

*Examen Fevrier 2006*

*Examen Fevrier 2006*  
*Exercice 1 : Routage dans l'Internet*

## Exercice 1 : Routage dans l'Internet

### Sujet :

Soit un réseau composé de quatre routeurs A, B, C et D et défini de la façon suivante :

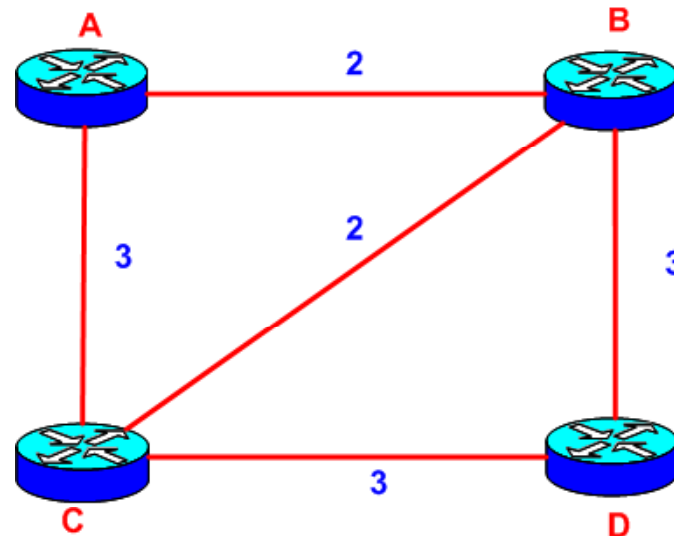
Les coûts des liens sont fixées aux valeurs suivantes :

Coût[AB] = 2, Coût [AC] = 3,

Coût [BC] = 2, Coût [CD] = 3

Coût [BD] = 3.

On considère que l'algorithme **Bellman-Ford** est utilisé pour le calcul des chemins les plus courts, et que les liens sont **symétriques**.



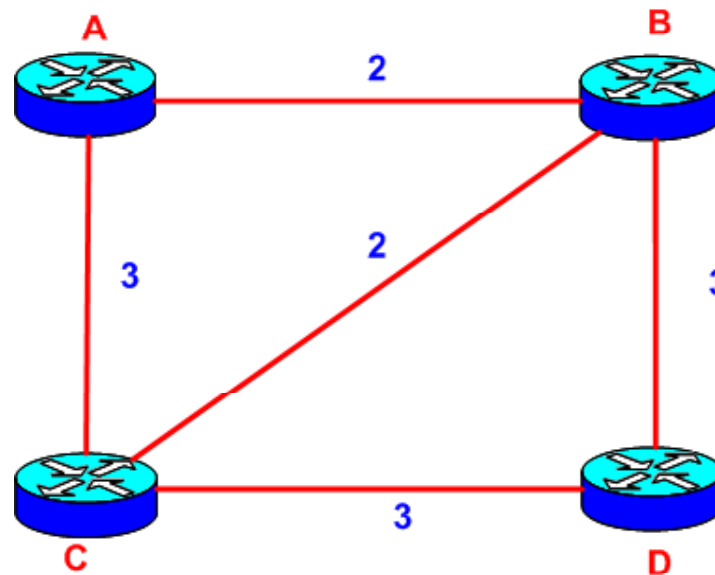
## Exercice 1 : Routage dans l'Internet

### Question 1 :

On considère que l'échange des vecteurs de distances est fait selon l'ordre chronologique comme indiqué dans le tableau (joint en annexe).

Donner les vecteurs de distance ainsi que la table de routage de chacun des routeurs.

N.B : pour cette question, utiliser le **tableau 1** donné en annexe ( à rendre avec la copie)

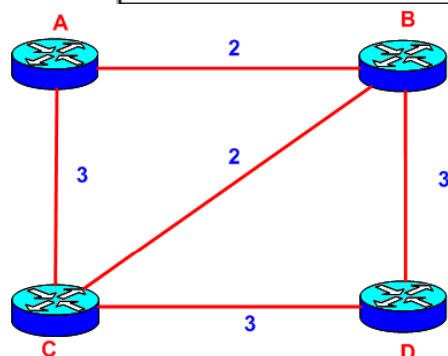


## Exercice 1 : Routage dans l'Internet –Tableau

Temps	Roueteur Emetteur		Tables de routage des routeurs après réception du vecteur			
	Routeur	Vecteur de distance	RA	RB	RC	RD
<b>t = t0</b>	<b>Mise sous tension</b>		<b>A : 0 ( Local)</b>	<b>B : 0 ( Local)</b>	<b>C : 0 ( Local)</b>	<b>D : 0 ( Local)</b>
<b>t=t1</b>	RA					
<b>t=t2</b>	RC					
<b>t=t3</b>	RD					
<b>t=t4</b>	RB					
<b>t=t5</b>						
<b>t=t6</b>						
:						
:						

## Exercice 1 : Routage dans l'Internet –Tableau

	Roueteur Emetteur		Tables de routage des routeurs après réception du vecteur			
Temps	Routeur	Vecteur de distance	RA	RB	RC	RD : 0 ( Local)
t = t0	Mise sous tension		RA : 0 ( Local)	RB : 0 ( Local)	RC : 0 ( Local)	RD : 0 ( Local)
t=t1	RA	(RA,0)		(RB,0), (RA, 2)	(RC,0), (RA, 3)	(RD,0)
t=t2	RC	(RC,0), (RA, 3)	(RA,0), (RC,3)	(RB,0), (RC,2), (RA,2)		(RD,0), (RC,3), (RA, 6)
t=t3	RD	(RD,0), (RC,3), (RA, 6)	(RA,0), (RC,3)	(RB,0), (RC,2), (RA,2), (RD, 3)	(RC, 0), (RA, 3), (RD, 3)	
t=t4	RB	(RB,0), (RC,2), (RA,2), (RD, 3)	(RA,0), (RC,3), (RB,2), (RD, 5)		(RC,0), (RA, 3), (RD, 3), (RB, 2)	(RD, 0), (RB,3), (RA,5), (RC,3)
t5	N'import quel routeur		Stabilité des vecteurs de distances			
T6	N'import quel routeur		Stabilité des vecteurs de distances			
Tables définitives			(RA,0), (RC,3), (RB,2), (RD, 5) <b>[via RB]</b>	(RB,0), (RC,2), (RA,2), (RD, 3)	(RC,0), (RA, 3), (RD, 3), (RB, 2)	(RD, 0), (RB,3), (RA,5), <b>[via RB]</b> (RC,3)



