Routage

(/home/kouna/d01/adp/bcousin/Fute/Cours/Internet-2/13-RIP.fm- 10 Octobre 1998 12:38)

PLAN

- Introduction
- Le Distance Vector
- Quelques problèmes
- Des solutions
- Le protocole RIP
- Conclusion

1. Introduction

Le Routage est composée de 2 fonctions essentielles :

- L'acheminement ("datagram forwarding"),
- La mise à jour des tables de routage

Acheminement :

- réception d'un datagramme
- consultation de la table de routage qui indique le meilleur chemin
- retransmission du datagramme

Mise à jour des table de routage

- base de données répartie des routes
- protocole de mise à jour des tables de routage
- plusieurs classes de protocoles existent :
  - . Distance vector algorithm
  - . Link state algorithm
- domaines d'application de l'algorithme :
  - . domaine interne ("autonomous system")
  - . domaine externe : interconnexion d'A.S.

Bibliographie :

. C. Huitema, Le routage dans l'Internet, Eyrolles, 1995

2. L'algorithme "Distance Vector"

2.1. Présentation

Distance vector algorithm :

- algorithme simple,
- par diffusion d'un extrait des meilleurs chemins,
- (sous la forme d'un vecteur où chaque entrée contient une distance)
- entre voisins directs (de proche en proche)
- métrique simple : *hop count*.

Link state algorithm (pour information) :

- 2 phases :
  - . diffusion à tous de la connaissance sur les liaisons locales
  - . calcul local par chacun des meilleurs chemins sur les informations ainsi rassemblées
- exemple : Short Path First

⇒ Distance Vector

2.2. Historique

Algorithme (+ Protocole) :
- vecteur de distance (“distance vector algorithm”)
- algorithme de calcul du plus court chemin
  . décrit par [Bellman - 1957]
  . amélioré par [Bellman & Ford]
- algorithme réparti [Ford - Fulkerson 1962]

Implémentation :
- première apparition : RIP du réseau XNS de Xérox
- RIP-1 : RFC 1058 - juin 1988.
- RIP-2 : RFC 1388 - juin 1993.

2.3. Principes

Chaque routeur maintient localement une liste (BdD) des meilleures routes

⇨ table de routage <@ de destination, distance, @ du prochain routeur>

Chaque routeur actif diffuse un extrait de sa table de routage (message de routage) :

- Périodiquement (30s)
- A tous leurs voisins immédiats
- Une liste de couple <@ de destination, distance>

Tous les routeurs mettent à jour leur tables de routage en conséquence. L'adresse du prochain routeur est implicitement celui de l'émetteur du message de routage.

Etat des stations :

- Actif (les routeurs) diffusent leurs routes,
- Passif (les stations d'extrémité) écoutent.

2.4. Algorithme de mise à jour

Chaque couple de la liste est comparé aux entrées de la table de routage :

. [1] l'entrée n'existe pas dans la table et la métrique reçue n'est pas infinie :

- une nouvelle entrée est crée : prochain routeur = routeur d'où provient la liste; distance = distance reçue + 1.

. [2] l'entrée existe et sa métrique est supérieure à celle reçue :

- on met à jour l'entrée : prochain routeur = routeur d'où provient la liste; distance = distance reçue + 1.

. [3] l'entrée existe et son prochain routeur est celui d'où provient la liste :

- distance = distance reçue + 1 (augmentation ou diminution de la distance).

. [4] sinon rien.

Etat initial :

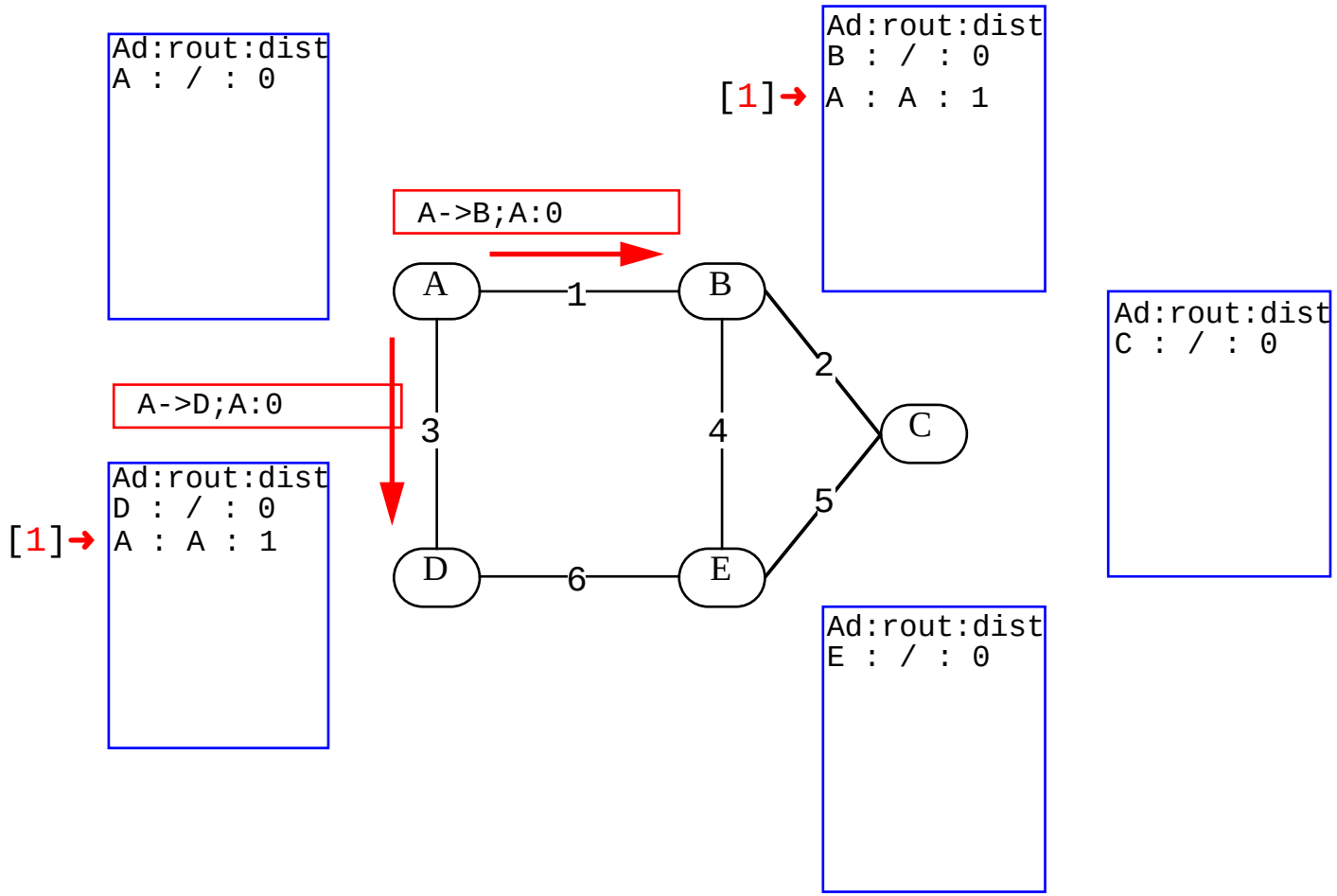
Chaque routeur connaît son environnement immédiat :

. son adresse, ses interfaces,

. ses (sous-)réseaux directs : distance = 0.

