

BGP



Border Gateway Protocol
BGP4

David LOPOI

Adressage

Besoins pour communiquer sur un réseau IP

- ❑ **Une interface réseau**
- ❑ **Une adresse IP**

Adressage

Format d'une Adresse IP

$X_1.X_2.X_3.X_4$

NB: Un équipement réseau peut avoir une ou plusieurs interfaces réseau (host & routeur)

Adressage

Adresse réseau – Rappels

1. Un ensemble d'équipements capables communiquer directement sans passer par un routeur, sont dit être sur le même réseau
2. Une adresse Ip peut être attribuée à un réseau

Adressage

Identifier la partie réseau d'une adresse

N.H

N----→ Adresse du réseau

H-----→ Adresse de l'équipement sur ce réseau

Taille (H+N) = 32

Adressage

Classe d'adresses réseaux

NB:

1. Les adresses réseaux sont regroupées par classes , en fonction de la taille de N et de la valeur du premier octet
2. Il existe 4 classes d'adresses reseaux : A, B, C, D et E

Adressage

Classe d'adresses réseaux

Classe	Taille de N/H	Valeur du premier Octet
A	8/24	1-126
B	16/16	128-191
C	24/8	192-223
D		224-239
E		240-255

Astuce: L'on peut retrouver les valeurs du premier octet des différentes classes à partir des 4 premiers bits

Adressage

Mask d'adresse IP

Une adresse IP est toujours accompagnée d'un mask :

- De taille 32 bits
- Différentie la partie réseau de la partie host
- La partie associée au réseau ne comporte que des 1
- la partie host ne comporte que des 0

Adressage

Mask d'adresse IP

Classe	Mask
A	255.0.0.0
B	255.255.255.0
C	255.255.255.0

Adressage

Adresses Privées

*Avec l'explosion de l'utilisation de l'internet dans le monde, L'adresses IP étant une ressource rare , l'une des solution a ce probleme est l'utilisation **d'Adresses Privées***

NB : Le RFC 1918 , définie une plage d'Adresses Privées par classe

Plage d'adresse	Classe	Nbre de réseau
10.0.0.0 to 10.255.255.255	A	1
172.16.0.0 to 172.31.255.255	B	16
192.168.0.0 to 192.168.255.255	C	256

Adressage

Adresses de sous- réseau

NB: Pour éviter le gaspillage d'adresses IP l'on a introduit la notion de sous réseaux

Format d'une adresse IP subdivisée en sous-reseau

N.S.H'

NB:

1. le champ S est créé en réduisant le champ de H; taille (S+H') = taille H
2. Dans le mask de sous réseau , tous les bit correspondant a S sont aussi a 1

Adressage

Adresse de diffusion (broadcast address)

Une adresse IP de diffusion (broadcast address) :

- Est utilisé principalement par arp
- Permet de diffuser une info ou une requête a l'ensemble des équipements d'un réseau ou un sous réseau
- A chaque adresse réseau ou sous réseau est associée une adresse
- la partie host ne comporte que des 0

Adressage

Comment trouver le broadcast address d'un réseau

En considérant que $M_1M_2M_3M_4$, le mask d'un réseau,

*L'adresse broadcast sera $B_1B_2B_3B_4$ avec B_i
 $= 255 - M_i$*

-Exemple

Adressage

Etude de cas 1

Pour une adresse IP donnée, trouver :

1. l'adresse IP du sous - réseau auquel il appartient
2. L'adresse broadcast de ce sous-reseau
3. La plage d'adresses IP valident pour les hosts de ce sous-réseau

Adressage

Solution rapide

Trouver l'adresse IP du sous-reseau

Considérons une adresse IP $A_1A_2A_3A_4$, de mask $M_1M_2M_3M_4$

1. Déterminer le M_i tel que $M_i \neq 0$ et $M_i \neq 255$, supposons dans notre cas que ce soit M_3

2. Calculer d tel que $d = 256 - M_3$ (d est appelé le magic nber)

3. L'adresse de sous-réseau associée a cette machine est A_1A_2X0 avec $X = n.d$ tel que $X \leq A_3 < (n+1)d$

-Exemple : Trouver le sous-réseau auquel appartient l'adresse IP 192.168.23.197/27

Adressage

Trouver l'adresse Broadcast

L'adresse broadcast associée à ce sous-réseau est $A_1A_2Y.255$ avec $Y = (X+d)-1$

Trouver la plage d'adresses IP des hosts

La plage d'adresses IP utilisable pour les hosts de ce sous-réseau sera $[A_1A_2X.0 - A_1A_2Y.254]$

Adressage

Etude de cas 2

Pour un réseau donnée, comment le découper en x sous-réseaux de *taille fixe* (SLSM)

Adressage

Solution

1. Trouver le plus petit entier n tel que $x \leq 2^n$

NB: si la taille du mask du réseau est p , alors la taille de chaque sous-réseau sera $s = p + n$

2. Considérant le nouveau mask s , trouver le magic number d

3. *La première adresse de sous-réseau est celle qui vous a été donnée mais en utilisant le nouveau mask*

4. *Vous trouvez les sous-réseaux successifs en ajoutant a chaque fois le magic number jusqu'à atteindre 256*

5. *La dernière adresse avant d'atteindre 256 est le sous-réseau de broadcast*

Exemple: Trouver tous les sous-réseaux du réseau 172.31.0.0 ayant un mask 255.255.224.0

Adressage

Etude de cas 3

Pour un réseau donnée, comment le découper en x sous-réseaux de différentes tailles (VLSM)

Adressage

Solution

1. Trouver le nombre de sous-réseaux de plus grandes taille; si x est ce nombre, trouver n tel que $x \leq 2^n$
2. Trouver ces sous-réseaux
3. Allouez ces sous-réseaux a partir des premiers
4. Utilisez les sous-reseaux restant pour continuer les subdivisions

Exemple : 172.31.28.0.0/23 (172.31.28.0 á 172.31.29.255)
Requirements: 3 /25's; 2 /27's; 3 /30's

Adressage

Etude de cas 4

Agréger x réseaux/sous-réseaux de petite tailles en un plus grand réseau

Adressage

Solution

1. Trouver le plus petit entier n tel que $x \leq 2^n$
2. Déterminer p la taille du mask du plus petit sous-réseau (le plus long mask)
3. *La taille du mask du réseau agrégateur sera $p-n$*
4. *Calculer l'adresse du réseau agrégateur en appliquant le nouveau mask à la plus grande composante des différents sous-réseaux*

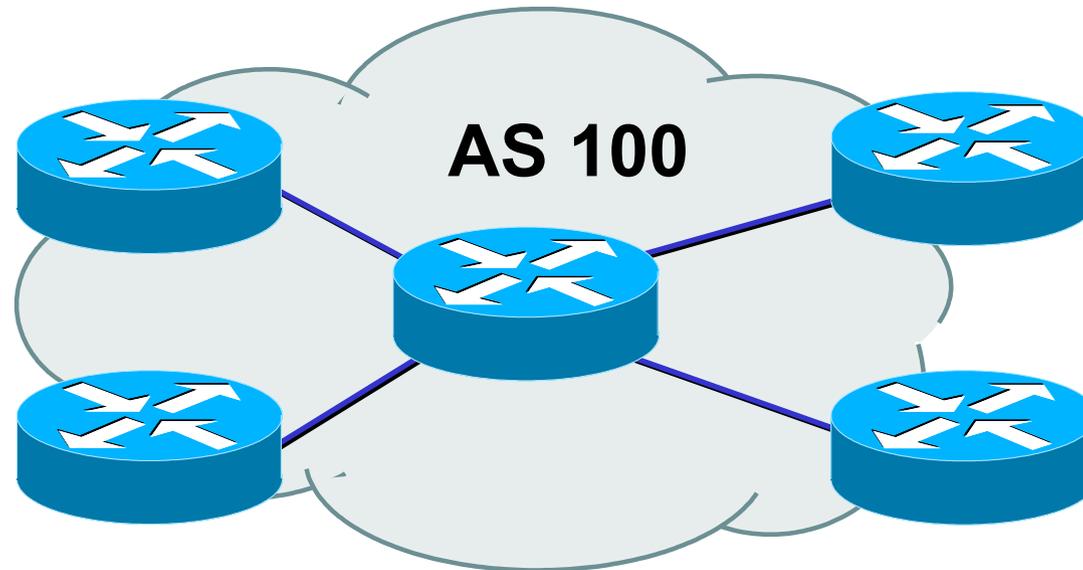
Exemple : Trouver la plus petite adresse pouvant agréger les réseaux 172.31.20.0, .21.0, .22.0, and .23.0, de mask /24

BGP



Principes de base et vocabulaires

Systeme autonome (AS)



- Ensemble de réseaux partageant la même politique de routage
- Généralement sous une gestion administration unique
- Utilisation d'un IGP au sein d'un même AS

Systeme autonome (AS)...