## Exercice 1 : Routage dans l'Internet –Tableau

Table de Routage de RA

(RA :0) [Local]  
 (RC :3) [Sud]  
 (RB :2) [Est]  
 (RD : 5) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
 (RC : 2) [Sud-Ouest]  
 (RA : 2) [Ouest]  
 (RD : 3) [Sud]

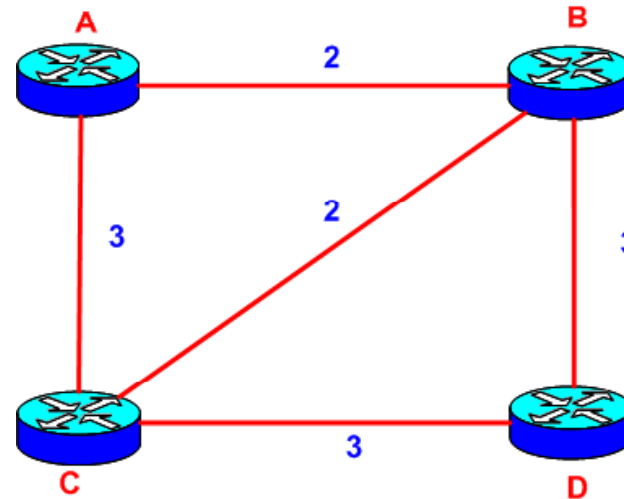


Table de Routage de RC

(RC : 0) [Local]  
 (RA : 3) [Nord]  
 (RD : 3) [Est]  
 (RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

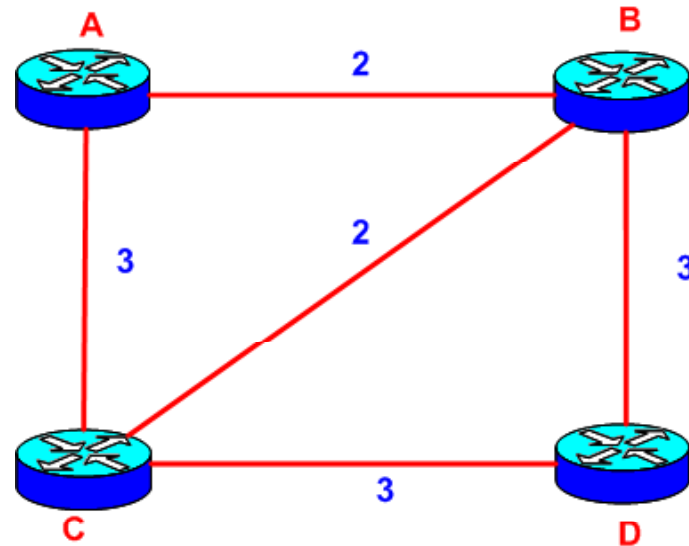
(RD : 0) [Local]  
 (RB :3) [Nord]  
 (RA :5) [Nord, via RB]  
 (RC :3) [Ouest]

## Exercice 1 : Routage dans l'Internet

### Question 2 :

Les liaisons BD et CD sont rompues. Montrer comment les vecteurs sont mis à jour avec la séquence d'échange suivante:

- à t1, RB reçoit VA et VC
- à t2, RC reçoit VA et VB
- à t3, RA reçoit VB et VC





## Exercice 1 : Routage dans l'Internet

### Réponse :

Les liaisons **BD** et **CD** sont rompues

Les routeurs **RB** et **RC** vont découvrir les pannes  $\Leftrightarrow$  **RD** devient inaccessible (à distance infinie)

On considère les échanges :

- à t1, **RB** reçoit **VA** et **VC**
- à t2, **RC** reçoit **VA** et **VB**
- à t3, **RA** reçoit **VB** et **VC**

Table de Routage de RA

(RA : 0) [Local]  
(RC : 3) [Sud]  
(RB : 2) [Est]  
(RD : 5) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
(RC : 2) [Sud-Ouest]  
(RA : 2) [Ouest]  
(RD :  $\infty$ )

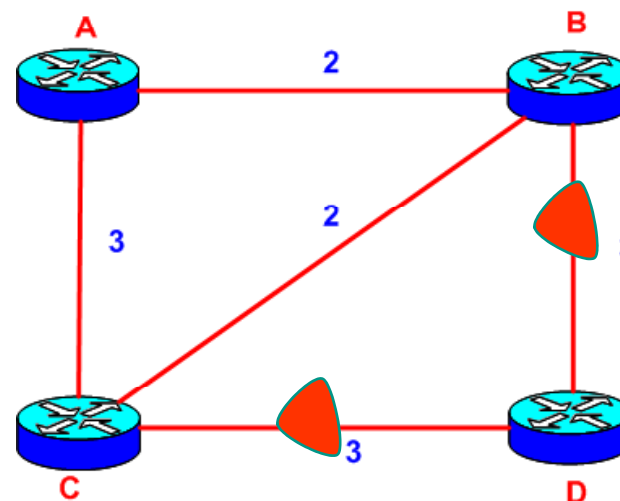


Table de Routage de RC

(RC : 0) [Local]  
(RA : 3) [Nord]  
(RD :  $\infty$ )  
(RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

(RD : 0) [Local]  
(RB : 3)  $\infty$   
(RA : 5)  $\infty$   
(RC : 3)  $\infty$

## A t1, RB reçoit VA et VC

à t1, RB reçoit VA

Table de Routage de RA

(RA : 0) [Local]  
 (RC : 3) [Sud]  
 (RB : 2) [Est]  
 (RD : 5) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
 (RC : 2) [Sud-Ouest]  
 (RA : 2) [Ouest]  
 RD : 7 Ouest

