

Bloc3 – Réseaux

Lemoine Ghislaine

TP – Routage statique avec plusieurs chemins et agrégation des tables de routage.

Exercice 1 : Découpage en sous réseaux et plan d'adressage

Le réseau global

L'adresse du réseau global en notation CIDR est @R = 11.0.0.0 / 8

Le masque du réseau global est /8 en notation CIDR

Le masque du réseau global est 255.0.0.0 en notation décimale pointée.

Il est codé sur un octet

octets	1	2	3	4
décimal	255	0	0	0
binaire	1111 1111	0000 0000	0000 0000	0000 0000

Sur 32 bits, on dispose de 24 bits pour le adresses (nombre de bits à 0)

Nombre d'adresses disponibles dans le réseau global : $2^{24} - 2 = 16777214$

La première adresse disponible est attribuée au réseau.

Soit @R = 11.0.0.0 / 8

La dernière adresse disponible est attribuée à l'adresse de diffusion (ou de broadcast), qui est

l'adresse du réseau qui permet de diffuser d'une adresse particulière à toutes les adresses du réseau.

Soit @R-diff = 11.255.255.255 / 8

Les sous-réseaux

Ce réseau est découpé en 6 sous-réseaux (SR1 ; SR2 ; SR3 ; SR4 ; SR5 et SR6)

Chaque sous réseau doit disposer de deux adresses réservées (@SR et @SR-diff), ce qui signifie qu'il faut réserver 12 adresses du réseau global.

Nombre d'adresses utilisables dans chaque sous-réseau est théoriquement de:

$2^{24} - 12 = 16777204$ et $16777204 / 6 = 2796200$ environ

Le nombre d'adresse d'un réseau est une puissance de 2.

On a : $2^{21} = 2097152$ et $2^{22} = 4194304$

Choix du masque :

De manière générale, pour partager un réseau en deux sous réseaux, on utilise 1 bit.

Ici on veut six sous-réseaux donc on devra utiliser 3 bits (dans le deuxième octet).

Cela correspond à un masque, en notation CIDR : /11

octets	1	2	3	4
décimal	255	224	0	0
binaire	1111 1111	1110 0000	0000 0000	0000 0000

Il reste 5 bits dans le deuxième octet pour coder le sous-réseau et $2^5 = 32$

Les adresses des sous réseaux seront donc des multiples de 32 sur le 2ième octet.

