



GRAND DUCHY OF LUXEMBOURG
Ministry of Foreign Affairs

Directorate for Development Cooperation



European Union Africa
Infrastructure Trust Fund

Les éléments de base du routage



Concepts du routage

- IPv4
- Routage
- Forwarding
- Quelques définitions
- Les options politiques
- Protocoles de routage

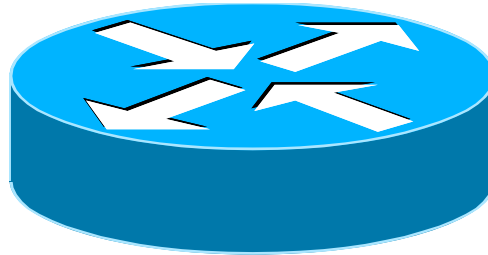
IPv4

- Internet utilise IPv4
 - Les adresses ont une longueur de 32 bits
 - Varient de 1.0.0.0 to 223.255.255.255
 - 0.0.0.0 à 0.255.255.255
et 224.0.0.0 à 255.255.255.255
sont réservées a des utilisations "spéciales"
- Adresse IPv4 a une partie réseau et une partie hôte

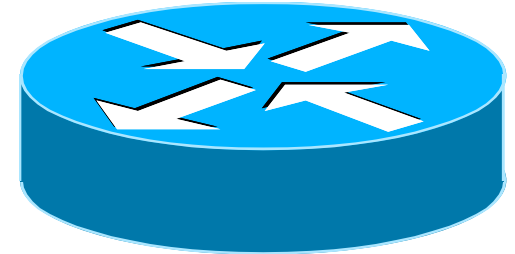
Format d'adresse IPv4

- Adresse et subnet-mask
 - s'écrit
 - 12.34.56.78 255.255.255.0 *ou*
 - 12.34.56.78/24
 - **mask** représente le nombre de bits du réseau dans l'adresse de 32 bits
 - les bits restants sont des bits d'hôte

Que fait un routeur?



Une journée dans la vie d'un routeur



trouver le chemin

transmet les paquets, transmet les paquets,
transmet les paquets, transmet les paquets...

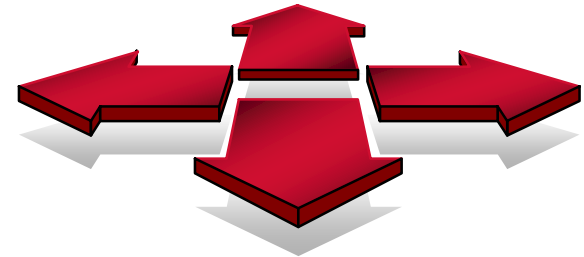
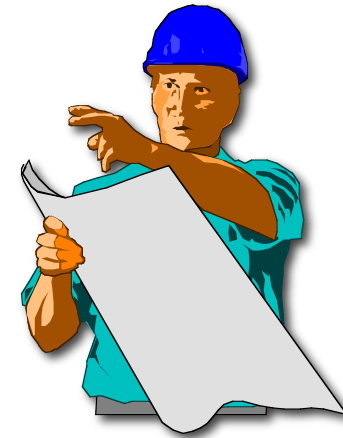
trouve le chemin alternatif

transmet les paquets, transmet les paquets,
transmet les paquets, transmet les paquets...

répéter jusqu'à ce que le routeur est éteint,

Routage versus Forwarding

- Routage = construire des cartes et donner les directions
- Forwarding = déplacer les paquets entre les interfaces en fonction des "directions "



Routage IP - trouver le chemin

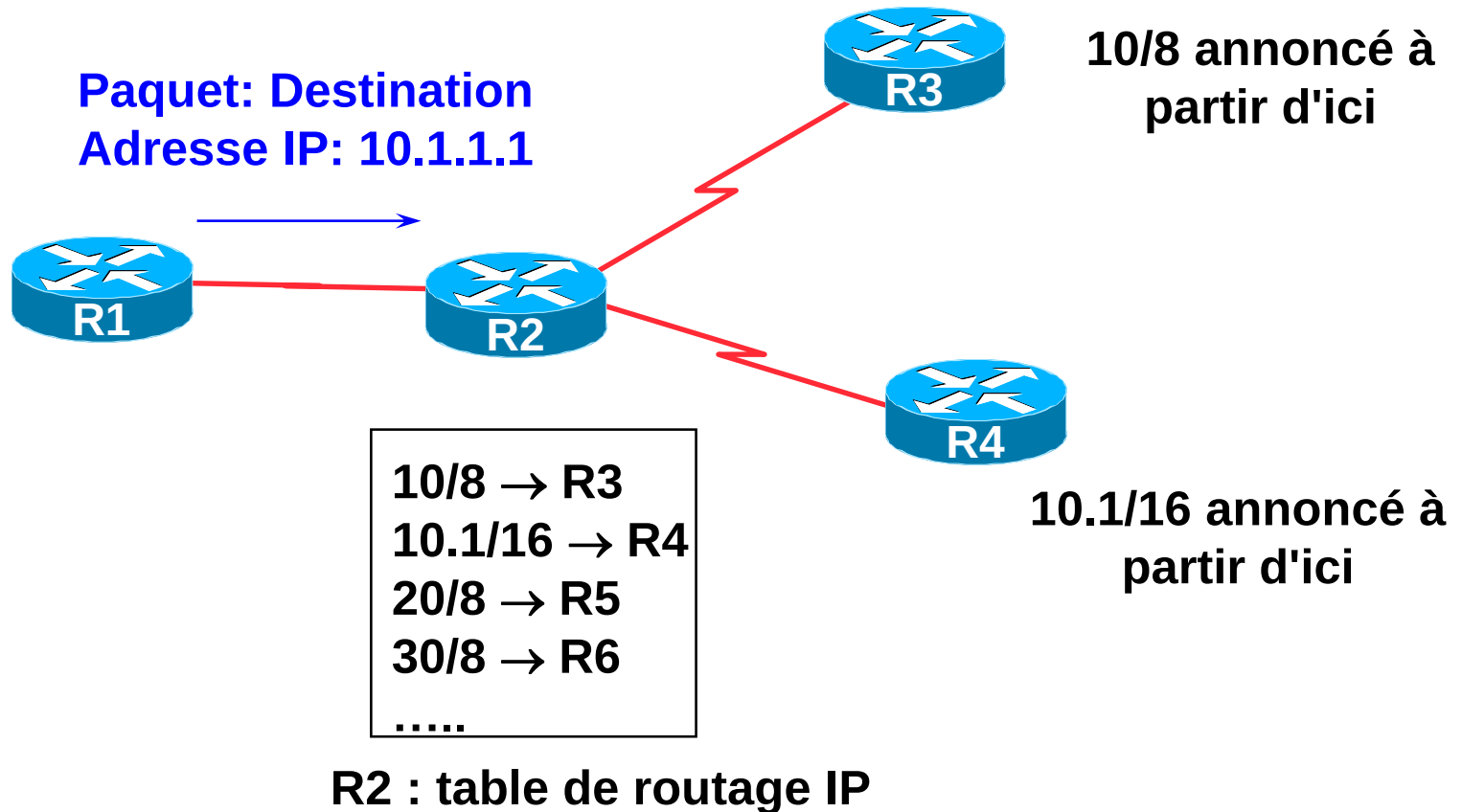
- Chemin établi à partir d'informations reçues d'un protocole de routage
- Plusieurs chemins alternatifs peuvent exister
 - le meilleur chemin est sauvegardé dans la **forwarding** table
- Les décisions sont mises à jour périodiquement ou quand les topologies changent (event driven)
- Les décisions sont basées sur:
 - topologie, des politiques et metriques (nombre de hop, filtrage, délai, bande passante, etc)

Recherche d'itinéraire IP

- Basée sur la destination de l'adresse IP
- “ Match le plus long ” (longest match first)
 - Un Préfixe plus spécifique est préféré au préfixe moins spécifique
 - **Par exemple:** paquet avec destination 10.1.1.1/32 est envoyé au routeur annonçant les 10.1/16 plutôt que le routeur annonçant 10/8.

