

Interconnexion (niveau 2) de réseaux locaux

Christian Attiogbé
Christian.Attiogbe@lina.univ-nantes.fr
(novembre 1999, maj 01/2001, 01/2004)

www.sciences.univ-nantes.fr/info/perso/permanents/attiogbe/



Bibliographie

- A. Tanenbaum. *Réseaux : Architectures Protocoles Applications*. InterEditions, 1995.
- L. Toutain. *Réseaux Locaux et Internet*. Hermès, 1996
- K-L. Thai, V. Vèque, S. Znaty. *Architecture des réseaux haut débit*. Hermès, 1995
- G. Pujolle. *Les réseaux*. Eyrolles 1995
- M. Maiman. *Télécoms et réseaux*. Masson ,1994.



Interconnexion de réseaux

- **interconnexion de réseaux avec des ponts** (niveau 2),
- **interconnexion de réseaux avec des routeurs** (niveau 3).



Interconnexion de réseaux 802.3 et Ethernet

Pont : définition et caractéristiques

Un pont **est un équipement d'interconnexion de niveau 2** (modèle OSI).

Les caractéristiques du pont :

- il **interconnecte au moins deux sous réseaux**,
- il est à l'**écoute permanente de l'activité de chaque sous-réseau** (on dit qu'il est en **mode promiscuous**).
- il est dit **transparent** parce qu'il n'a pas besoin, à priori, d'adresse MAC pour fonctionner.



Interconnexion de réseaux 802.3 et Ethernet

– son positionnement au niveau 2 implique l'**utilisation des trames**.

Le **pont stocke des trames sélectionnées (filtrées) dans sa mémoire pour les envoyer selon certaines stratégies** vers les sous-réseaux.

En émission, le pont se comporte comme une station ordinaire du sous-réseau.

Il augmente du fait du stockage de certaines trames le temps d'accès aux sous-réseaux.

Fonctionnement des ponts filtrants transparents

Cas simple

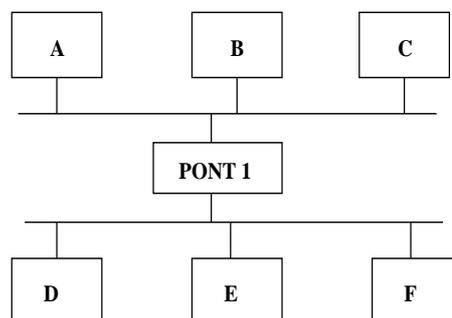


Fig. 1 – Pont simple

Ponts filtrants transparents - simple

Considérons que les ponts ne font qu'envoyer des données d'un sous-réseau vers l'autre.

Problèmes

- les sous-réseaux vont vite être engorgés.
- La mémoire du pont va être saturée.
- l'échange entre les machines situées sur deux sous-réseaux est perturbé.

Ponts filtrants simples - solutions à l'engorgement

- Filtrer les trames
 - ne laisser passer que les trames qu'il faut
- ⇒ connaître quelles stations se trouvent sur quels sous-réseaux

Ponts filtrants - Algo. de sélection des trames

C'est l'algorithme qui est utilisé par la plupart des ponts.

Ces ponts sont dits **filtrants, auto-apprenants ou transparents**.

Ils **ne nécessitent aucune configuration**.

Ponts filtrants - Algo. de sélection des trames

Lorsque **le pont voit passer une trame**, il l'examine :

- Si **le destinataire est sur le même sous-réseau**,
la trame est ignorée
- Si **le destinataire est sur un autre sous-réseau**,
le message est recopié sur cet autre sous-réseau
- ...

Ponts filtrants - Algo. de sélection des trames

- ...
- Si le destinataire est inconnu,
le pont recopie le message sur tous les autres sous-réseaux
- Si le message est un message en diffusion,
le pont recopie le message sur tous les autres sous-réseaux.

Ponts filtrants - Algo. de sélection des trames

Les ponts utilisant cet algorithme présentent les **avantages suivants** :

- Ils sont connectés aux sous-réseaux et **acquièrent automatiquement la configuration du réseau**,
- ils n'obligent pas à la configuration des stations. **Les stations ont une vision totale du réseau mais ne voient pas le pont**,
- ils acceptent **tous les types de protocole** de niveau supérieur ;
en effet le pont recopie les trames d'un sous-réseau à un autre sans modification,
- ils **augmentent la sécurité du réseau** en ne faisant pas circuler tous les messages sur le réseau.