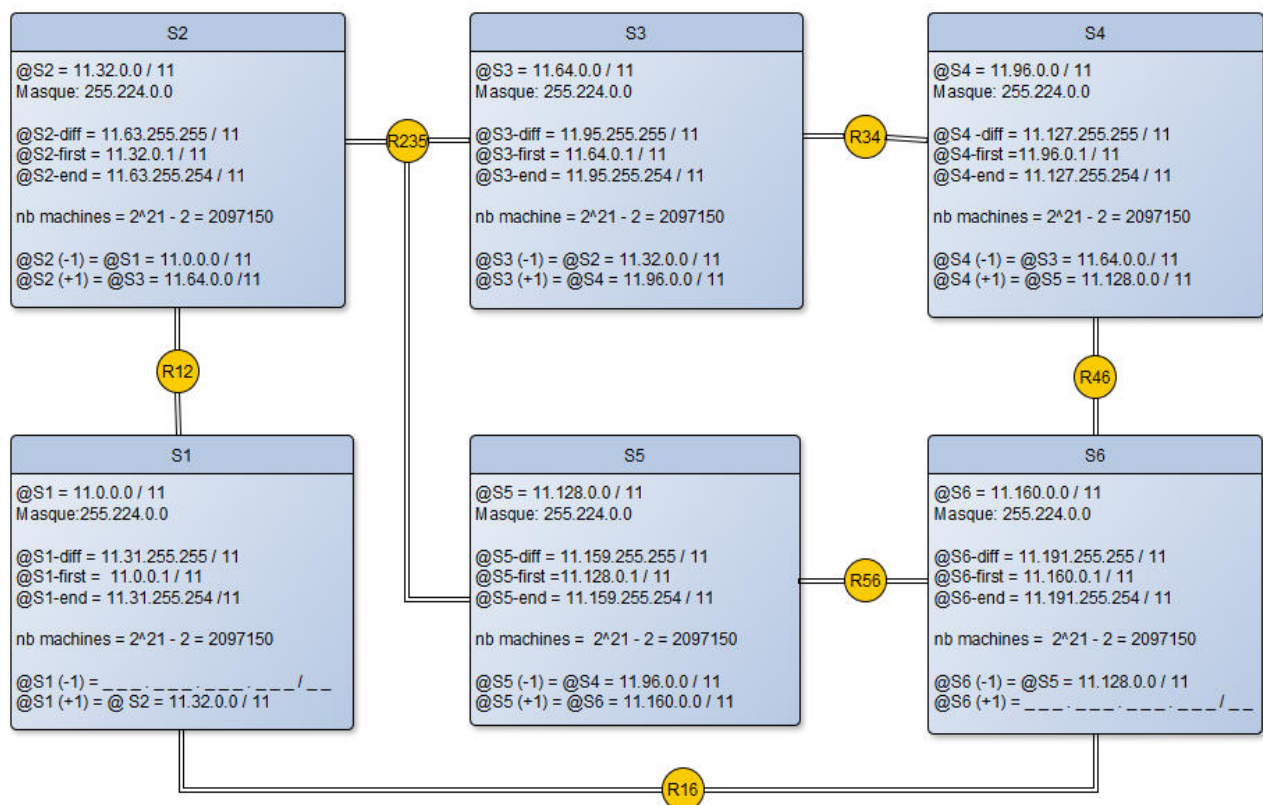
Adresse des sous réseaux obtenus

SR	@SR
S1	@S1 = 11.0.0.0 / 11
S2	@S2 = 11.32.0.0 / 11
S3	@S3 = 11.64.0.0 / 11
S4	@S4 = 11.96.0.0 / 11
S5	@S5 = 11.128.0.0 / 11
S6	@S6 = 11.160.0.0 / 11

Nom des routeurs

Nom du routeur	Routeur en liaison avec les SR..
R12	S1 et S2
R235	S2 ; S3 et S5
R34	S3 et S4
R46	S4 et S6
R56	S5 et S6
R16	S6 et S1

Récapitulatif des adresses du réseau global après partage



Attribution des adresses machines dans chaque sous-réseau :

« La machine M_i prend la i-ième adresse de son sous-réseau »

Machine	Adresse sous-réseau	Adresse machine
M1 (dans S1)	@S1 = 11.0.0.0 / 11	@M1 = 11.0.0.1 / 11
M2 (dans S2)	@S2 = 11.32.0.0 / 11	@M2 = 11.32.0.2 / 11
M3 (dans S3)	@S3 = 11.64.0.0 / 11	@M3 = 11.64.0.3 / 11
M4 (dans S4)	@S4 = 11.96.0.0 / 11	@M4 = 11.96.0.4 / 11
M5 (dans S5)	@S5 = 11.128.0.0 / 11	@M5 = 11.128.0.5 / 11
M6 (dans S6)	@S6 = 11.160.0.0 / 11	@M6 = 11.160.0.6 / 11

Les connexions entre les machines d'un sous réseau s'effectuent par câblage.

Routage de chaque machine dans son sous-réseau.

Sous réseau	S1 - @S1 = 11.0.0.0 / 11		
Machine	M1 - @M1 = 11.0.0.1 / 11		
@dst	Masque	@passerelle	@src
11.0.0.0 / 11	255.224.0.0	eth	11.0.0.1 / 11

Sous réseau	S2 - @S2 = 11.32.0.0 / 11		
Machine	M2 - @M2 = 11.32.0.2 / 11		
@dst	Masque	@passerelle	@src
11.32.0.0 / 11	255.224.0.0	eth	11.32.0.2 / 11

Sous réseau	S3 - @S3 = 11.64.0.0 / 11		
Machine	M3 - @M3 = 11.64.0.3 / 11		
@dst	Masque	@passerelle	@src
11.64.0.0 / 11	255.224.0.0	eth	11.64.0.3 / 11

Sous réseau	S4 - @S4 = 11.96.0.0 / 11		
Machine	M4 - @M4 = 11.96.0.4 / 11		
@dst	Masque	@passerelle	@src
11.96.0.0 / 11	255.224.0.0	eth	11.96.0.4 / 11

Sous réseau	S5 - @S5 = 11.128.0.0 / 11		
Machine	M5 - @M5 = 11.128.0.5 / 11		
@dst	Masque	@passerelle	@src
11.128.0.0 / 11	255.224.0.0	eth	11.128.0.5 / 11