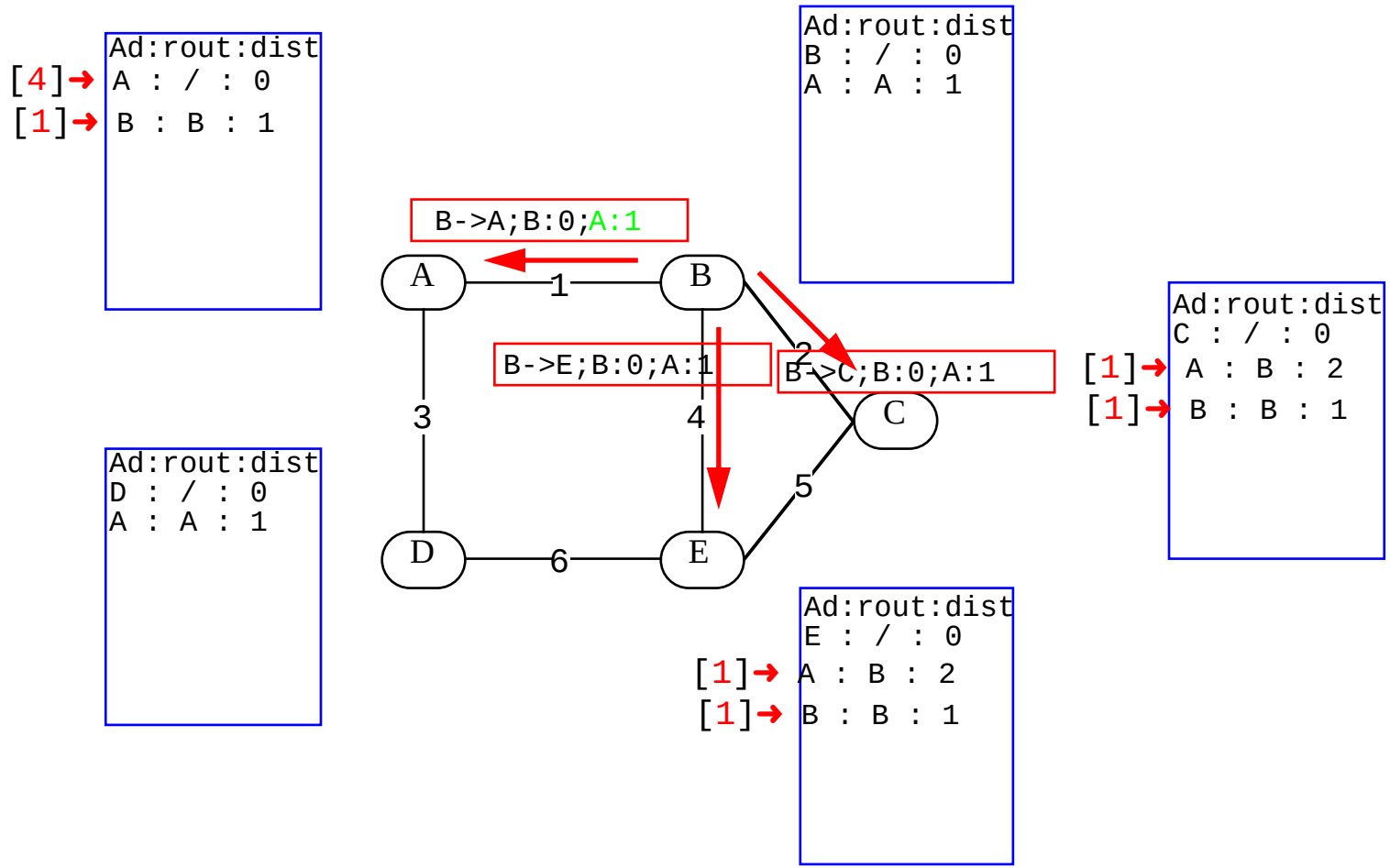
2.5. Illustration des différentes phases de l'algorithme

2.5.1 La première phase



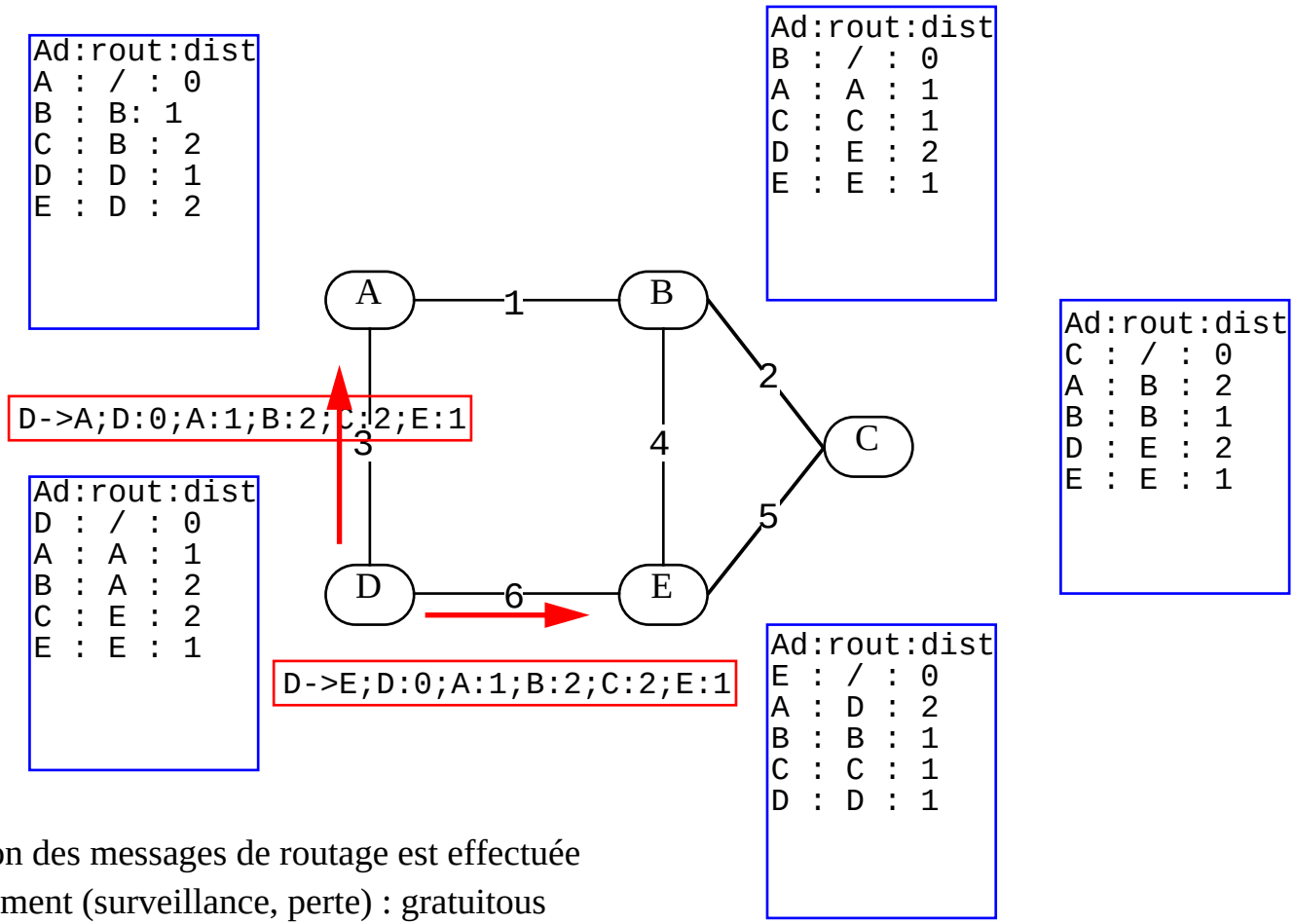
Lors de son démarrage, une station diffuse un premier message de routage

