

## Annexe 1 : Algorithme permettant de couper des circuits.

Pour éviter les chemins redondants et invalider des ponts on va transformer manuellement le graphe cyclique en arbre.

Pour cela on va utiliser l'algorithme suivant :

- ◆ Choisir un **port racine**, puis numéroter les ponts et les ports des ponts

Pour faire un arbre il faut une racine. Pour choisir le pont racine, on donne à chaque pont un numéro unique. Le pont avec le numéro le plus petit sera le pont racine.

Dans le schéma précédent, si on considère que les numéros attribués aux ponts les identifient, le "**Pont 1**" sera le pont racine.

Pour numéroter les ports on fera ainsi, on construira le numéro à partir du numéro du pont et du numéro du segment relié au port. En appliquant cette règle, les numéros des ports du pont 1 seraient P1S1 et P1S2 (si on a nommé S1 et S2 les deux segments reliés au pont 1).

- ◆ Affecter un **coût** à chaque port (un coût est une valeur arbitraire mais qui sera défini par l'administrateur en fonction de la bande passante du réseau, du débit de la liaison, de sa qualité . etc.)

A chaque port on affecte un coût. Par exemple

P2S2 C = 10  
P2S4 C = 10  
P3S2 C = 10  
P3S4 C = 10

- ◆ Déterminer le **port racine** de chaque pont et le **coût chemin racine** (CCR)

Chaque pont a deux ports, l'un des deux ports constitue un chemin plus court pour rejoindre le pont racine. Pour le déterminer, on additionne le coût de chaque port traversé pour rejoindre un des ports du pont racine à partir de chaque port. Le **port racine** est celui dont le total est le plus petit.

Exemple avec le pont 2, si on a choisit 10 comme coût à chaque port, le coût du chemin racine à partir de P2S2 est de 10 (on ne passe que par le port P2S2), et forcément supérieur à 10 à partir de P2S4 (qui doit traverser d'autres ponts).

Le pont racine est une exception, il a deux ports racines dont le coût est toujours égal à zéro.

Le **coût du chemin racine** pour un pont est le coût du chemin calculé avec son port racine (dans notre exemple pour le pont 2 le CCR est 10).

Le **CCR** pour le pont racine est toujours égal à zéro.

- ◆ Déterminer dans chaque segment l'**état** de chaque port des ponts

Un port est soit à l'état **actif** soit à l'état **bloqué**.

A l'état **actif** un port lit les trames sur le segment et transmet des trames sur ce segment.

A l'état **bloqué** un port lit les trames sur le segment mais ne transmet aucune trame.

Chaque pont à deux ports.

**Le port racine est toujours actif** car il est situé sur le segment permettant de rejoindre la racine.

Si le port n'est pas racine, il peut être bloqué. Pour qu'un port soit bloqué, il faut qu'il y ait sur le segment un port d'un autre pont dont le coût du chemin racine (CCR) est inférieur au sien ou en cas d'égalité dont l'identifiant du pont est inférieur.

Un port non racine et non bloqué est appelé **port désigné** (il a un rôle particulier dans le protocole réel).

Le calcul se fait ainsi :

On compare le CCR des deux ponts, le port ayant le CCR le plus petit devient le port désigné et les autres s'ils ne sont pas des ports racines sont bloqués. En cas d'égalité de CCR on compare l'identifiant des deux ponts, le port dont le pont a l'identifiant le plus petit devient le port désigné.

Le pont racine est une exception, ses deux ports sont toujours des **ports désignés**.

## **Annexe 2 : Le protocole 802.1d arbre de recouvrement (spanning tree) version simplifiée**

Ce qu'on a fait manuellement doit être fait de façon dynamique par les ponts. Pour cela sur chaque pont est implanté le protocole spanning tree (SPT) normalisé par l'IEEE sous la norme 802.1d. Le protocole spanning tree doit supprimer les chemins redondants en construisant un arbre à partir d'un graphe cyclique. Ce protocole doit être implanté sur chaque pont. Pour le mettre en œuvre les ponts vont s'échanger des trames BPDU (Bridge Protocol Data Unit) de 34 octets. Ces trames sont adressées en multicast, seuls les ponts les liront.