Sous réseau	S6 - @S6 = 11.160.0.0 / 11		
Machine	M6 - @M6 = 11.160.0.6 / 11		
@dst	Masque	@passerelle	@src
11.160.0.0 / 11	255.224.0.0	eth	11.160.0.6 / 11

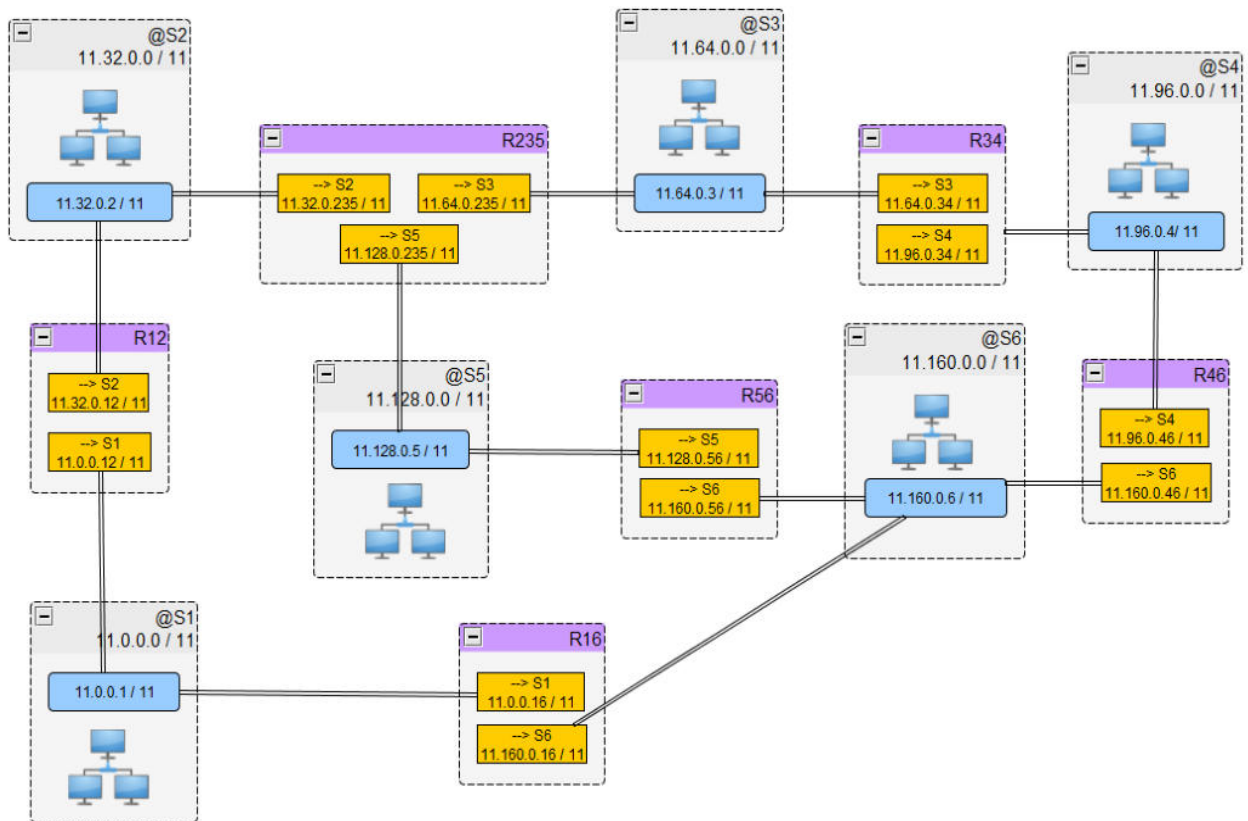
Adresses des interfaces des routeurs

« Le routeur R_n prend la n ième valeur de son SR »