- Caractérisé par un numéro d'AS
- Il existe des numéros d'AS publiques et privés
- 1-64511 & 64512-65535
- Les numeros d'AS sont attribué par des RIR (ex Afrinic)
- Tout adresse IP publique appartient a un AS donné

Systeme autonome (AS)...

- A l'interieur d'AS tourne un IGP (RIP, EIGRP, OSPF, IS-IS)
- Les AS communique entre eux via un EGP
- EGP = Exterior Routing Protocols
- BGP (Border Gateway Protocol) est le seul EGP

Utilisation de BGP

- Prestataire de services Internet (ASP/ISP)
- Clients raccordés à plusieurs ASP/ISP
- Point d'échange Internet (CIX)
- Fournisseurs de LS

Caracteristiques de BGP

- Vecteurs distant amélioré
- Echanges fiable car basé sur TCP (179)
- Le protocole de routage utilisé sur Internet
- Evolutif et flexible
- BGP se base sur un ensemble de critères appelés *Atributs BGP* pour choisir le meilleur chemin

Etablir une session BGP

- BGP ne découvre pas automatiquement ses voisins (les voisins sont explicitement configurés)
- La configuration se fait sur les deux voisins
- deux voisins BGP de deux AS différents, doivent être directement connectés (TTL = 1)
- *Sh ip bgp summary* pour vérifier l'état d'une session BGP
- Les différents états d'une session BGP sont : Idle, Active, OpenSent, OpenConfirm, Establish
- Pour communiquer , deux voisins BGP doivent être dans un état Establish

Etablir une session BGP

Les Parametre d'ouverture d'une session BGP sont :

- La version de BGP qui tourne sur le routeur (4 est la bonne)
- Le Numero d'AS
- Le Holdtime (3x keepalive = 3x 60s)
- L'identifiant BGP du routeur

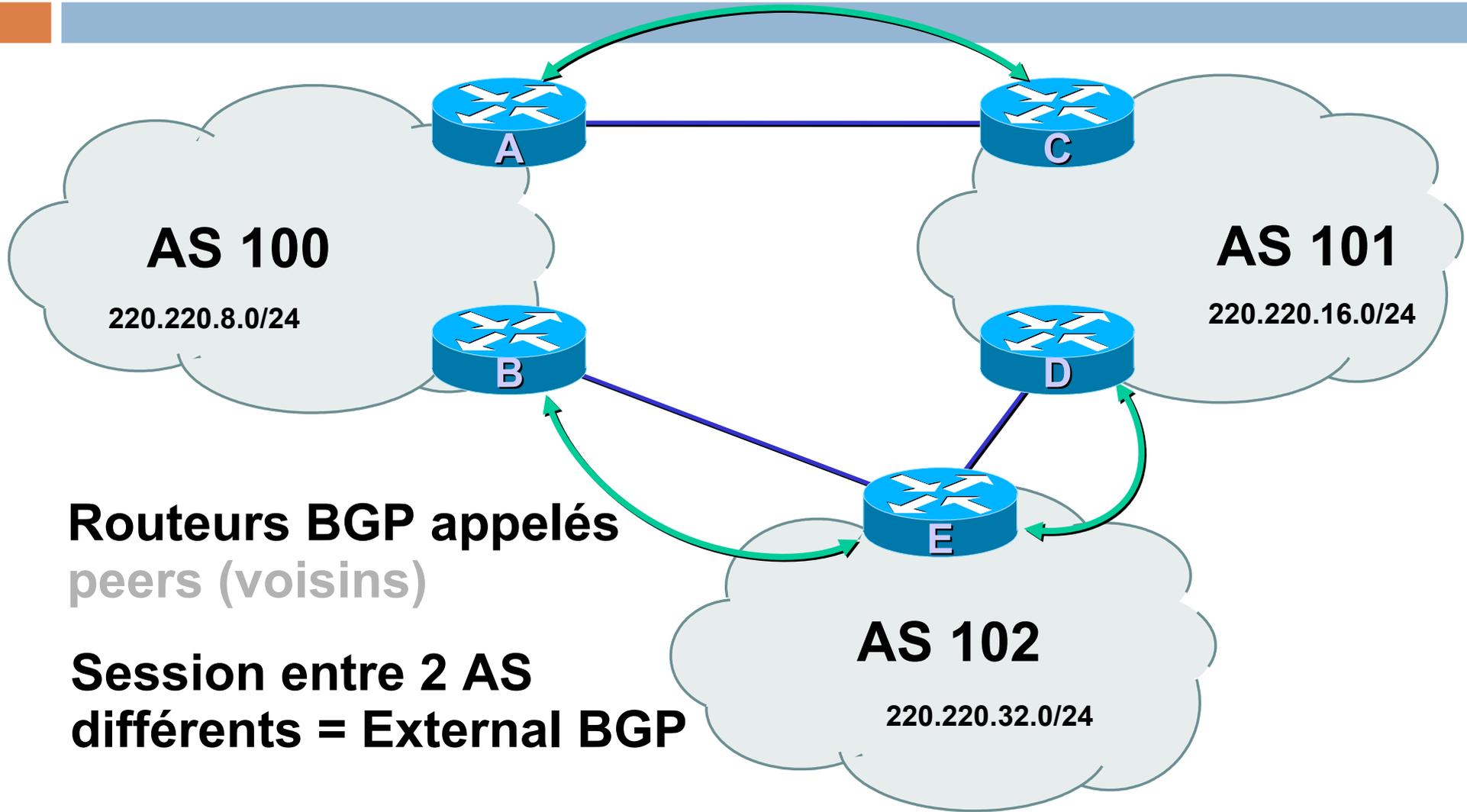
NB : L'etablissement d'une session BGP peut etre securisée par un mot de passe (Authentication MD5)

Etablir une session BGP

Une session BGP est soit Interne soit Externe :

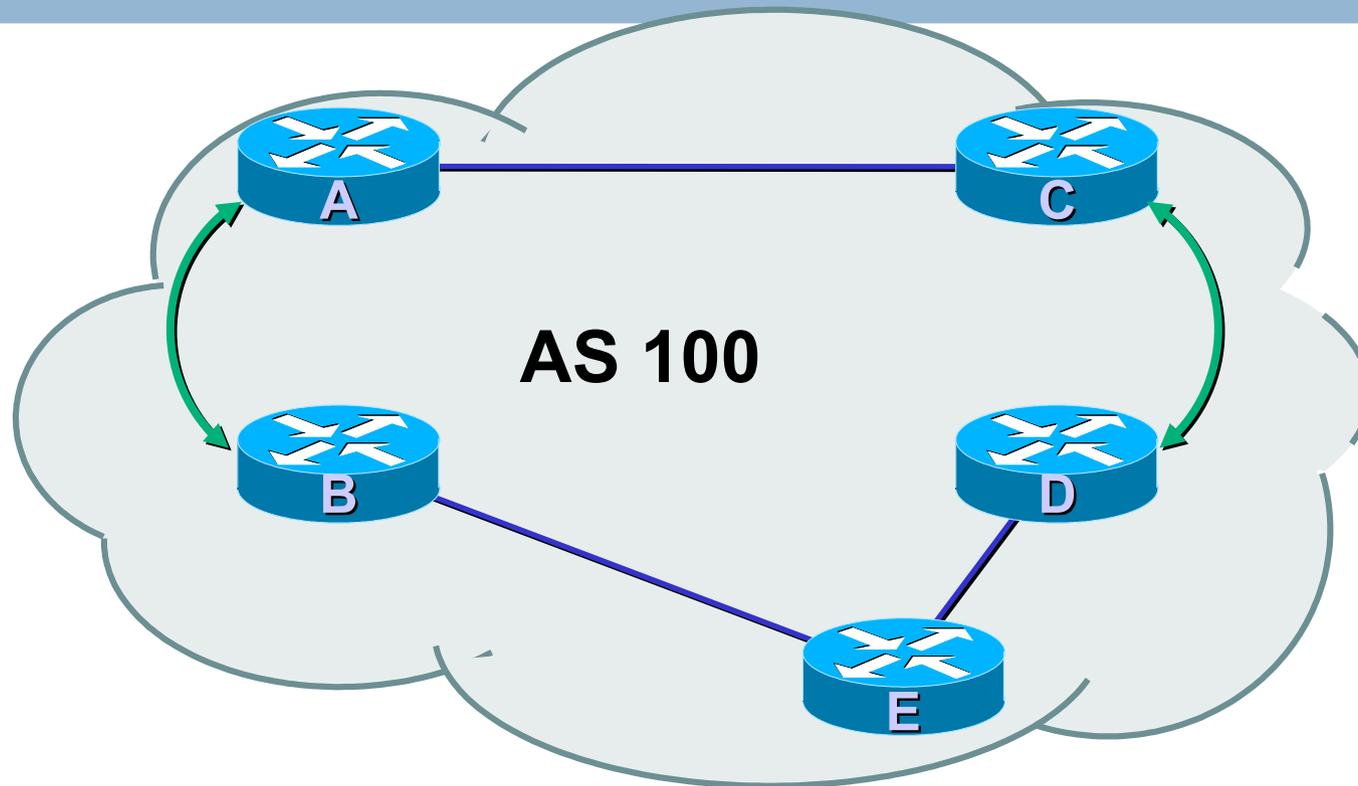
- La session Interne s'établie entre 2 routeur du meme AS
- La session Externe s'établie entre 2 routeur de differents AS
- La session Interne est appelée IBGP
- La session Externe est appelée EBGP

Sessions BGP - Externe



Note: les voisins eBGP doivent être directement raccordés.

