

# COMMUTATION DE RÉSEAUX LOCAUX

**"Lan Switching"**

**"Local Area Network Switching"**

G. Florin, E. Gressier-Soudan

03/10/2023



# Plan de l'exposé

**1 Position du Problème.**

**2 Notions générales.**

**3 Techniques de commutation.**

**4 Techniques de routage par arbre couvrant.**

**5 Réseaux locaux virtuels (802.1Q)**

**6 QoS (802.1p)**

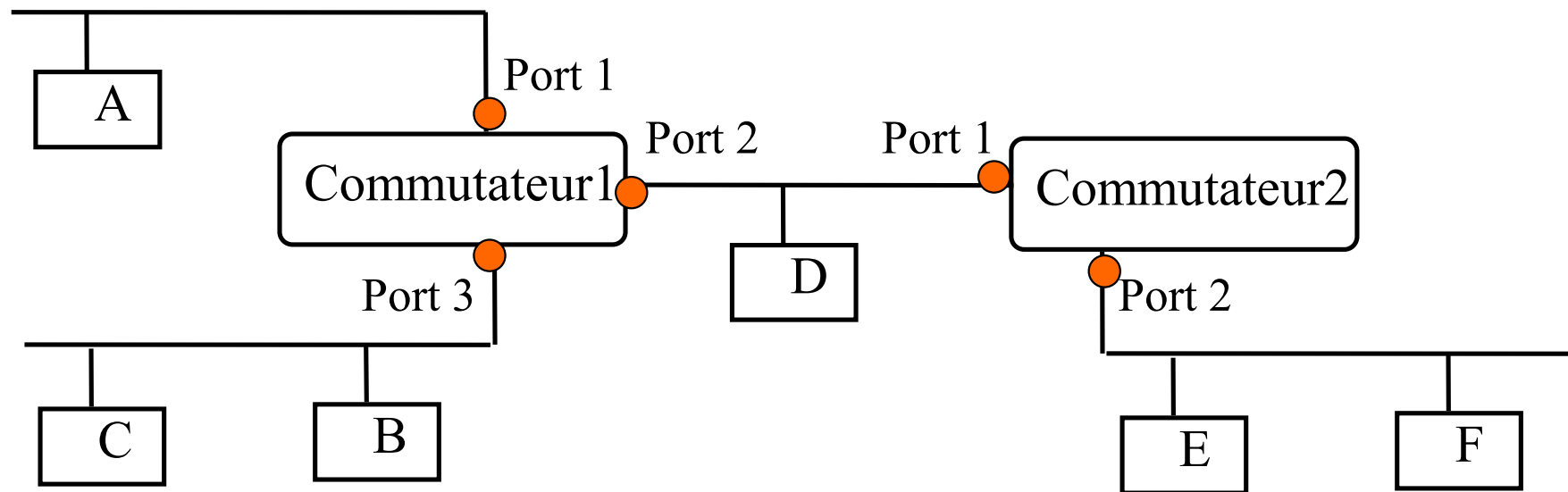
# Commutation de réseaux locaux

## 4

# Techniques de routage

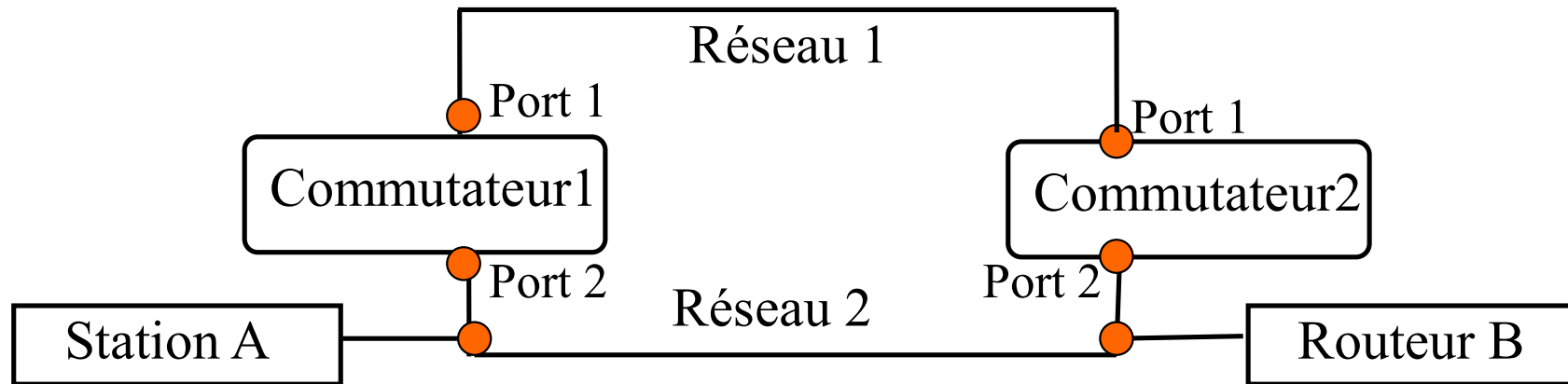
# Position du problème de routage

- En présence d'un ensemble de commutateurs de réseaux locaux interconnectés: **comment trouver le chemin qui permet d'aller d'un point à un autre.**
- Construction pour chaque commutateur **d'une table de routage** (' **forwarding data base** ')