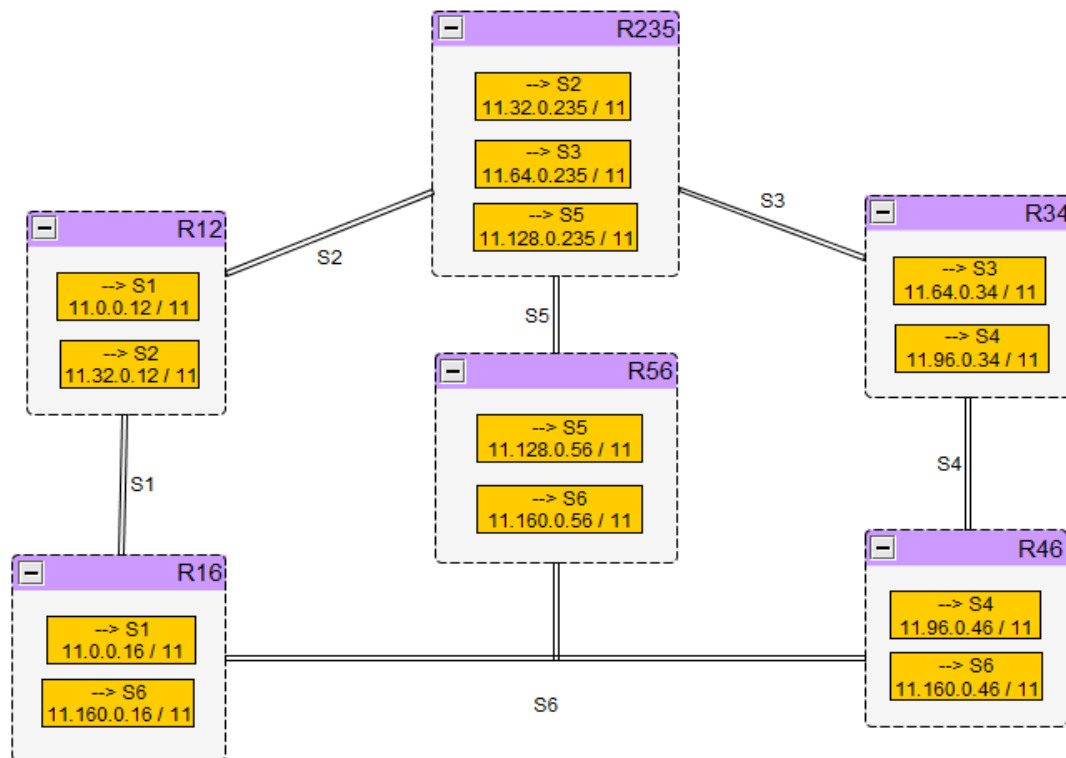
Routeur	Interface reliée à ...	Adresse
R12	S1	11.0.0.12 / 11
	S2	11.32.0.12 / 11
R16	S1	11.0.0.16 / 11
	S6	11.160.0.16 / 11
R235	S2	11.32.0.235 / 11
	S3	11.64.0.235 / 11
	S5	11.128.0.235 / 11
R34	S3	11.64.0.34 / 11
	S4	11.96.0.34 / 11
R46	S4	11.96.0.46 / 11
	S6	11.160.0.46 / 11
R56	S5	11.128.0.56 / 11
	S6	11.160.0.56 / 11

Exercice 2 : Table de routage des routeurs sans agrégation

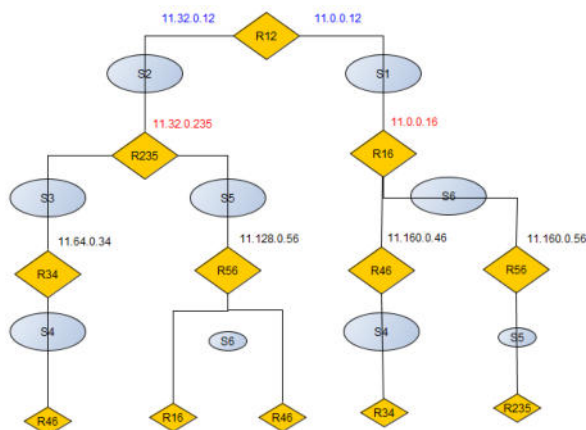
Câblage entre les interfaces



Topologie simplifiée du réseau



Tables des routeurs pour atteindre chaque sous-réseau.



< Illustration : cas du routeur R12

« En cas d'égalité, entre plusieurs chemins possibles ayant le coût minimum, on choisi celui qui apparaît le plus de fois.