Sessions BGP - Interne



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

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

Les attributs BGP

- Les attributs BGP sont des paramètres attachés à chaque route BGP
- Quand il y a plusieurs chemins pour atteindre la même destination, BGP se base sur les attributs pour en choisir le meilleur
- Les attributs peuvent être publics (connus de tous) ou privés (Optionnels)

Les attributs BGP

- Les attributs publiques peuvent être obligatoires (mandatory) ou optionnels (discretionary)
- Les attributs obligatoires sont attachés à chaque route BG
- ces attributs Obligatoires sont : l'origine de la route, As-path, next-hop

Les attributs BGP

- Les attributs publiques optionnels peuvent être attachés ou non à une route donnée
- Les attributs publiques optionnels sont :
 - Local preference : utilisé pour choisir le chemin de sortie par des paquets IP d'un AS donné
 - Atomic Aggregator : attributs attachés aux routes agrégées

Les attributs BGP

- Les attributs privés (optionnels) peuvent être transitifs ou non transitifs
- Le routeur laisse passer les attributs privés transitifs même s'il ne les comprend pas
- Les routes avec des attributs privés non-transitifs sont supprimées par le routeur s'il ne les comprend pas
 - attributs privés transitifs : Aggregator et communautés
 - attributs privés non-transitifs : Multi-exit-discriminator (MED)

Comprendre les attributs BGP

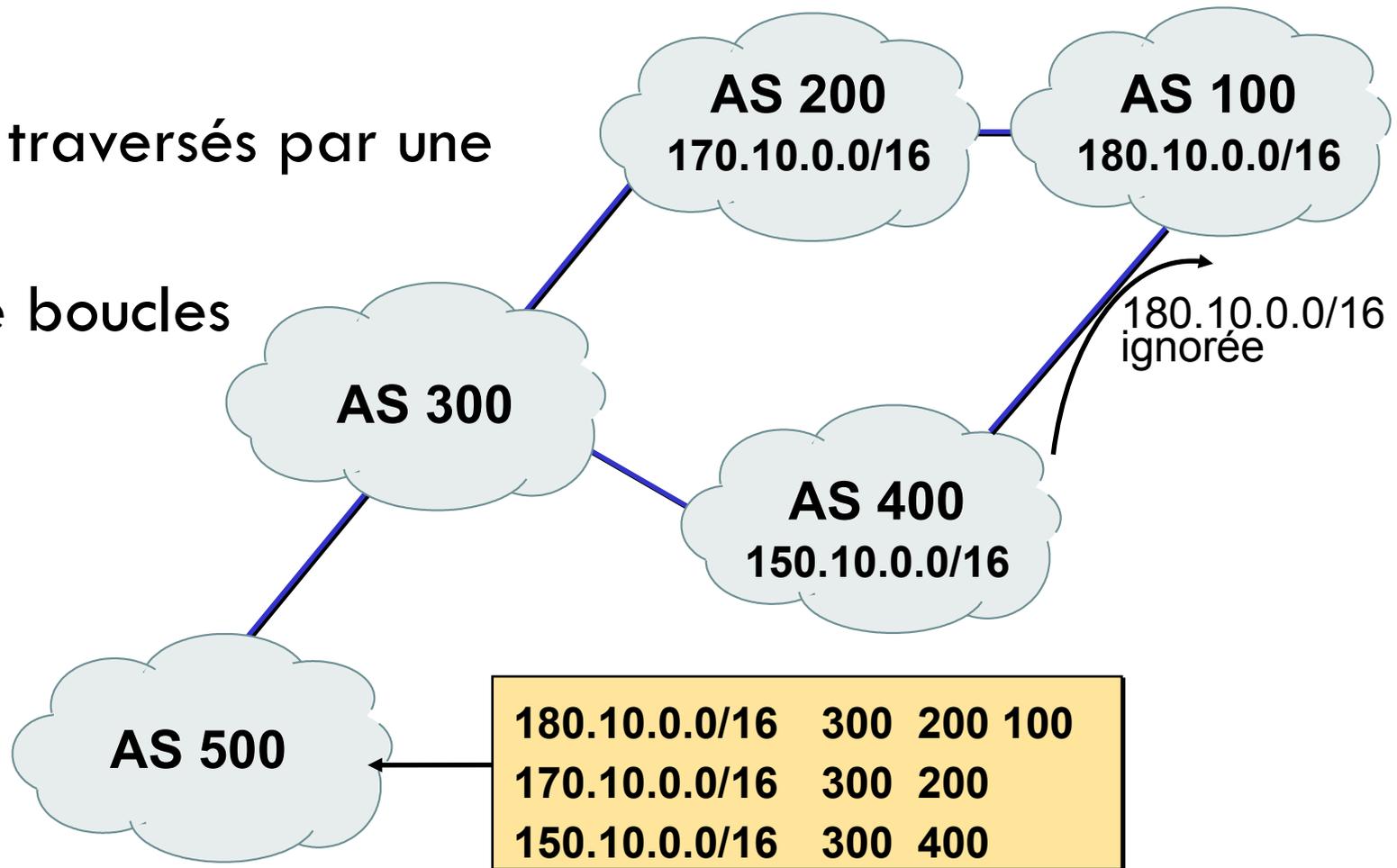
- Origine
- AS-path (chemin d'AS)
- Next-hop (prochain routeur)
- Multi-Exit Discriminator (MED)
- Local preference (préférence locale)
- BGP Community (communauté BGP)

AS-PATH (chemin d'AS)

- *Attribut mis à jour a chaque fois l'information de routage BGP traverse un AS donné*
- Contient la liste des AS traversés par le message
- Permet de détecter des boucles de routage
 - ▣ Une mise à jour reçue est ignorée si elle contient son propre numéro d'AS

