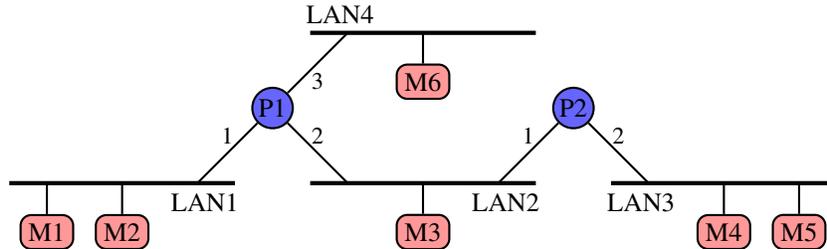


TD 4 — Interconnexion de réseaux Ethernet

Exercice 1 — Tables de commutation

Soient les 4 réseaux Ethernet de la figure ci-dessous connectés à l'aide des deux ponts P1 et P2.



On suppose que les tables de commutation de P1 et P2 sont vides. P1 reçoit successivement les trois trames ci-dessous.

- trame 1 : SA = M6 et DA = M3
- trame 2 : SA = M2 et DA = M6
- trame 3 : SA = M3 et DA = M2

Sur quel(s) LAN(s) ces trames seront-elles retransmises par P1 et P2 ? Quel sont les états des tables de commutation de P1 et P2 à la fin de cette séquence ?

Correction

- trame 1 de M6 à M3 — L'adresse du destinataire M6 est inconnue des deux ponts qui retransmettront donc la trame reçue sur tous leurs ports. La trame sera donc transmise par M6 sur LAN4 puis par P1 sur LAN1 et LAN2 et enfin par P2 sur LAN3.
- trame 2 de M2 à M6 — L'adresse de M6 est maintenant connue de P1. La trame 2 sera donc transmise par M2 sur LAN1 puis par P1 sur LAN4 en utilisant uniquement son port 3. P2 ne voit donc pas cette trame circuler.
- trame 3 de M3 à M2 — L'adresse de M2 est maintenant connue de P1 mais pas de P2. P1 la retransmet donc uniquement sur le LAN1 sur lequel se trouve M2 et P2 la retransmet sur le LAN3.

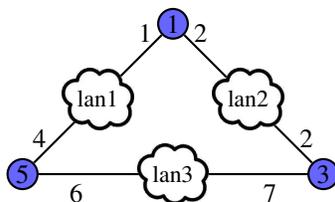
Les tables de commutation de P1 et P2 contiendront les entrées suivantes :

P1		P2	
Machine	Port	Machine	Port
M2	1	M3	1
M3	2	M6	1
M6	3		

On retrouve les adresses source des trois trames dans les tables à l'exception de M2 qui n'est pas dans la table de P2, celui-ci n'ayant pas vu circuler la trame 2 émise par M2. ◇

Exercice 2 — Protocole de l'arbre couvrant

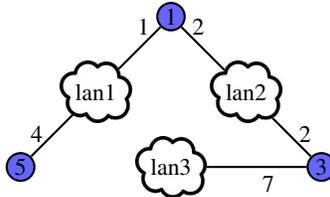
Q. 2.1 Sur la figure ci-dessous, les nuages représentent des LANs interconnectés et les adresses des ponts apparaissent dans les cercles grisés qui représentent les ponts. Appliquez le protocole de l'arbre couvrant au réseau. A chaque étape vous indiquerez dans un tableau les trames BPDU reçues par chaque pont, la meilleure BPDU reçue, l'ancienne et la nouvelle (avant et après réception des BPDUs) configuration du pont et enfin, le(s) port(s) éventuellement bloqués par le pont.



Correction

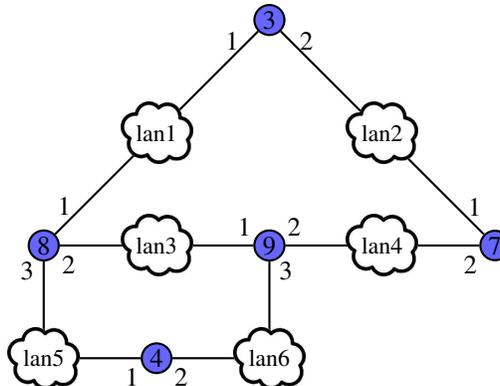
Pont	Configuration	BPDUs reçues	Meilleure BPDU reçue	Nouvelle configuration	Ports bloquées
tape 1					
1	(1, 0, -1)	(5, 0, 5, 4) sur 1 (3, 0, 3, 2) sur 2	(3, 0, 3, 2) sur 2	(1, 0, -1)	aucun
3	(3, 0, -1)	(1, 0, 1, 2) sur 2 (5, 0, 5, 6) sur 7	(1, 0, 1, 2) sur 2	(1, 1, 2)	aucun
5	(5, 0, -1)	(1, 0, 1, 1) sur 4 (3, 0, 3, 7) sur 6	(1, 0, 1, 1) sur 4	(1, 1, 4)	aucun
tape 2					
1	(1, 0, -1)	aucune	-	(1, 0, -1)	aucun
3	(1, 1, 2)	(1, 0, 1, 2) sur 2 (1, 1, 5, 6) sur 7	(1, 0, 1, 2) sur 2	(1, 1, 2)	aucun
5	(1, 1, 4)	(1, 0, 1, 1) sur 4 (1, 1, 3, 7) sur 6	(1, 0, 1, 1) sur 4	(1, 1, 4)	6