En cas de nouvelle égalité, on choisi celui qui a le plus petit nombre dans le dernier octet de son adresse (routeur surligné en vert) »

Synthèses (tables de routage simplifiées)

R12		
S1	11.0.0.12 / 11	0
S2	11.32.0.12 / 11	0
S3	S2 .235	1
S4	S1 .16 (16<235)	2
	S2 .235	
S5	S2 .235	1
S6	S1 .16	1

R235		
S2	11.32.0.235 / 11	0
S3	11.64.0.235 / 11	0
S5	11.128.0.235 / 11	0
S1	S2 .12	1
S4	S3 .34	1
S6	S5 .56	1

R46		
S4	11.96.0.46 / 11	0
S6	11.160.0.46 / 11	0
S1	S6 .16	1
S2	S4 .34	2
	S6 .16 (16<34<56)	
	S6 .56	
S3	S4 .34	1
S5	S6 .56	1

R16		
S1	11.0.0.16 / 11	0
S6	11.160.0.16 / 11	0
S2	S1 .12	1
S3	S1 .12 (12<46<56)	2
	S6 .46	
	S6 .56	
S4	S6 .46	1
S5	S6 .56	1

R34		
S3	11.64.0.34 / 11	0
S4	11.96.0.34 / 11	0
S1	S3 .235	2
	S4 .46 (46<235)	
S2	S3 .235	1
S5	S3 .235	1
S6	S4 .46	1

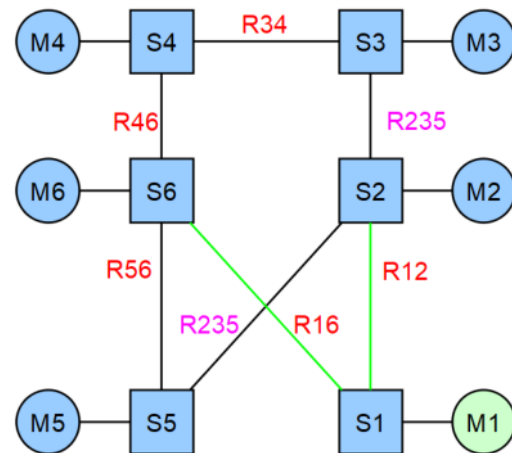
R56		
S5	11.128.0.56 / 11	0
S6	11.160.0.56 / 11	0
S1	S6 .16	1
S2	S5 .235	1
S3	S5 .235	1
S4	S6 .46	1

Annexe 1 : Tables de routage détaillées

Exercice 3 : Passerelle sur les machines

« On choisi comme passerelle, celle qui est commune à un maximum de SR destination (routeur surligné). En cas d'égalité, on choisi celle qui a le plus petit nombre dans son dernier octet (surligné en vert). »

Machine M1 → Passerelle 11.0.0.12		
dst	1 ^{er} routeur	nb R
S2	R12	1
S3	R12	2
S4	R16	2
S5	<u>R12</u> ou R16	2
S6	R16	1



Machine M2 → Passerelle 11.32.0.235		
dst	1 ^{er} routeur	nb R
S1	R12	1
S3	<u>R235</u>	1
S4	R235	2
S5	<u>R235</u>	1
S6	R12 ou R235	2

Machine M3 → Passerelle 11.64.0.235		
dst	1 ^{er} routeur	nb R
S1	<u>R235</u>	2
S2	R235	1
S4	R34	1
S5	<u>R235</u>	2
S6	R34	2

Machine M4 → Passerelle 11.96.0.34		
dst	1 ^{er} routeur	nb R
S1	R46	2
S2	R34	2
S3	R34	1
S5	<u>R34</u> ou R46	2
S6	R46	1

Machine M5 → Passerelle 11.128.0.235		
dst	1 ^{er} routeur	nb R
S1	R56 ou <u>R235</u>	2
S2	R235	1
S3	<u>R235</u>	2
S4	R56 ou <u>R235</u>	2
S6	R56	1

Machine M6 → Passerelle 11.160.0.56		
dst	1 ^{er} routeur	nb R
S1	R16	1
S2	R16 ou <u>R56</u>	2
S3	R46 ou <u>R56</u>	2
S4	R46	1
S5	R56	1

Exercice 4 : Agrégation des tables de routage

Les agrégations possibles

Adresse	Masque	Agrégation possible
11.0.0.0 / 10	255.192.0.0	S1 + S2
11.64.0.0 / 10	255.192.0.0	S3 + S4
11.128.0.0 / 10	255.192.0.0	S5 + S6
11.0.0.0 / 9	255.128.0.0	S1 + S2 + S3 + S4
11.128.0.0 / 9	255.128.0.0	S5 + S6
11.0.0.0 / 8	255.0.0.0	S1 + S2 + S3 + S4 + S5 + S6