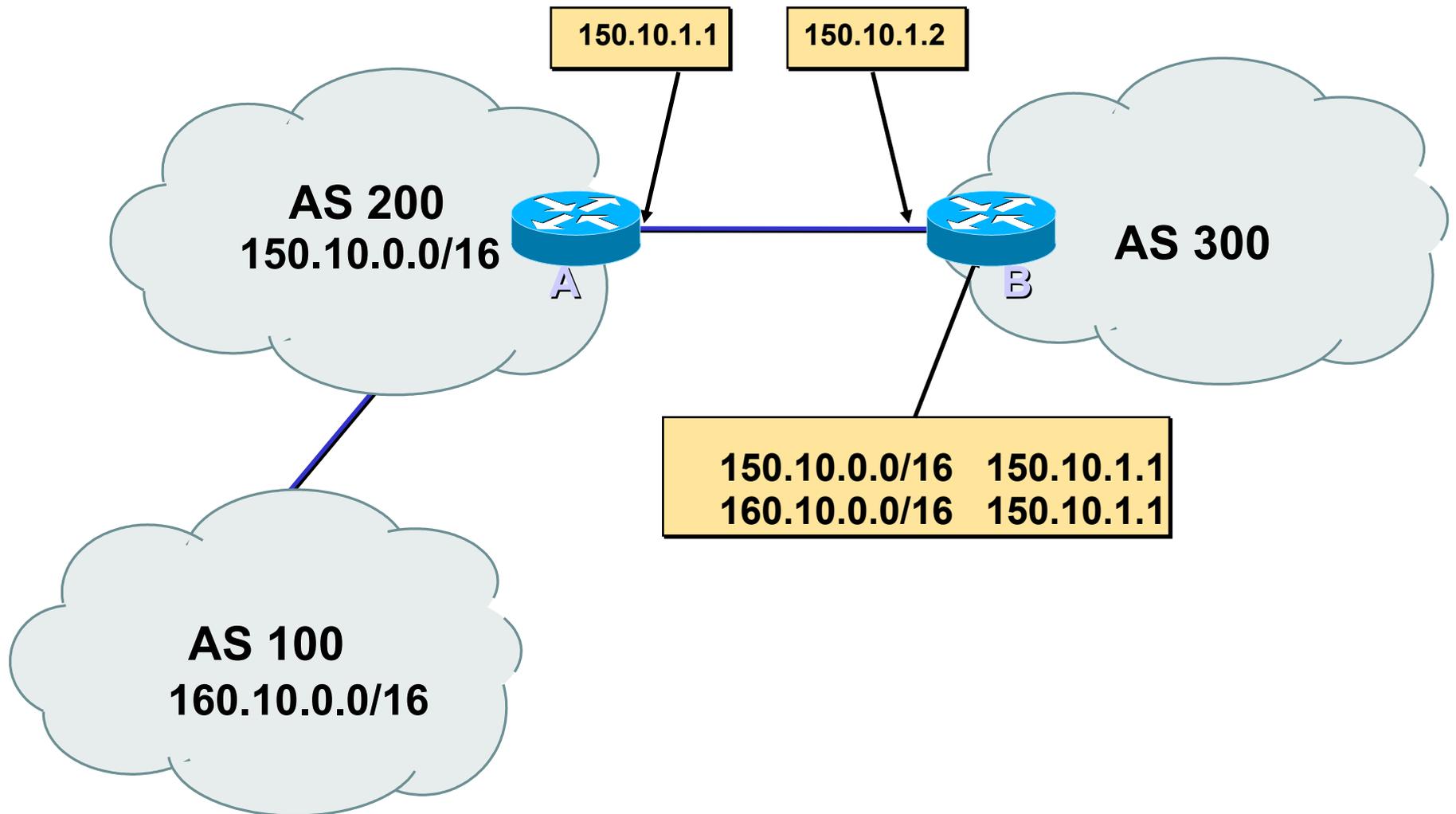
AS-Path (chemin d'AS)

- Liste des AS traversés par une route
- Détection de boucles



Next-Hop (prochain routeur)

Adresse de l'interface annonçant
la route

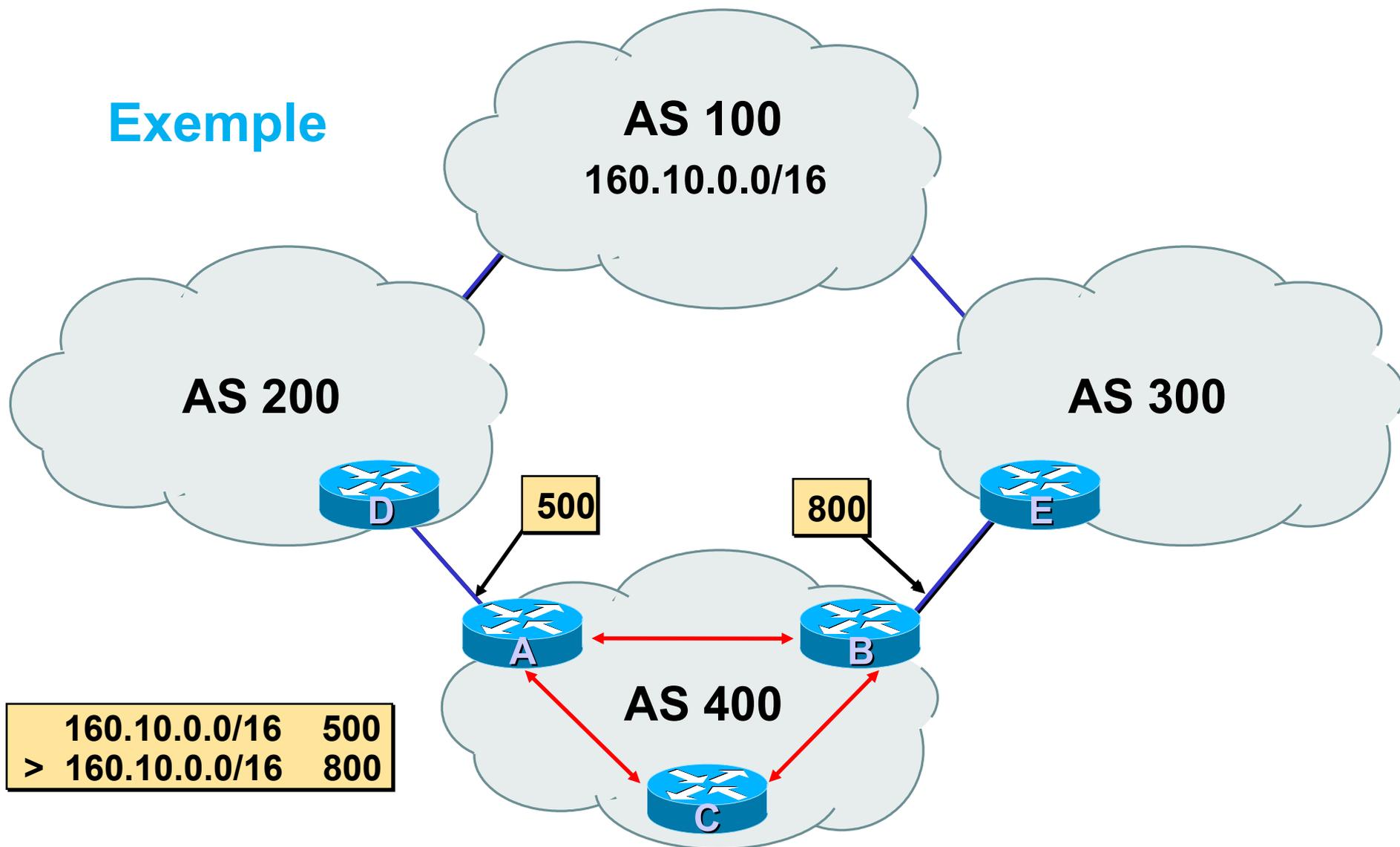


Local Preference

- Paramètre local à un AS
- Permet de préférer une sortie à une autre
- Le chemin avec la préférence locale la plus élevée est sélectionné
- Obligatoire pour iBGP, non utilisé dans eBGP
- Valeur par défaut chez Cisco : 100

