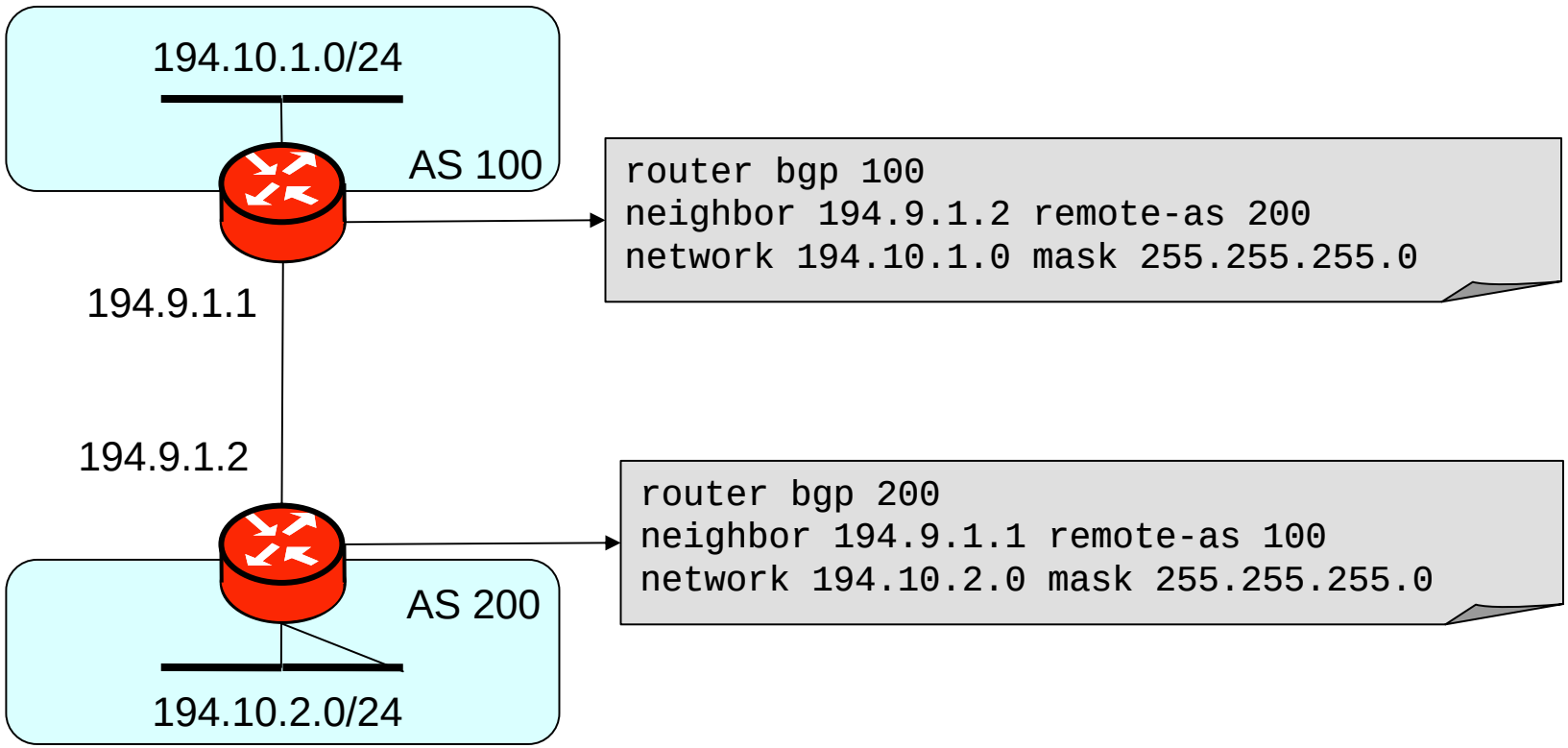
  - Chaque routeur rajoute son numéro d'AS aux AS_PATH des routes qu'il a apprises avant de les ré-annoncer

- **NEXT_HOP**
  - Donne l'adresse IP du prochain routeur qui devrait être utilisé (peut éviter un rebond si plusieurs routeurs BGP sont sur un même réseau local)