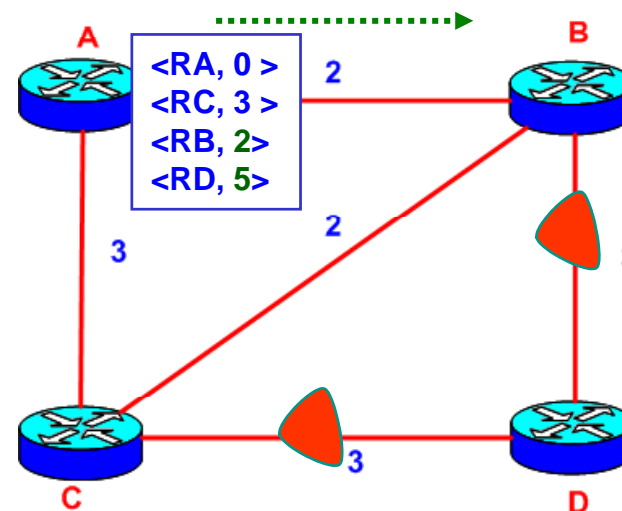


Table de Routage de RC

(RC : 0) [Local]  
 (RA : 3) [Nord]  
 (RD :  $\infty$ )  
 (RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

(RD : 0) [Local]  
 (RB : 3)  $\infty$   
 (RA : 5)  $\infty$   
 (RC : 3)  $\infty$

## A t1, RB reçoit VA et VC

RB reçoit ensuite VC

Table de Routage de RA

(RA : 0) [Local]  
 (RC : 3) [Sud]  
 (RB : 2) [Est]  
 (RD : 5) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
 (RC : 2) [Sud-Ouest]  
 (RA : 2) [Ouest]  
 RD : 7 Ouest

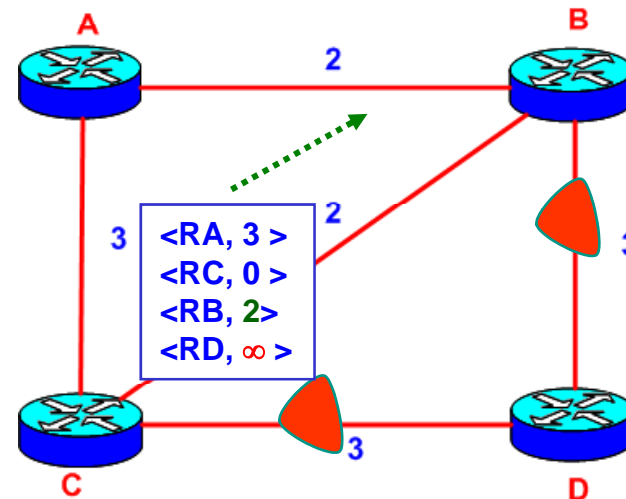


Table de Routage de RC

(RC : 0) [Local]  
 (RA : 3) [Nord]  
 (RD : ∞)  
 (RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

(RD : 0) [Local]  
 (RB : 3) ∞  
 (RA : 5) ∞  
 (RC : 3) ∞

## à t2, RC reçoit VA et VB

à t2, RC reçoit VA

Table de Routage de RA

(RA : 0) [Local]  
 (RC : 3) [Sud]  
 (RB : 2) [Est]  
 (RD : 5) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
 (RC : 2) [Sud-Ouest]  
 (RA : 2) [Ouest]  
 RD : 7 Ouest

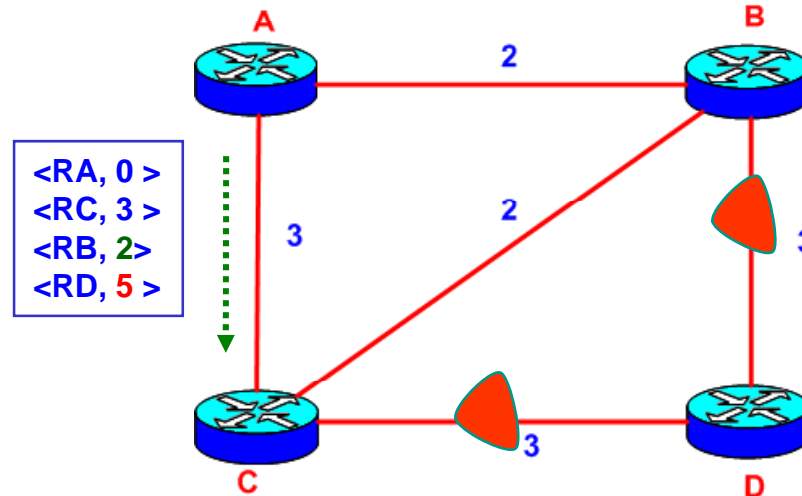


Table de Routage de RC

(RC : 0) [Local]  
 (RA : 3) [Nord]  
 (RD : 8) [Nord]  
 (RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

(RD : 0) [Local]  
 (RB : 3)  $\infty$   
 (RA : 5)  $\infty$   
 (RC : 3)  $\infty$

## à t2, RC reçoit VA et VB

à t2, RC reçoit VB

Table de Routage de RA

(RA : 0) [Local]  
 (RC : 3) [Sud]  
 (RB : 2) [Est]  
 (RD : 5) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
 (RC : 2) [Sud-Ouest]  
 (RA : 2) [Ouest]  
 RD : 7 Ouest