Local Preference

Exemple

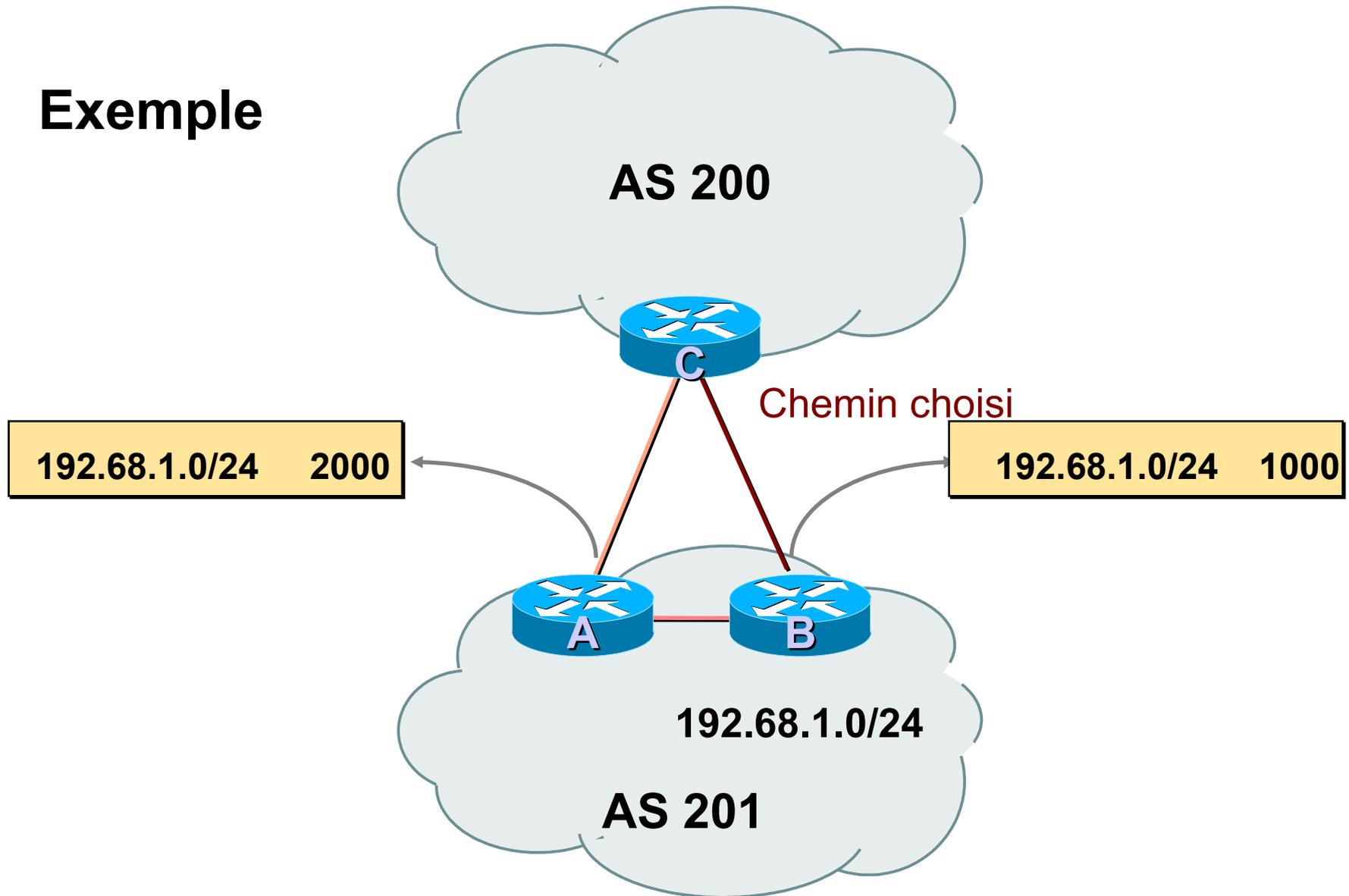


Multi-Exit Discriminator

- Attribut optionnel non transitif
- Utilisé par les clients reliés par deux liens au même ISP pour préférer l'un des liens (Primary/backup)
- Le chemin avec le plus petit MED est sélectionné

Multi-Exit Discriminator (MED)

Exemple



Origin (Origine de la route)

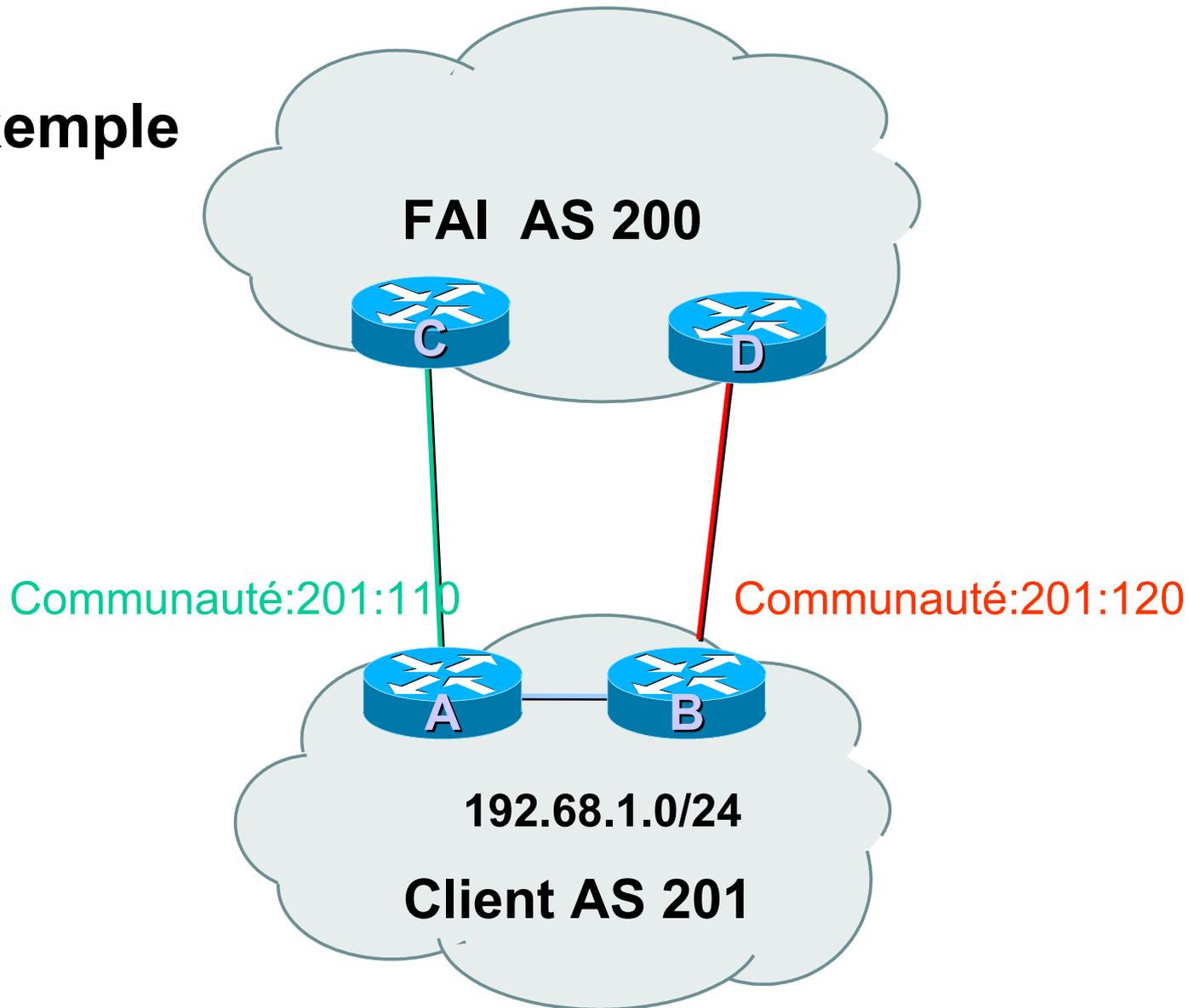
- Indique l'origine de la route
- Trois valeurs
 - ▣ IGP – Route configurée à l'origine explicitement sur un routeur bgp
 - ▣ EGP – route obtenue via EGP
 - ▣ Incomplete – route redistribuée dans BGP via un IGP
 - ▣ *NB: Dans le choix de la meilleur route ,*
INCOMPLETE < EGP < IGP

Communautés BGP

- Attribut privé Transitives
- Permettent de marquer les routes
- Les administrateurs réseaux manipule les routes en fonctions de ces marque
- Les communautés BGP sont des attribut très flexible, car elles permettent de faire des choix avec des critères plus simple

Communautés BGP

Exemple



Poids (Weight)

- Attribut spécifique Cisco utilisé lorsqu'il y a plus d'une route vers la même destination à partir du même routeur
- Attribut local à un routeur (non propagé ailleurs)
- Lorsqu'il y a plusieurs choix, on préfère la route dont le poids est le plus élevé.

Distance administrative

- Plusieurs protocoles de routage peuvent être configurés sur le même routeur
 - ▣ Quand la même destination est donnée par plusieurs protocoles, il faut faire un choix
- La route issue du protocole avec la plus faible distance est installée dans la table de routage
- Distances par défaut en BGP:
 - ▣ iBGP : 200
 - ▣ eBGP : 20
-

BGP



Configurations de base

Commandes BGP de base(1)