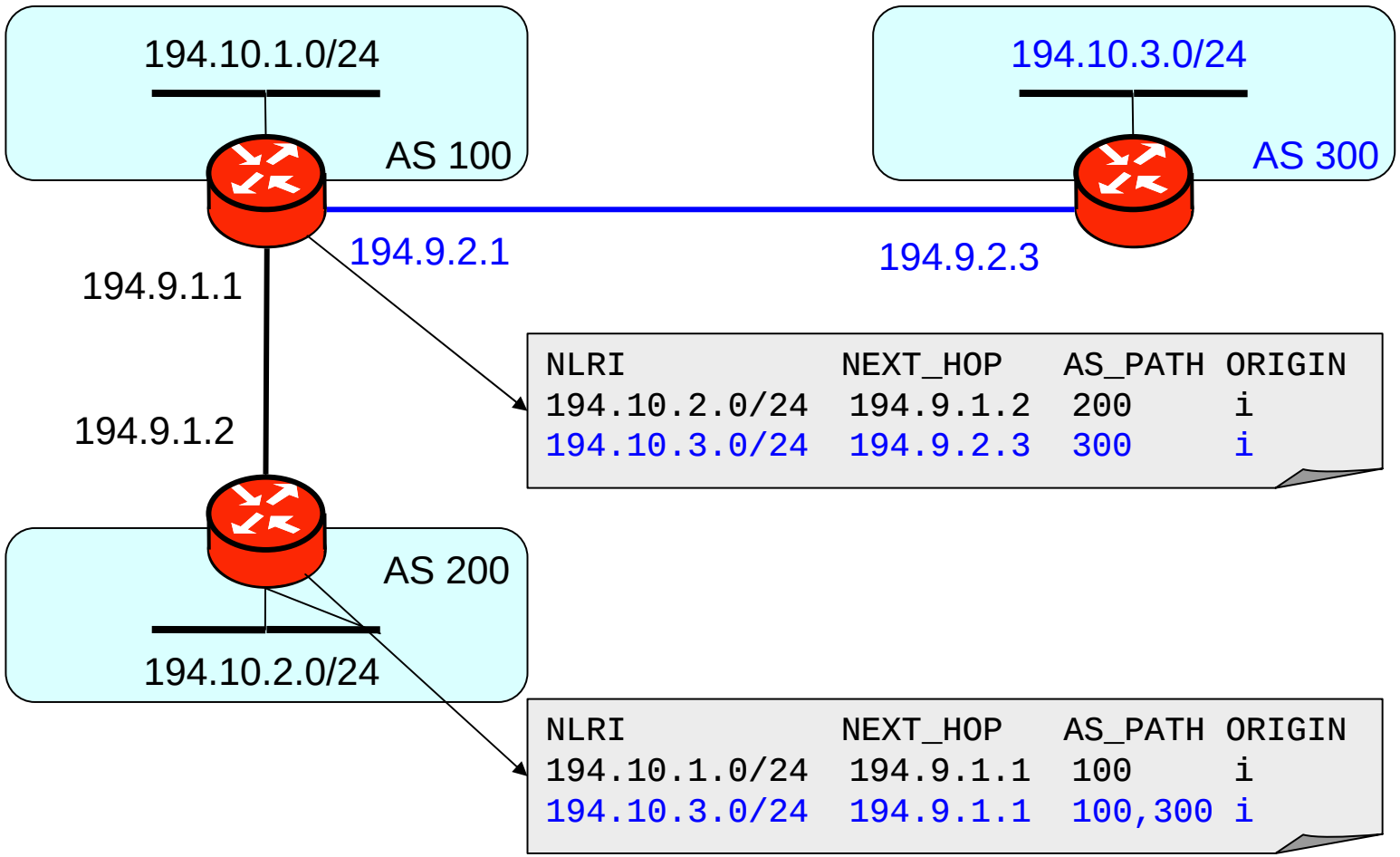
Exemple 1 : tables Adj-RIB-in



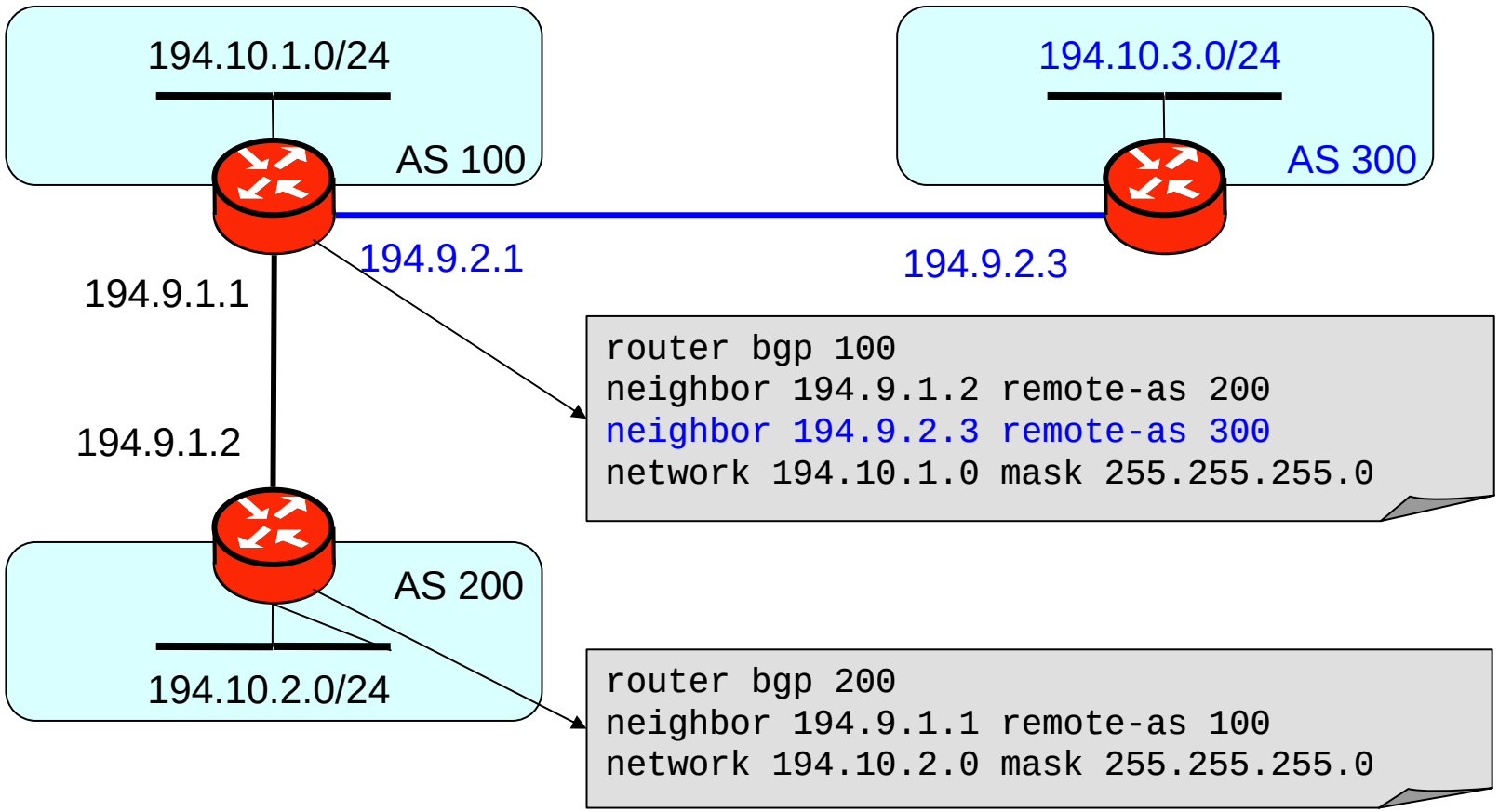
Exemple 1 : configuration sur IOS Cisco



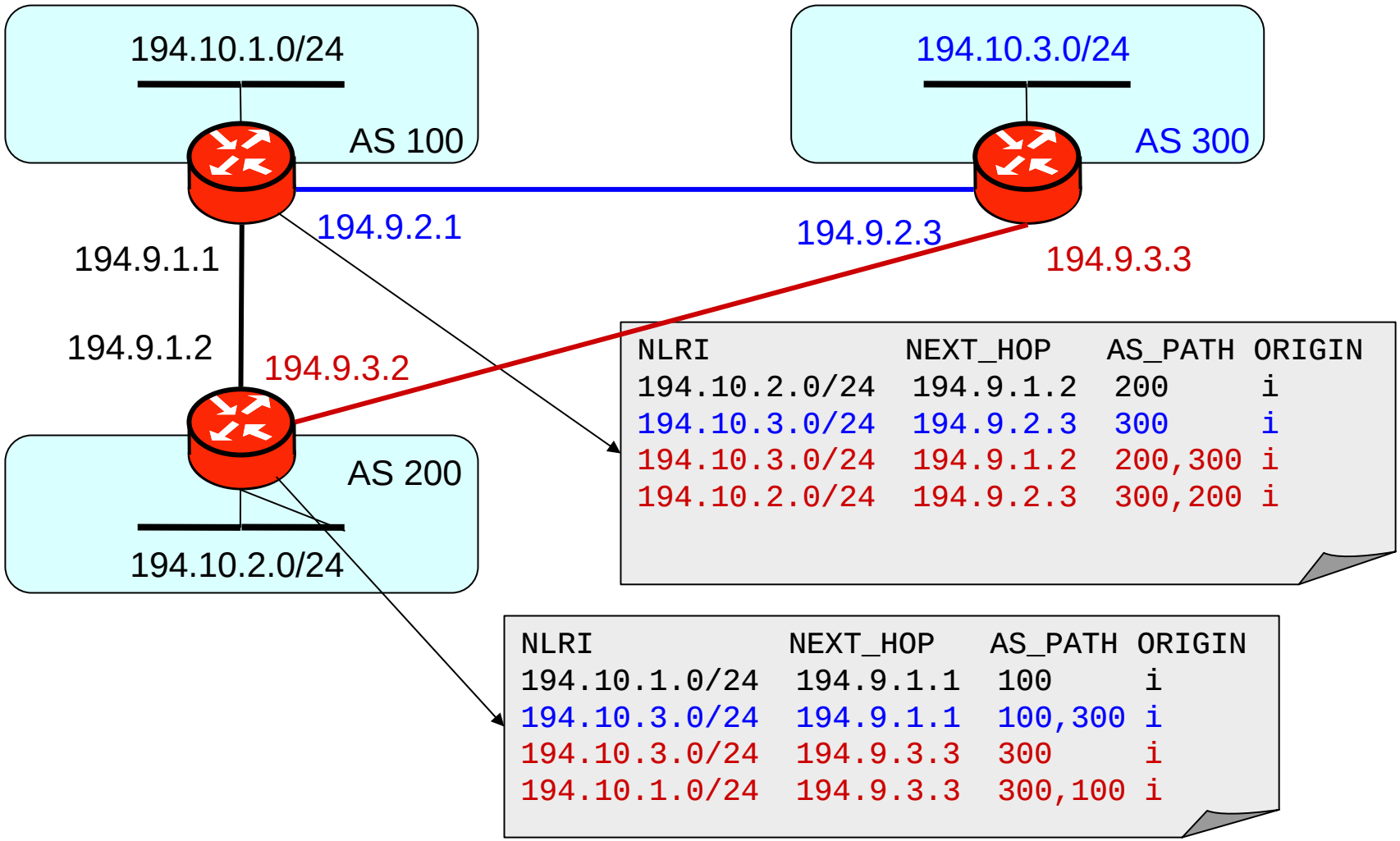
Exemple 2 : tables Adj-RIB-in



Exemple 2 : configuration sur IOS



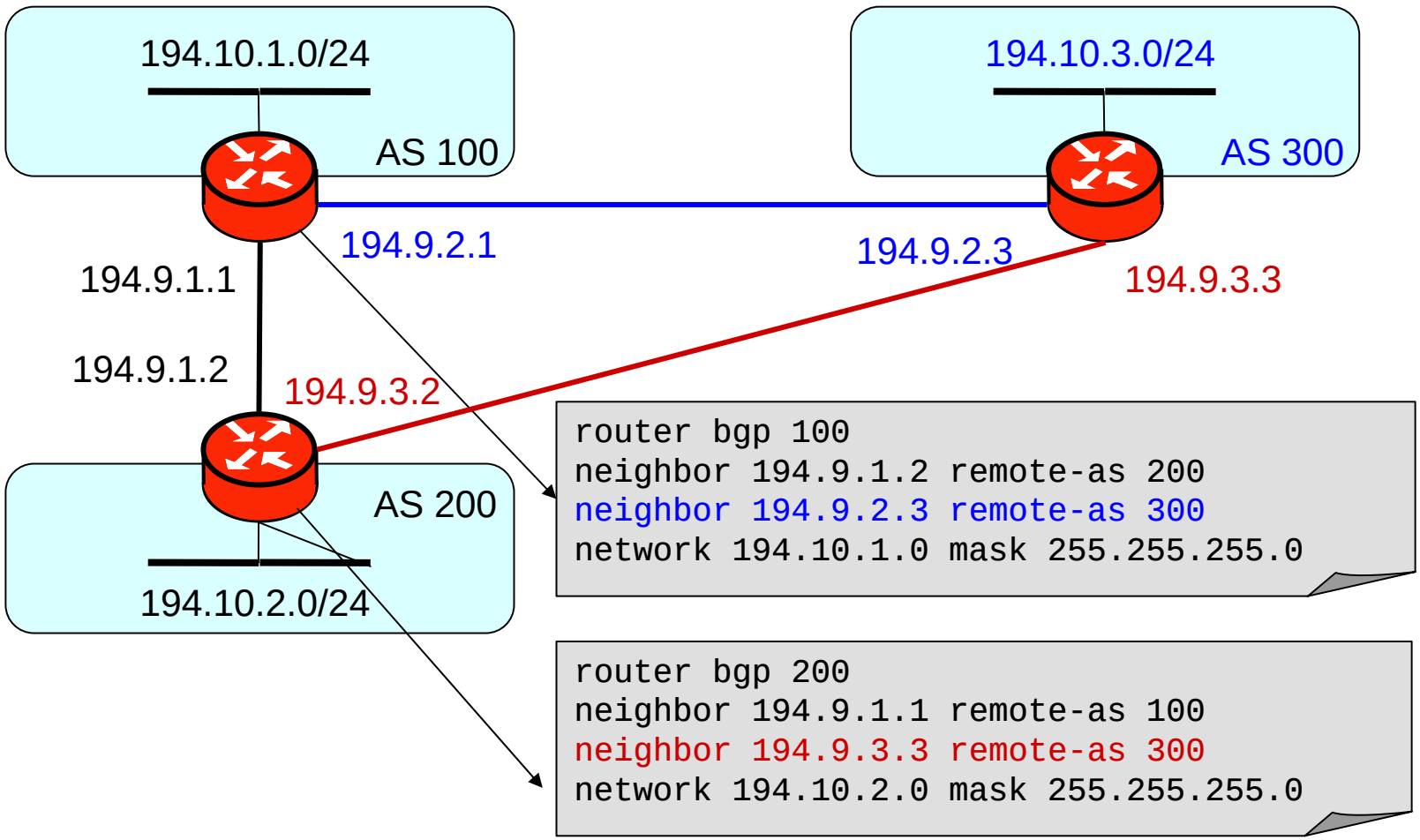
Exemple 3 : tables Adj-RIB-in



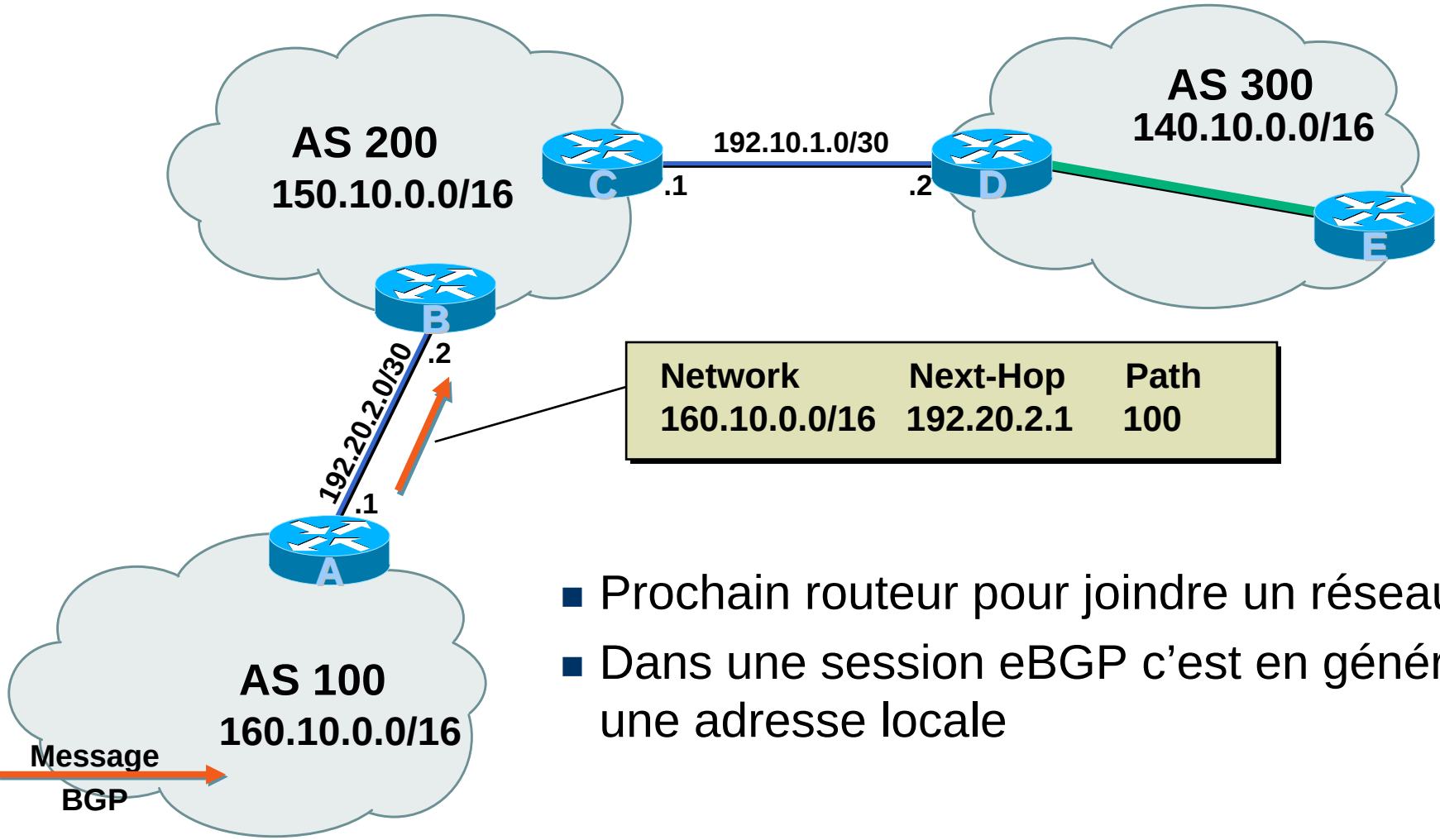
NLRI	NEXT_HOP	AS_PATH	ORIGIN
194.10.2.0/24	194.9.1.2	200	i
194.10.3.0/24	194.9.2.3	300	i