2.5.2 Les phases suivantes



Toute modification de la table locale entraîne, la diffusion d'un nouveau message de routage

2.5.3 L'état stable de surveillance



La diffusion des messages de routage est effectuée périodiquement (surveillance, perte) : gratuitous response (30s)

3. Quelques problèmes

3.1. Présentation des problèmes

Slow convergence :

Les changements de topologie ne sont pas immédiatement pris en compte :

- il faut que le changement soit détecté et que l'information se propage
- les routeurs sont nombreux
- les routeurs sont éloignés

Le rebond :

- des boucles sont créées : certains datagrammes y circulent sans fin (trous noirs)

Incrémentation infinie :

- la distance des stations inaccessibles s'accroit (lentement) jusqu'à l'infini.

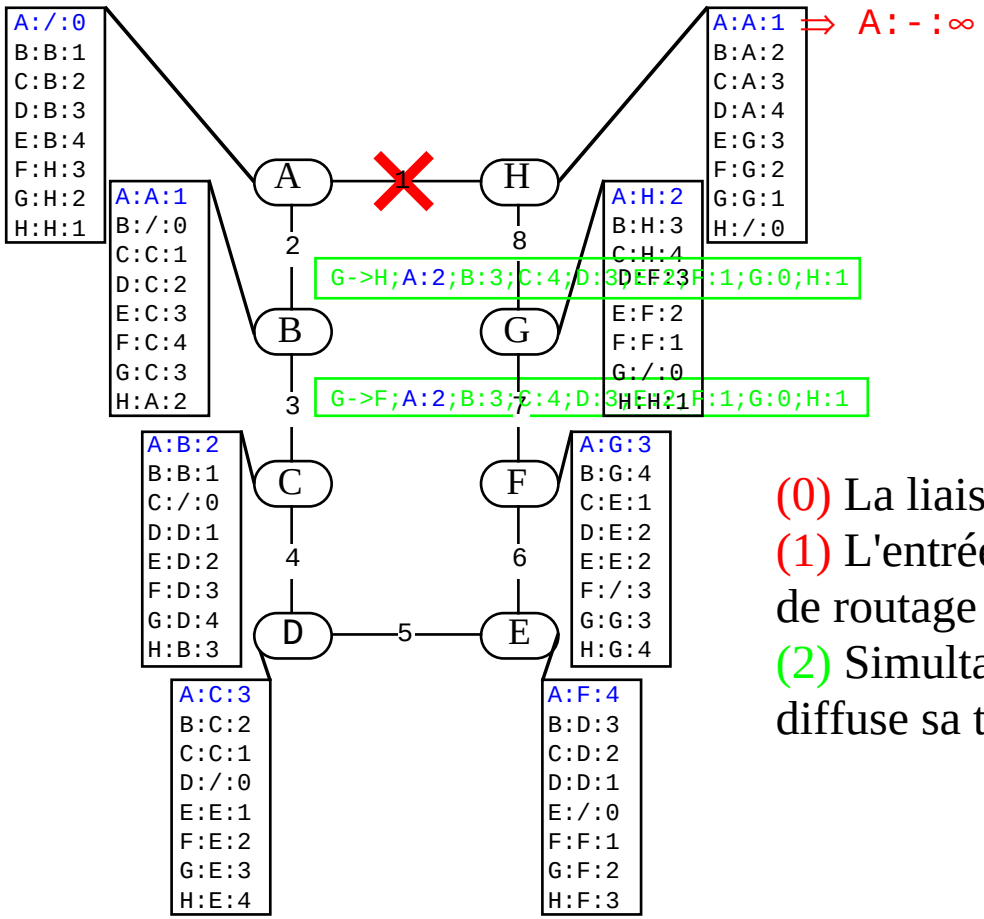
Fiabilité

- détection des pannes de stations
- récupération des pertes et corruptions des messages

3.2. Illustration de quelques problèmes

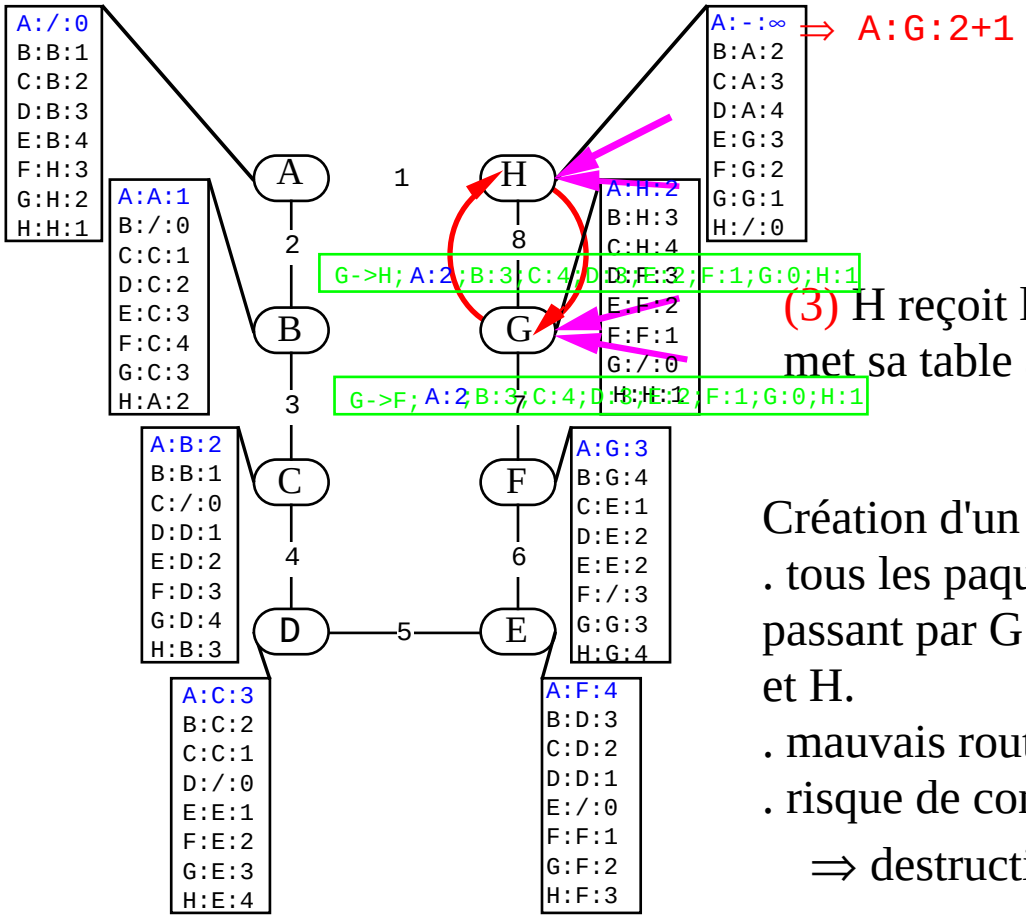
3.2.1 La panne

Une topologie simple de 8 stations.
On ne s'intéresse qu'à l'accès à la station A à partir des autres stations.