Configuration

```
router bgp <AS-number-local>
```

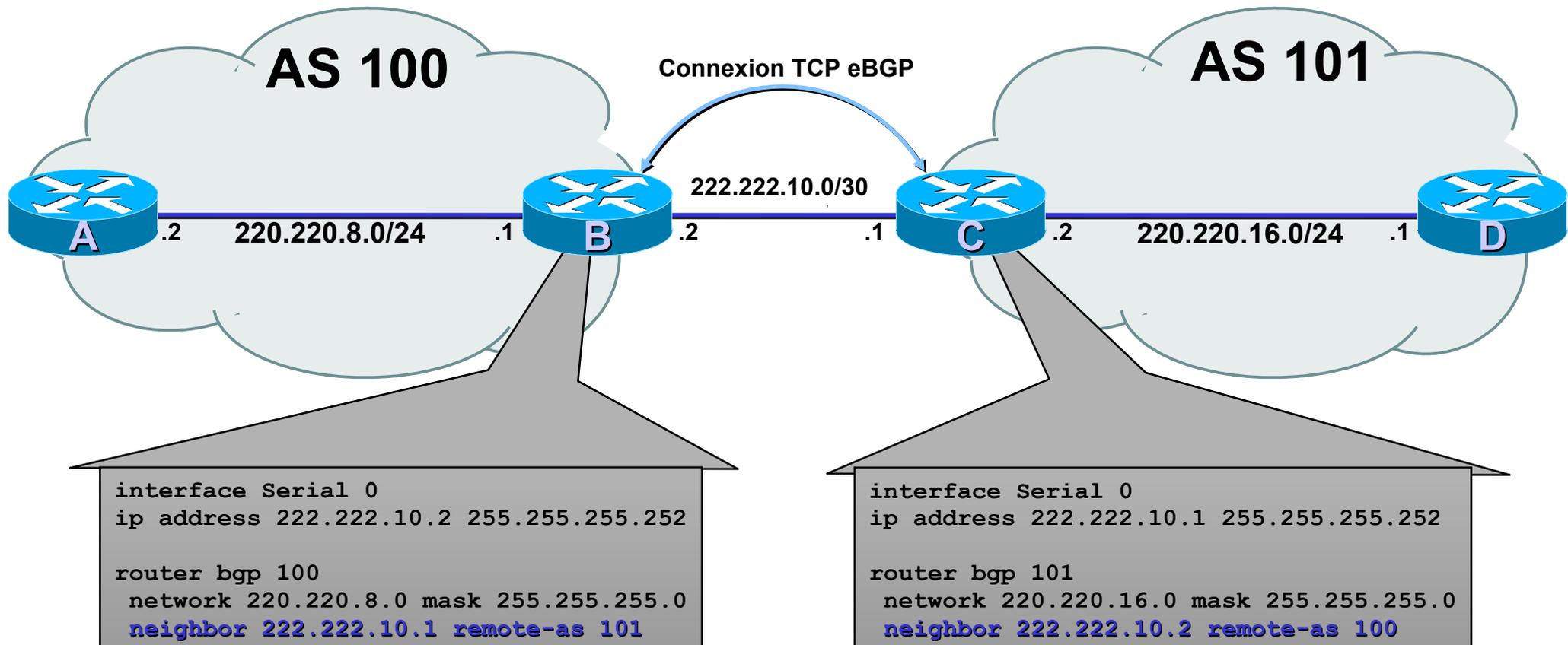
```
neighbor <ipv4 address> remote-as <as-number>
```

<as-number> = <AS-number-local> pour les sessions IBGP

<as-number> # <AS-number-local> pour les sessions EBGP

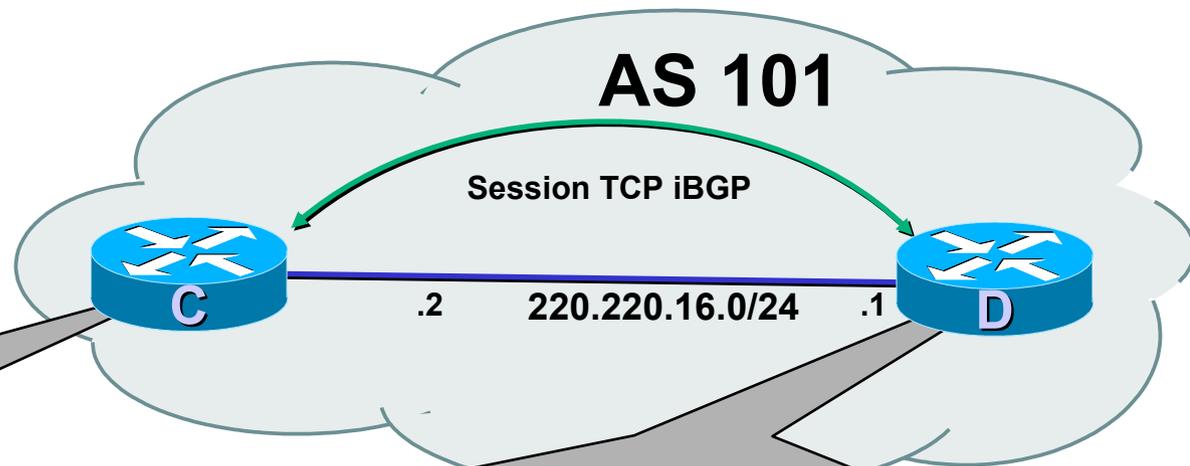
Configuration de sessions BGP

eBGP



Configuration de sessions BGP

iBGP



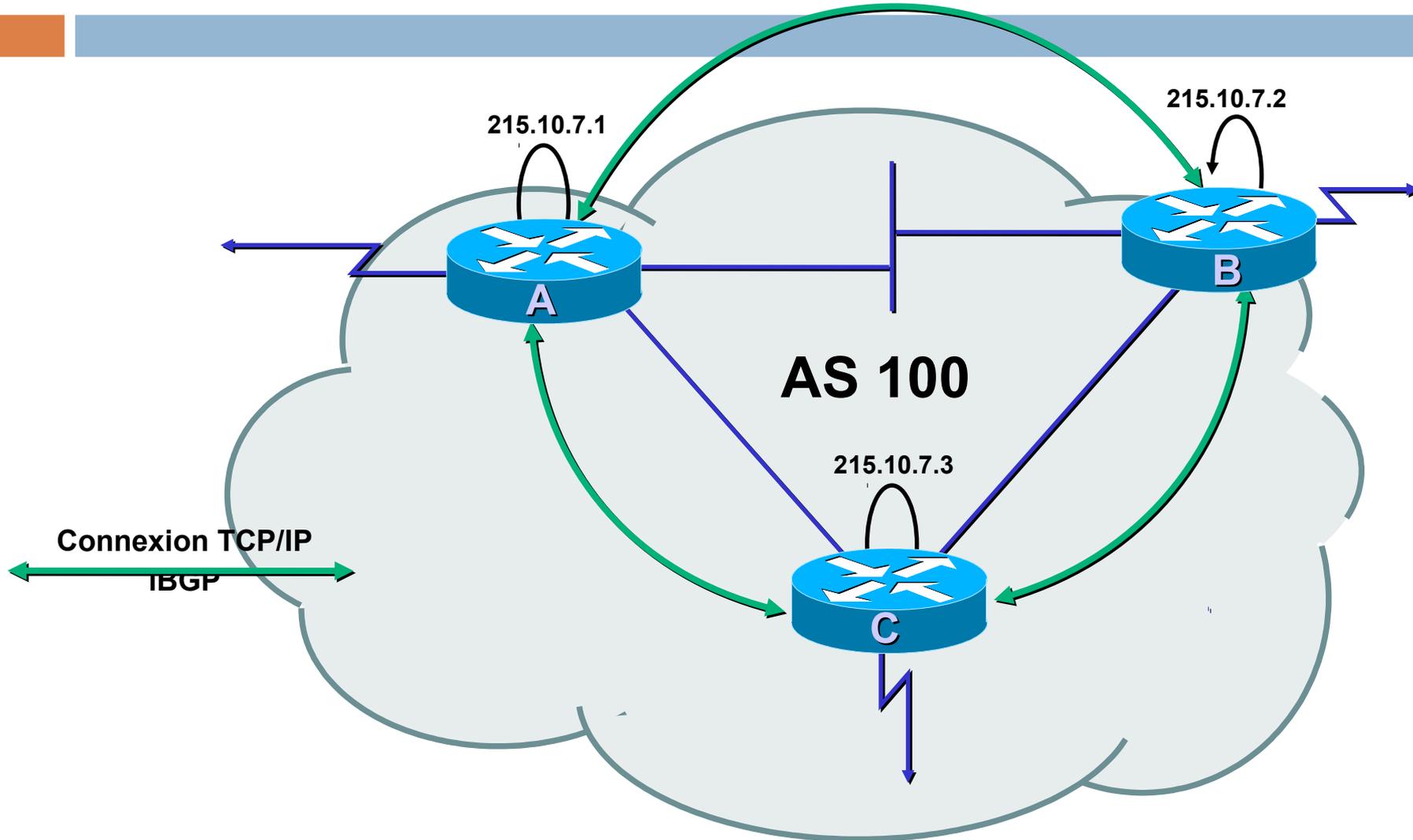
```
interface Serial 1
ip address 220.220.16.2 255.255.255.252

router bgp 101
network 220.220.16.0 mask 255.255.255.0
neighbor 220.220.16.1 remote-as 101
```

```
interface Serial 1
ip address 222.220.16.1 255.255.255.252

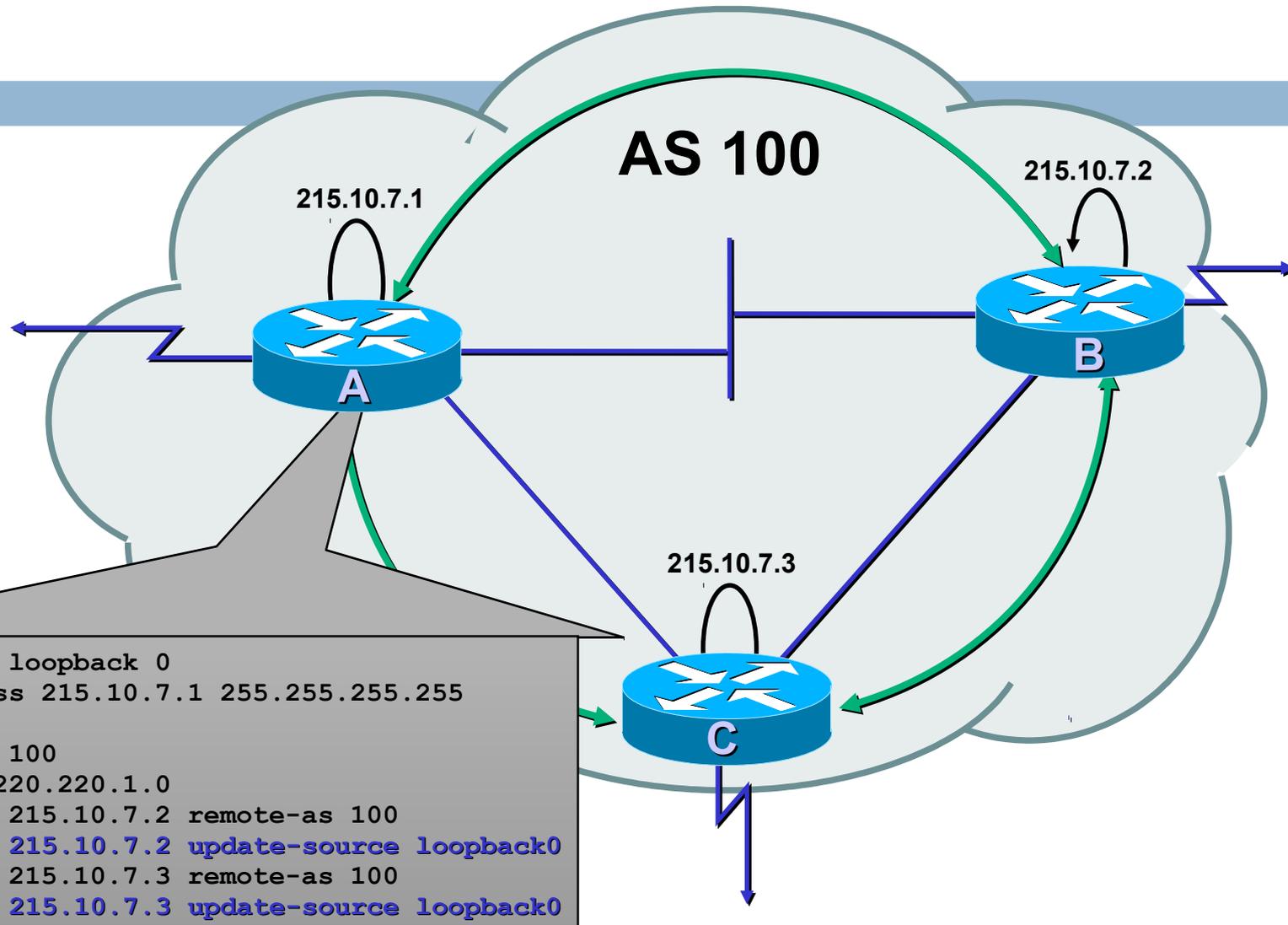
router bgp 101
network 220.220.16.0 mask 255.255.255.0
neighbor 220.220.16.2 remote-as 101
```