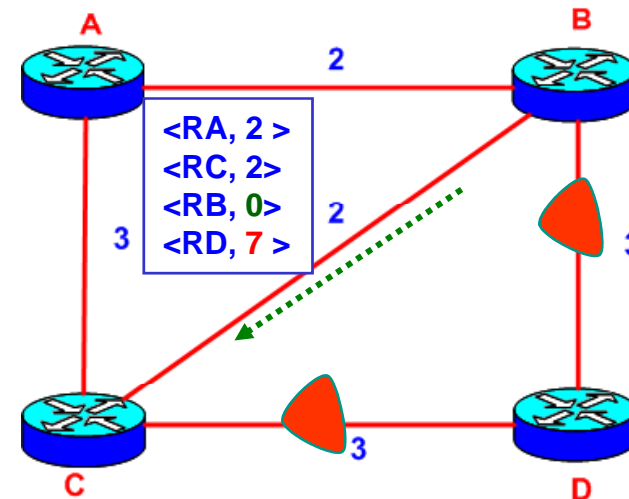


Table de Routage de RC

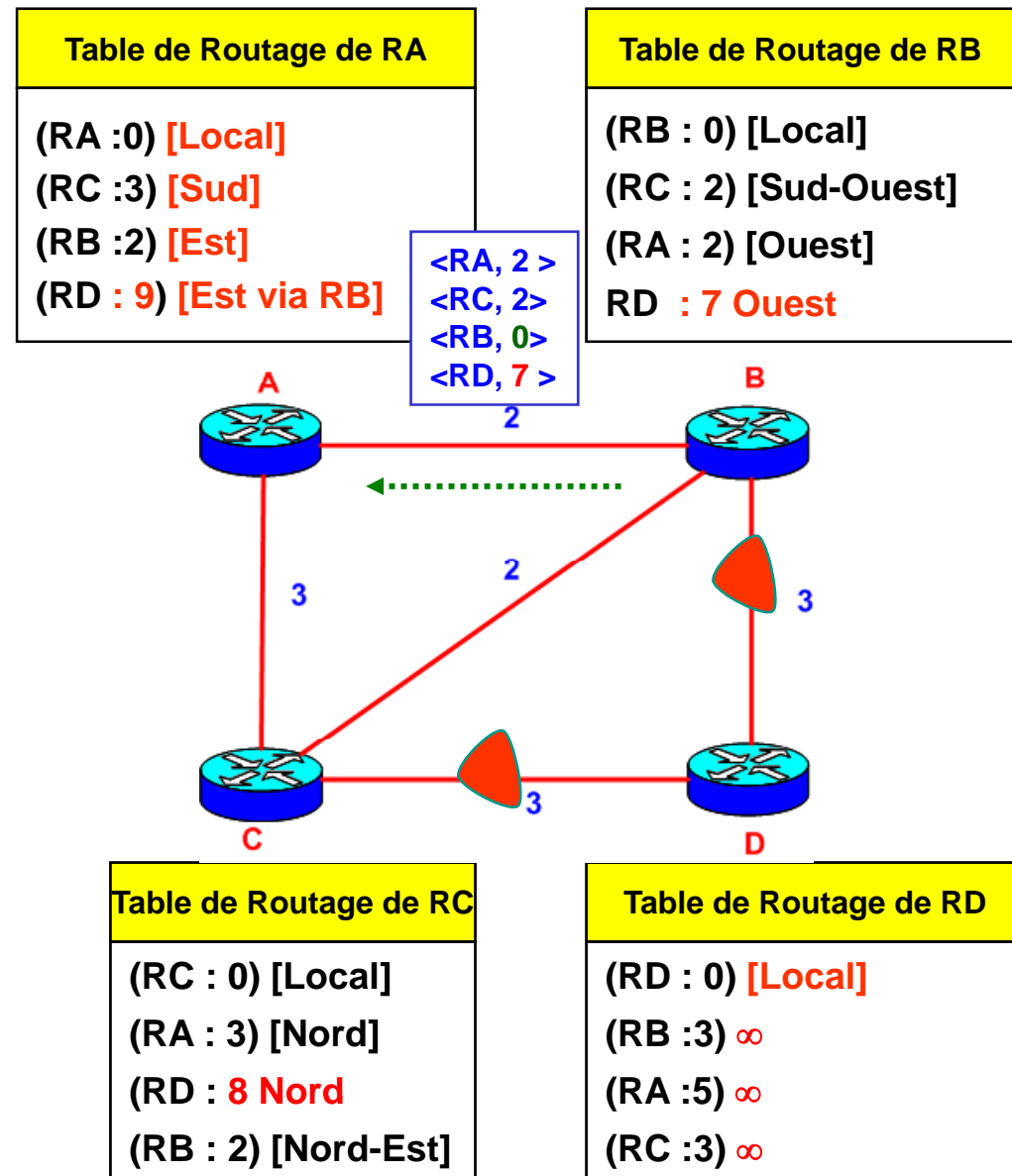
(RC : 0) [Local]  
 (RA : 3) [Nord]  
 (RD : 8 Nord  
 (RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

(RD : 0) [Local]  
 (RB : 3)  $\infty$   
 (RA : 5)  $\infty$   
 (RC : 3)  $\infty$

## à t3, RA reçoit VB et VC

à t3, RA reçoit VB



## à t3, RA reçoit VB et VC

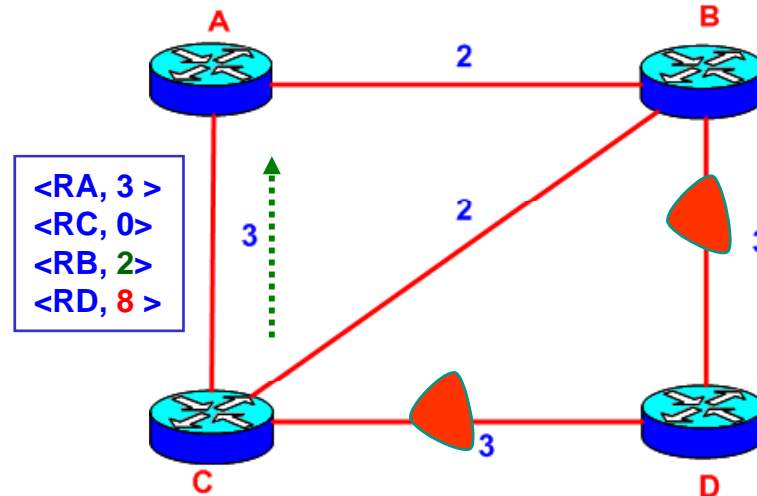
à t3, RA reçoit VC

Table de Routage de RA

(RA : 0) [Local]  
 (RC : 3) [Sud]  
 (RB : 2) [Est]  
 (RD : 9) [Est via RB]

Table de Routage de RB

(RB : 0) [Local]  
 (RC : 2) [Sud-Ouest]  
 (RA : 2) [Ouest]  
 RD : 7 Ouest



<RA, 3>  
 <RC, 0>  
 <RB, 2>  
 <RD, 8>

Table de Routage de RC

(RC : 0) [Local]  
 (RA : 3) [Nord]  
 (RD : 8 [Nord]  
 (RB : 2) [Nord-Est]

Table de Routage de RD

(RD : 0) [Local]  
 (RB : 3) ∞  
 (RA : 5) ∞  
 (RC : 3) ∞

On peut continuer ainsi  
 longtemps ⇔ **comptage à l'infini**

## Exercice 1 : Routage dans l'Internet

### Question 3 :

- On considère le réseau construit autour des trois routeurs précédents de la manière suivante :
- En s'appuyant sur les résultats de la première question, donner la table de routage du routeur RA organisée de la manière suivante :