- Rappel: volonté **d'auto configuration automatique** du routage au moyen de techniques d'apprentissage

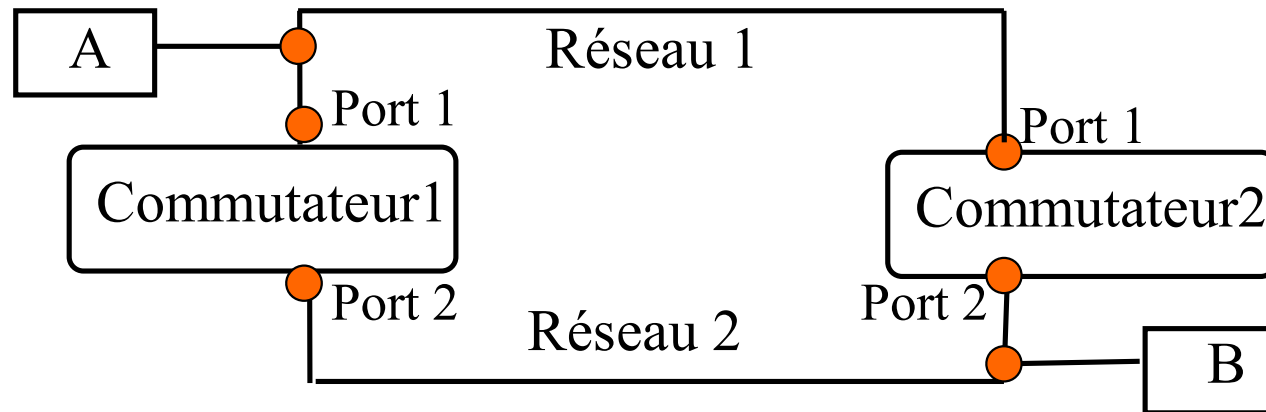
# Problème de l'existence de deux ponts en parallèle: la tempête de diffusions



- Trame en diffusion générale adresse FF:FF:FF:FF:FF (par exemple protocole ARP, B routeur veut apprendre l'adresse de A) : A reçoit mais les deux commutateurs 1 et 2 reçoivent aussi par leur port 2 cette diffusion et selon la règle **répercutent** la trame sur le réseau 1 par leur port 1.
- Le commutateur 1 reçoit alors une diffusion du commutateur 2 sur son port 1 et doit donc **replacer** cette trame sur le réseau 2 par son port 2 (il en est de même pour le commutateur 2).
- Les trames en diffusion vont donc circuler indéfiniment entre les commutateurs (notion de tempête de diffusion 'broadcast storm')