Configuration de sessions BGP

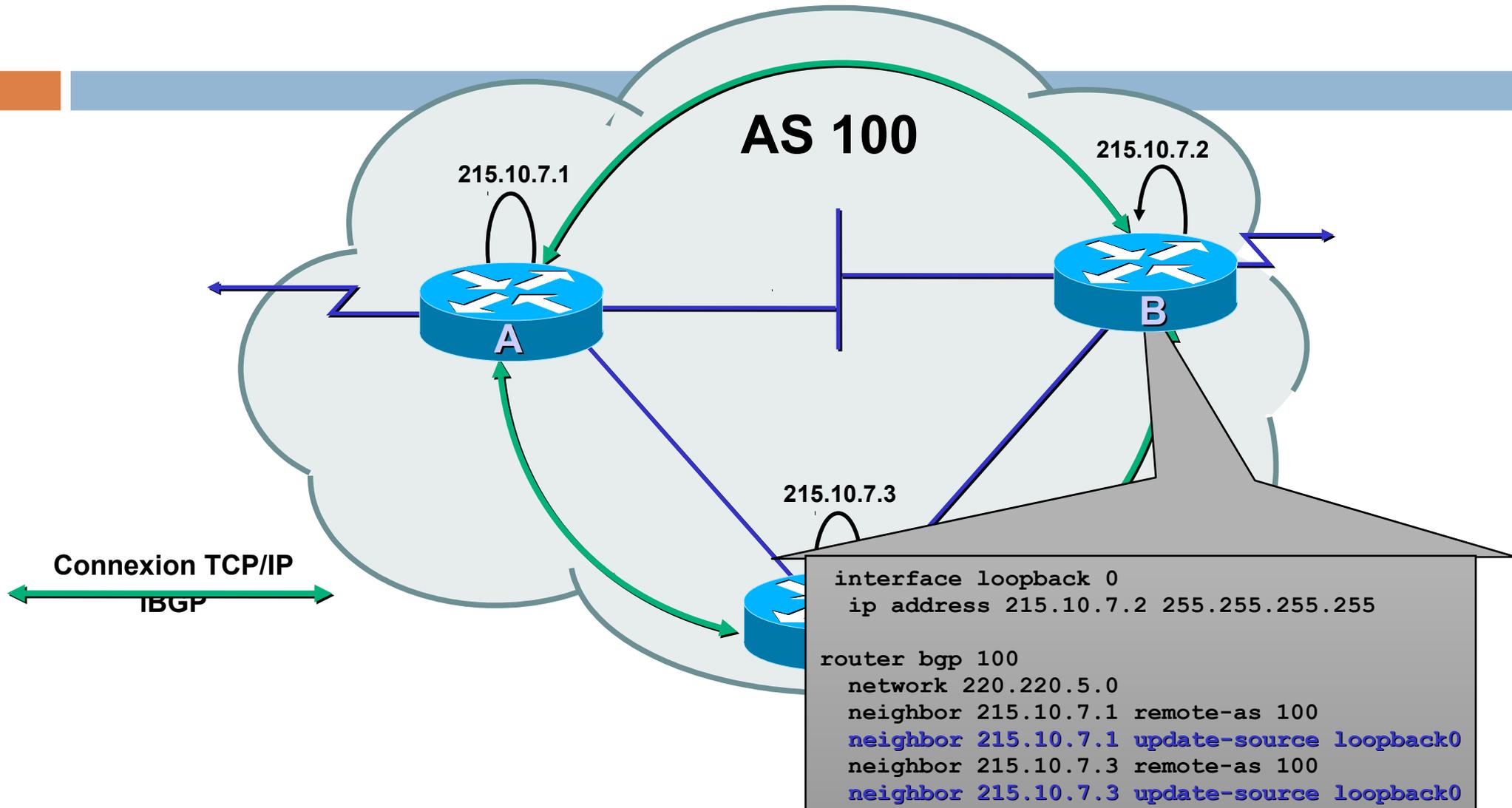


- *Il est recommandé d'utiliser des interfaces Loopback sur les routeurs comme extrêmités des sessions iBGP*