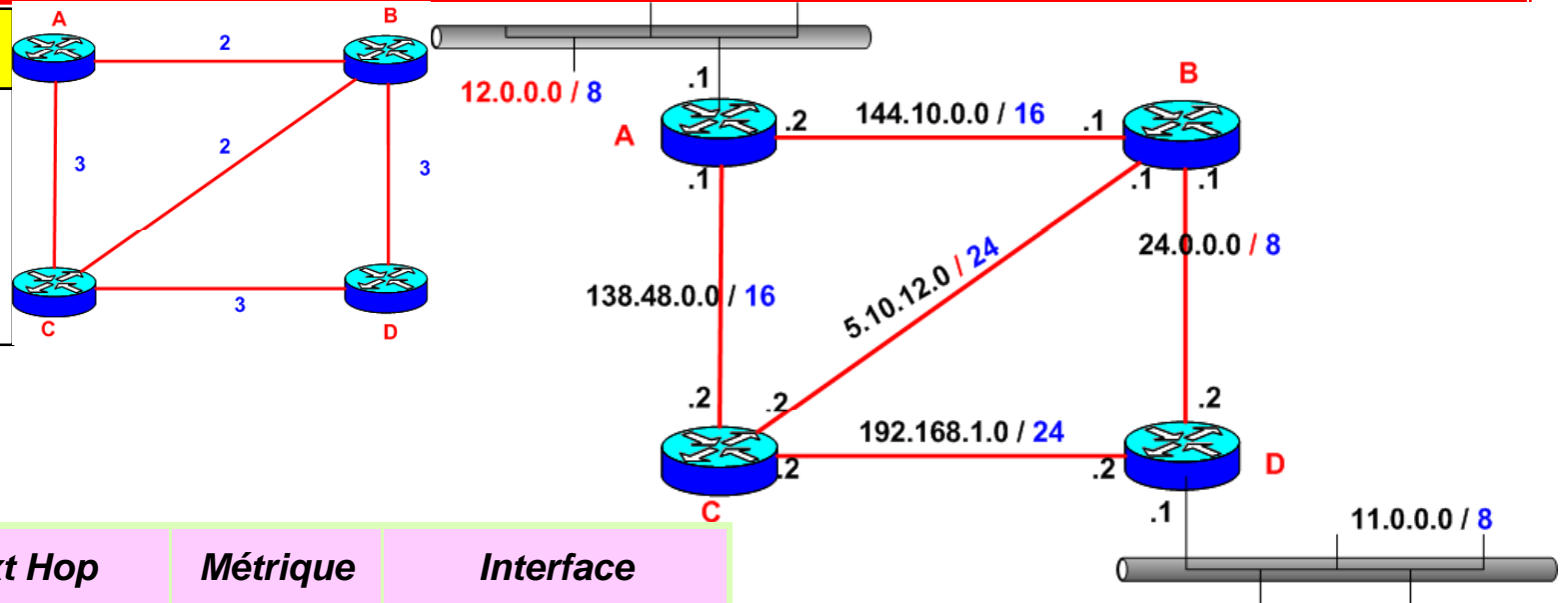
Dédestination	Next Hop	Métrique	Interface



## Exercice 1 : Routage dans l'Internet

Table de Routage de RA

(RA :0) [Local]  
 (RC :3) [Sud]  
 (RB :2) [Est]  
 (RD : 5) [Est via RB]



Dédestination	Next Hop	Métrique	Interface
12.0.0.0 /8	Direct	0	12.0.0.1
144.10.0.0 /16	Direct	0	144.08.0.2
138.48.0.0 /16	Direct	0	138.48.0.1
5.10.12.0 /24	144.10.0.1	2	144.08.0.2
24.0.0.0 /8	144.10.0.1	2	144.08.0.2
192.168.1.0 /24	138.48.0.2	3	138.48.0.1
11.0.0.0 /8	144.10.0.1	5	144.08.0.2

### Adresses IP

12.0.0.1 ; 144.08.0.2 ; 138.48.0.1

### Table de routage

#### Réseaux directement connectés

12.0.0.0 /8 [ Nord]  
 144.10.0.0 /16 [Est ]  
 138.48.0.0 /16 [Sud ]

#### Réseaux accessibles via routeurs intermédiaires

5.10.12.0 /24 via 144.10.0.1 [Est]  
 24.0.0.0 /8 via 144.10.0.1 [Est]  
 192.168.1.0 /24 via 138.48.0.2 [Sud]  
 11.0.0.0 /8 via 144.10.0.1 [Est]

*Examen Fevrier 2006*

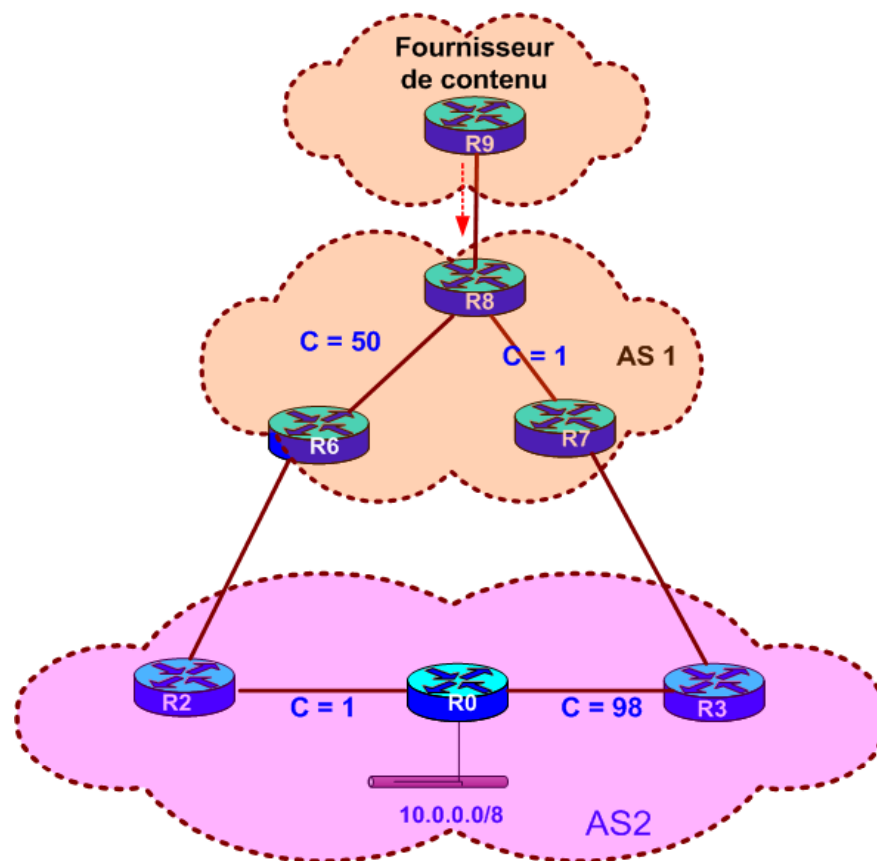
*Exercice 2 : BGP et le contrôle de trafic entrant*