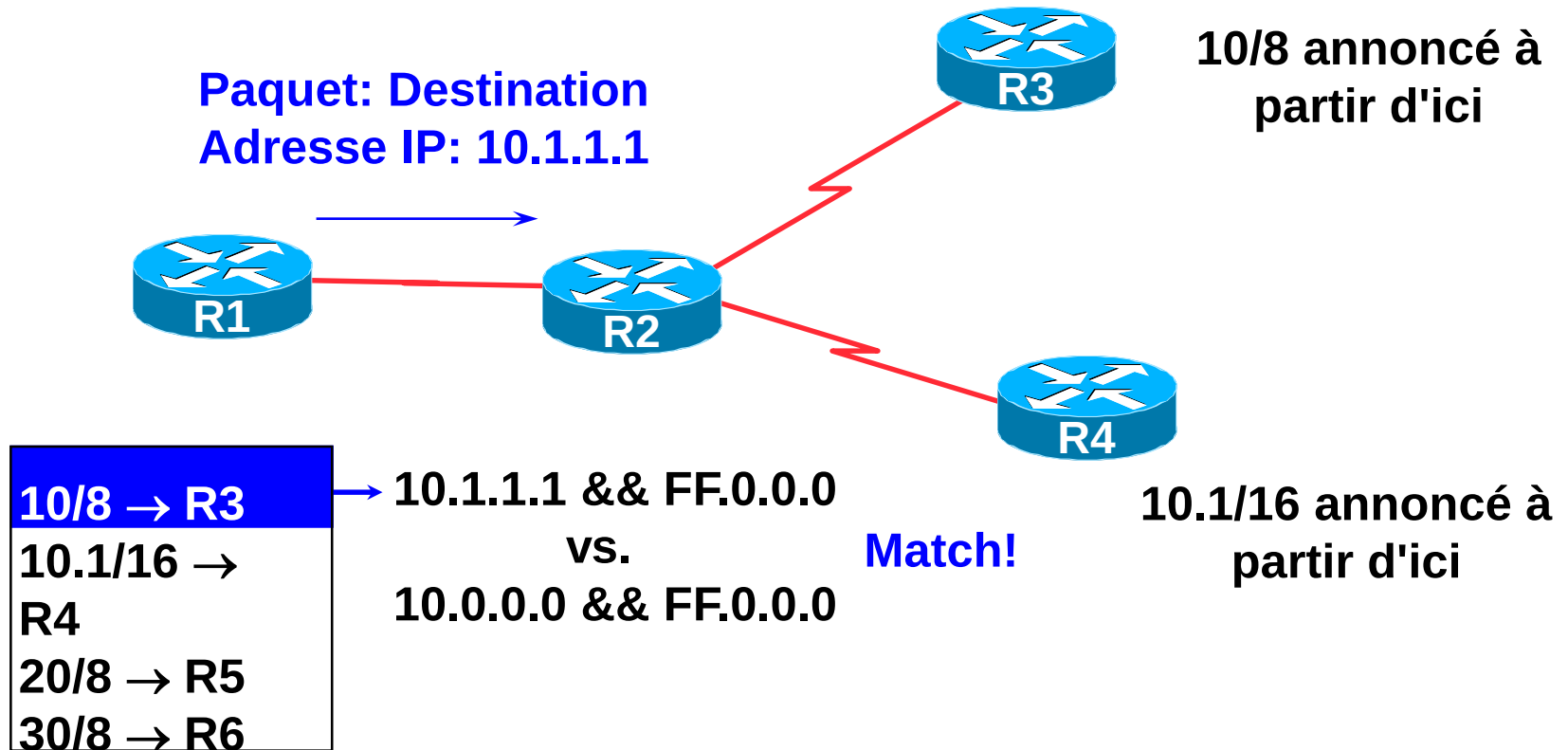
Recherche d'itinéraire IP

- Basée sur la destination de l'adresse IP



Recherche de chemin IP: Routage longest match

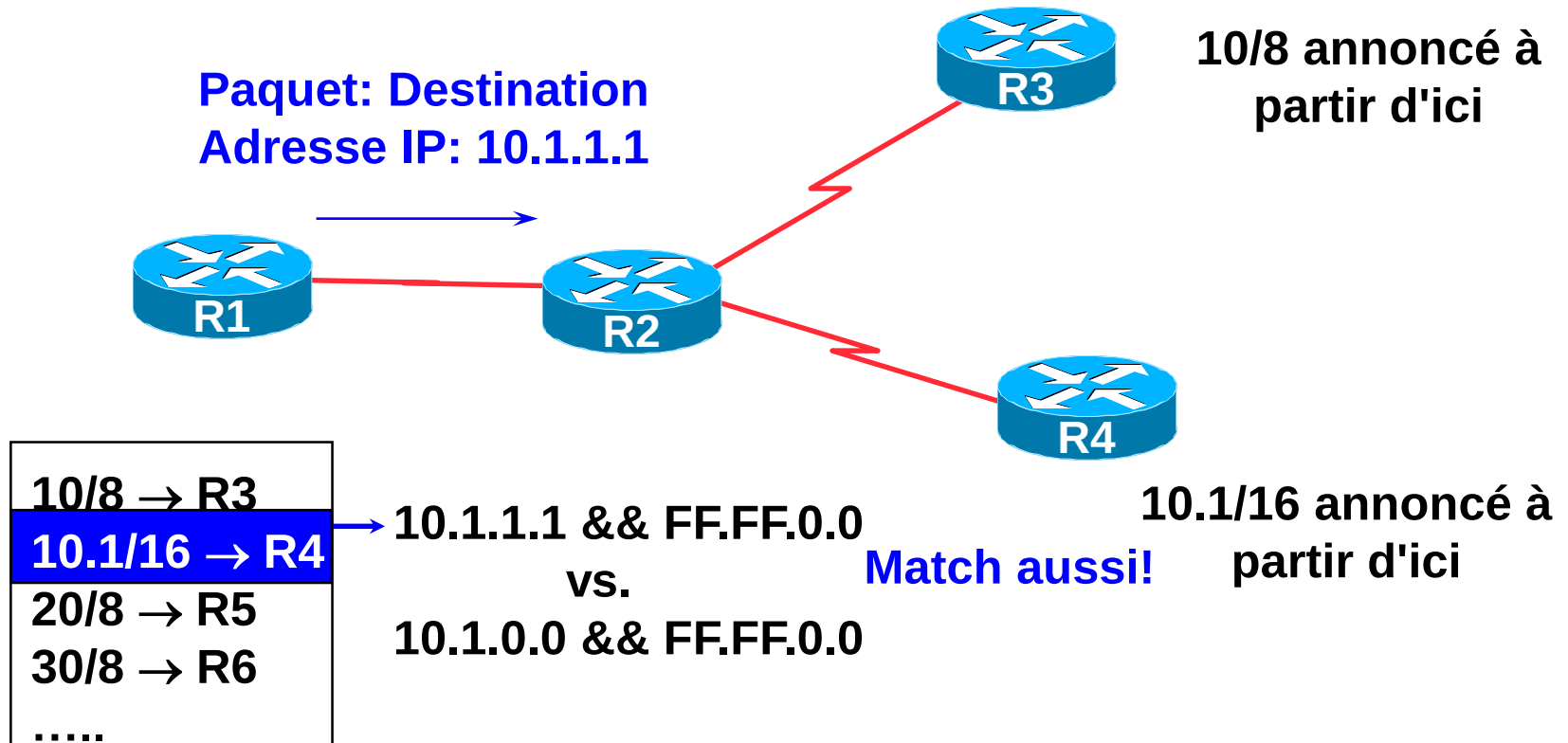
- Basée sur la destination de l'adresse IP