Configuration des sessions BGP



Configuration des sessions BGP



Configuration des sessions BGP

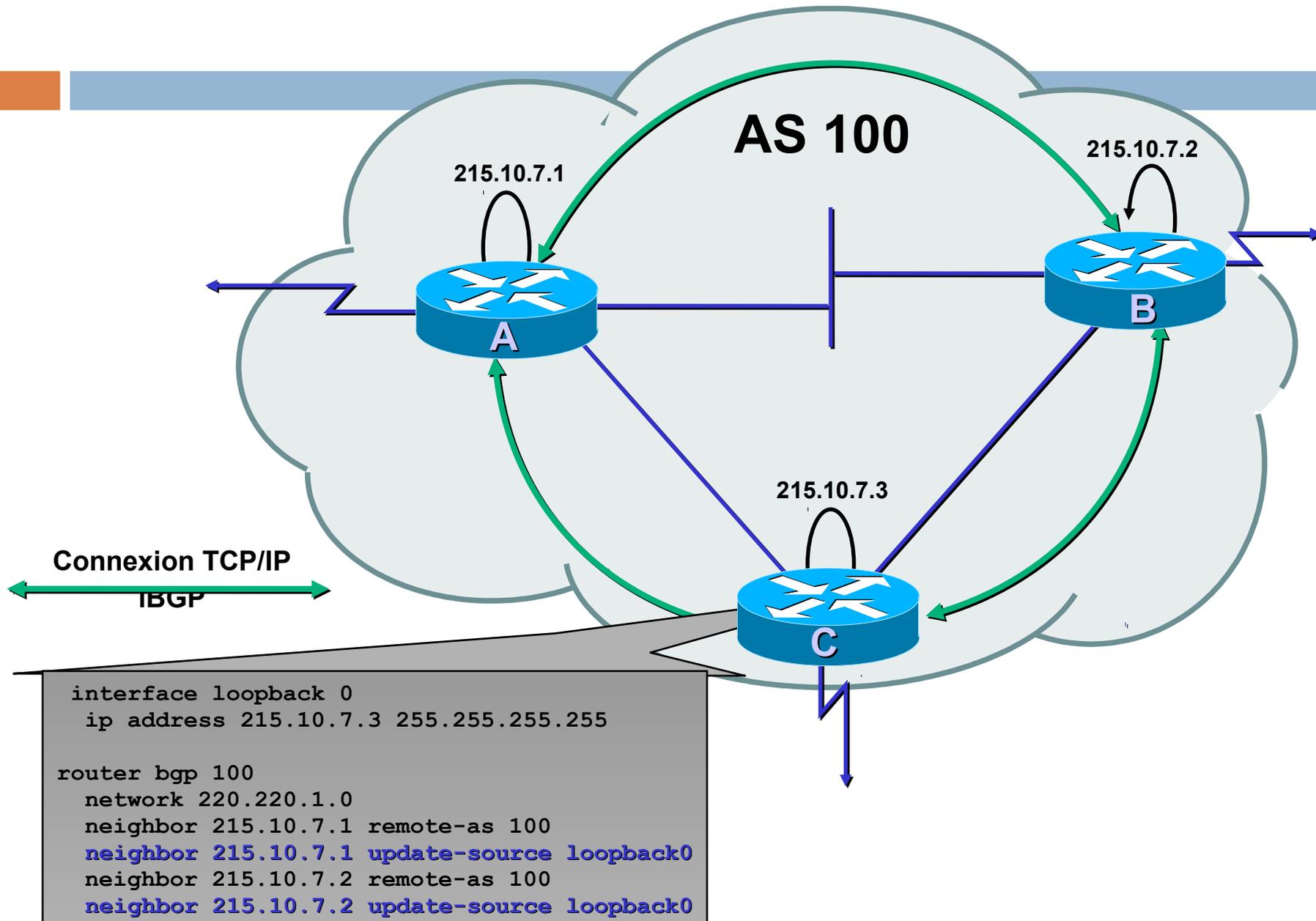


Table de routage BGP



Comment annoncer un réseau dans BGP

Ajout de préfixes dans la table BGP

Deux grandes manière:

- ▣ Utilisation de la commande “network”
- ▣ Par redistribute via un IGP (redistribuer les routes statiques ou Dynamique)

La command Network

□ **network** <ipaddress> **mask** <netmask>

Ex : **network 220.220.1.0 mask
255.255.255.0**

□ *NB: Il faut que la route soit présente dans la table de routage du routeur pour qu'elle soit insérée dans la table BGP*

Redistribution

Redistribute *<protocol name>*

redistribute *<protocole>* signifie que toutes les routes du *<protocole>* seront transférés dans le protocole courant

Ex: `redistribute ospf 100`

- NB: L'origine de la route sera "*incomplete*", mais il est possible de le changer avec une "route-map"



Sélection de la meilleure route BGP (bestpath)

Critère de choix

Le “Next-hop” doit être joignable

Il se trouve dans la table de routage

Prendre la valeur la plus élevée pour le poids (weight)

Critère spécifique Cisco et local au routeur

Choisir la préférence locale la plus élevée

Appliqué pour l'ensemble des routeurs de l'AS

La route est d'origine locale

Via une commande BGP “redistribute” ou “network”

Critère de choix

Choisir le plus court chemin d'AS

en comptant le nombre d'AS dans l'attribut AS-Path

Prendre l'origine de valeur la plus faible

IGP < EGP < INCOMPLETE

Choisir le plus petit MED

pour des chemins en provenance d'un même AS

Préférer une route Externe sur une route Interne

prendre la sortie la plus proche

Choisir le "next-hop" le plus proche

Plus faible métrique IGP, donc plus proche de la sortie de l'AS

Plus petit "Router-ID"

Adresse IP du voisin la plus petite



Politique de routage - Liste de préfixes, Route Maps et Listes de distribution (distribute lists)

Politique de routage

- **Pourquoi ?**
 - Pour envoyer le trafic vers des routes choisies
 - Filtrage de préfixes en entrée et sortie
 - Pour forcer le respect des accords Client-ISP
- **Comment ?**
 - Filtrage basé sur les AS - filter list
 - Filtrage basé sur les préfixes - distribute list
 - Modification d'attributs BGP - route maps

Filtrage par - préfix-List

- **Router(config)# ip prefix-list list-name [seq seq-value] deny | permit network/len [ge ge-value] [le le-value]**
- **Ex : ip prefix-list toto seq 10 permit 172.16.0.0/16 le 24**

Filtrage par - préfix-List

- N'accepter la route par défaut
 - ip prefix-list Exemple deny 0.0.0.0/0
- Autoriser le préfixe 35.0.0.0/8
 - ip prefix-list Exemple permit 35.0.0.0/8
- Interdire le préfixe 172.16.0.0/12
 - ip prefix-list Exemple deny 172.16.0.0/12
- Dans 192/8 autoriser jusqu'au /24
 - ip prefix-list Exemple permit 192.0.0.0/8 le 24
 - ▣ Ceci autorisera toute route dans 192.0.0.0/8, sauf les /25, /26, /27, /28, /29, /30, /31 and /32

Filtrage par - préfix-List

- Dans 192/8 interdire /25 et au-delà
 - `ip prefix-list Exemple deny 192.0.0.0/8 ge 25`
 - ▣ Ceci interdit les préfixes de taille /25, /26, /27, /28, /29, /30, /31 and /32 dans le bloc 192.0.0.0/8
 - ▣ Très ressemblant au précédent exemple
- Dans 192/8 autoriser les préfixes entre /12 et /20
 - `ip prefix-list Exemple permit 192.0.0.0/8 ge 12 le 20`
 - ▣ Ceci interdit les préfixes de taille /8, /9, /10, /11, /21, /22 et au-delà dans le bloc 192.0.0.0/8
- Autoriser tous les préfixes
 - `ip prefix-list Exemple 0.0.0.0/0 le 32`

Filtrage par - préfix-List

□ Exemple de configuration

```
router bgp 200
  network 215.7.0.0
  neighbor 220.200.1.1 remote-as 210
  neighbor 220.200.1.1 prefix-list PEER-IN in
  neighbor 220.200.1.1 prefix-list PEER-OUT out
!
ip prefix-list PEER-IN deny 218.10.0.0/16
ip prefix-list PEER-OUT permit 215.7.0.0/16
```

Tout accepter du voisin, sauf nos réseaux

Envoyer uniquement nos réseaux au voisin

Filtrage avec des expressions régulières

- L'expression régulière en BGP, est utilisé pour comparer l'attribut AS-Path
- Exemple : `_3561$`
- Grande flexibilité qui permet de générer des expression complexes

Filtrage avec des expressions régulières

```
ip as-path access-list 1 permit 3561
ip as-path access-list 2 deny 35
ip as-path access-list 2 permit .*

router bgp 100
  neighbor 171.69.233.33 remote-as 33
  neighbor 171.69.233.33 filter-list 1 in
  neighbor 171.69.233.33 filter-list 2 out
```

Accepter les routes d'origine AS 3561. Tout le reste est rejeté en entrée ("deny" implicite).

Ne pas annoncer les routes de l'AS 35, mais tout le reste est envoyé (en sortie).

Route Maps

```
router bgp 300
neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
neighbor 2.2.2.2 route-map SETCOMMUNITY out
!
route-map SETCOMMUNITY permit 10
match ip address 1
match community 1
set community 300:100
!
access-list 1 permit 35.0.0.0
ip community-list 1 permit 100:200
```

Commandes BGP de base(2)

Consultation d'information

```
show ip bgp summary
```

```
show ip bgp neighbors
```

```
show ip bgp
```

```
show ip bgp neighbors xxxx advertise-routes
```

```
show ip bgp neighbors xxxx routes
```