Ponts filtrants - cas complexe

Considérons l'interconnexion de 3 sous-réseaux par 2 ponts.

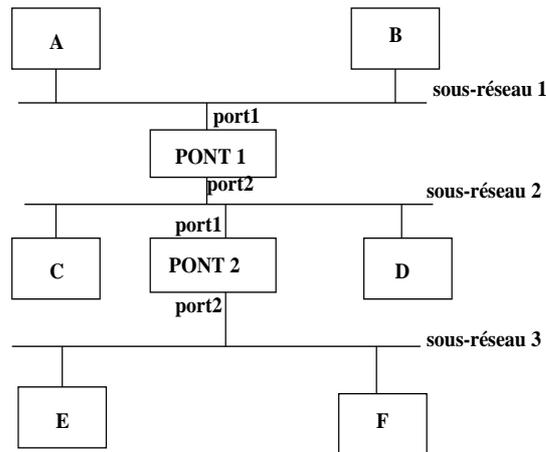


Fig. 2 – Interconnexion de 3 réseaux

Ponts filtrants - cas complexe

Chaque pont a deux ports : le port 1 et le port 2,

Les stations vont être localisées selon le port sur lequel le pont reçoit leur message.

Par exemple, A est accessible par le port 1 du pont 1 alors que D est accessible par le port 2 du pont 1.

Station A	1
Station D	2

Apprentissage des emplacements des machines par les ponts
⇒ table

Ponts filtrants - cas complexe

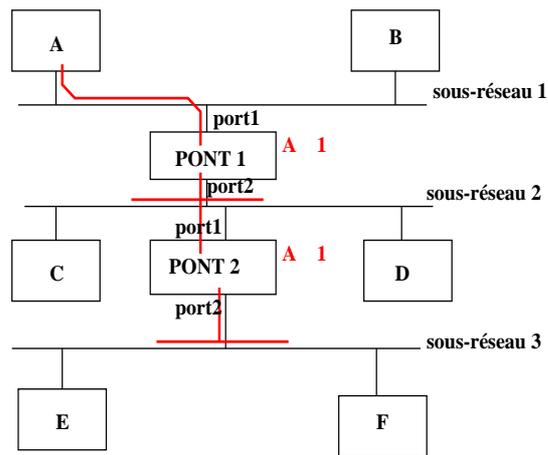


Fig. 3 – Interconnexion de 3 réseaux



Ponts filtrants - cas complexe

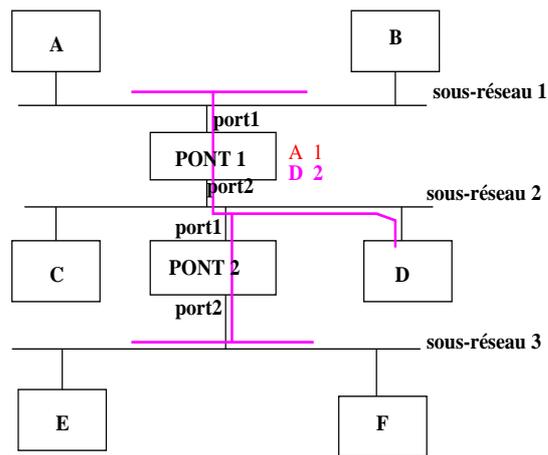


Fig. 4 – Interconnexion de 3 réseaux



Ponts filtrants - cas complexe

Initialement les ponts n'ont pas connaissance des stations qui sont connectées sur les sous-réseaux.

- Lors des premiers échanges entre une station du sous-réseau 1 et une autre du sous-réseau 2,
- le pont 1 va faire passer le message et apprendre la position des stations.
- Le pont 1 va également envoyer le message vers le sous-réseau 3 via le pont 2,



Ponts filtrants - cas complexe

- le pont 2 va aussi apprendre les positions des stations.
- Lors des réponses des stations, le pont va apprendre les autres localisations relatives au port utilisé.
- Lors du premier échange entre une station du sous-réseau 2 et une station du sous-réseau 3,
- le pont 1 reçoit le message par son port 2, il le note ;
- le pont 2 lui, note que la station est accessible par le port 1, il envoie le message vers le sous-réseau 3.



Ponts filtrants - cas complexe

Ce processus est répété pour chaque station lorsqu'elle émet son premier message.