(0) La liaison 1 tombe en panne.
(1) L'entrée correspondante dans la table de routage de H est invalidée <A,-,∞>
(2) Simultanément (périodiquement) G diffuse sa table de routage !

3.2.2 Le rebond

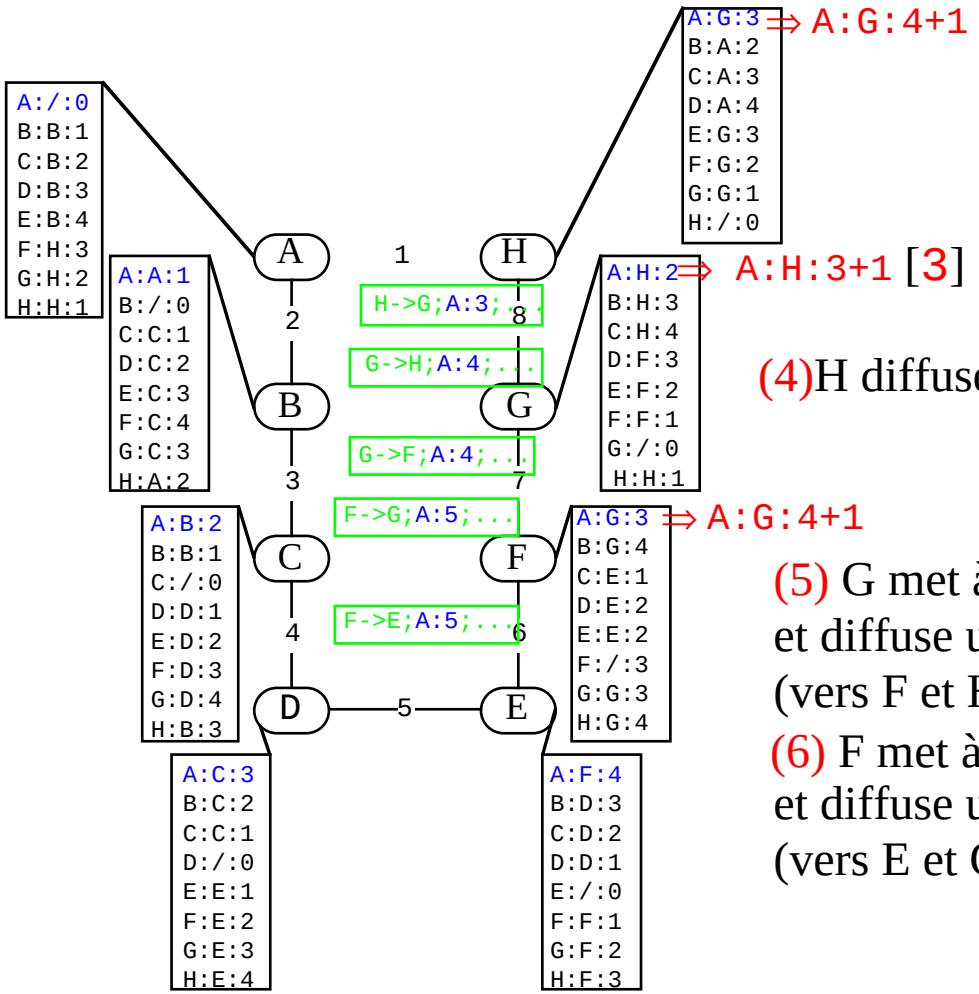


(3) H reçoit le message de routage de G et met sa table à jour, cas [2] de l'algorithme.

Création d'un circuit G<=>H :
. tous les paquets à destination de A passant par G ou H rebondiront entre G et H.
. mauvais routage,
. risque de congestion :

⇒ destruction de paquets (TTL)

3.2.3 La propagation



⇒ A:G:4+1

⇒ A:H:3+1 [3]

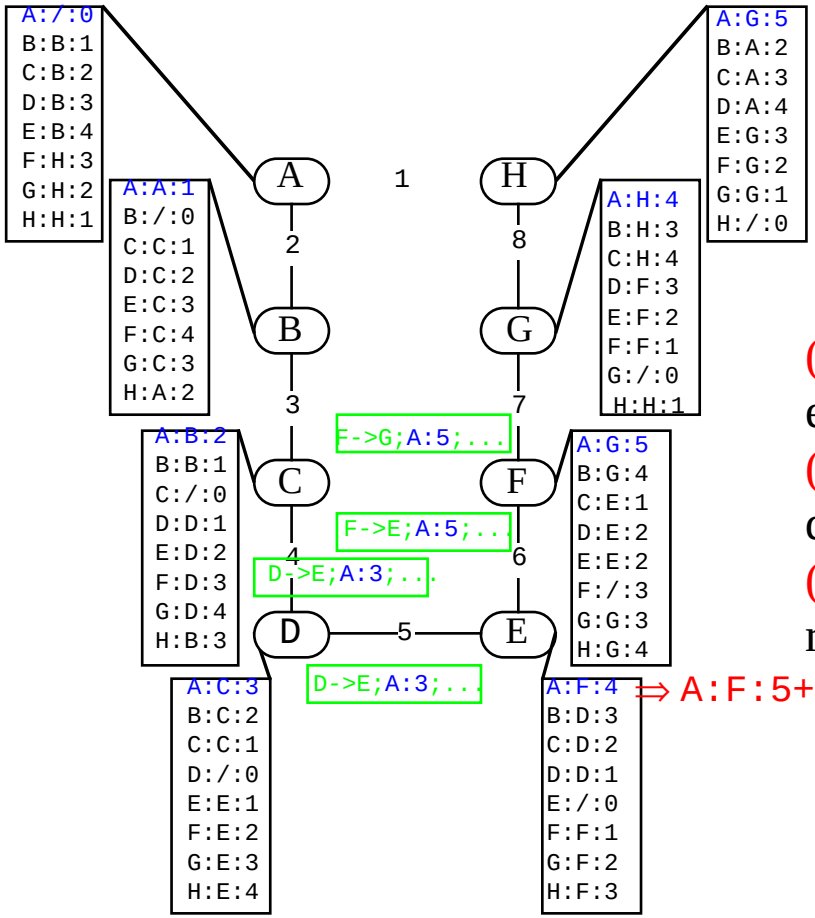
⇒ A:G:4+1

(4)H diffuse un message de routage vers G

(5) G met à jour son entrée : A:H:4 [3]
et diffuse un nouveau message de routage
(vers F et H)

(6) F met à jour son entrée : A:G:5 [3]
et diffuse un nouveau message de routage
(vers E et G)