03/10/2023

## Problème de l'existence de deux ponts en parallèle: l'instabilité des tables



- Trame de A vers B: le commutateur 1 apprend que **la station A est accessible par son port 1.**
- Mais les deux commutateurs 1 et 2 reçoivent par leur port 1 et **répercutent** la trame sur le réseau 2 par leur port 2. B reçoit.
- Le commutateur 1 reçoit une seconde fois la trame sur son port 2 et donc **considère que la station A est accessible par son port 2 ce qui est faux.** Le commutateur 2 fait la même erreur.
- Les communications s'enchaînent et les tables de routage **oscillent en permanence.**

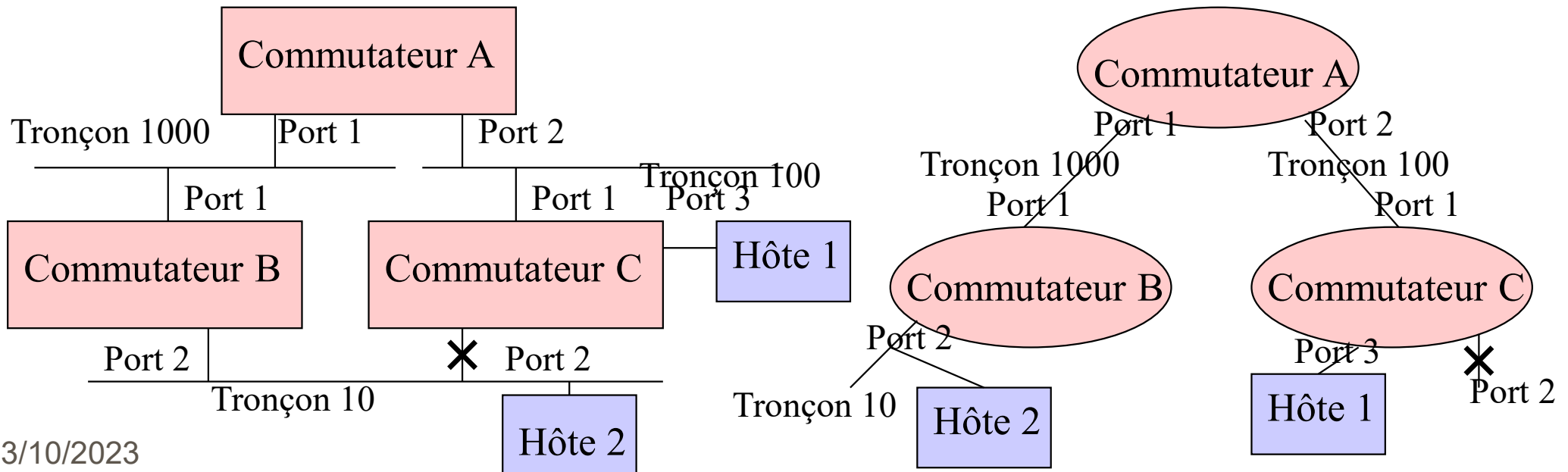
03/10/2023

# Le routage par arbre couvrant : principes généraux (1)

- **La norme 802.1 D** définit le protocole de routage par arbre couvrant : **STP** ' **Spanning Tree Protocol** '.
- La solution la plus immédiate au problème des circuits : **n'avoir qu'un seul chemin** pour aller d'un point à un autre au moyen de commutateurs de réseaux locaux.
- Soit le graphe dont les sommets sont les commutateurs et les arcs sont les tronçons de réseaux locaux: pour n'avoir qu'un seul chemin d'un point à un autre du graphe on utilise un **arbre couvrant**.
- **L'arbre couvrant est construit automatiquement** par dialogue entre les commutateurs: utilisation de trames Hello et BPDU ' Bridge Protocol Data Units ' (Radia Perlman 1992).