194.10.3.0/24	194.9.1.2	200,300	i
194.10.2.0/24	194.9.2.3	300,200	i

NLRI	NEXT_HOP	AS_PATH	ORIGIN
194.10.1.0/24	194.9.1.1	100	i
194.10.3.0/24	194.9.1.1	100,300	i
194.10.3.0/24	194.9.3.3	300	i
194.10.1.0/24	194.9.3.3	300,100	i

Exemple 3 : tables Adj-RIB-in

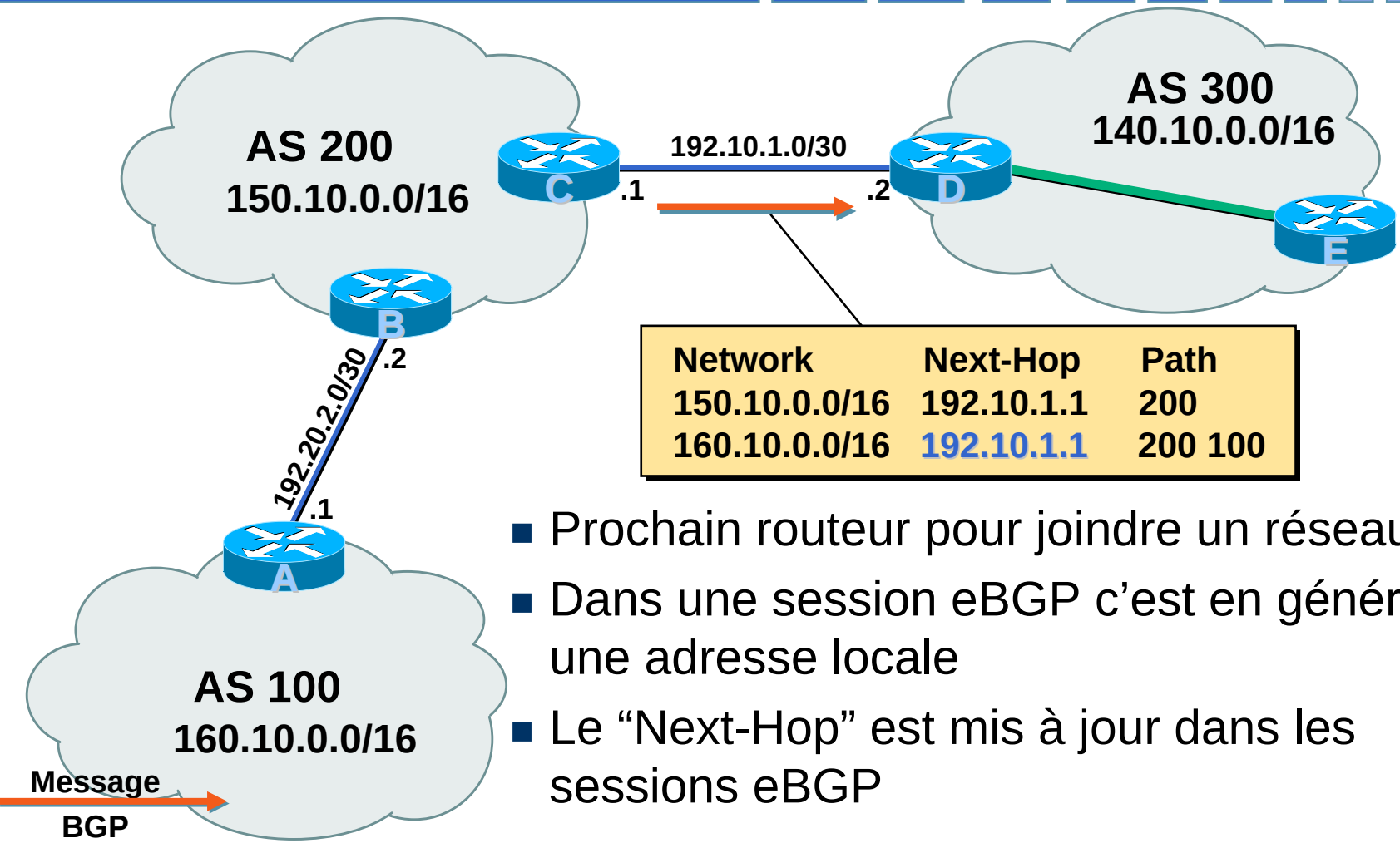


Attribut “Next-Hop”



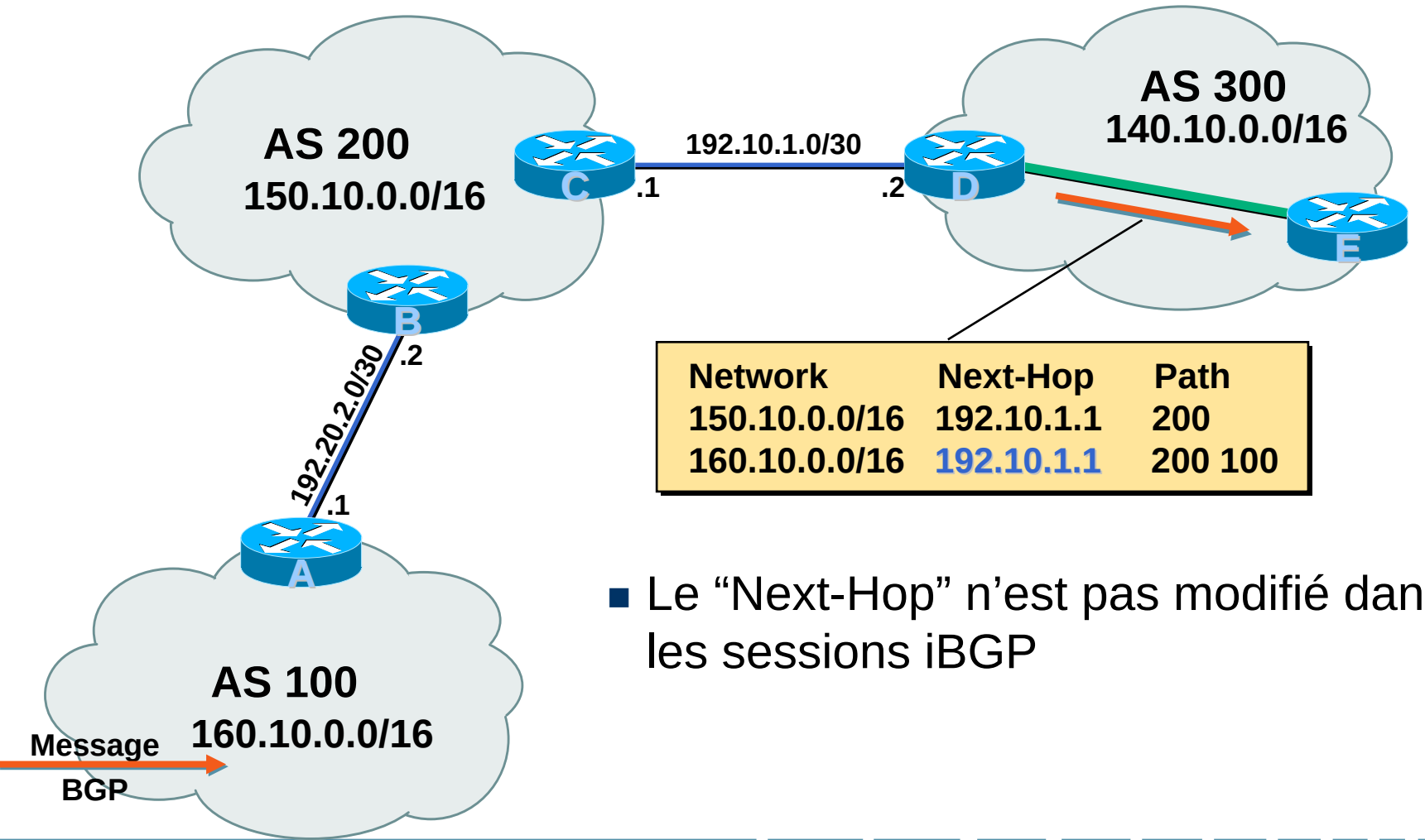
- Prochain routeur pour joindre un réseau
- Dans une session eBGP c’est en général une adresse locale