Le réseau obtenu sera donc équivalent à celui-ci qui ne contient plus de cycle.



◊

Q. 2.2 Même question avec le réseau de la figure ci-dessous.



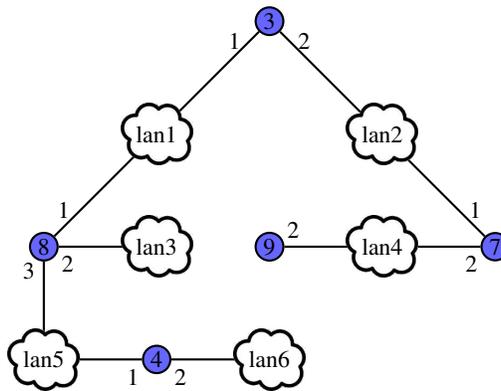
Correction

Pont	Configuration	BPDUs reçues	Meilleure BPDU reçue	Nouvelle configuration	Ports bloqués
Étape 1					
3	(3, 0, -1)	(8, 0, 8, 1) sur 1 (7, 0, 7, 1) sur 2	(7, 0, 7, 1) sur 2	(3, 0, -1)	aucun
4	(4, 0, -1)	(8, 0, 8, 3) sur 1 (9, 0, 9, 3) sur 2	(8, 0, 8, 3) sur 1	(4, 0, -1)	aucun
7	(7, 0, -1)	(3, 0, 3, 2) sur 1 (9, 0, 9, 2) sur 2	(3, 0, 3, 2) sur 1	(3, 1, 1)	aucun
8	(8, 0, -1)	(3, 0, 3, 1) sur 1 (9, 0, 9, 1) sur 2 (4, 0, 4, 1) sur 3	(3, 0, 3, 1) sur 1	(3, 1, 1)	aucun
9	(9, 0, -1)	(8, 0, 8, 2) sur 1 (7, 0, 7, 2) sur 2 (4, 0, 4, 2) sur 3	(4, 0, 4, 2) sur 3	(4, 1, 3)	aucun
Étape 2					
3	(3, 0, -1)	aucune	-	(3, 0, -1)	aucun
4	(4, 0, -1)	(3, 1, 8, 3) sur 1	(3, 1, 8, 3) sur 1	(3, 2, 1)	aucun
7	(3, 1, 1)	(3, 0, 3, 2) sur 1 (4, 1, 9, 2) sur 2	(3, 0, 3, 2) sur 1	(3, 1, 1)	aucun
8	(3, 1, 1)	(3, 0, 3, 1) sur 1 (4, 1, 9, 1) sur 2 (4, 0, 4, 1) sur 3	(3, 0, 3, 1) sur 1	(3, 1, 1)	aucun
9	(4, 1, 3)	(3, 1, 8, 2) sur 1 (3, 1, 7, 2) sur 2 (4, 0, 4, 2) sur 3	(3, 1, 7, 2) sur 2	(3, 2, 2)	1
Étape 3					
3	(3, 0, -1)	aucune	-	(3, 0, -1)	aucun
4	(3, 2, 1)	(3, 1, 8, 3) sur 1 (3, 2, 9, 3) sur 2	(3, 1, 8, 3) sur 1	(3, 2, 1)	aucun
7	(3, 1, 1)	(3, 0, 3, 2) sur 1	(3, 0, 3, 2) sur 1	(3, 1, 1)	aucun
8	(3, 1, 1)	(3, 0, 3, 1) sur 1	(3, 0, 3, 1) sur 1	(3, 1, 1)	aucun
9	(3, 2, 2)	(3, 1, 8, 2) sur 1 (3, 1, 7, 2) sur 2 (3, 2, 4, 2) sur 3	(3, 1, 7, 2) sur 2	(3, 2, 2)	1 et 3

Quelques rappels :