3.2.4 Le basculement



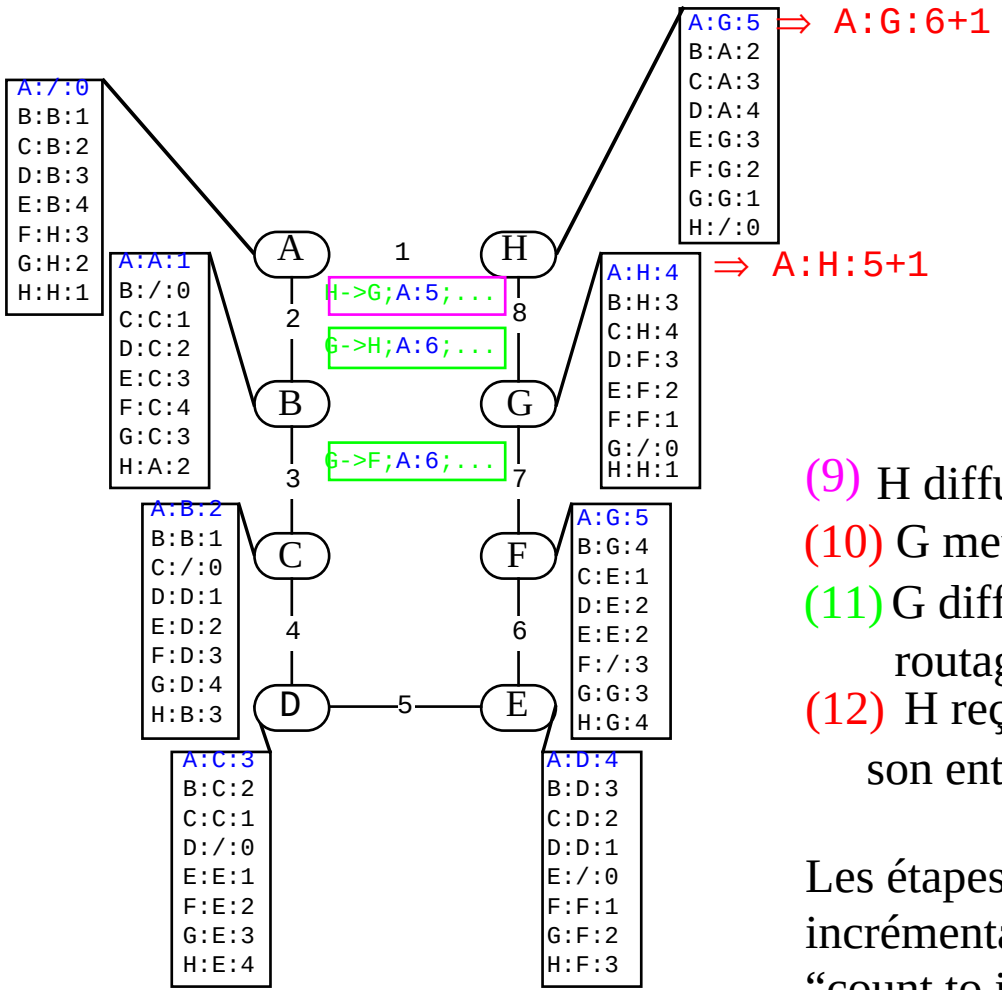
(7) E reçoit le message de F met à jour son entrée : A:F:6 [3]

(8) Simultanément (périodiquement) D diffuse sa table de routage (vers C et E).

(9) E reçoit le message de D bascule sa route à destination de A vers D : A:D:4 [2]

⇒ `A:F:5+1` puis ⇒ `A:D:3+1`

3.2.5 Pendant ce temps-là : le comptage



(9) H diffuse un nouveau message vers G

(10) G met alors à jour sa table : A:F:6 [3]

(11) G diffuse un nouveau message de routage (vers H et F)

(12) H reçoit le message de G et met à jour son entrée : A:G:5 [3]

Les étapes (9) à (11) provoquent une incrémentation continuelle de la métrique : “count to infinity problem”

4. Quelques solutions

4.1. Solutions aux problèmes précédents

Limited infinity

Pour limiter la durée de comptage, la valeur maximale est choisie petite :

- cela a pour conséquence de limiter l'étendu du domaine géré par RIP
- ∞ =16 !

Split horizon update

Une première station n'informe pas une autre station des meilleurs chemins qui passent par cette deuxième station.

- c'était inutile,
- c'était dangereux.
- les messages de routage sont différents en fonction des destinataires
  - cela diminue la taille des messages de routage
- cela ne résout que partiellement le problème du rebond :
  - . les circuits de plus de 2 stations rebondissent toujours !

4.2. Solutions à l'inaccessibilité

Route time-out

Détection des stations inaccessibles. Toute station dont on a plus de nouvelles devient inaccessible :

- durée limitée de validité des entrées de la table de routage (3 mn)

Hold down

On mémorise dans la table de routage les destinations qui ne sont plus accessibles :

- codé ∞
- on conserve cette valeur pendant 4 périodes de mise à jour (2 mn)

Poison reverse

On diffuse les destinations qui deviennent inaccessibles aux voisins

- les messages de routage informent des mauvaises routes et non plus seulement des meilleures routes !
- accroît la taille des messages de routage

4.3. Optimisations

Récupération des pertes ou corruptions de message :
Par retransmission périodique des table de routage (30s).

- plus la période est grande plus le délai de prise en compte des changements est grand,
- plus la période est petite plus la quantité d'information échangée est importante.

Triggered update :
Un message de routage est diffusé dès que la table de routage a été modifiée.

- prise en compte immédiate des modifications.

5. Le protocole RIP

5.1. Présentation

Routing Information Protocol :
- RIP-1 : RFC 1058 - juin 1988.
- RIP-2 : RFC 1388 - juin 1993.

routed : Unix RIP routing deamon

commande *netstat -r* : visualise la table de routage
commande *route* : modifie la table de routage
fichier : */etc/hosts* : la table de routage initiale

RIP + UDP + IP
. Port n°520 (service RIP)
. Infini = 16 hops ⇨ étendue limitée
. Période de diffusion des message de routage [15-45s]
. Durée de validité d'un entrée (3 mn)
. Délai aléatoire de diffusion immédiate [0-5s]
. Split horizon + poison reverse + triggered update + hold down

5.2. Contraintes et avalanches

Contraintes

. Les messages de routage ont une longueur limitée : 512 octets

⇨le MTU par défaut des datagrammes IP est de 576 octets !

. si les informations à transmettre sont plus longues, on diffuse plusieurs messages de routage.