Attribut “Next-Hop”



- Prochain routeur pour joindre un réseau
- Dans une session eBGP c’est en général une adresse locale
- Le “Next-Hop” est mis à jour dans les sessions eBGP

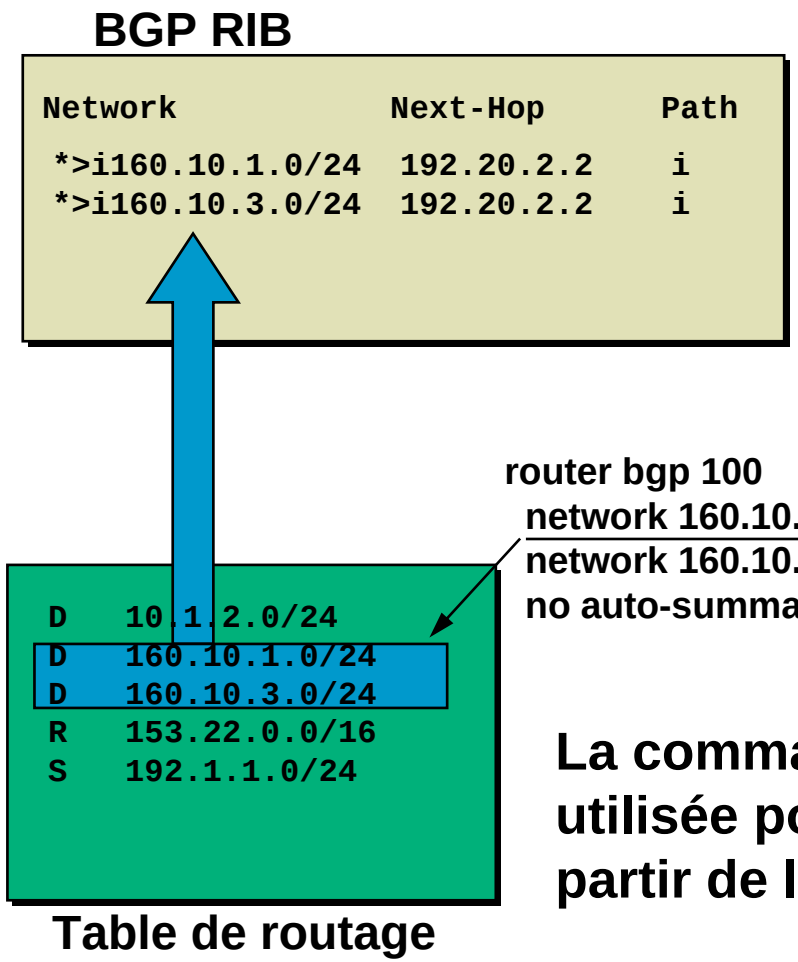
Attribut “Next-Hop”



Network	Next-Hop	Path
150.10.0.0/16	192.10.1.1	200
160.10.0.0/16	192.10.1.1	200 100

- Le “Next-Hop” n’est pas modifié dans les sessions iBGP

Table du routeur BGP



RIB = Routing Information Base

La commande BGP ‘network’ peut être utilisée pour remplir la table BGP à partir de la table de routage

Table du routeur BGP

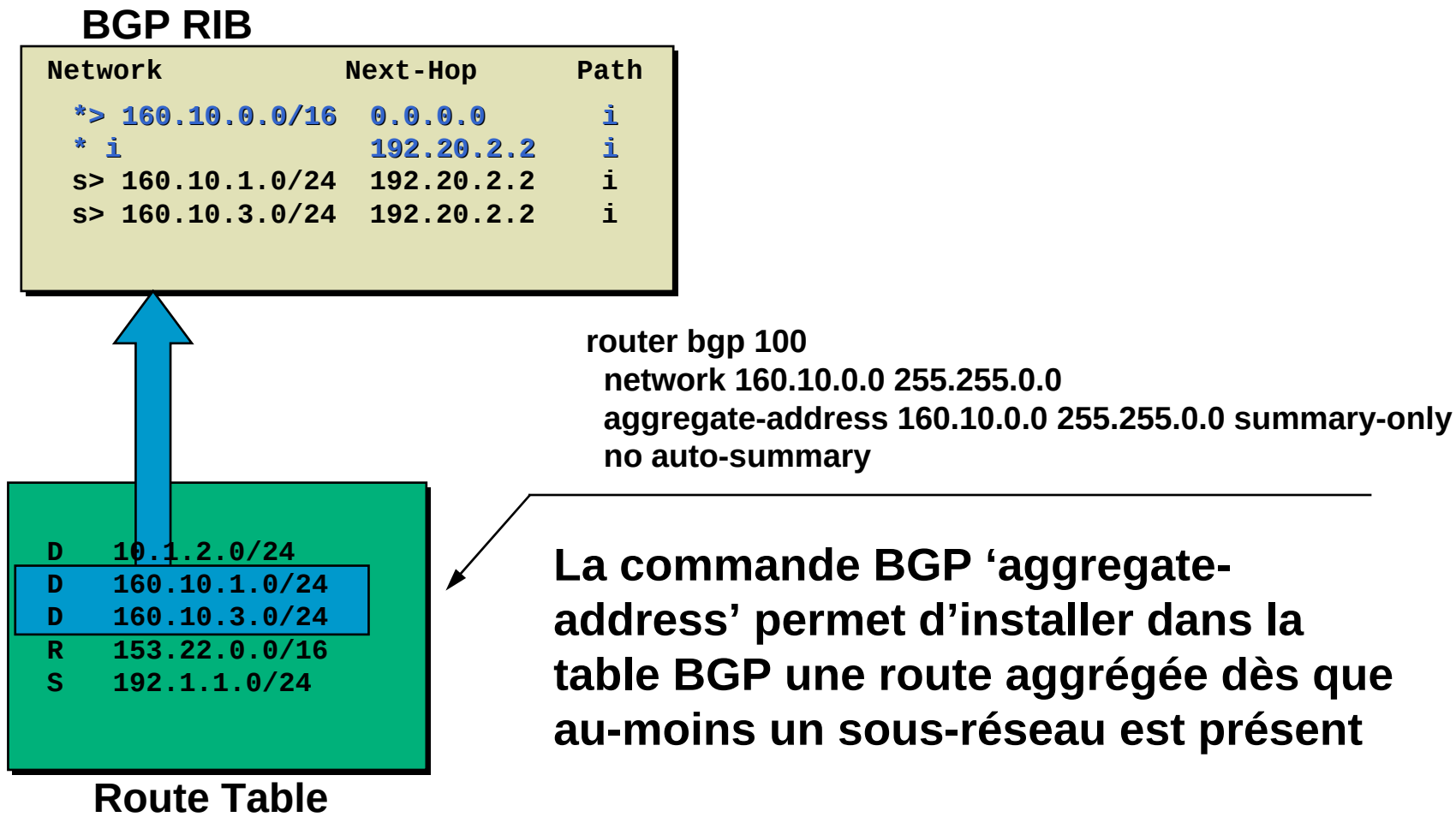
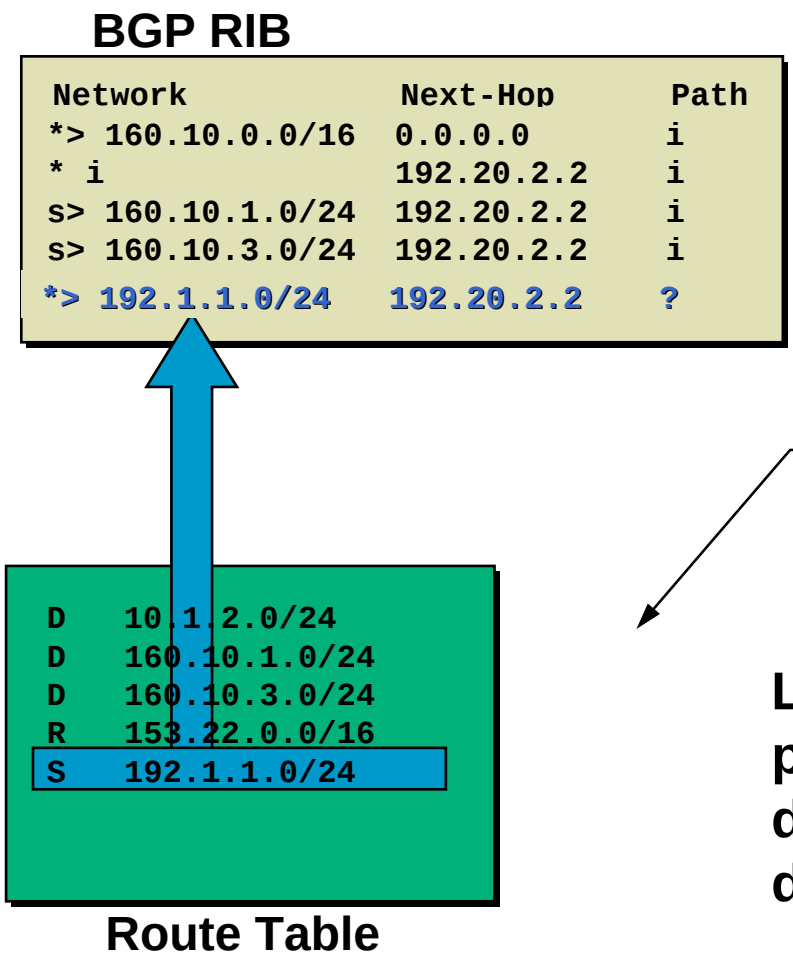