A la fin, le pont 1 notera que C, D, E, F appartiennent au même sous-réseau accessible par le port 2.

Le pont 2 notera que les stations A, B, C, D appartiennent au même sous-réseau accessible via le port 1.

Ce cas se ramène donc en fin de compte au cas simple.



Algorithme du Spanning Tree

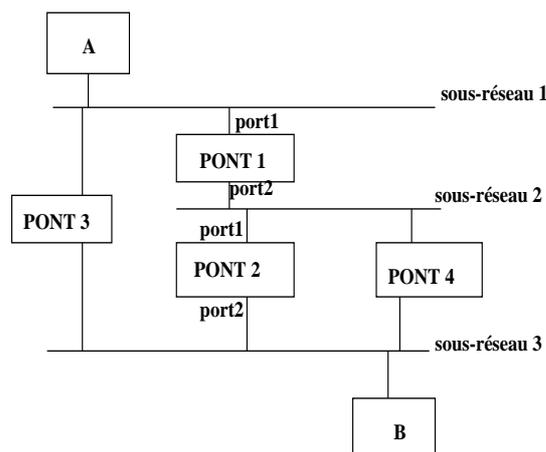


Fig. 5 – Interconnexion redondante de 3 sous-réseaux à l'aide de 4 ponts



Spanning Tree - Position du problème

Les trames ne sont pas modifiées par les ponts,
 les mêmes trames peuvent être reçues plusieurs fois par les
 ponts, donc recopie jusqu'à **saturation** du réseau.

Soit un message de A venant de plusieurs sous-réseaux,
 les ponts notent des **changements de sous-réseaux (à tort)**
 le pont reprend l'apprentissage (des ports qui ont changé) et
 continuent à recopier les trames sur le réseau. ...

Spanning Tree - Position du problème

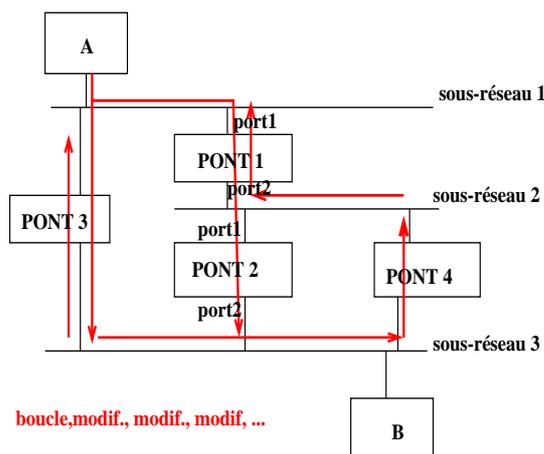


Fig. 6 – Interconnexion redondante de 3 réseaux

Spanning Tree - Position du problème

Si une station B reçoit plusieurs copies de la trame de A, les protocoles de B éliminent les trames multiples.

Problème : formation de boucles, on a **un graphe**.

Solution : obtenir **un arbre** en **supprimant les boucles** du graphe.

Si l'arbre passe par tous les arcs on obtient un **arbre recouvrant total** = **Spanning Tree**.

Principe de l'algorithme du spanning tree

- **Elire un pont racine**,
- **Choisir un chemin unique entre les ponts et la racine** (ici on a besoin des adresses MAC de chaque pont sur le réseau)
Chaque pont, en plus de son adresse MAC, **possède un identificateur** (attribué par l'ingénieur du réseau).
- **On réalise l'arbre en désactivant certains ports des ponts.**

Principe de l'algorithme du spanning tree

Les ponts échangent des messages (ou configuration) de la forme $\langle idracine, coût, idpont, numéro \rangle$:

- l'**identificateur supposé de la racine** par le pont émetteur du message,
- le **coût** de la liaison entre le pont et la racine supposée, ie le nombre de ponts qu'un message devra traverser pour atteindre la racine (pour un pont se supposant être la racine, le coût est nul).
- l'**identificateur du pont émetteur**,
- le **numéro du port** sur lequel le message est émis.

Le consensus se fait pour élire comme racine le pont ayant le plus petit identificateur.



Principe de l'algorithme du spanning tree

Une **configuration est meilleure qu'une autre** si :

- l'identité de la racine est la **plus petite**,
- en cas d'égalité sur l'identité des racines, le **coût du chemin vers la racine est le plus petit**,
- en cas d'égalité des 2 premiers champs, l'**identité de l'émetteur est plus petite**,
- finalement, si les trois premiers champs sont identiques, le message a été émis sur **le port ayant le plus petit numéro**.