# Le routage par arbre couvrant : principes généraux (2)

- Principe de routage: en fonctionnement normal, pour aller d'un point à un autre on utilise l'arbre. **On va d'un commutateur à la racine puis de la racine à un autre commutateur** ce qui définit un chemin unique.
- Certains chemins sont **abandonnés**. Ils ne peuvent servir que sur panne et reconfiguration du réseau avec un autre arbre.



03/10/2023



# Étapes de construction de l'arbre couvrant :

## Étape 1

### □ Élection du commutateur racine de l'arbre

Le commutateur de plus faible priorité puis de plus faible adresse mac est élu par échange de messages.

- **Priorité** : 0 à 32768 définie par configuration
- **Identifiant unique**: adresse MAC unique de l'un des ports.

En réunissant les deux notions: **Identificateur de pont** (BID ' Bridge ID '): priorité (2 octets), adresse MAC (6 octets)

**Exemple**: priorité 32768 (8000 en hexadécimal), adresse MAC 00:A0:D6:13:43:65, identificateur du commutateur pour les comparaisons 8000:00A0:D613:4365.

# Étapes de construction de l'arbre couvrant :

## Étape 2

### Élection du port racine de chaque commutateur

- Pour chaque commutateur on doit déterminer **un port unique** qui le connecte à la racine: le port racine (‘ root port ’).
- On détermine tous les **chemins** du commutateur vers la racine
- Pour chaque chemin on calcule **le coût** du chemin à partir d'un coût attribué à chaque lien (chaque tronçon de réseau local).
- On choisit **le port racine** comme celui de **plus court chemin** et en cas d'égalité de plus faible priorité (selon une priorité définie par configuration).

## Approfondissements : exemple de coûts des différents types de réseaux locaux

Débit	Coût Recommandé	Intervalle de coût recommandé
<i>4Mbps</i>	<i>250</i>	<i>100 à 1000</i>
<i>10Mbps</i>	<i>100</i>	<i>50 à 600</i>
<i>16Mbps</i>	<i>62</i>	<i>40 à 400</i>
<b>100Mbps</b>	<b>19</b>	<b>10 à 60</b>
<b>1Gbps</b>	<b>4</b>	<b>3 à 10</b>
<b>10Gbps</b>	<b>2</b>	<b>1 à 5</b>

# Étapes de construction de l'arbre couvrant :

## Étape 3

### Élection du port désigné

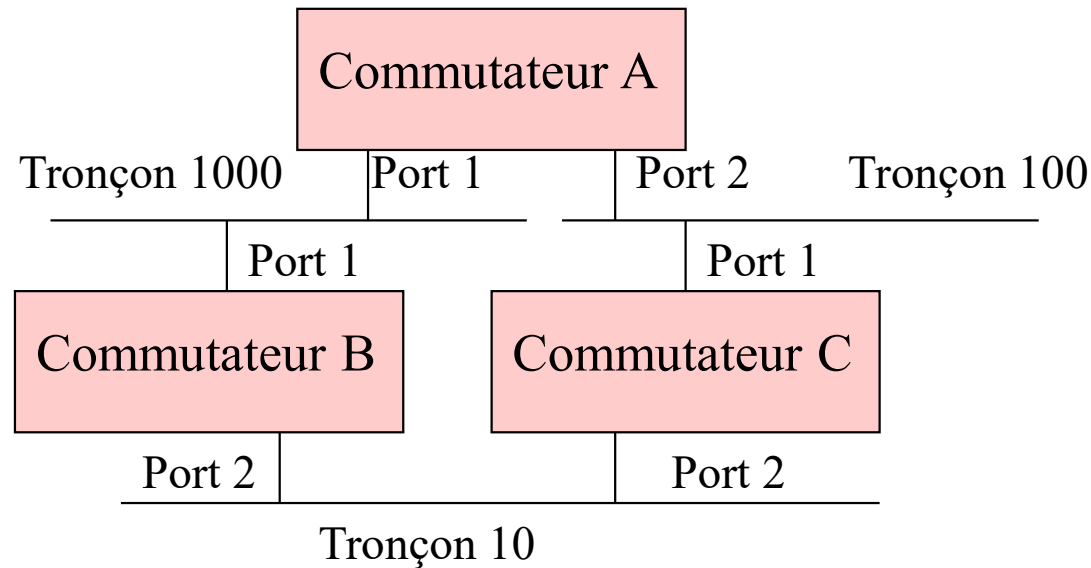
- Un **tronçon** est possiblement **connecté à la racine** par **plusieurs commutateurs** (plusieurs ports de commutateurs).
- On doit déterminer l'un de ces ports de commutateur comme **port 'désigné'**. C'est un port unique qui permettra au tronçon de communiquer avec la racine.
- On sélectionne comme **port désigné celui de chemin le plus court jusqu'à la racine** (puis celui dont l'adresse MAC est la plus petite).
- Les autres ports sont **bloqués**.