R2 : table de routage IP

Recherche de chemin IP: Routage longest match

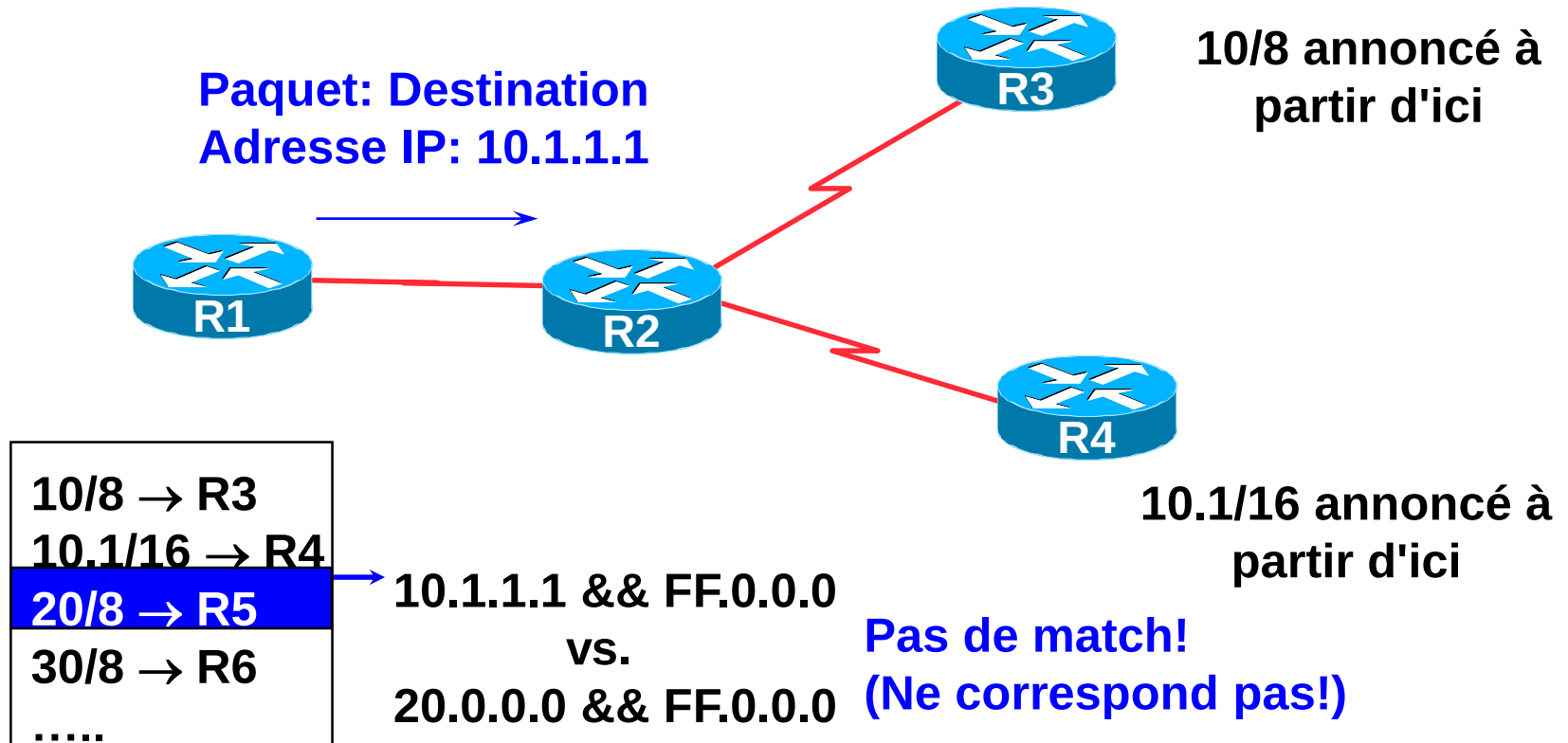
- Basée sur la destination de l'adresse IP



R2 : table de routage IP

Recherche de chemin IP: Routage longest match

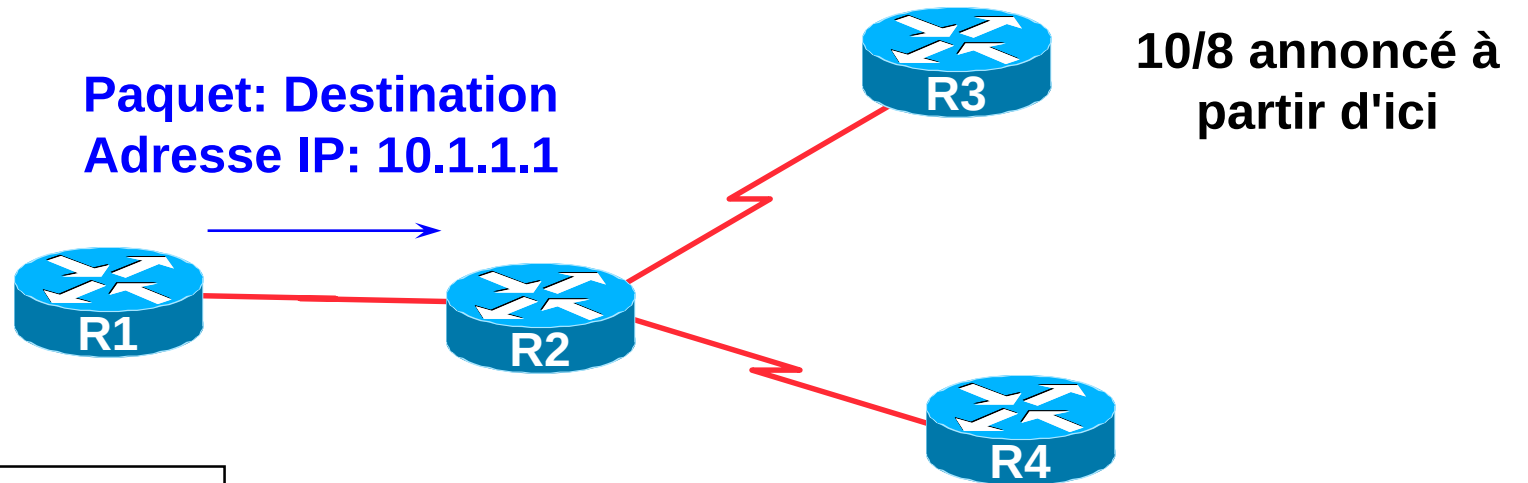
- Basée sur la destination de l'adresse IP



R2' s table de routage IP

Recherche de chemin IP: Routage longest match

- Basée sur la destination de l'adresse IP



10/8 → R3
10.1/16 → R4
20/8 → R5
30/8 → R6
.....