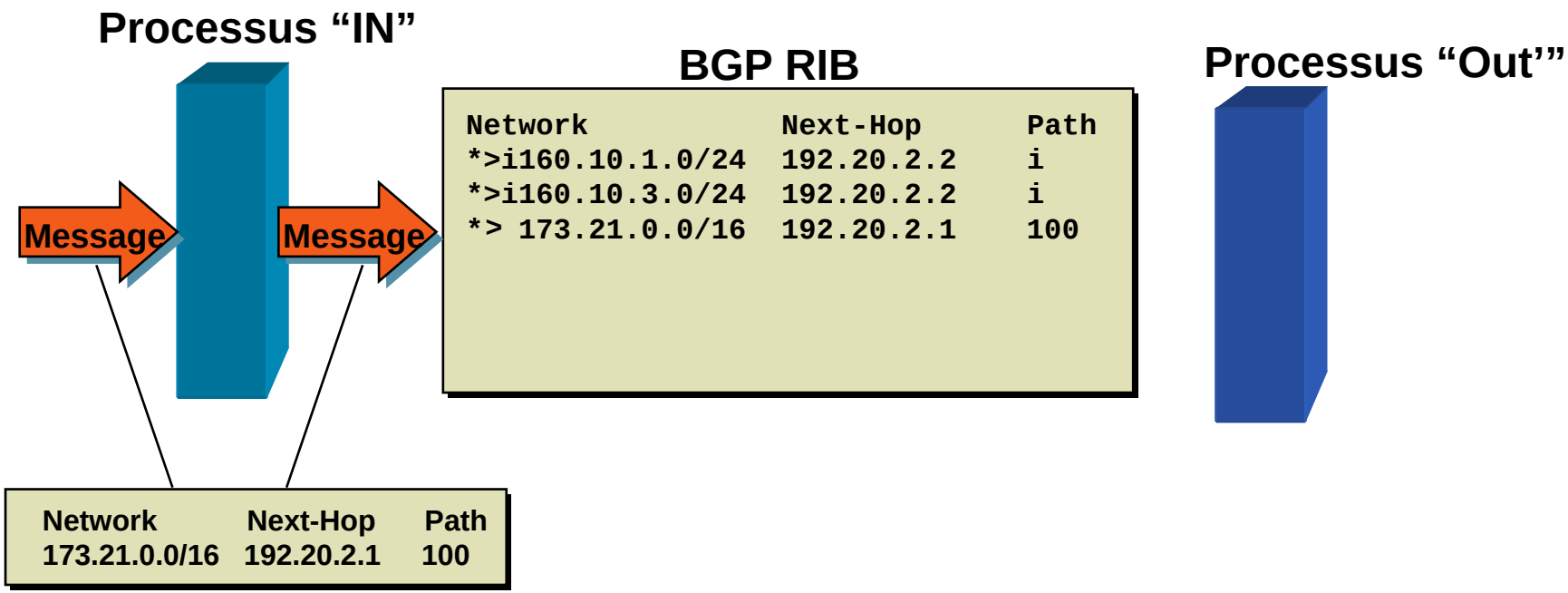
Table du routeur BGP




```
router bgp 100
  network 160.10.0.0 255.255.0.0
  redistribute static route-map foo
  no auto-summary

access-list 1 permit 192.1.0.0 0.0.255.255

route-map foo permit 10
  match ip address 1
```

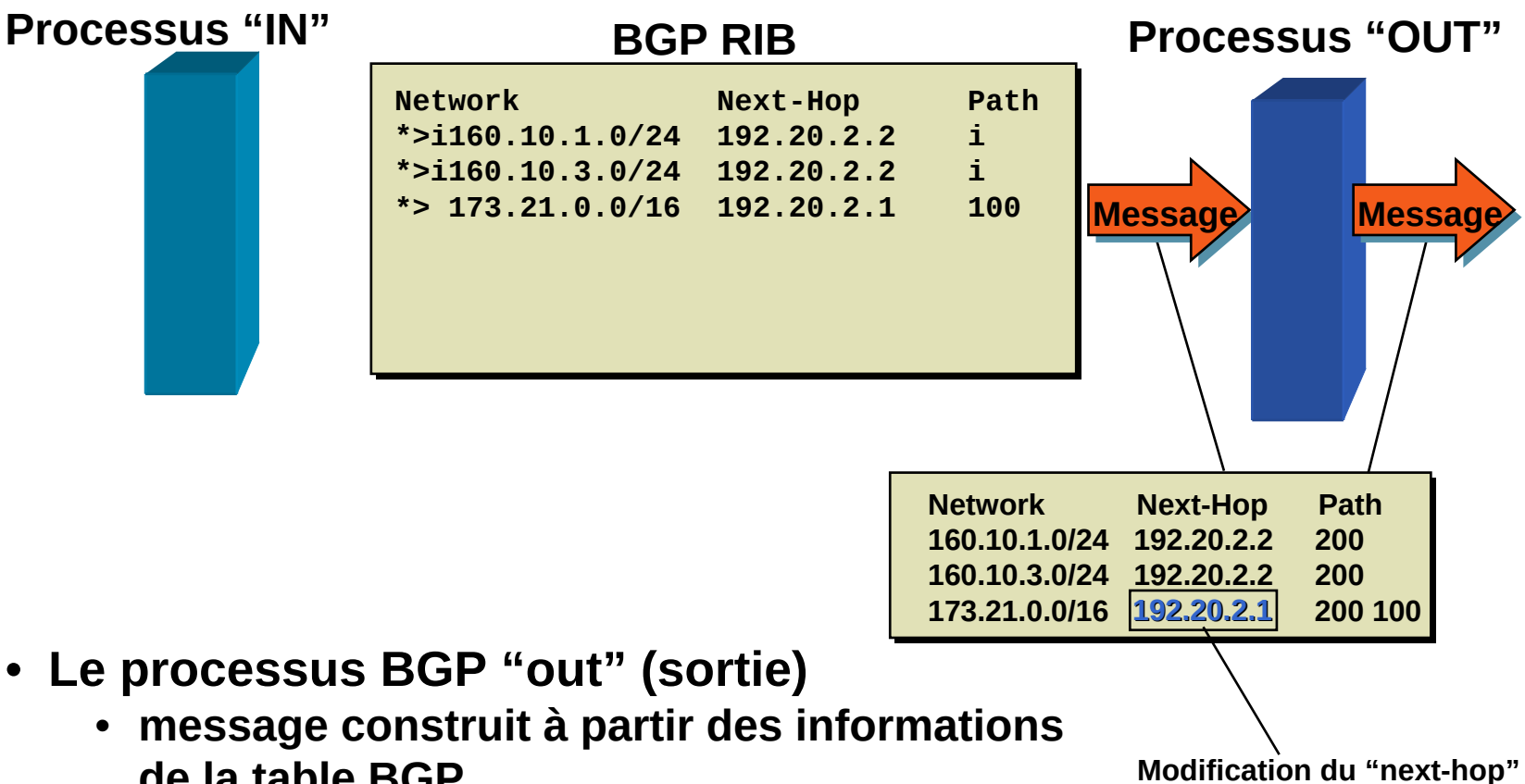
La commande BGP ‘redistribute’ permet de remplir la table BGP à partir de la table de routage en appliquant des règles spécifiques

Table du routeur BGP



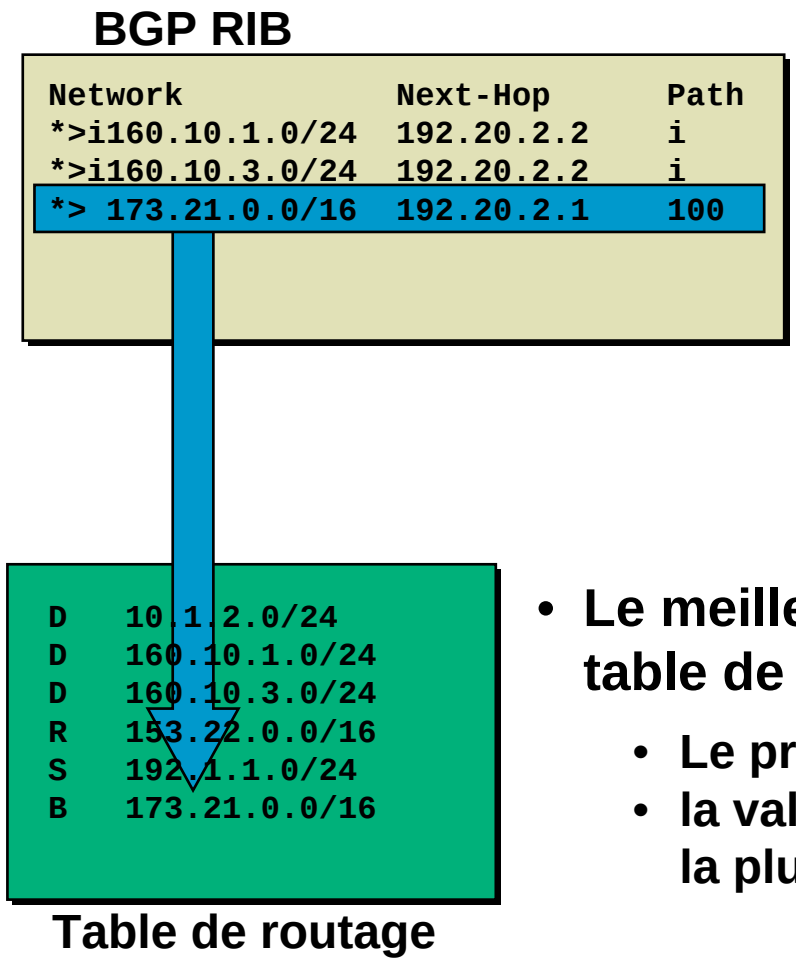
- **Le processus BGP “in” (entrée)**
  - **reçoit les messages des voisins**
  - **place le ou les chemins sélectionnés dans la table BGP**
  - **le meilleur chemin (best path) est indiqué avec le signe “>”**