# Approfondissements : états d'un port

- Les ports participants à l'algorithme de l'arbre couvrant peuvent être dans cinq états:
  - **Listening - Écoute** : émet/reçoit des BPDU pour la construction de l'arbre mais ne relaie pas les trames.
  - **Learning - Apprentissage** : apprend l'existence d'adresses MAC mais ne relaie pas les trames.
  - **Blocking - Bloqué** : en écoute uniquement des trames de type BPDU, ne relaie pas les trames normales.
  - **Forwarding - Relais** : port qui émet et reçoit des trames de la racine.
  - **Disabled - Déconnecté** : port sans aucune activité.

# Approfondissements : un exemple de fonctionnement

## Étape 1

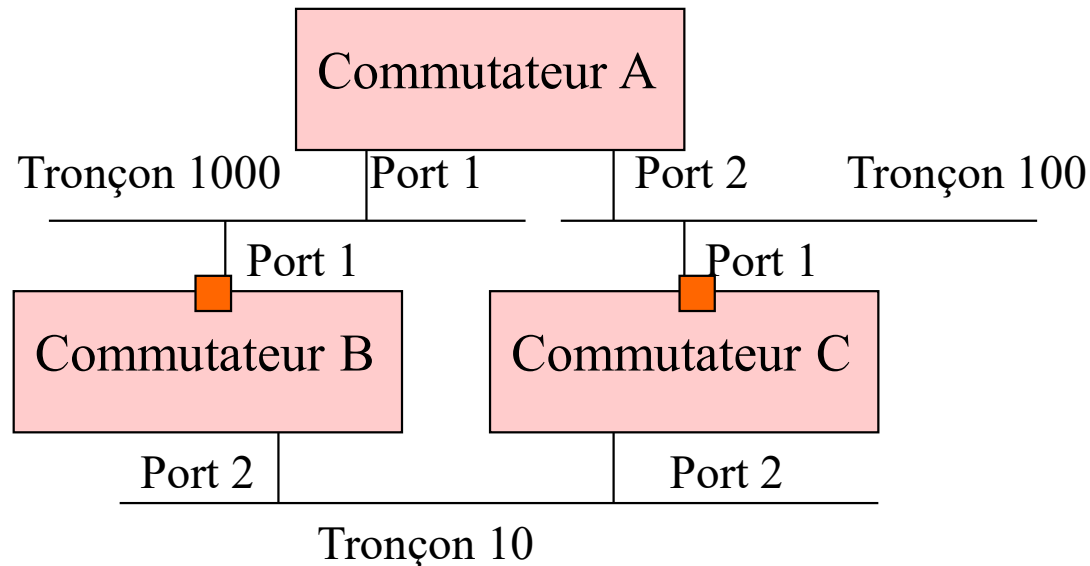


- Étape 1 : Élection du commutateur racine avec les données suivantes :
  - **Commutateur A** : Priorité=10, MAC=00B0D7000001, BID=000A00B0D7000001
  - **Commutateur B** : Priorité=27, MAC=00B0D7000002, BID=001B00B0D7000002
  - **Commutateur C** : Priorité=32768, MAC=00B0D7000003, BID=800000B0D7000003
- On élit le **commutateur A**.