R12					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.0.0.12	11.0.0.12	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.32.0.12	11.32.0.12	
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	a1
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	a1
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.0.0.16	11.0.0.12	a2
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.0.0.16	11.0.0.12	a2
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	
a1	11.0.0.0	255.0.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	

R16					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.0.0.16	11.0.0.16	
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.16	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.0.0.12	11.0.0.16	a1
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.16	
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.16	
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.0.0.12	11.0.0.16	a1
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.16	
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.16	
a1	11.0.0.0 / 9	255.128.0.0	11.0.0.12	11.0.0.16	

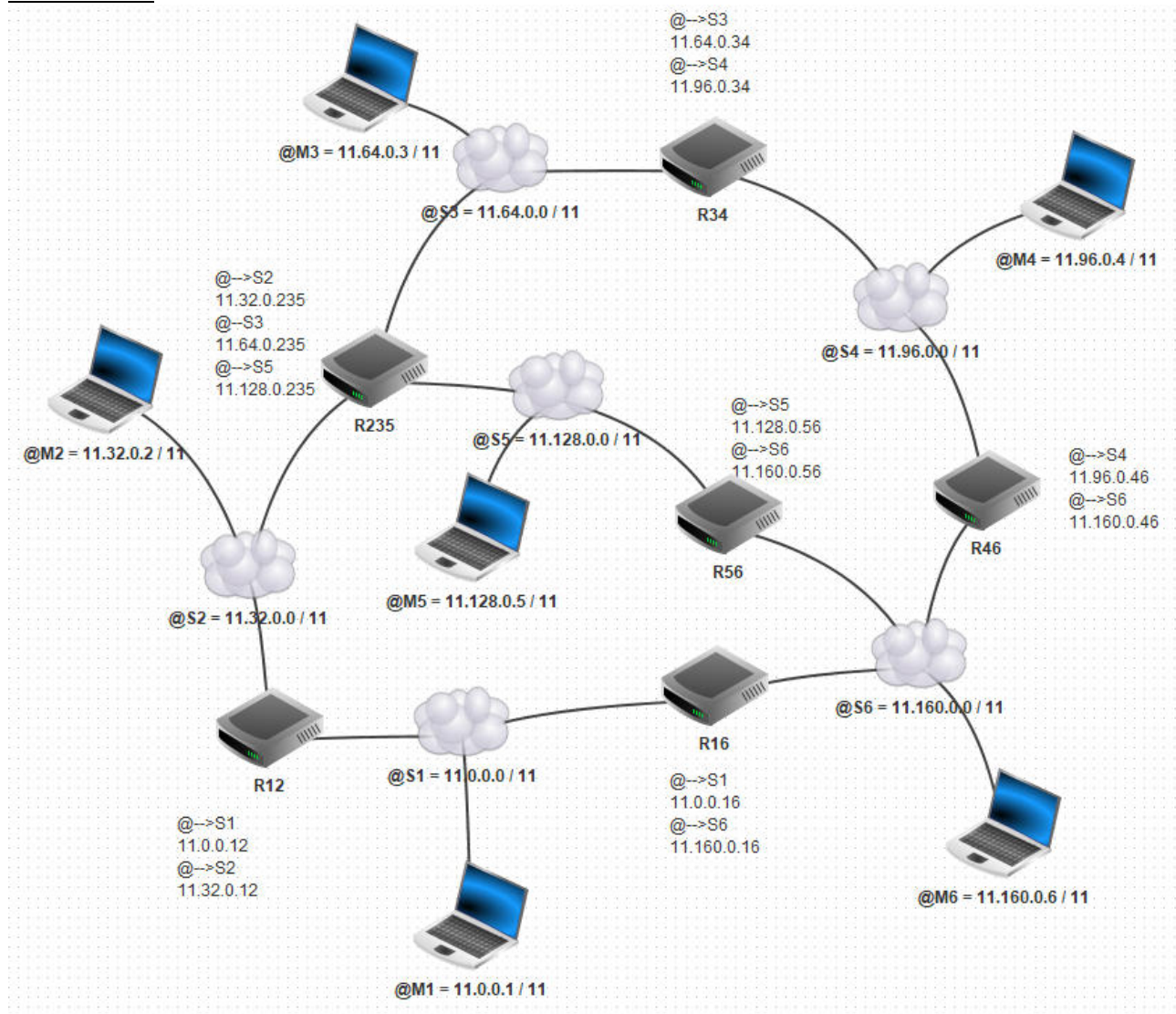
R235					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.235	
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.235	
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.128.0.235	11.128.0.235	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.32.0.12	11.32.0.235	
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.64.0.34	11.64.0.235	
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.128.0.56	11.128.0.235	