Principe de l'algorithme du spanning tree

A l'**initialisation d'un pont**, il se considère comme la racine et **émet périodiquement** $\langle id, 0, id, nump \rangle$ sur chacun de ses ports.

- Si sur un des ss-réseaux, circule une **meilleure configuration**
 - la voie par laquelle cette meilleure configuration est reçue devient le chemin vers la racine
 - une **nouvelle configuration est calculée**. Le premier champ reprend le champ de la meilleure configuration, **le coût est incrémenté de 1**. Les autres champs sont inchangés.
 - la **nouvelle configuration est émise périodiquement**



Principe de l'algorithme du spanning tree

le pont détermine **quel port doit être activé, désactivé**

- Il **regarde le meilleur message de configuration reçu** sur chacun de ses ports.

- Si le meilleur message de configuration pour un port donné est compris entre la meilleure configuration reçue et la configuration calculée,
 - alors le **port est inhibé**.
- si aucun des messages reçus sur un port n'est inférieur à la configuration calculée,
 - alors le **port reste actif**.



Spanning Tree - Exercice

Déroulez l'algorithme *spanning tree* avec les ponts 13 et 15.

Quel chemin doit-on supprimer ?

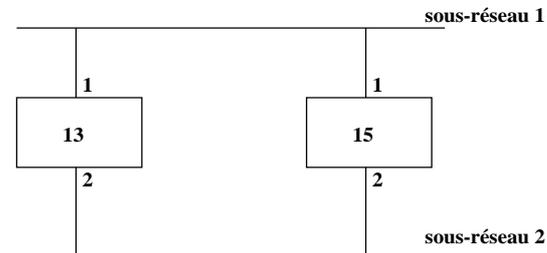


Fig. 7 – 2 sous-réseaux, 2 ponts

Spanning Tree - Exercice

Trouvez le *spanning tree* pour l'interconnexion suivante :

Quel chemin doit-on supprimer ?

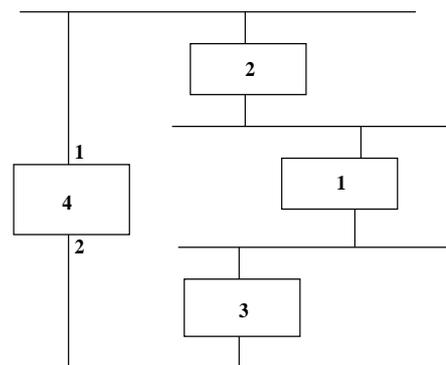


Fig. 8 – 4 sous-réseaux, 4 ponts

Encapsulation des trames Spanning Tree



adr. de grp. réservée

Fig. 9 – Encapsulation d'une trame Spanning Tree

Trame LLC (type 1) encapsulant une trame de Spanning Tree.



Trame Spanning Tree

La trame de spanning tree contient :

- **Identificateur** : 2 octets, tjrs à 0.
- **Num. version** : 1 octet, tjrs à 0
- **type de message** : 1 octet
(0 = message de config, 128 = config de topologie)

Les champs suivants ne sont présents que dans un message de configuration



Trame Spanning Tree

La trame de spanning tree contient :

- **drapeau** : 2 bits,
TC (Top Change), msg indiquant un chgt de topologie
TCA Acknowledgment, msg acquittant une trame TC.
- **identif. racine** : 8 octets, 6 pour adr.MAC et 2 octets de poids forts pour la priorité attribuée par l'administrat.
- **coût chemin-racine** : 4 octets
- **identif. du port** : 2 octets sur lequel le message a été émis



Trame Spanning tree ...

- **âge de message** : 2 octets, en 1/256 ème de sec.
- **âge maxi.** : 2 octets, en 1/256 ème de sec.
délai au bout duquel le message doit être effacé
- **période** : 2 octets, en 1/256 ème de sec.
entre deux messages de transmissions de messages (hello)
- **durée** : 2 octes, en 1/256 ème de sec.



Interconnexion des LAN - Conclusion

Interconnexion (niveau 2) des réseaux locaux

Prolongement des segments de réseaux locaux

Sécurisation

Répartition des ressources

Source Routing = autre méthode qui évite les boucles dans le réseau.

Utilisé dans les réseaux à jeton.