## Exercice 2 : BGP et le contrôle de trafic entrant

*On considère le réseau présenté sur la figure suivante :*

Sur ce schéma, on a un fournisseur de contenu qui transmet des paquets au réseau **10.0.0/8** à l'intérieur du système autonome **AS2**.

En tant que administrateur du réseau du système autonome **AS2**, vous désirez forcer le trafic entrant dans votre AS vers le réseau **10.0.0.0/8** à passer par la liaison **R2–R6**



Les routeurs :

**R2, R3, R6, R7, R8 et R9**  
sont des routeurs BGP.

## Exercice 2 : BGP et le contrôle de trafic entrant

### Question N° 1 :

Quel est l'attribut de message **UPDATE de BGP** que vous pensez qu'il serait le mieux adapté pour contrôler ce trafic entrant dans votre Système Autonome.

### Réponse :

C'est l'attribut **MED** : Il Permet d'indiquer le point d'entrée préféré pour chaque destination dans un AS connecté par plusieurs liens à un autre AS (ce qui est le cas dans notre exercice)

### N B :

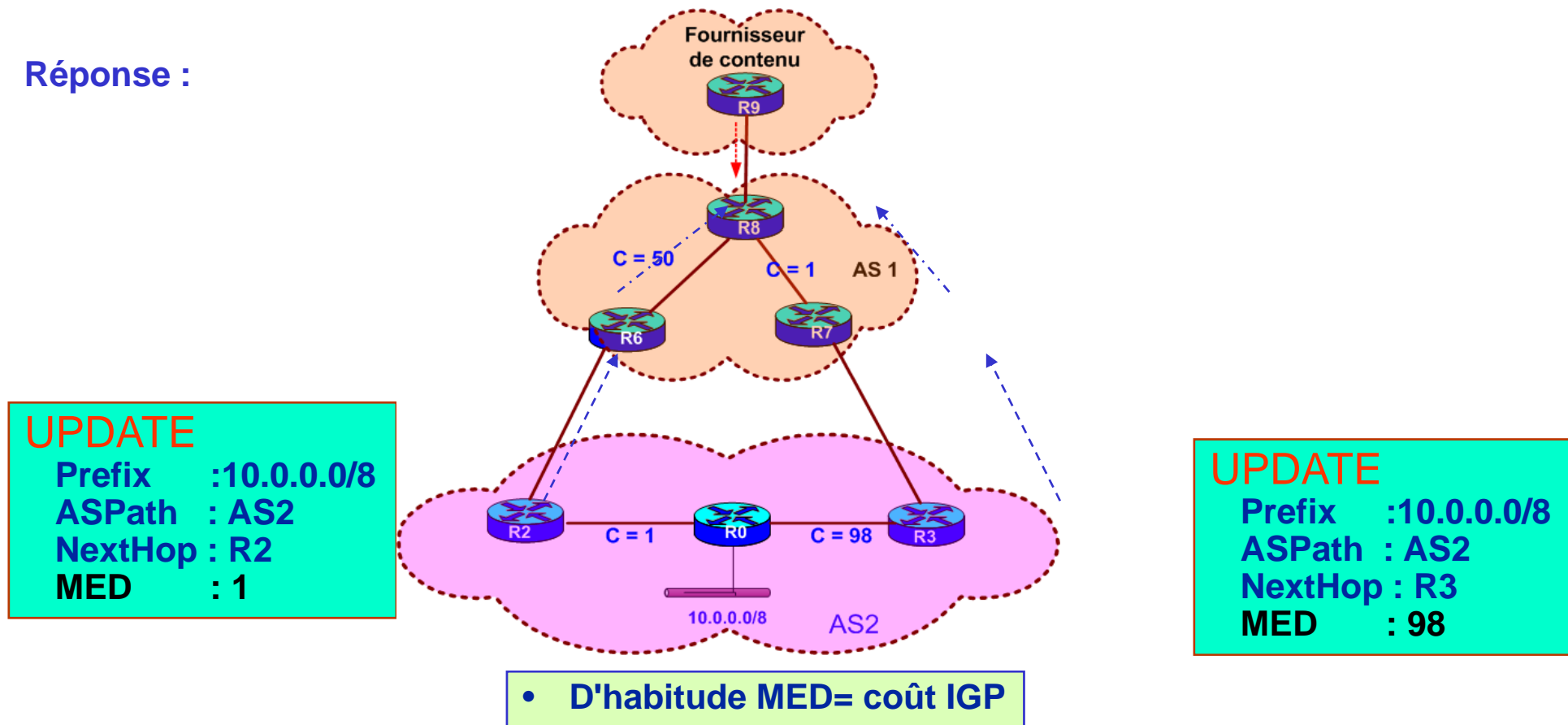
- Le MED est un attribut optionnel qui peut être utilisé dans les messages BGP envoyés à un AS voisin.
- Exige habituellement un accord de Bi-directionnel entre les ISP voisins (AS pairs)
- Seulement utile entre les pairs directs ( $\Leftrightarrow$  n'a d'impact que entre AS voisins)

## Exercice 2 : BGP et le contrôle de trafic entrant

### Question N° 2 :

Sur la base de votre choix précédent, qu'elles sont les informations que les routeurs R2 et R3 doivent mettre dans les messages **UPDATE** envoyés à R6 et R7 respectivement.

Réponse :



## Exercice 2 : BGP et le contrôle de trafic entrant

### Question N° 3 :

Ces messages **UPDATE** sont propagés par **R6 et R7 vers R8**.