R34					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.64.0.34	11.64.0.34	
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.96.0.34	11.96.0.34	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	a1
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	a1
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.96.0.46	11.96.0.34	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.96.0.46	11.96.0.34	
a1	11.0.0.0	255.0.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	

R46					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.96.0.46	11.96.0.46	
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.46	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.46	a1
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.96.0.34	11.96.0.46	
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.46	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.96.0.34	11.96.0.46	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.46	a1
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.46	
a1	11.0.0.0 / 10	255.192.0.0	11.160.0.16	11.160.0.46	

R56					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.128.0.56	11.128.0.56	
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.56	
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.56	
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.128.0.235	11.128.0.56	A1
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.128.0.235	11.128.0.56	A1
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.56	
A1	11.0.0.0 / 9	255.128.0.0	11.128.0.235	11.128.0.56	

Exercice 5 : Mise en œuvre dans Filius et tests



Premier test :

- configuration des passerelles des machines (choix retenus dans l'exercice 3)
- configuration des routeurs sans agrégation (annexe 1)

Deuxième test

- configuration des passerelles des machines (choix retenus dans l'exercice 3)
- configuration des routeurs avec agrégation (choix retenus dans l'exercice 4)

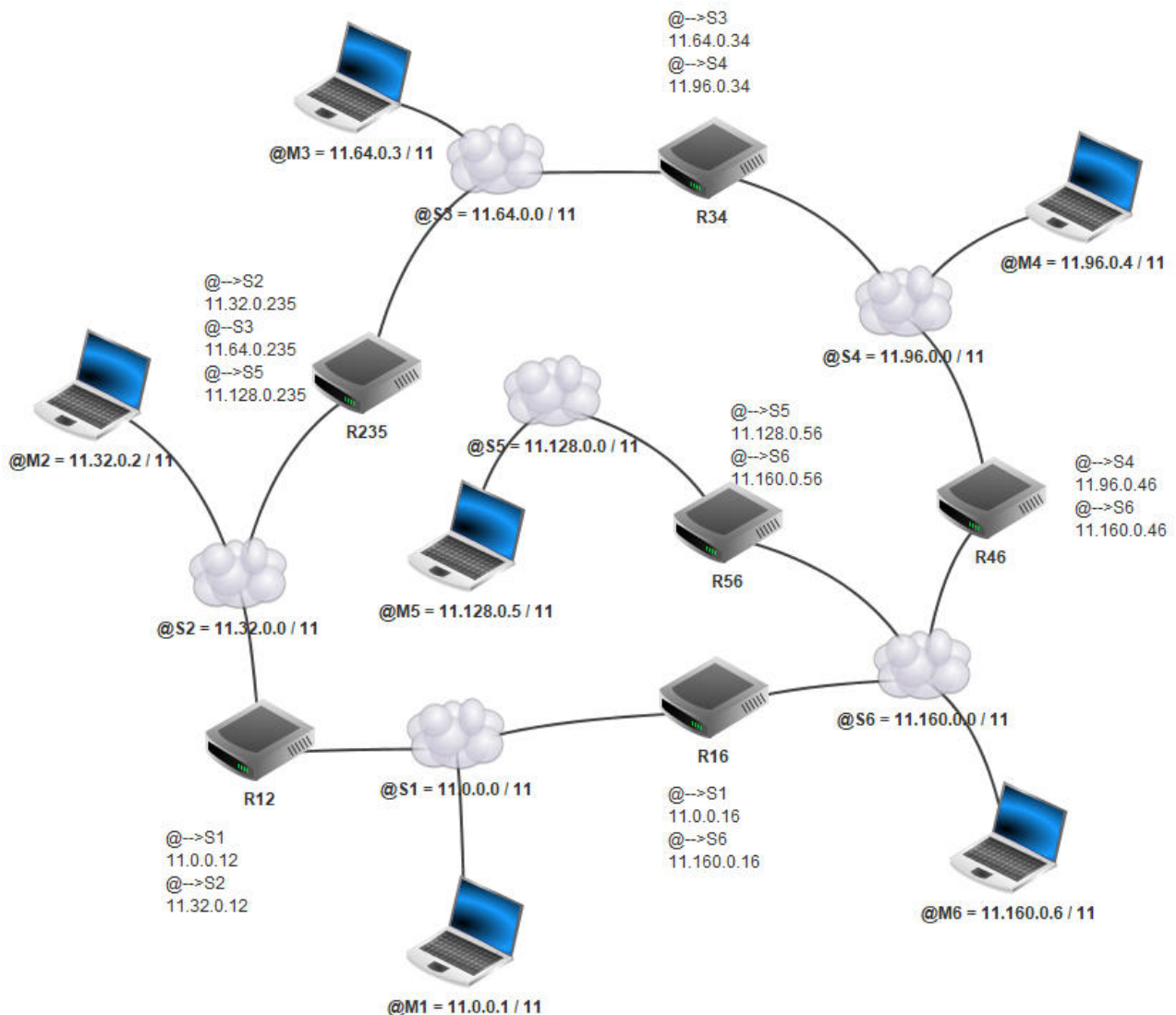
Tous les « ping » fonctionnent d'un poste à l'autre