10.1.1.1 && FF.0.0.0

vs.

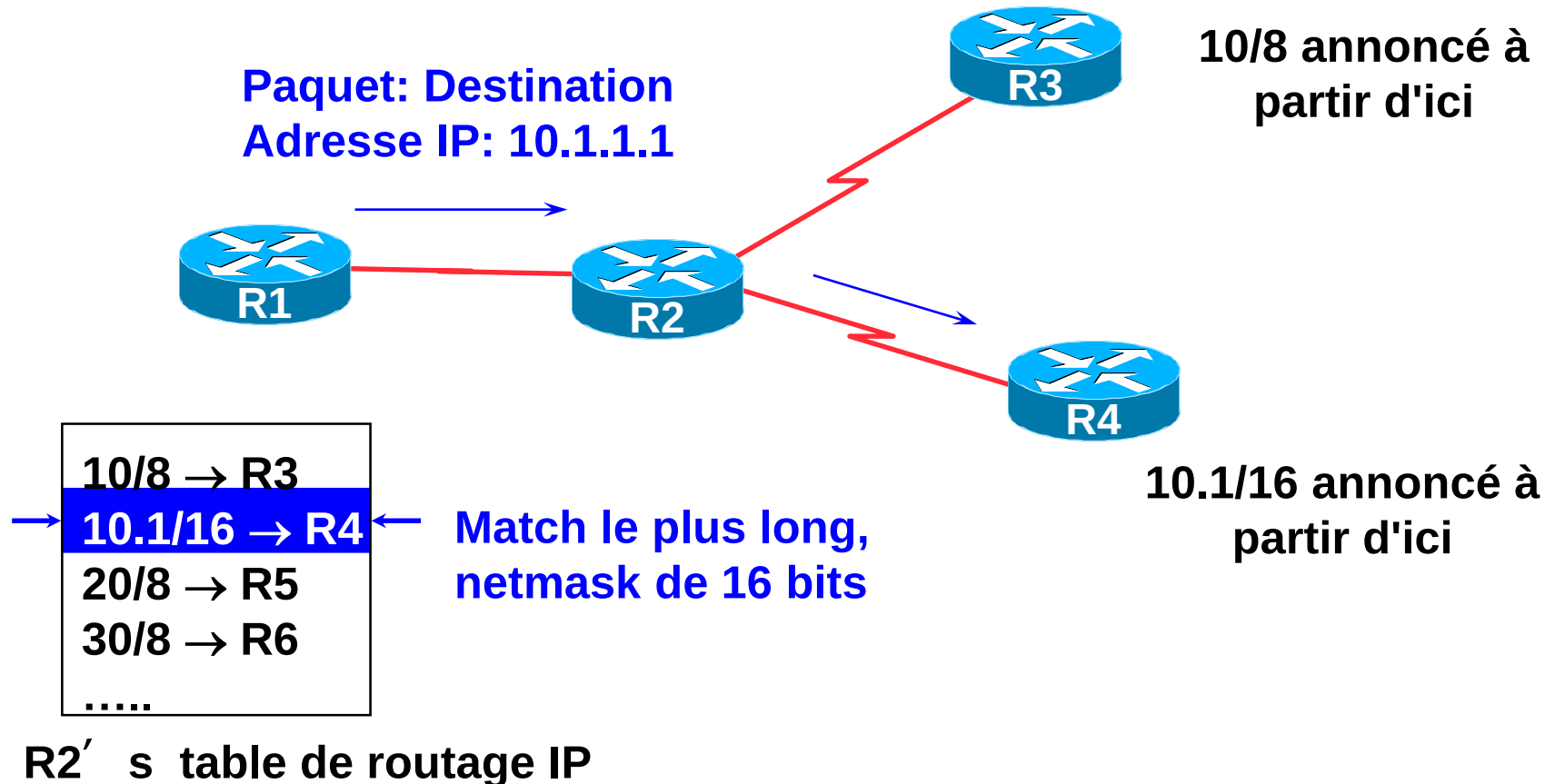
30.0.0.0 && FF.0.0.0

Pas de match!
(Ne correspond pas!)

R2' s table de routage IP

Recherche de chemin IP: Routage longest match

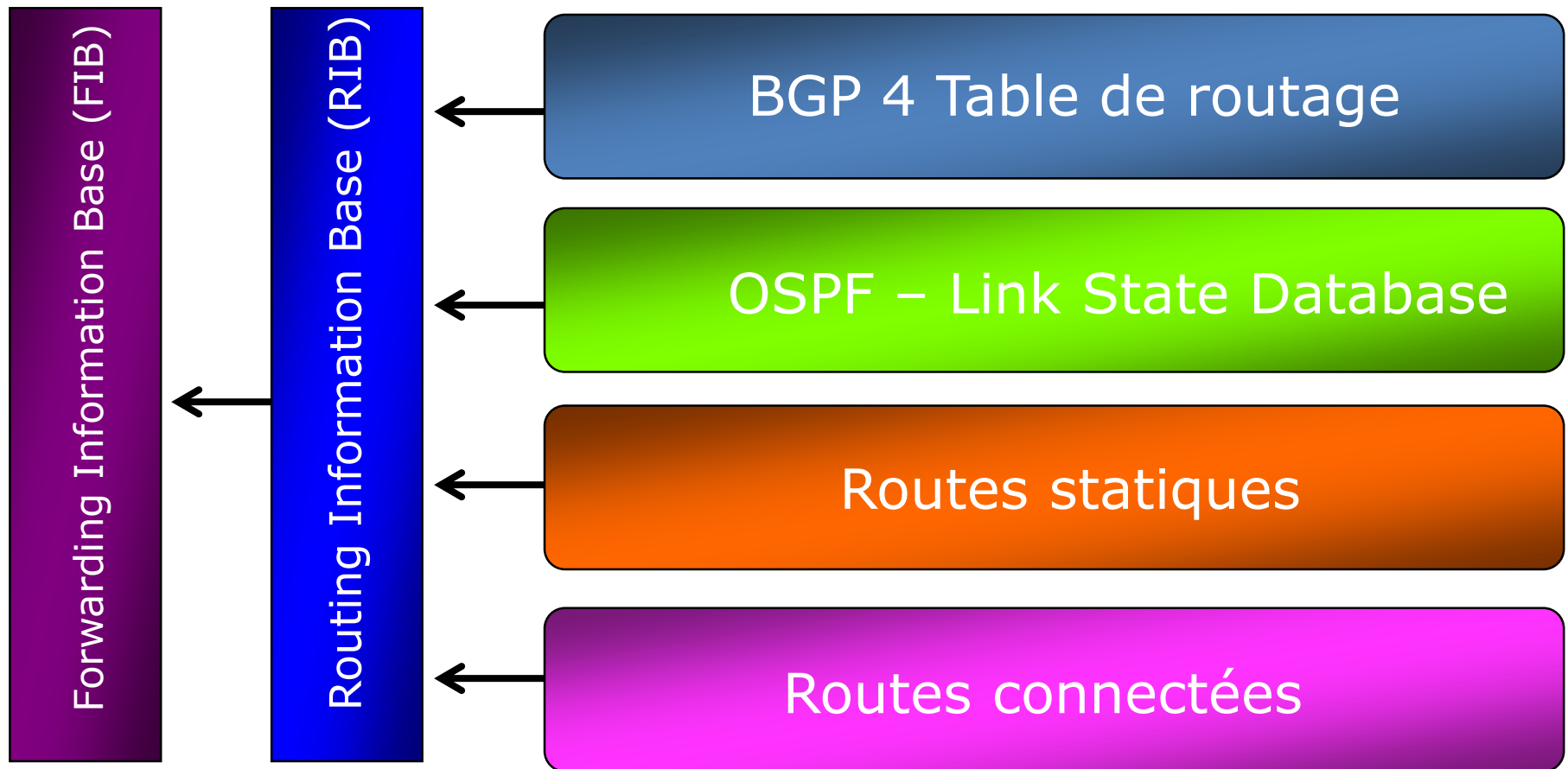
- Basée sur la destination de l'adresse IP