Donner la forme de la table de routage du routeur R8 suite à la réception des ces deux messages

### Réponse :

Table de routage de R8 :

10/8 : AS2 via R2 (MED=1 )

10/ 8:AS2 via R3 (MED= 98)

:

:

## Exercice 2 : BGP et le contrôle de trafic entrant

### Question N° 4 :

En se basant sur le processus de décision de **BGP**, expliquer comment l'attribut que vous avez choisi en **question 1** va intervenir pour le choix comme meilleure route celle qui va passer par la liaison **R6-R2**

#### Processus de décision BGP de R8 :

1. Préférer les routes avec le **poids le plus élevée**
2. Préférer les routes avec le plus grand **local-pref**
3. Préférer les routes avec l' **AS-Path** le plus court
4. Préférer les routes avec le **MED** le plus petit
5. Préférer les routes apprises par **eBGP** aux routes **iBGP**
6. Préférer les routes avec les **next-hop** les plus proche
7. Tie **breaking rules**  
Préférer les routes apprises du **router-id** le plus faible

#### Table de routage de R8 :

**10/8 : AS2 via R2 (MED=1,best)**

**10/ 8 : AS2 via R3 (MED= 98)**

:

:

**Equité max-min**  
**Exercice**



### Exercice 3: algorithme équité max-min

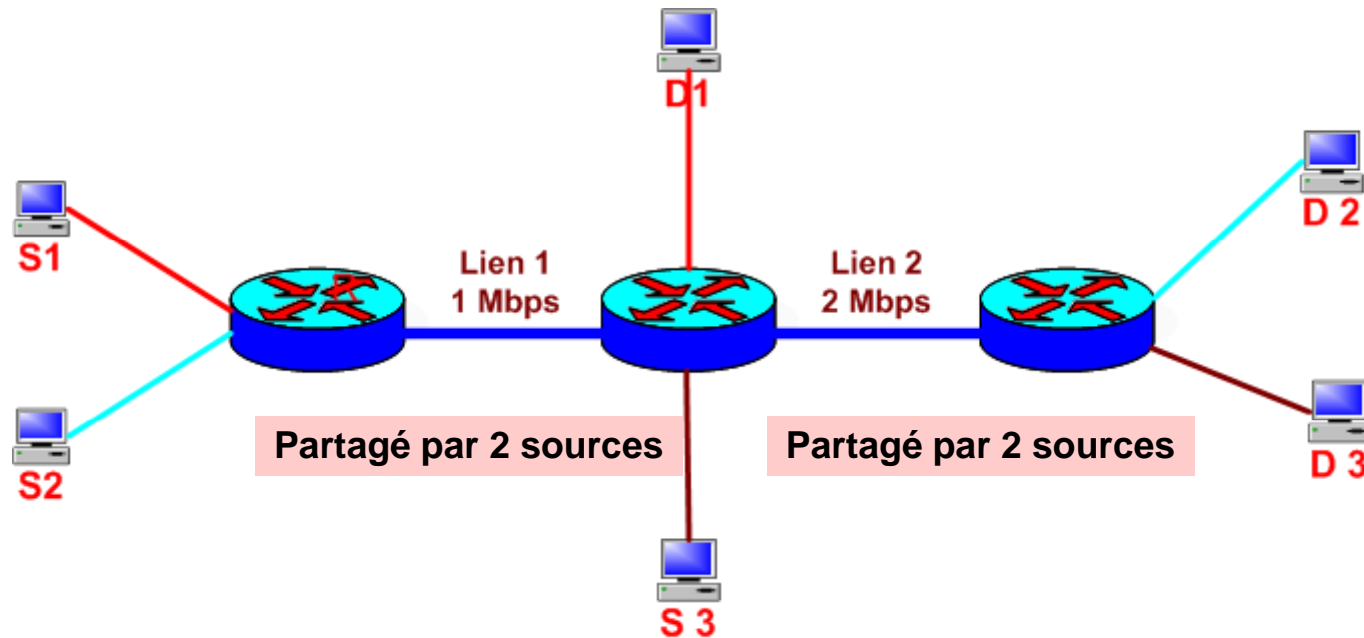
## Exercice : algorithme équité max-min

Objectif : Allocation max-min : *maximiser le débit qui est reçu par les sources les plus pauvres*