Les « traceroute » indiquent le nombre de sauts, c'est à dire le nombre de routeurs par lequel on passe + 1, et l'affichage des adresses IP des routeurs correspond à l'étude précédente.

Cela correspond à chaque fois au plus court chemin.

Exercice 6 : Un routeur tombe en panne.

Nouvelle configuration du réseau : la liaison entre R235 et S5 est coupée



Pour tenir compte de la panne :

Il faut modifier les passerelles des machines qui avaient l'adresse 11.128.0.235

Il faut reprendre la configuration du routeur R235

Puis modifier les prochains sauts dans le routeur R12

→ Fichier « solution_tpRoutageDynamiquePanne(1).fls »

Encore une panne, la liaison entre R46 et SR6 est elle aussi coupée.

Tous les postes restent liés par un chemin.

→ Fichier « solution_tpRoutageDynamiquePanne(2).fls »

Tant que la configuration du réseau peut être modélisée par un graphe connexe, la recherche d'un plus court chemin peut être envisagée. (Algorithme de Dijkstra).

ANNEXE 1
Tables de routage (détails)

R12					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	dist
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.0.0.12	11.0.0.12	0
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.32.0.12	11.32.0.12	0
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	1
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	1
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.0.0.16	11.0.0.12	1
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.0.0.16	11.0.0.12	2
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.12	2
S					

R16					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	dist
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.0.0.16	11.0.0.16	0
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.16	0
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.0.0.12	11.0.0.16	1
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.16	1
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.16	1
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.0.0.12	11.0.0.16	2
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.16	2
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.16	2

R235					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	dist
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.32.0.235	11.32.0.235	0
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.235	0
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.128.0.235	11.128.0.235	0
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.32.0.12	11.32.0.235	1
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.64.0.34	11.64.0.235	1
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.128.0.56	11.128.0.235	1

R34					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	dist
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.64.0.34	11.64.0.34	0
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.96.0.34	11.96.0.34	0
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	1
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	1
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.96.0.46	11.96.0.34	1
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.64.0.235	11.64.0.34	2
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.96.0.46	11.96.0.34	2

R46					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	dist
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.96.0.46	11.96.0.46	0
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.46	0
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.46	1
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.96.0.34	11.96.0.46	1
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.46	1
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.96.0.34	11.96.0.46	2
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.46	2
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.46	2

R56					
DST	@DST	Masque	@PS	@ SRC	dist
S5	11.128.0.0	255.224.0.0	11.128.0.56	11.128.0.56	0
S6	11.160.0.0	255.224.0.0	11.160.0.56	11.160.0.56	0
S1	11.0.0.0	255.224.0.0	11.160.0.16	11.160.0.56	1
S2	11.32.0.0	255.224.0.0	11.128.0.235	11.128.0.56	1
S3	11.64.0.0	255.224.0.0	11.128.0.235	11.128.0.56	1
S4	11.96.0.0	255.224.0.0	11.160.0.46	11.160.0.56	1