IP Forwarding

- Le routeur décide à quelle interface un paquet est envoyé
- peuplée par des processus de routage
- Les décisions de Forwarding:
 - l'adresse de destination
 - classe de service (file d'attente équitable, la priorité, autres)
 - exigences locales (filtrage de paquets)
- est généralement réalisé par un matériel spécial (en hardware: ASICs)

Les tables de routage peuplent la table de Forwarding



RIBs et FIBs

- FIB est la table de Forwarding
 - Contient les destinations et les interfaces pour se rendre à ces destinations
 - Utilisé par le routeur pour savoir où envoyer le paquet
 - Attention! Certaines personnes appellent encore ça une route!
- RIB est Table de routage
 - Il contient une liste de toutes les destinations et les différents prochains sauts utilisés pour se rendre à ces destinations - et beaucoup d'autres informations aussi!
 - Une destination peut avoir beaucoup de next-hops possibles seulement le meilleur next-hop va dans le FIB

Routage Explicite versus Routage par défaut

- Par défaut:
 - simple, pas cher (cycles, mémoire, bande passante)
 - granularité faible (jeux des métriques)
- Explicite (default free zone)
 - Complexité élevée, coût élevé,
 - forte granularité
- Hybride
 - Réduit la complexité / frais
 - offre une granularité utile
 - nécessite une certaine connaissance de filtrage

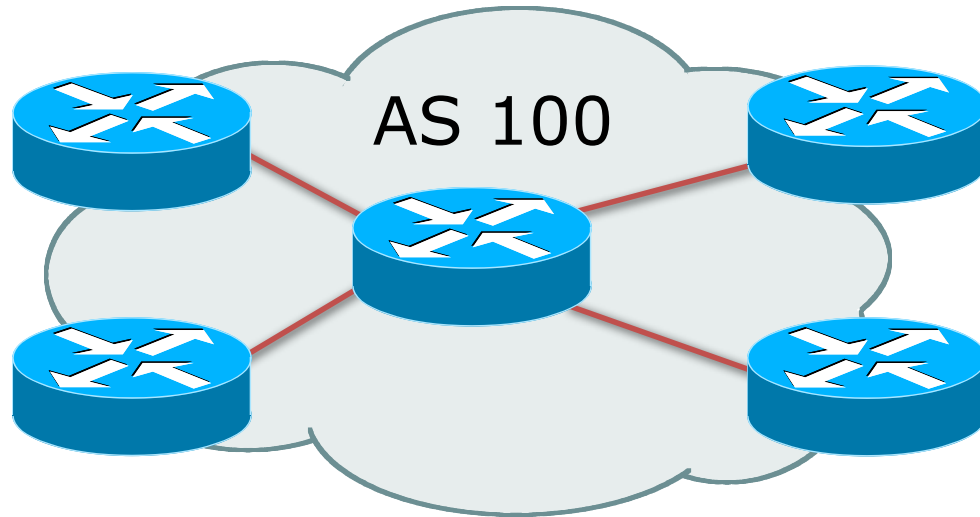
Trafic de sortie

- Comment les paquets quittent votre réseau
- Le trafic de sortie dépend de:
 - disponibilité des routes (ce que les autres vous envoient)
 - acceptation des routes (ce que vous acceptez des autres)
 - politique et tuning (ce que vous faites avec des routes provenant des autres)
 - Accords peering et de transit

Trafic entrant

- Comment les paquets accèdent à votre réseau et aux réseaux de vos clients
- Le trafic entrant dépend de:
 - quelles sont les informations que vous envoyez et à qui
 - en fonction de votre adressage et AS
 - basée sur d'autres critères (ce qu'ils acceptent de vous et ce qu'ils font avec)

Autonomous System (AS)

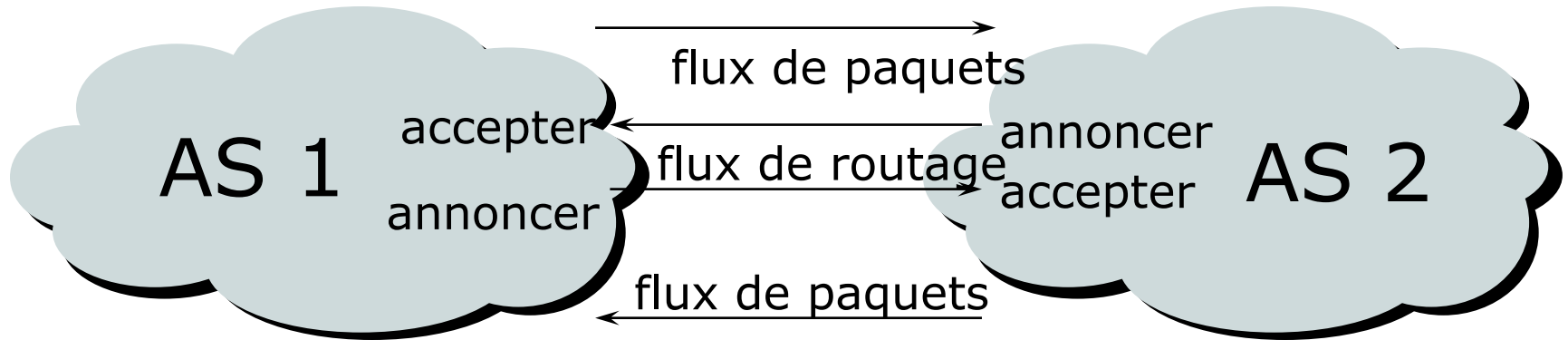


- Collection de réseaux avec les même politiques de routage
- Protocole de routage unique
- Habituellement propriété individuelle, confiance et contrôle administratif