03/10/2023

# Approfondissements : un exemple de fonctionnement

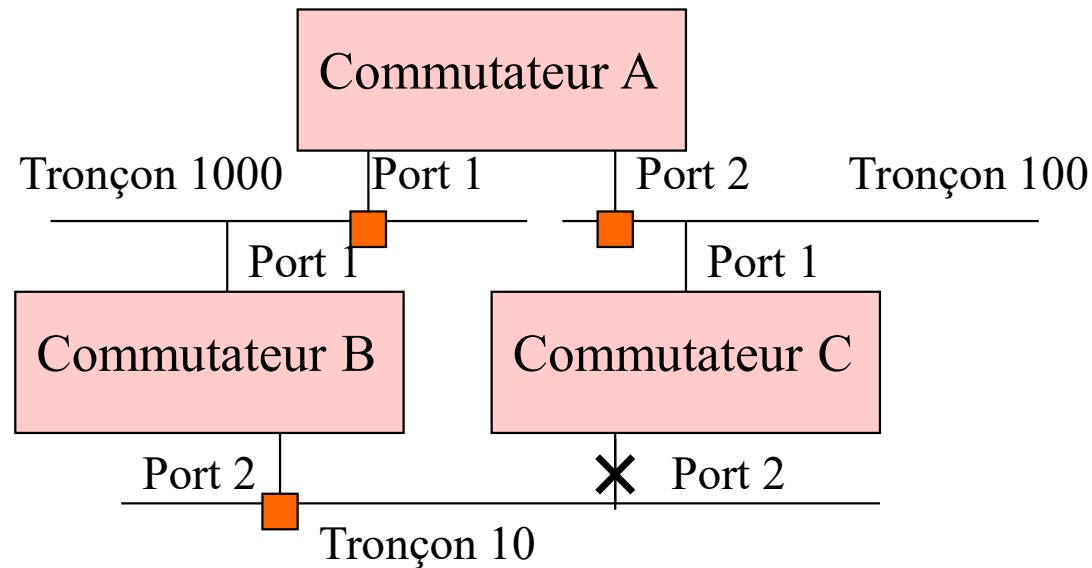
## Étape 2



- Étape 2 : Élection des ports racine avec les données suivantes **Commutateur A** : Port 1 Coût 4 Priorité 128, Port 2 Coût 19 Priorité 128 **Commutateur B** : Port 1 Coût 4 Priorité 128, Port 2 Coût 100 Priorité 128 **Commutateur C** : Port 1 Coût 19 Priorité 128, Port 2 Coût 100 Priorité 128
- **Commutateur B** Chemin de B à A: Par le port 1 coût 4, par le port 2 coût 119 donc port 1 moins cher port racine.
- **Commutateur C** Chemin de C à A: Par le port 1 coût 19, par le port 2 coût 104 donc port 1 moins cher port racine.

# Approfondissements : un exemple de fonctionnement

## Étape 3



- Étape 3 : Élection des ports désignés avec les données suivantes
  - **Tronçon 1000** : Commutateur A Port 1 Port désigné, vers racine
  - **Tronçon 100** : Commutateur A Port 2 Port désigné, vers racine
  - **Tronçon 10** : Commutateur B Port 2 coût 4, et Commutateur C Port 2 coût 19. Le coût le plus faible gagne. Le port 2 commutateur B est désigné. Le port 2 commutateur C n'étant pas désigné est bloqué.



# Conclusion : construction de l'arbre couvrant

- La principale conséquence de la méthode de routage par arbre couvrant est **qu'il ne sert à rien de créer des chemins redondants pour améliorer les performances** => on ne garde qu'un seul chemin actif les autres sont bloqués.
- Les seules **redondances de chemin utilisables** le sont pour **des objectifs de sûreté de fonctionnement**.
- Bien attribuer les coûts pour que le commutateur le plus puissant soit racine !