S1 -> D1 : via Lien 1

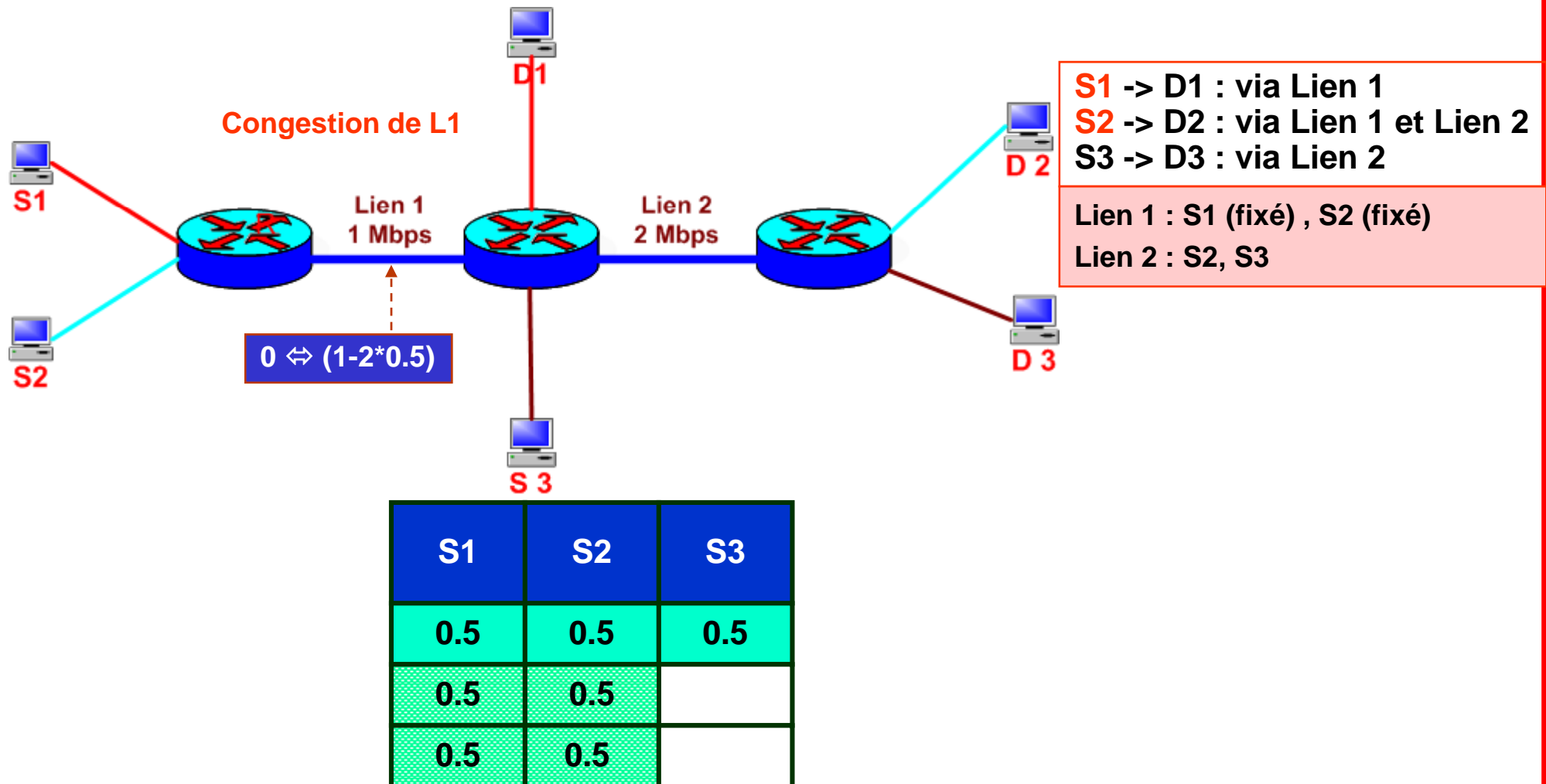
S2 -> D2 : via Lien 1 et Lien 2

S3 -> D3 : via Lien 2



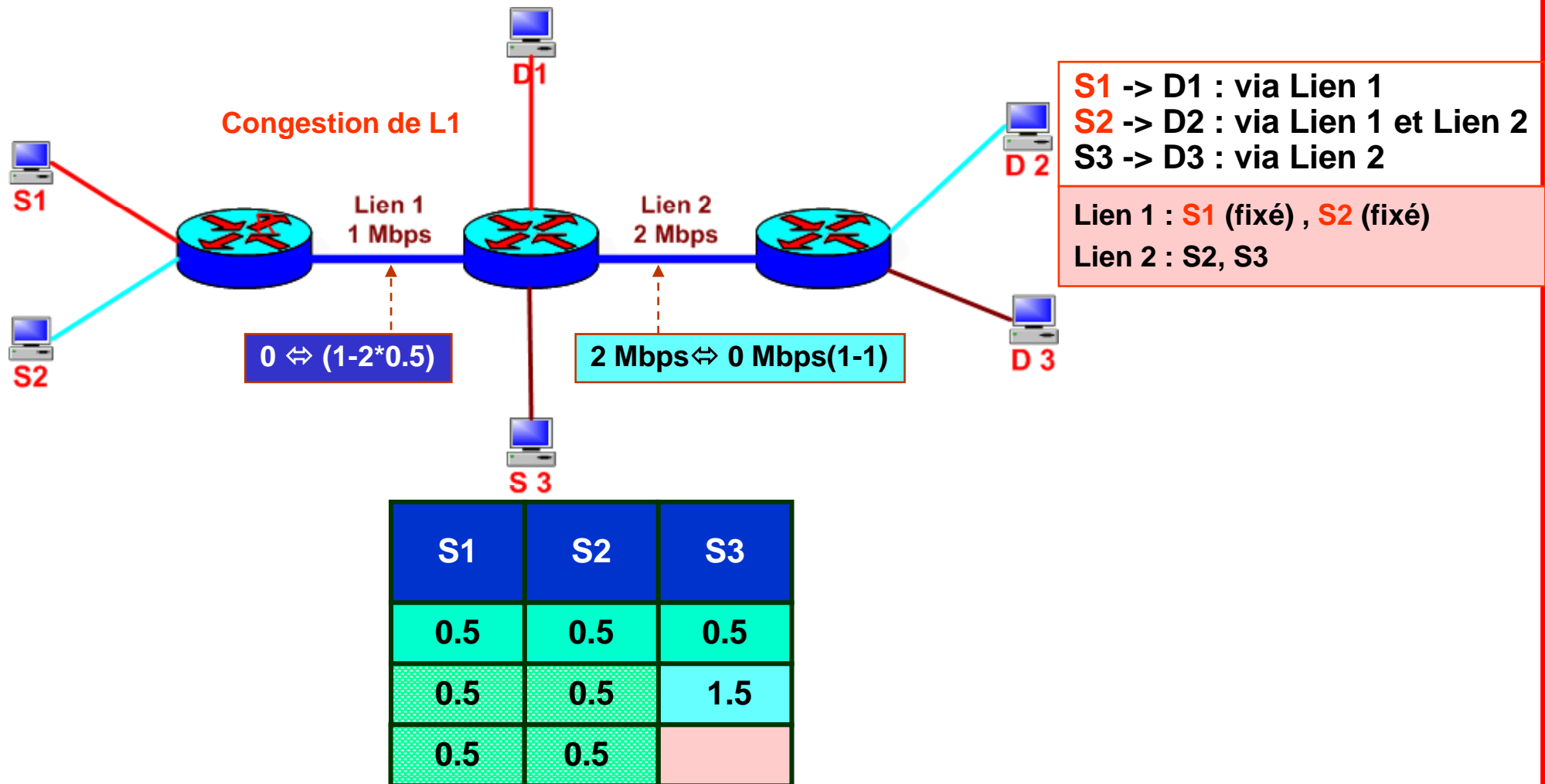
## Exercice : algorithme équité max-min

Objectif : Allocation max-min : maximiser le débit qui est reçu par les sources les plus pauvres



## Exercice : algorithme équité max-min

Objectif : Allocation max-min : maximiser le débit qui est reçu par les sources les plus pauvres



## Exercice : algorithme équité max-min

Objectif : Allocation max-min : maximiser le débit qui est reçu par les sources les plus pauvres