Table du routeur BGP



- **Le processus BGP “out” (sortie)**
  - **message construit à partir des informations de la table BGP**
  - **modification du message selon configuration**
  - **envoi du message aux voisins**

Table du routeur BGP

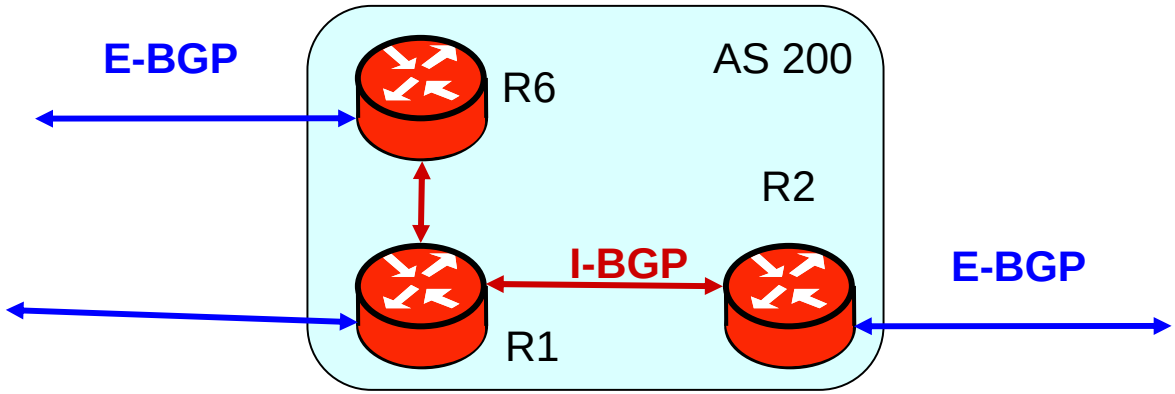


- **Le meilleur chemin est installé dans la table de routage du routeur si :**
  - **Le préfixe et sa taille sont uniques**
  - **la valeur “distance” du protocole est la plus faible**

Les attributs de route optionnels (1)

- LOCAL_PREF
  - Pondère la priorité donnée aux routes en interne à l'AS
  - Jamais annoncé en E-BGP (en interne donc !)
  - Pris en compte avant la longueur de AS_PATH
- ATOMIC_AGGREGATE
  - Indicateur d'agrégation
  - Quand des routes plus précises ne sont pas annoncées
- AGGREGATOR
  - Donne l'AS qui a formé la route agrégée
  - L'adresse IP du routeur qui a fait l'agrégation

LOCAL-PREF



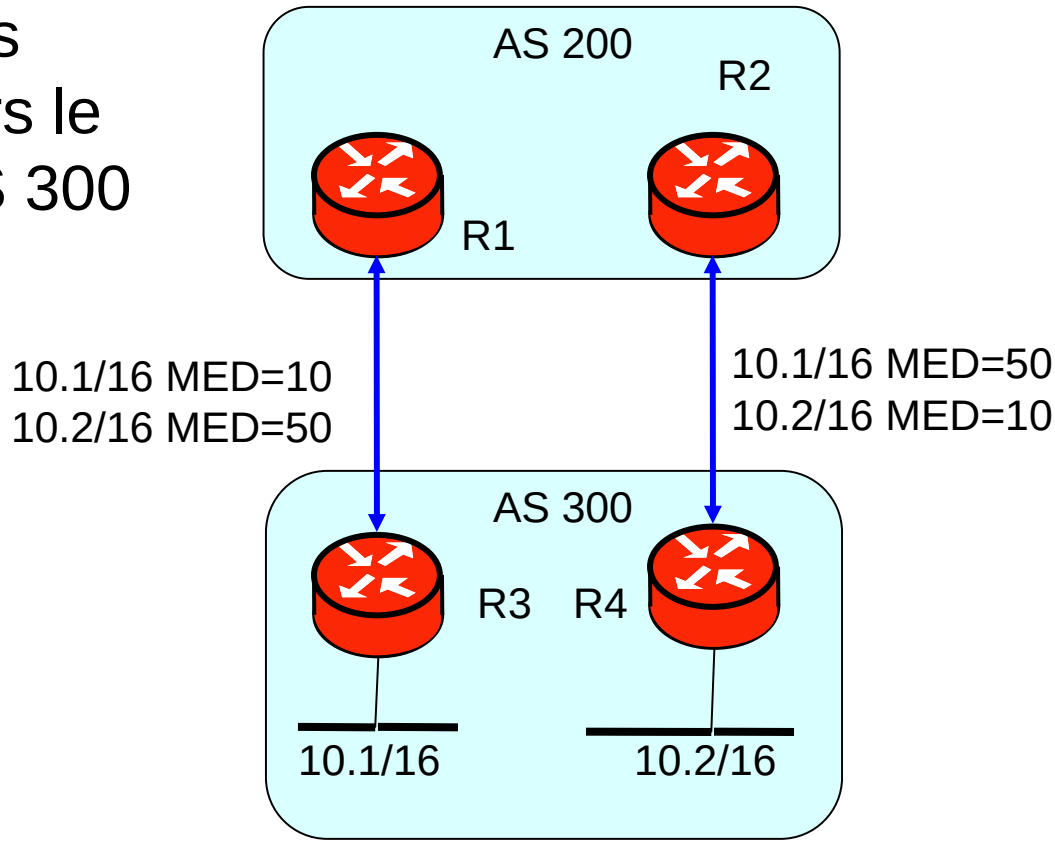
- Mis en œuvre par les routeurs à la réception de route sur E-BGP
  - Propagé sans changement par I-BGP
- R6 associe pref=100, R2 pref=10
- R1 choisit la plus grande préférence
- Bgp default local-preference *pref-value*

Les attributs de route optionnels (2)

- MULTI_EXT_DISC ou MED (non transitif)
  - Permet de discriminer les différents points de connexion d'un AS multi-connecté (plus faible valeur préférée)
- WEIGHT (non transitif, spécifique Cisco)
  - Pondère localement (au routeur) la priorité des routes BGP
- COMMUNITY (transitif)
  - Pour un ensemble de routeurs ayant une même propriété
    - no-export : pas annoncé aux voisins de la confédération
    - no-advertise : pas annoncé aux voisins BGP
    - no-export-subconfed : pas annoncé en E-BGP

MULTI-EXIT-DISC (MED) I

- Si AS 200 accepte les MEDs, le trafic va vers le lien privilégié par l'AS 300
- Plus petite MED



Le processus de décision

- Il est enclenché par une annonce de route
- Il se déroule en trois phases
  - Calcul du degré de préférence de chaque route apprise
  - Choix des meilleures routes à installer dans ***RIB-Loc***
  - Choix des routes qui vont être annoncées
- Il applique aux informations de routage un traitement basé sur
  - Critères techniques : suppression boucles, optimisations…
  - Critères administratifs : politique de routage de l'AS
    - une annonce de route doit avoir son **NEXT_HOP** *routable*
    - Une route interne est annoncée par un routeur s'il sait la joindre.
    - Une route externe est annoncée par un routeur s'il sait joindre le NEXT_HOP.
    - Une route dont l'attribut NEXT_HOP est l'adresse IP du voisin n'est pas annoncée à ce voisin (qui la connaît déjà!).

Critères de choix entre 2 routes

- WEIGHT (propriétaire Cisco, plus grand préféré)
- LOCAL_PREF le plus grand
- Route initiée par le processus BGP local
- AS_PATH minimum
- ORIGIN minimum (IGP -> EGP -> Incomplete)
- MULTI_EXT_DISC minimum
- Route externe préférée à une route interne (à l'AS)
- Route vers le plus proche voisin local (au sens de l'IGP)
- Route vers le routeur BGP de plus petite adresse IP

Différences entre E-BGP et I-BGP

- Une annonce reçue en I-BGP n'est pas réannoncée en I-BGP
- L'attribut LOCAL_PREF n'est annoncé qu'en I-BGP
- Seuls les voisins E-BGP doivent être directement connectés
- Les annonces I-BGP ne modifient pas l'AS_PATH
- Les annonces I-BGP ne modifient pas le NEXT_HOP
- Le MED n'est pas annoncé en I-BGP

Interaction BGP – OSPF

- Redistribution
  - Routes apprises par BGP → IGP (OSPF)
    - Redistribution de BGP dans OSPF
    - OSPF propage les routes via des LSAs de type 4 à tous les routeurs du nuage OSPF (***aire***)
- Injection
  - Route apprise par BGP est écrite dans la table de routage du routeur.
    - Pas de propagation
- Synchronisation

L’annonce des routes internes d’un AS

- Statique
  - Pas d’instabilité de routage, mais trous noirs possibles
    - `redistribute [static|connected]`
      - → ORIGIN : Incomplete
    - `network <adresse réseau>`
      - → ORIGIN : IGP
- Dynamique
  - Suit au mieux l’état du réseau, nécessite du filtrage
    - ***redistribute <paramètres de l’IGP>***
      - →ORIGIN : IGPz