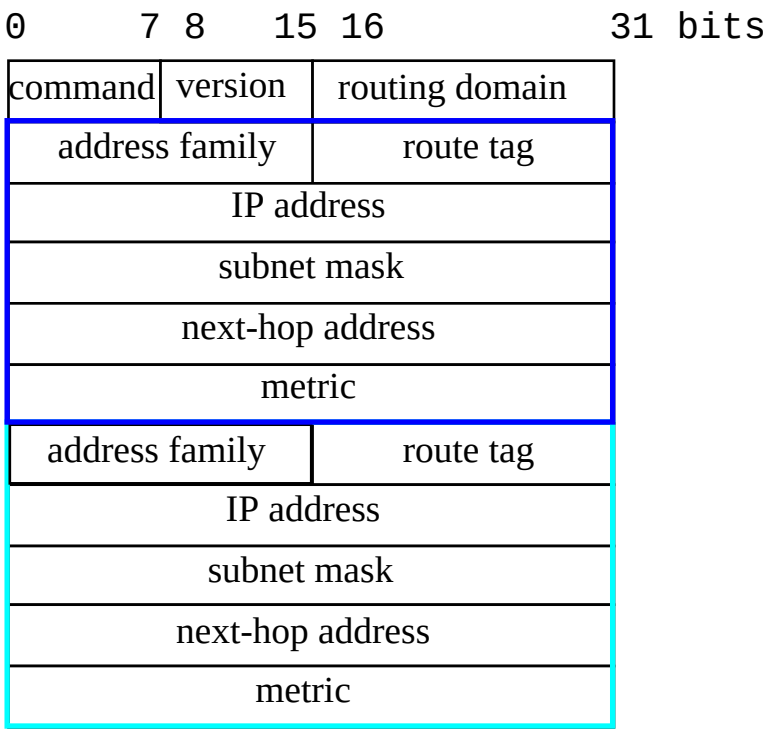
. le protocole RIP est sans mémoire (“memoryless”), ces messages ne sont pas liés (par ex. pas de n°).

Avalanches

Pour limiter les risques de congestion (avalanche/synchronisation) les diffusions sont retardées aléatoirement [RFC 1056] :

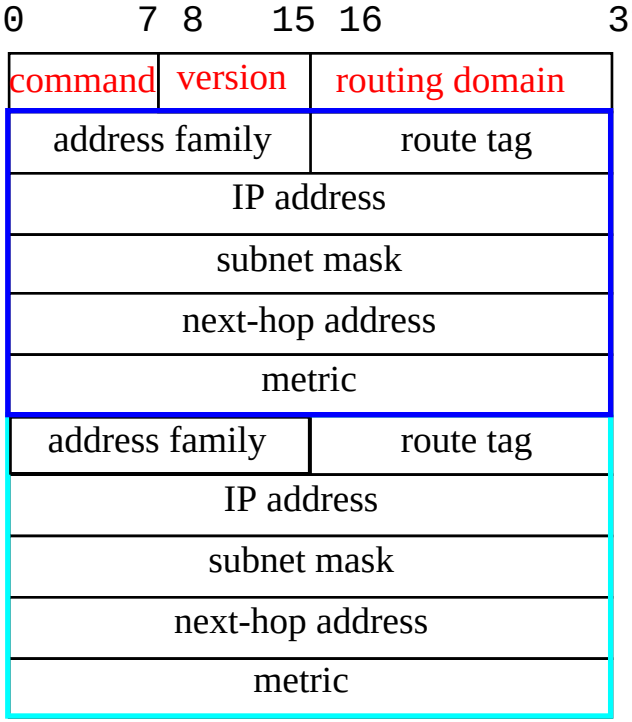
- diffusion immédiate [0-5s]
- diffusion périodique [15-45s]

5.3. Le format général des messages RIP



. en mots de 32 bits
. longueur < 512 octets
. une entête d'un mot
. autant de blocs de 5 mots que d'entrées à transmettre
    - en nombre quelconque : [1-25]

5.4. L'entête des messages RIP



Le champ "command "(8 bits) : code le type du message :

. 1 = demande d'information

- demande partielle pour certaines destinations (dont les entrées figurent dans la demande)
- demande totale (s'il y a une seule entrée associée à la demande tel que "address family"=0 et "metric"=16)

. 2 = réponse

- l'extrait des meilleures routes du routeur
- suit à une demande, envoi périodique, envoi spontané

Le champ "version"(8 bits) :

. 1 = RIP-1 ⇔ les champs "routing domain", "route tag", "subnet address", "next-hop address" sont inutilisés = 0)

. 2 = RIP-2

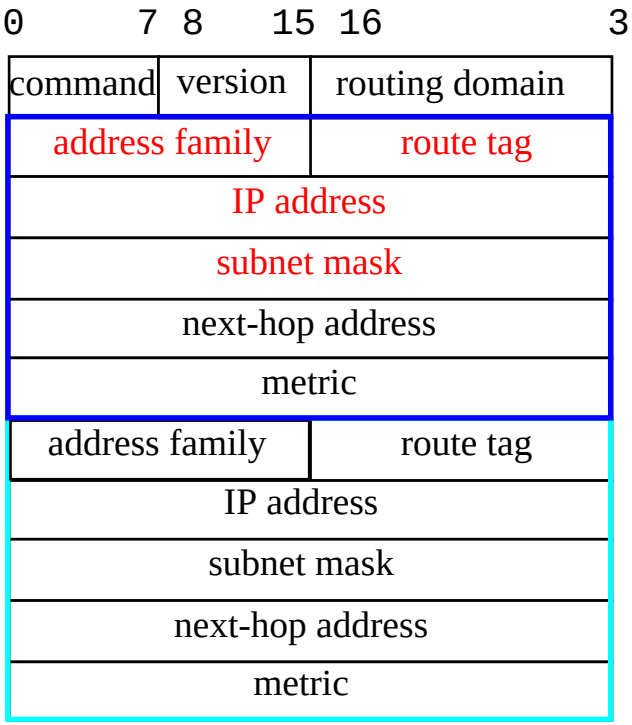
Le champ "routing domain"(16 bits) :

. RIP est générique :

- plusieurs domaines peuvent être gérés simultanément par le même routeur.

. 0 par défaut et obligatoire pour RIP-1

5.5. Les entrées des messages RIP



Le champ “address family “(16 bits) : code le format d'adressage :

. les adresses peuvent être de longueur quelconque

. 2 = IP ⇒ (32 bits)

Le champ “route tag“(16 bits) :

. transmet des informations utilisées par le routage inter-domaine (EGP)

. 0 pour RIP-1

Le champ “IP address“(32 bits) : l'adresse de destination

. l'adresse d'un réseau IP (⇒ netid)

. l'adresse d'un sous-réseau IP (⇒ subnet mask : subnetid)

. l'adresse d'une station (⇒@IP)

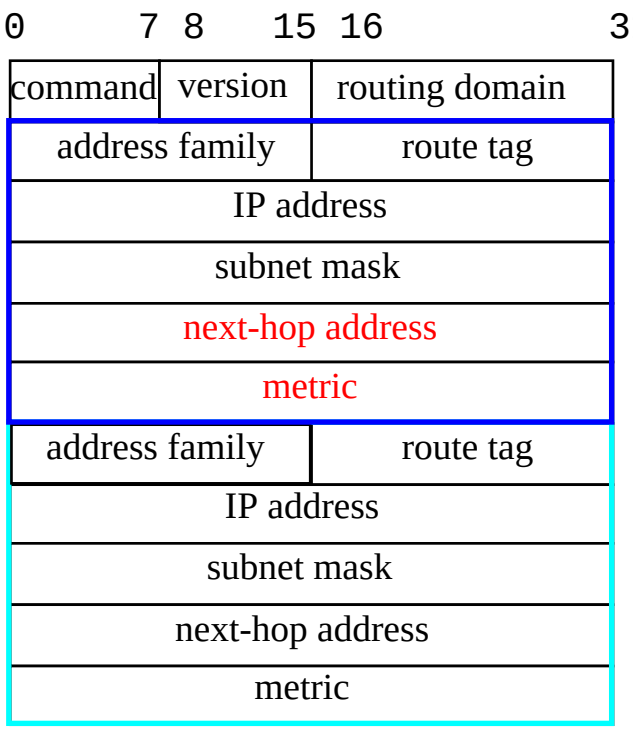
. l'adresse par défaut (⇒n’importe quelle destination : 0.0.0.0)

Le champ “subnet mask“(32 bits) :

. 0 pour RIP-1

. spécifie la taille du champ “subnetID” dans le champ “hostID” de l'adresse IP.