Définition des termes

- **Voisins (neighbors)**
 - AS qui échange directement des informations de routage
 - Les routeurs qui échangent des informations de routage
- **Annoncer**
 - envoyer des informations de routage à un voisin
- **Accepter**
 - recevoir et utiliser des informations de routage envoyé par un voisin
- **Provenir (Originate)**
 - insérer les informations de routage dans les annonces externes (généralement à la suite de l'IGP)
- **Peers**
 - Routeurs qui échangent des informations de routage et des informations sur les politiques de routage

Flux de routage et Flux de paquets



Pour que les réseaux en AS1 et AS2 communiquent:

AS1 doit s'annoncer à AS2

AS2 doit accepter de AS1

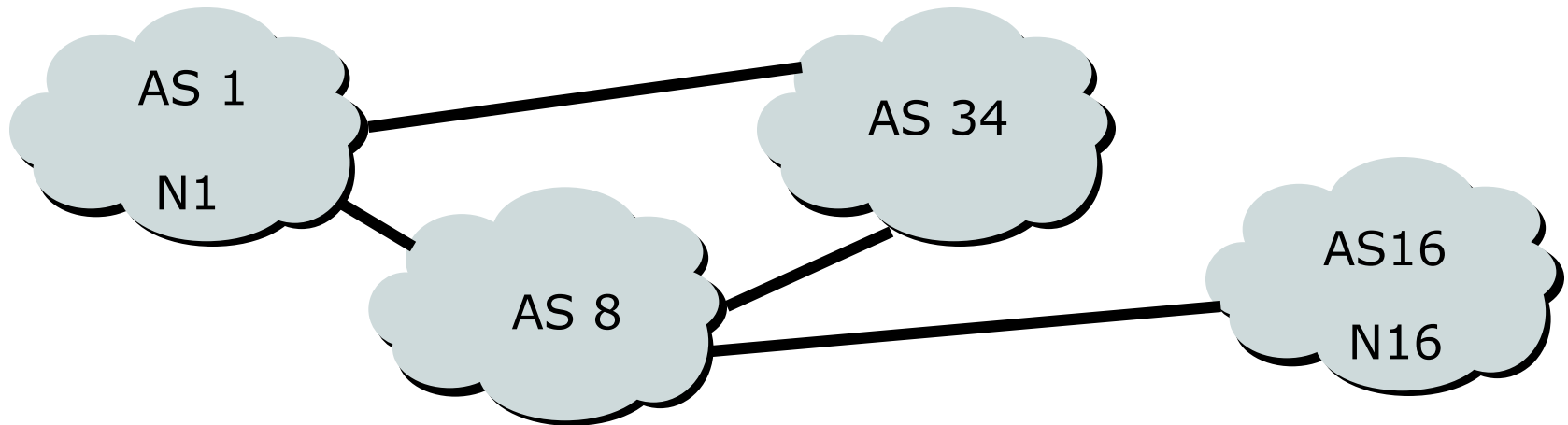
AS2 doit s'annoncer à AS1

AS1 doit accepter de AS2

Flux de routage et Flux de trafic

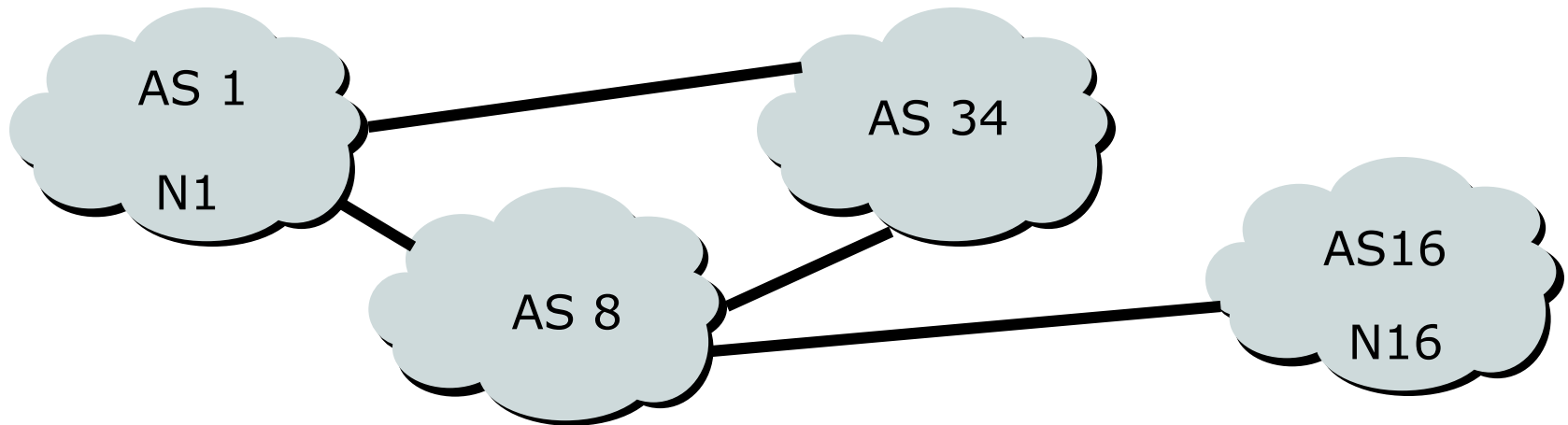
- Le flux de trafic est toujours dans le sens inverse du flux d'information de routage
 - Filtrage des informations de routage sortant inhibe le flux du trafic entrant
 - Filtrage des informations de routage entrant inhibe le flux du trafic sortant

Flux de routage/Flux de paquets: Avec des ASes multiples



- Pour que net N1 dans AS1 puisse envoyer du trafic vers net N16 dans AS16:
 - AS16 doit provenir et annoncer N16 à AS8.
 - AS8 doit accepter N16 à partir AS16.
 - AS8 doit annoncer N16 à AS1 ou AS34.
 - AS1 doit accepter N16 à partir AS8 ou AS34.
- Pour le flux de paquets dans les deux sens, des politiques similaires doivent exister pour N1