La politique de routage

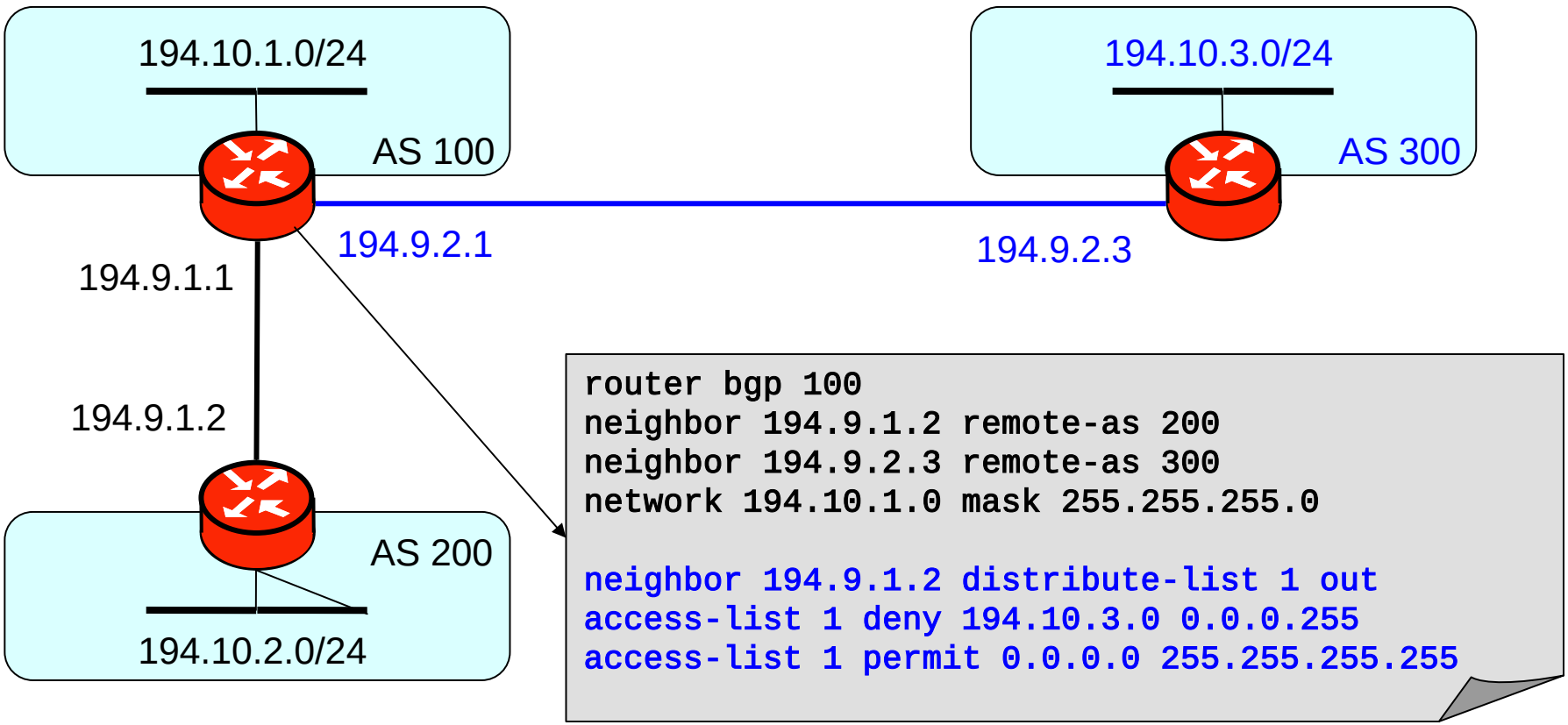
- Elle peut influencer :
  - Le traitement des routes reçues
  - Le traitement des routes annoncées
  - L'interaction avec les IGP de l'AS
- En pratique elle s'exprime par :
  - Du filtrage de réseaux
  - Du filtrage de routes (AS_PATH)
  - De la manipulation d'attributs de routes

Filtrage de routes

- Associer une *access list* à un voisin
- Neighbor *ID* distribute-list *no-of-the-list* [in/ou]
- Definir une access list
  - Bit non significatif (inverse du netmask)
  - Si pas d action en fin de liste
    - Aplpiquer le 'deny everything else'
- Access-list *No-of-the-list* [deny/permit] IP-@ *non-sig-bit*

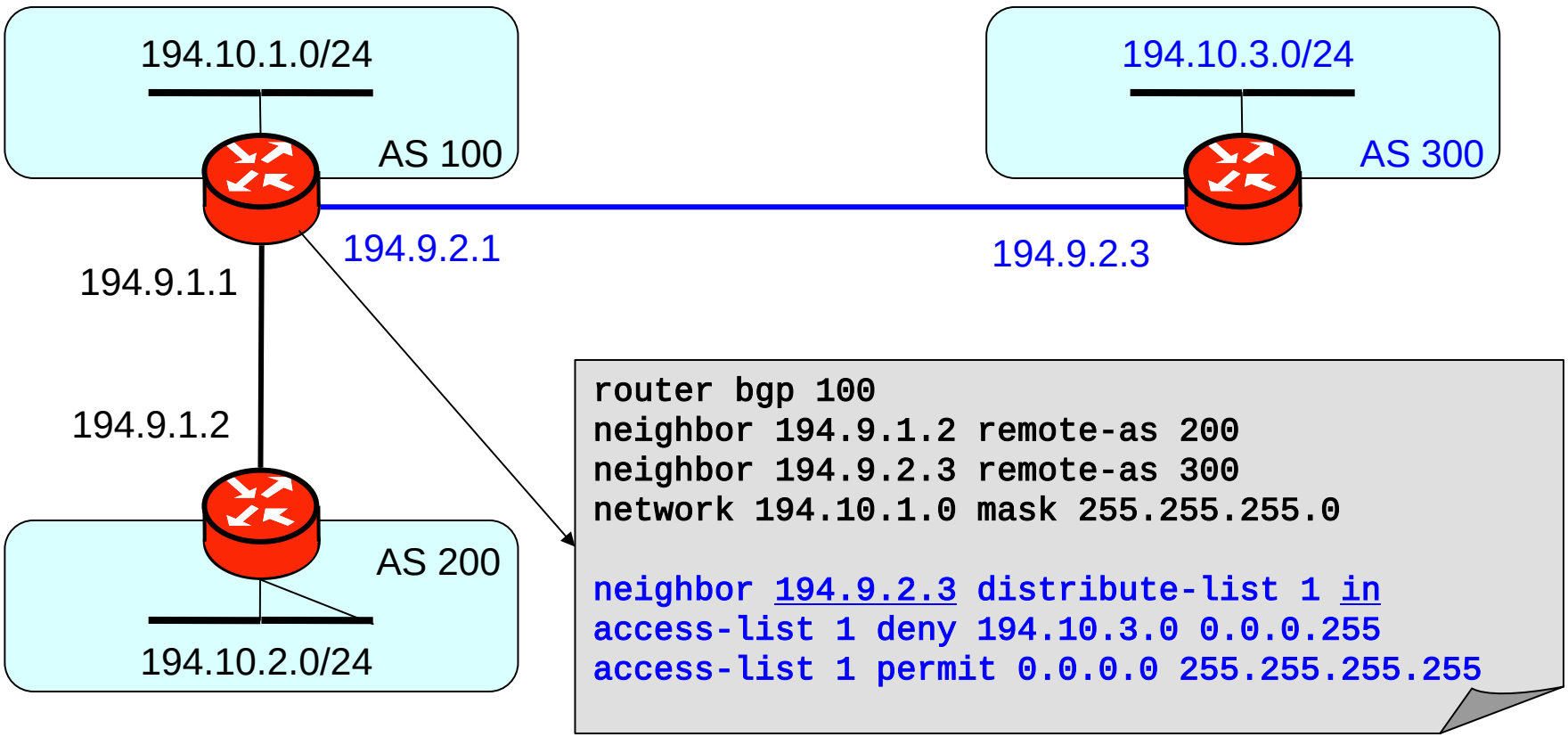
Politique de routage

- Filtrage des réseaux annoncés
  - AS100 ne veut pas servir d'AS de transit pour le réseau 194.10.3.0/24 de l'AS300



Politique de routage

- Filtrage des réseaux annoncés
  - Idem mais en plus l'AS100 ne connaît plus 194.10.3.0/24 de l'AS300



Filtrage de chemin

- Associer une *filtre list* à un voisin
- Neighbor *ID* filter-list *no-of-the-list* [in/ou]
- Définir une *filter list*
- Ip as-path access-list *No-of-the-list* [deny/permit] regexpr
- Regular expression
  - ^ début du chemin
  - $ fin du chemin
  - . Tout caractère
  - ? Un caractère

_ matches ^ $ ( ) 'space'

* toute répétition

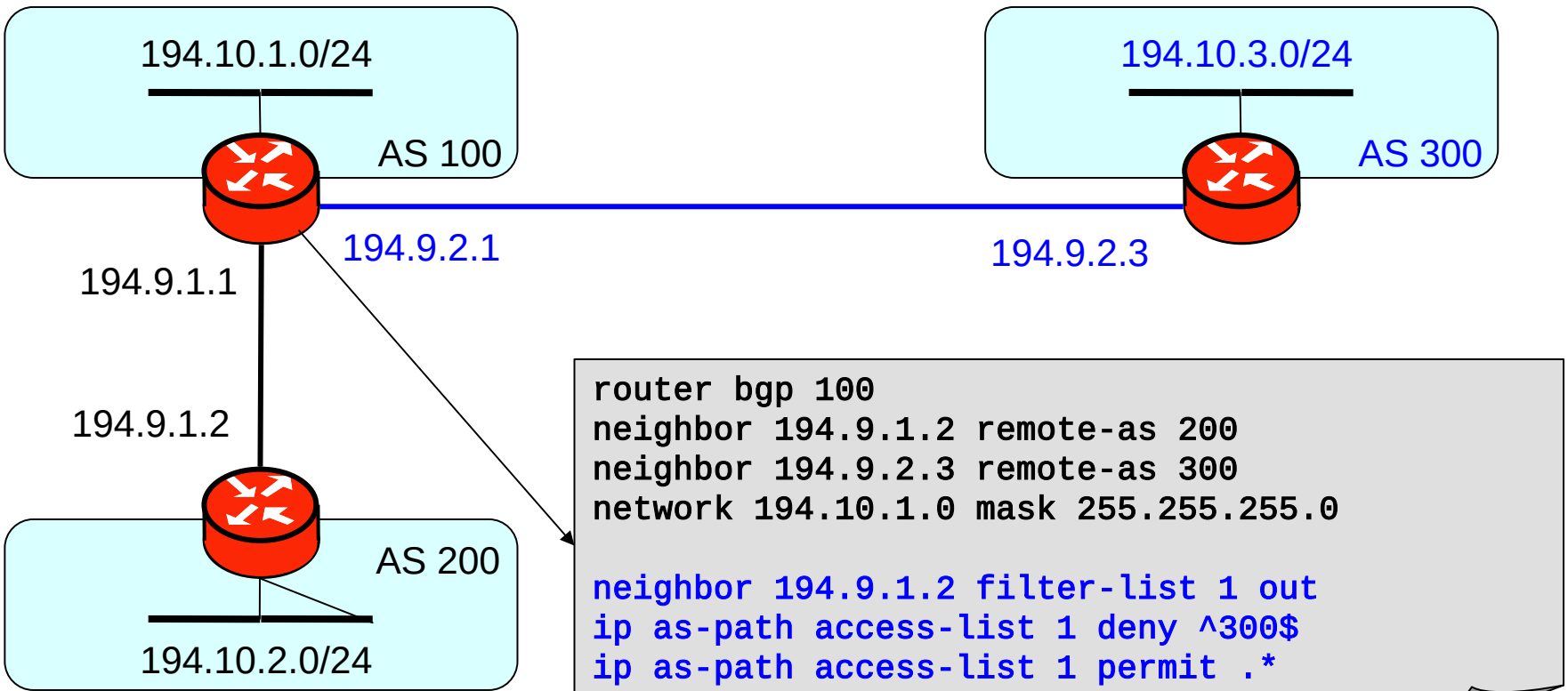
+ au moins une répétition

Filtrage de chemins

- ^$
  - route locale seulement (AS_PATH vide)
- .*
  - toutes les routes
- ^300$
  - AS_PATH = 300
- ^300_
  - toutes les routes en provenance de 300
- _300$
  - Toutes les routes originaires de 300
- _300_
  - Toutes les routes passant par 300