Les entrées des messages RIP (suite)



Le champ “next-hop address” (32 bits) :

. contient explicitement l'adresse du prochain routeur qui est associé à l'entrée
(ce n'est plus implicitement l'émetteur du message de routage. Cela permet à un routeur d'informer sur les meilleurs chemins d'un autre routeur).

. 0 = RIP-1

Le champ “metric“(32 bits) :

. distance en nombre de “hops” entre la destination spécifiée par “IP address” et le prochain routeur spécifié, soit par “next-hop address” (RIP-2), soit par l'adresse de l'émetteur du message (RIP-1).

. [1-15] : distance normale

. 16 = distance infinie (destination inaccessible)

5.6. Améliorations

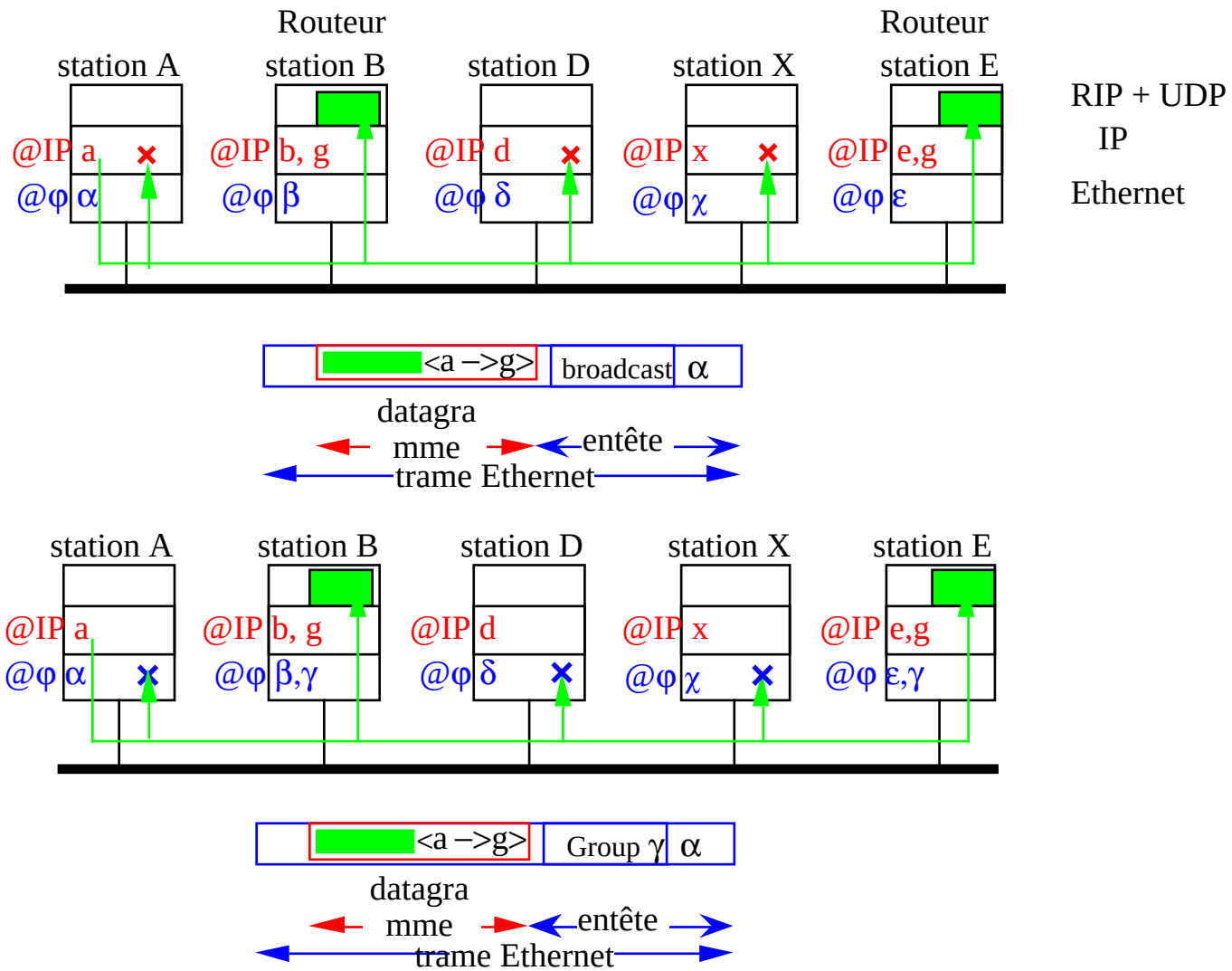
Authentification :

- les routeurs sont des équipements sensibles
- il faut pouvoir authentifier les informations données par un routeur
- RIP authentification message :
  . address family = 0xfff
- type d'authentification :
  . route tag = 2
  . les 16 octets suivants contiennent une clef d'authentification.

Optimisation :