Flux de routage/Flux de paquets: Avec des ASes multiples

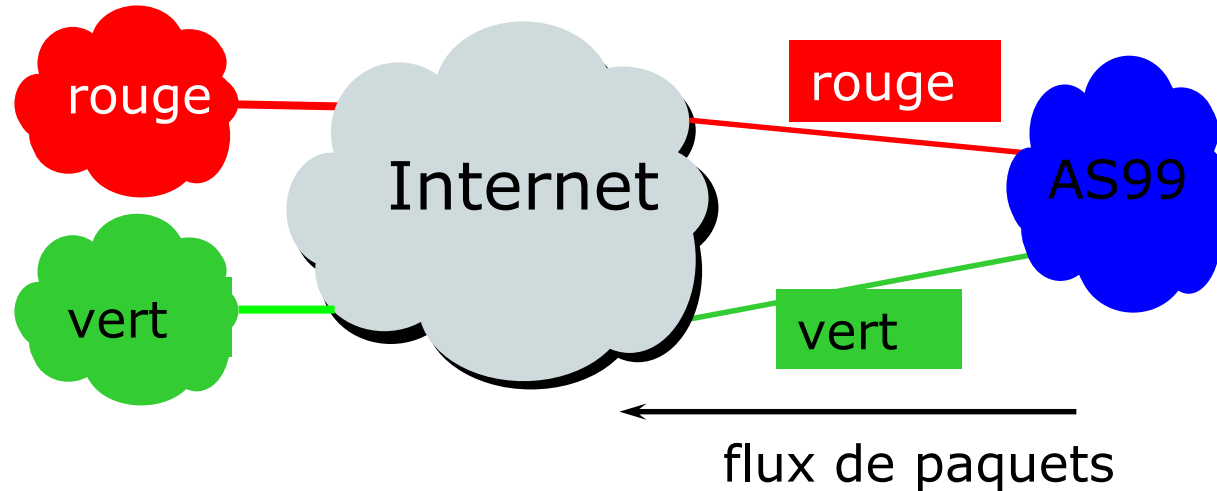


- Comme plusieurs chemins entre sites sont mis en œuvre, il est facile de voir comment les politiques peuvent devenir très complexes.

Politique de routage

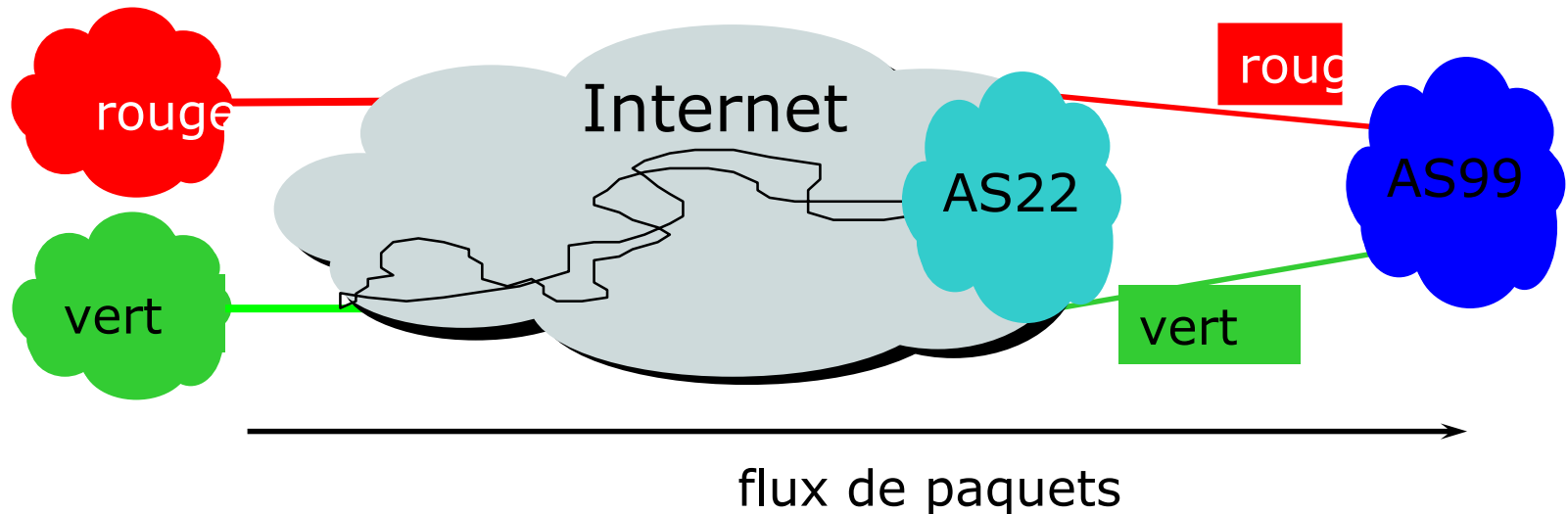
- Utilisé pour contrôler le trafic entrant et sortant du réseau ISP
- L'ISP prend des décisions sur les informations de routage à accepter et à écarter provenant de ses voisins
 - Routes individuels
 - Routes émis par des ASes spécifiques
 - Routes traversant des ASes spécifiques
 - Routes appartenant à d'autres groupements
 - Les groupements dont vous définissez comme bon vous semble

Limitations de politique de routage



- AS99 utilise le lien rouge pour le trafic vers l' AS rouge et le lien vert pour le reste du trafic
- Pour mettre en œuvre cette politique, AS99 doit:
 - Accepter les itinéraires provenant de l'AS rouge sur le lien rouge
 - Acceptez toutes les autres voies sur le lien vert

Limitations de politique de routage



- AS99 voudrais que les paquets provenant de l'AS vert utilisent le lien vert.
- Mais à moins que AS22 coopère en poussant le trafic de l'AS vert vers le lien vert, AS99 ne peut faire que très peu pour atteindre cet objectif

Les questions de politique de routage

- Fin mai 2012:
 - 410000 prefixes
 - Ce n'est pas réaliste d'établir une politique pour chacun d'eux individuellement
 - 42000 AS origine
 - Trop nombreux pour essayer de créer des politiques individuelles pour
- Les routes liées à un AS spécifique ou le chemin peut être instable indépendamment de la connectivité
- Solution: les Groupes d'AS sont une abstraction naturel pour des usages de filtrage

Protocoles de routage

Nous savons maintenant ce que signifie le routage

...

... Mais qu'est-ce que les routeurs obtiennent?

Et pourquoi faisons-nous cela de toute façon?

1: Comment fonctionne le routage?

- Internet est constitué des fournisseurs de services Internet qui se connectent les uns aux autres
- Comment un fournisseur d'accès Internet au Kenya peut dire à un fournisseur de services Internet au Japon quels clients il a?
- Et comment est-ce que cet ISP peut envoyer des paquets de données aux clients du ISP au Japon, et obtenir des réponses
 - Après tout, comme sur l'Ethernet local, du flux de paquets à deux voies est nécessaire pour la communication entre deux dispositifs

2: Comment fonctionne le routage?

- L'ISP au Kenya pourrait acheter une connexion directe à l'ISP au Japon
 - Des milliers de fournisseurs d'accès auraient besoin de milliers de connexions, et le coût serait astronomique
- Au lieu de cela, l'ISP au Kenya peut dire aux ISP voisins les clients qu'il a
 - Et les ISP voisins transmettent cette information à leurs voisins, et ainsi de suite
 - Ce processus se répète jusqu'à ce que l'information parvienne à l'ISP au Japon

3: Comment fonctionne le routage?

- Ce processus est appelé "routage "
- Les mécanismes utilisés sont appelés "Protocoles de routage "
- Le routage et les protocoles de routage assurent que l'Internet puisse évoluer, et que des milliers d'ISP peuvent fournir une connectivité à l'autre, nous donnant ainsi l'Internet que nous connaissons aujourd'hui

4: Comment fonctionne le routage?