Politique de routage

- Filtrage des AS_PATH annoncés
  - AS100 ne veut pas servir d'AS de transit pour tous les réseaux internes d'AS300




```
router bgp 100
neighbor 194.9.1.2 remote-as 200
neighbor 194.9.2.3 remote-as 300
network 194.10.1.0 mask 255.255.255.0

neighbor 194.9.1.2 filter-list 1 out
ip as-path access-list 1 deny ^300$
ip as-path access-list 1 permit .*
```

Route maps

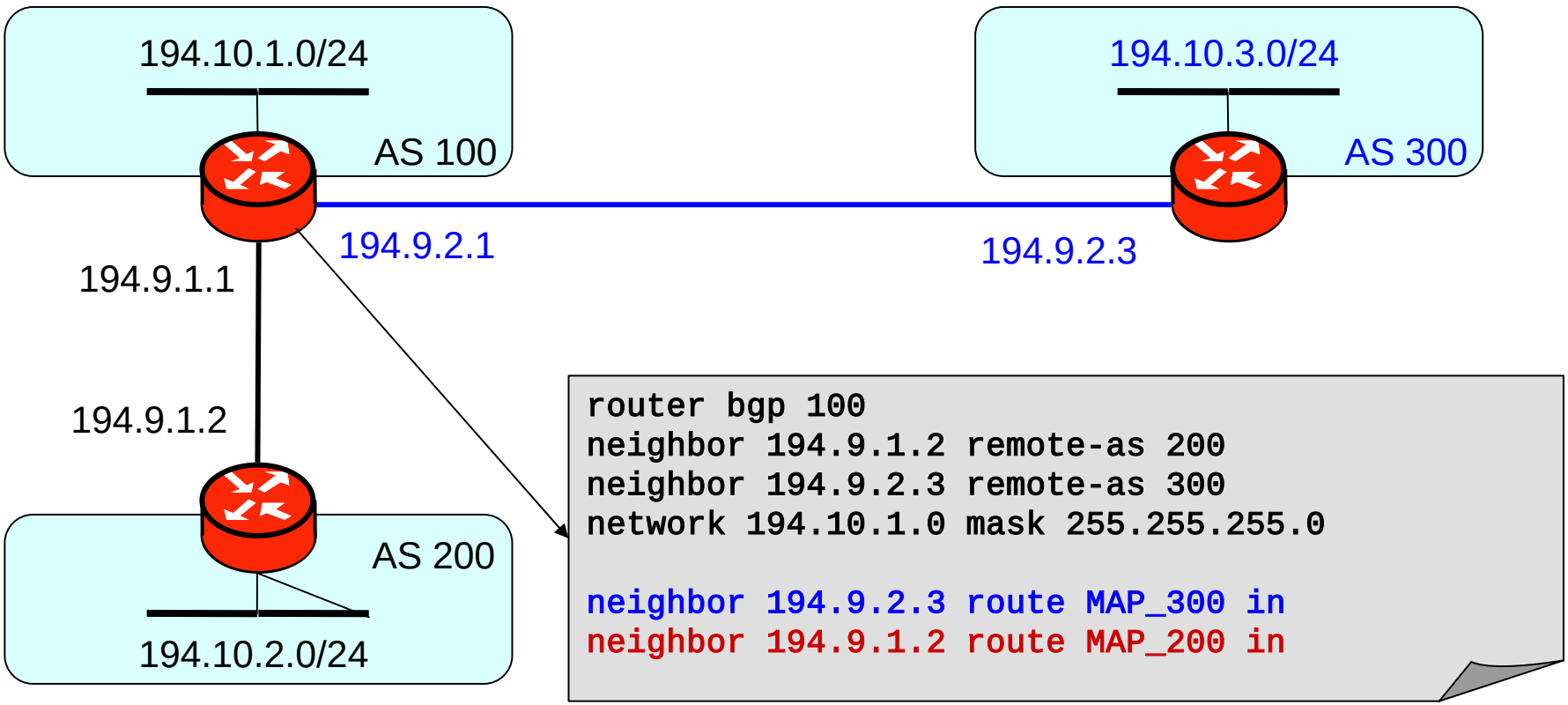
- Route-map *map-tag* [permit|deny] *instance-no*
- *First instance-condition*: set match
- *Next-instance-condition*:set match
- …
- Route-map SetMetric permit 10
- Match ip address 1
- Set metric 200

- Route-map SetMetric permit 20
- Set metric 300

- Access-list 1 permit 194.10.3.0 0.0.0.255

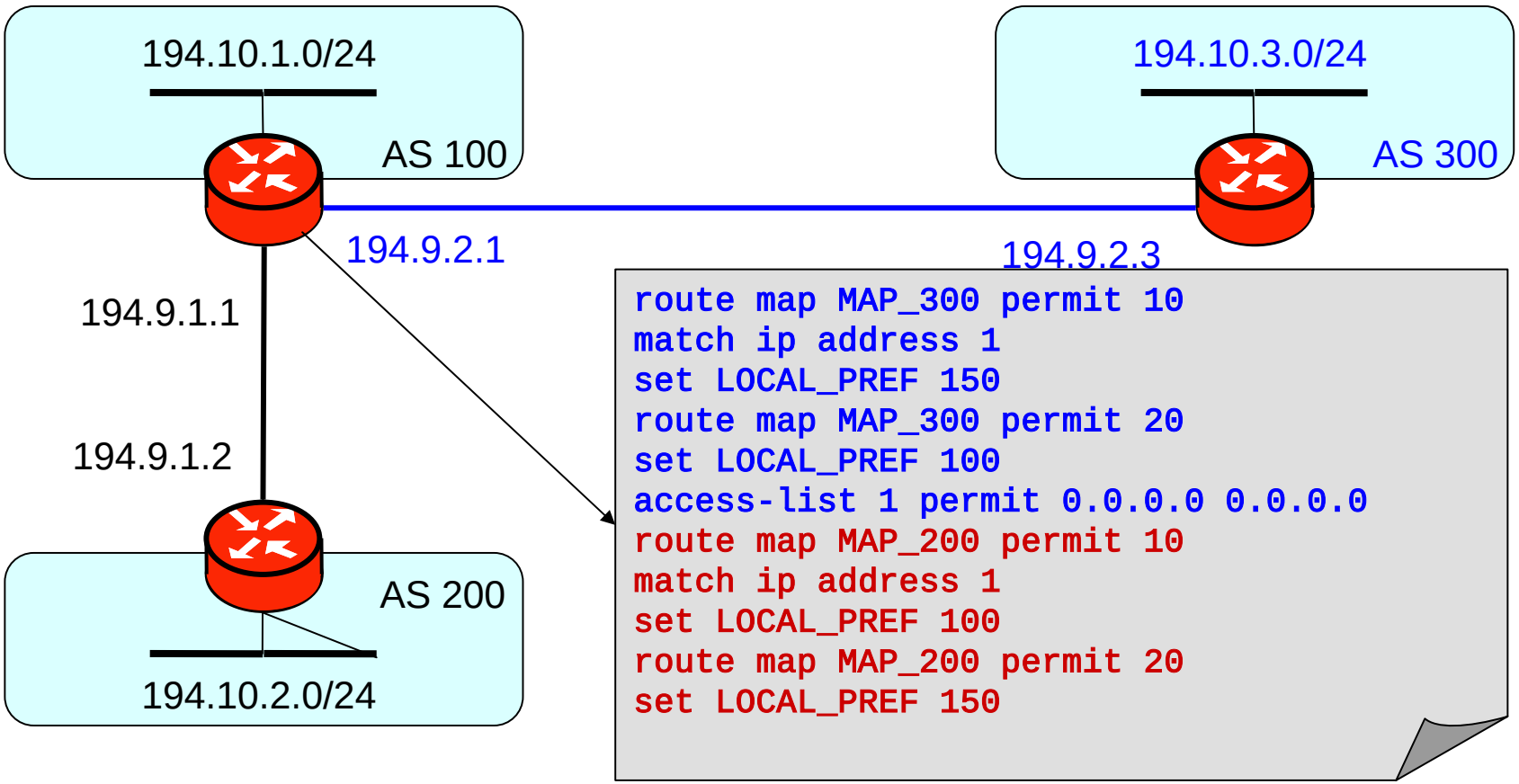
Politique de routage

- Filtrage par route map :
  - AS100 veut privilégier la route par défaut annoncée par AS300



Politique de routage (suite)

- Filtrage par route map :
  - AS100 veut privilégier la route par défaut annoncée par AS300



Références :

- Building Reliable networks with the Border Gateway Protocol BGP, *Iljitsch van Beijnum*
  - Editions O'REILLY
- BGP-4 Command and Configuration Handbook, *William R. Parkhurst*
  - CiscoPress
- RFC 1771, 1105, 1163, 1267, 1918
- www.cisco.com
- http://www.ietf.org/rfc/rfc1918.txt