- On ne retransmet pas de BPDUs sur un port racine. Par exemple, 3 ne reçoit rien aux étapes 2 et 3 car les ports racines des ponts 7 et 8 mènent à 3. De même, 4 ne reçoit pas de BPDUs venant de 9 à l'étape 2.
 - Pour tester si on bloque un port après changement de la configuration :
 - On prend chaque BPDUs (R, D, E, P) reçue sur un port autre que le port racine et telle que $R = \text{Racine}$ (où *Racine* est la valeur du pont racine dans ma configuration).
 - On compare (D, E) à $(\text{Distance}, \text{Moi})$ (où *Distance* est ma distance au pont racine dans ma configuration et *Moi* est mon adresse MAC).
 - Si $(D, E) < (\text{Distance}, \text{Moi})$ on bloque le port sur lequel on a reçu cette BPDUs.
- Par exemple, à l'étape 2, pour le pont 9, on a, après changement de la configuration : $\text{Racine} = 3$, $\text{Distance} = 2$ et $\text{PortRacine} = 2$. La BPDUs reçue sur le port 1 est ($R = 3, D = 1, E = 8, P = 2$). Elle indique bien le même pont racine que dans la configuration : $R = \text{Racine} = 3$. Le pont 9 compare (D, E) à $(\text{Distance}, \text{Moi})$: $(1, 8) < (2, 9)$. Le pont 9 bloque donc le port de réception de cette BPDUs : son port 1.
- De même, à l'étape 3, le pont 9 reçoit ($R = 3, D = 2, E = 4, P = 2$) sur son port 3. Comme cette BPDUs indique le même pont racine que la configuration et que $(2, 4) < (2, 9)$ le pont 9 bloque son port 3. De son côté, le pont 4 effectue le test inverse à la réception de ($R = 3, D = 2, E = 9, P = 3$) mais comme $(2, 9) \not< (2, 4)$, le pont 4 ne bloque pas son port 2.
- On voit avec cet exemple les deux situations possibles de blocage d'un port :
 1. Quand deux ponts à égale distance du pont racine sont reliés à un même LAN (ici les ponts 4 et 9 à une distance de 2 de la racine et reliés au lan6) par un port \neq de leur port racine c'est le pont qui a la plus grande adresse MAC qui bloque son port relié à ce LAN : 9 bloque son port 3 qui le mène au lan6 car $9 > 4$.
 2. Quand un pont a deux chemins de même longueur pour arriver à la racine (ici 9 peut passer par 7 ou par 8 pour atteindre 3) il bloque son port qui le relie au pont ayant la plus grande adresse MAC : 9 bloque son port 1 car il le mène à 8 et $8 > 7$.

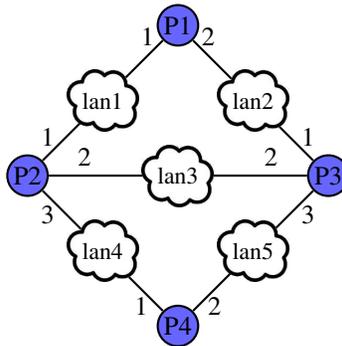
Le réseau obtenu sera donc équivalent à celui-ci.



◇

Exercice 3 — Choix du pont racine

Soit le réseau de LANs de la figure ci-dessous.



Q. 3.1 Supposons que les adresses MAC des ponts soient ordonnées de la manière suivante : P1, P2, P3 et P4. Quels seront alors les ponts bloqués par le protocole de l'arbre couvrant ?

Correction

P3 bloquera son port 2 et P4 bloquera son port 2.

◇

Q. 3.2 Même question si les adresses sont maintenant ordonnées comme suit : P2, P1, P3 et P4.

Correction

P3 bloquera son port 1 et P4 bloquera son port 2.

◇

Q. 3.3 Les deux situations sont-elles équivalentes si l'on considère les performances ultérieures du réseau ? Quel critère peut-on utiliser pour déterminer la meilleure solution ?

Correction

On peut prendre comme critère la moyenne sur tous les LANs du nombre moyen de ponts à traverser pour atteindre les autres LANs. Le tableau suivant donne, pour chaque LAN, le nombre de ponts à traverser pour atteindre chacun des autres ponts pour la première configuration.

	lan1	lan2	lan3	lan4	lan5	Moyenne
lan1	0	1	1	1	2	1
lan2	1	0	2	2	1	1.2
lan3	1	2	0	1	3	1.4
lan4	1	2	1	0	3	1.4
lan5	2	1	3	3	0	1.8
	Moyenne					1.36

Et pour la deuxième configuration :

	lan1	lan2	lan3	lan4	lan5	Moyenne
lan1	0	1	1	1	2	1
lan2	1	0	2	2	3	1.6
lan3	1	2	0	1	1	1
lan4	1	2	1	0	2	1.2
lan5	2	3	1	2	0	1.6
				Moyenne		1.28

La deuxième configuration est donc meilleure car elle générera moins de trafic entre les LANs.