- L'ISP au Kenya ne transmet pas à ses voisins ISP les noms des ses clients
 - (Les équipements de réseau ne comprennent pas les noms)
- Il a reçoit plutôt un bloc d'adresses IP en tant que membre du Registre Internet Régional desservant le Kenya
 - Ses clients ont reçu de l'espace d'adressage de ce bloc d'adresses dans le cadre de leur "service Internet "
 - Et il annonce ce bloc adresse à ses voisins ISP - c'est ce qu'on appelle l'annonce d'une "route "

Protocoles de routage

- Les routeurs utilisent “des protocoles de routage” pour échanger des informations entre eux
 - **IGP** désigne le processus en cours d'exécution sur les routeurs à l'intérieur d'un réseau ISP
 - **EGP** désigne le processus en cours entre les routeurs voisins directement connectés aux réseaux ISP

Qu'est-ce qu'un IGP?

- Interior Gateway Protocol
- Au sein d'un même système autonome (AS)
- Comporte des informations sur les préfixes des infrastructures internes
- Deux IGP largement utilisées:
 - OSPF
 - ISIS

Pourquoi avons-nous besoin d' IGP?

- ISP backbone scaling
 - Hiérarchie
 - Limiter la portée d'un probleme
 - Utilisé uniquement pour les adresses **d'infrastructure** des ISP, pas pour clients ou autres
 - L'objectif de conception est de minimiser le nombre des préfixes dans IGP pour faciliter l'évolutivité et la convergence rapide

Qu'est-ce qu'une EGP?

- Exterior Gateway Protocol
- Utilisé pour transmettre des informations de routage entre systèmes autonomes
- Découplée de l'IGP
- L'EGP actuelle est le BGP

Pourquoi avons-nous besoin d' EGP?

- Scaling à un réseau étendu
 - Hiérarchie
 - Limiter la portée de l'échec
- Définir la frontière administrative
- Policy
 - Contrôle de l'accessibilité des préfixes
 - Fusionner des organismes distincts
 - Connecter des IGP multiples

Protocoles de routage

Intérieur VS Extérieur

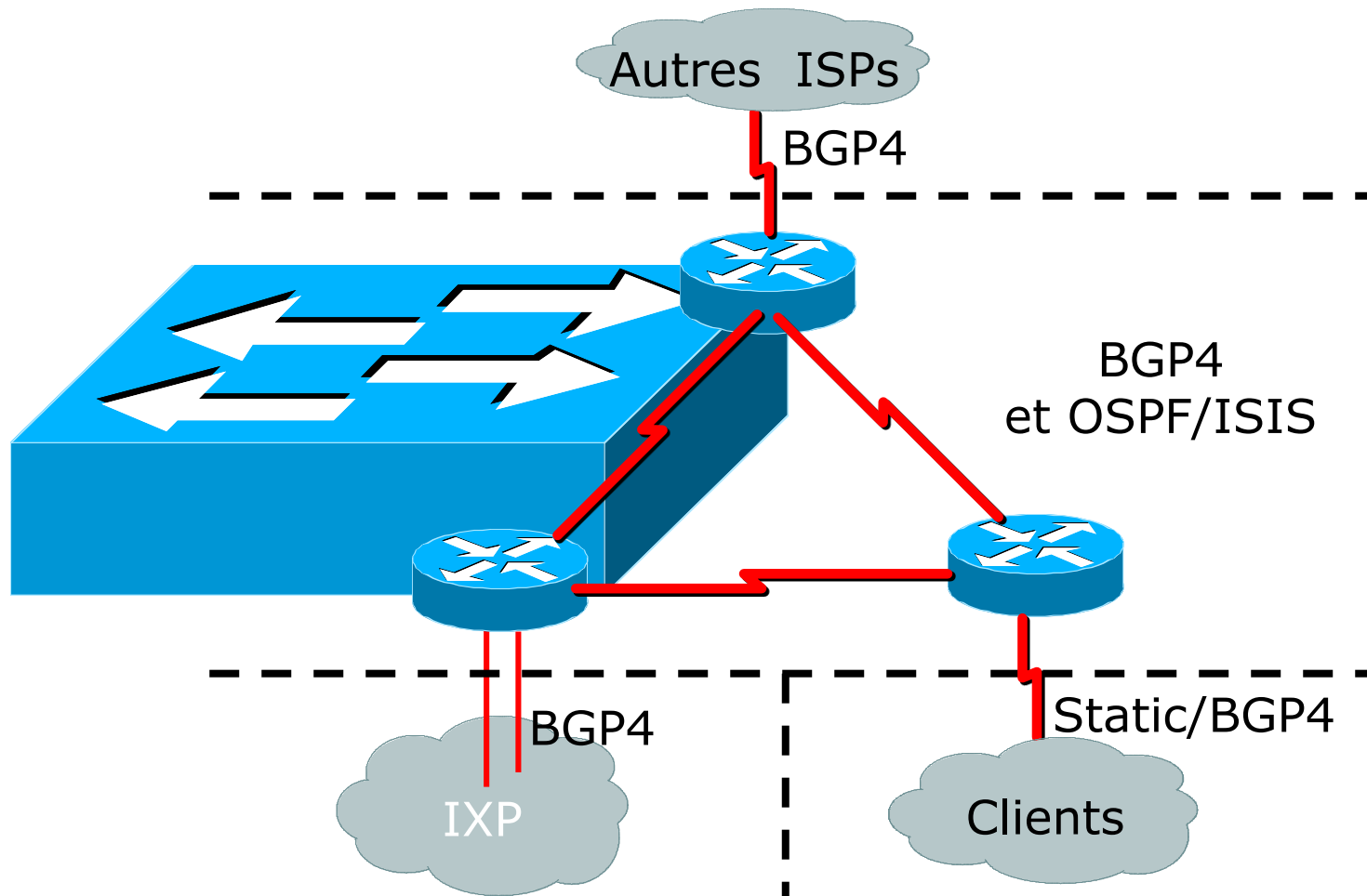
- Intérieur
 - découverte automatique de voisin
 - généralement faite confiance à vos routeurs IGP
 - préfixes vont à tous les routeurs IGP
 - lie les routeurs ensemble dans un seul AS
- Extérieur
 - Peers configurés spécialement
 - connexion avec les réseaux extérieurs
 - établir des limites administratives
 - lie les AS ensemble

Protocoles de routage

Intérieur VS Extérieur

- Intérieur
 - Transporte que des adresses de l'infrastructures ISP
 - Les ISP ont pour but de maintenir l'IGP petite pour l'efficacité et l'évolutivité
- Extérieur
 - Transporte des préfixes des clients
 - Transporte des préfixes Internet
 - Les EGPs sont indépendants de la topologie du réseau interne de l'ISP

Hiérarchie des protocoles de routage



Cisco IOS Default Administrative Distances

Route Source	Default Distance
Connected Interface	0
Static Route	1
Enhanced IGRP Summary Route	5
External BGP	20
Internal Enhanced IGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
External Enhanced IGRP	170
Internal BGP	200
inconnu	255



GRAND DUCHY OF LUXEMBOURG
Ministry of Foreign Affairs

Directorate for Development Cooperation



European Union Africa
Infrastructure Trust Fund

Les éléments de base du routage

Fin