- **Objectifs du protocole**
  - Elire la racine de l'arbre
  - calculer la distance à la racine
  - déterminer les ports racines
  - lorsque plusieurs ponts sont connectés au même segment, déterminer l'état de chaque port (actif ou bloqué) sur le segment
  - déterminer le port désigné qui transmettra les messages 802.1d
- **Messages du protocole 802.1d**
  - Le protocole 802.1d utilise des messages contenant l'information suivante
    - Root ID : identification actuelle de la racine
    - Cost : Coût du lien de plus faible coût entre le pont qui transmet le message et la racine
    - Transmitting ID : identification du pont qui transmet le message [identification unique sur 48 bits] L'identifiant est construit à partir de l'adresse MAC. C'est soit la meilleure des deux adresses MAC (la plus petite) soit l'adresse MAC fixé.
  - Ces messages sont envoyés en multicast [adresse : all bridges]
- **Interprétation de deux messages 802.1d**
  - $M1[R=R1, C=C1, T=T1]$  est meilleur que  $M2[R=R2, C=C2, T=T2]$  si
    - $R1 < R2$
    - $R1=R2$  et  $C1 < C2$
    - $R1=R2$  et  $C1=C2$  et  $T1 < T2$
- **Fonctionnement du protocole**
  - Au démarrage, un pont se considère comme la racine et transmet un message 802.1d avec un coût de 0 sur tous ses ports
  - Sur chaque port, le pont reçoit en permanence les messages 802.1d et sauvegarde pour chaque port le meilleur message
  - Si un pont reçoit sur un port un meilleur message 802.1d que celui qu'il transmettrait, il arrête de transmettre son message 802.1
  - Le protocole se stabilise lorsqu'un seul pont transmet des messages 802.1d sur chaque segment
- **Détermination de la racine**
  - Dans un réseau la racine est le pont avec le plus petit identificateur
  - Chaque pont peut déterminer quelle est la racine en analysant tous les messages 802.1d reçus
- **Port racine**
  - le port racine d'un pont est le port qui se trouve topologiquement le plus proche de la racine. En fait le port qui a reçu le meilleur message 802.1d
  - c'est via son port racine qu'un pont reçoit les messages 802.1d
- **Détermination de la distance à la racine (coût chemin racine CCR)**
  - Si le pont est la racine, la distance est zéro par définition

- Sinon, la distance à la racine est le coût du port racine + le coût du meilleur message reçu sur le port "racine" du pont

### Etats d'un port

- **Vis-à-vis des messages 802.1d**
  - Port racine
    - port via lequel on reçoit les messages provenant de la racine par le plus court chemin
    - un port racine ne transmet pas de messages 802.1d mais les lit
    - un seul port racine par pont
  - Port désigné
    - port via le(s)quel(s) le pont retransmet les messages 802.1d reçus de la racine
    - message 802.1d transmis par un pont
      - racine actuelle, identification du pont, coût jusque la racine
    - 0, ou un port désigné sur un pont
    - un port est désigné si le message qu'il transmet est meilleur que le meilleur message qu'il reçoit
  - Port bloqué (reçoit uniquement les message. 802.1d)
- **Vis-à-vis des trames de données**
  - port actif (port racine et port désigné)
    - le pont écoute les trames via ce port et les retransmet (sélectivement) vers les autres ports actifs du pont si nécessaire
  - port inactif (port bloqué)
    - le pont n'écoute pas les trames de données via ce port et donc ne retransmet aucune trame de données reçue via ce port
- **Activité des ports**
  - Initialement tous les ports sont inactifs
  - les ports racines et désignés deviennent actifs lorsque la topologie du spanning tree (arbre de recouvrement) est stable