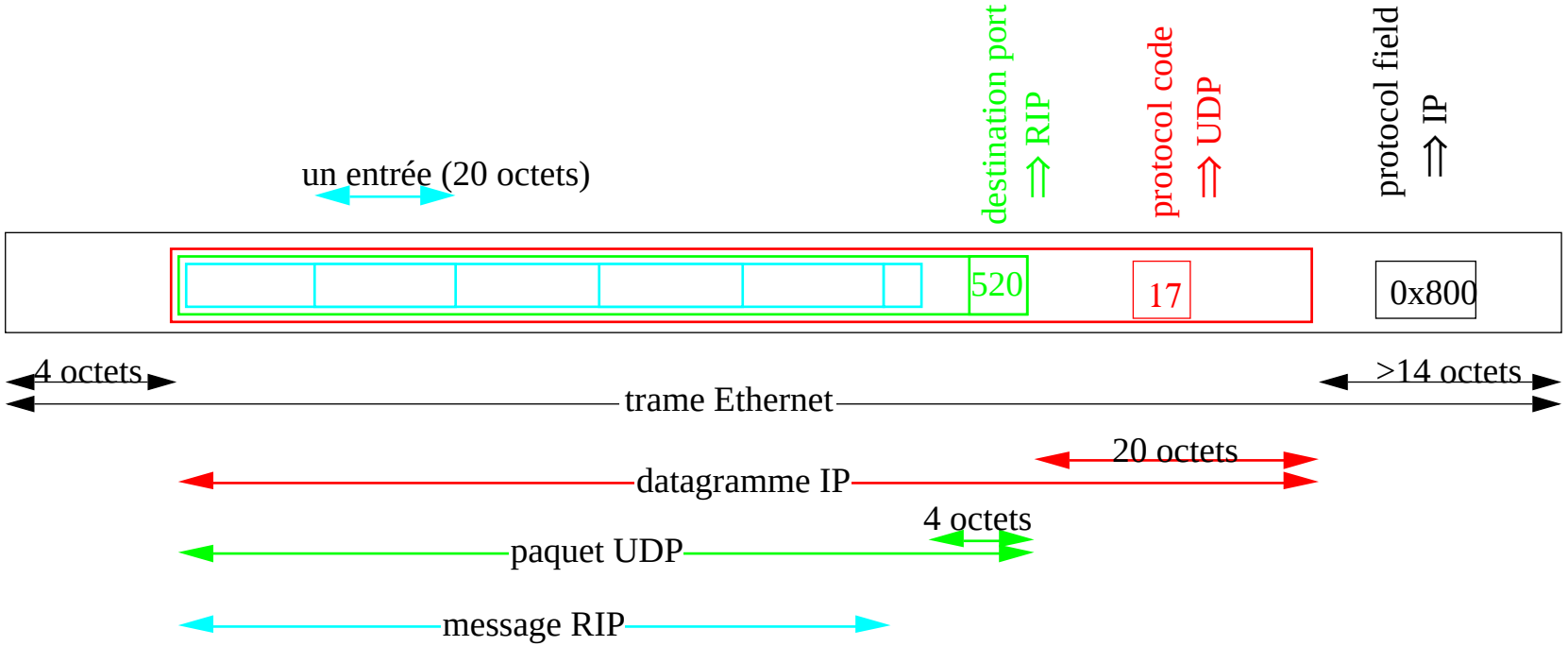
- RIP-1 utilise l'adresse de diffusion locale (255.255.255.255)
  . Toutes les stations reçoivent une copie du message
- RIP-2 utilise l'adresse multicast réservée (224.0.0.9 : le groupe des routeurs)
  . Seuls les routeurs RIP reçoivent une copie du message
  ⇒ moins de surcharge pour les drivers IP des autres stations et autres routeurs.

5.7. Multicast versus broadcast



5.8. RIP et les autres protocoles

5.8.1 RIP + UDP + IP (+ Ethernet)



5.8.2 RIP + ARP

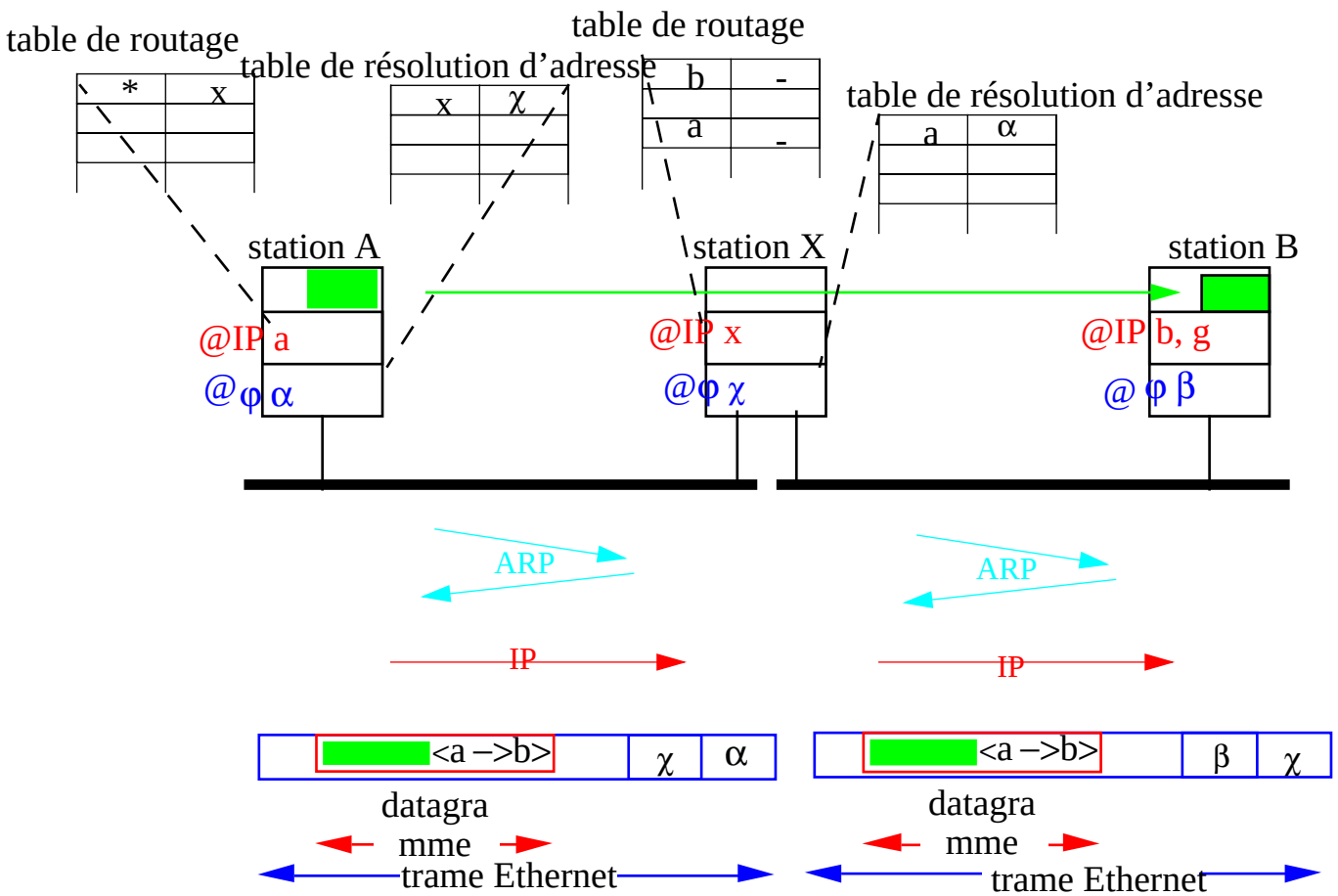


table de routage
table de résolution d'adresse
table de routage
table de résolution d'adresse
*
x
x
χ
b
-
a
-
a
α
station A
station X
station B
@IP a
@φ α
@IP x
@φ χ
@IP b, g
@ φ β
ARP
ARP
IP
IP
<a –>b>
χ
α
<a –>b>
β
χ
datagra
mme
trame Ethernet
datagra
mme
trame Ethernet

6. Conclusion

RIP
- Simplicité
- Nécessaire à IP.

- Vitesse de stabilisation faible
- Pas de connaissance de l'adressage des sous-réseaux (sauf RIP-2)
- Etendu limitée (heureusement) ⇒ IGP (Interior Gateway Protocol)
- Mono métrique (hop!)
- Métrique grossière (hop!)

Nombreux autres protocoles sous Internet :
- . OSPF (Open Shortest Path First) : link-state protocol (= OSI IS-IS)
- . GGP (Gateway to Gateway Protocol) : distance vector algorithm
- . BGP (Border Gateway Protocol) (=+ OSI IDRP Interdomain RP)