

Mohand Yazid SAIDI

Bernard COUSIN

Miklós MOLNÁR

Protection des arbres multicast avec une forêt duale

15 Février 2006

Plan

- Introduction à la protection multicast
- Protection multicast réactive
- Protection multicast proactive
 - ☞ Protection par chemins disjoints
 - ☞ Forêt duale de protection
- Conclusion

Introduction à la protection multicast

- Le multicast
- Pourquoi la protection multicast ?
- La protection et les protocoles de routage multicast IP
 - ➡ PIM-SM (Protocol Independent Multicast - Sparse Mode) : recalcul de l'arbre multicast
 - ➡ CBT (Core Based Tree) : élagage et recalcul de la partie de l'arbre affectée par la panne

Protection multicast

- Protection réactive

- ☞ Les chemins de secours ne sont calculés qu'après la survenue de la panne

- ☞ **Avantage**

- Minimise les calculs et diminue le coût de maintenance des communications

- ☞ **Inconvénients**

- Délais de récupération élevés

- Pas de garantie d'une bande passante suffisante pour les chemins de secours

Ce type de protection est inadéquat dans le cas d'applications temps réel

Protection multicast

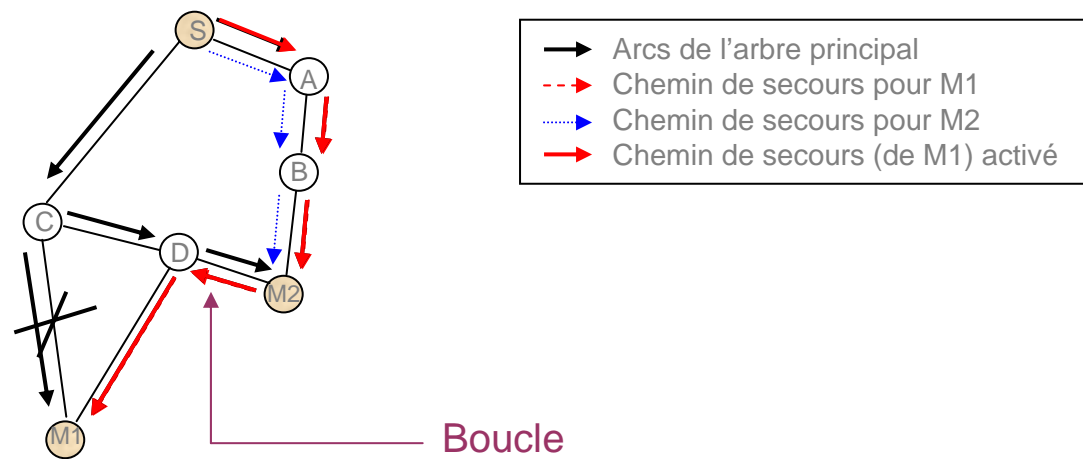
- Protection proactive
 - ☞ Les chemins de secours sont calculés et éventuellement préconfigurés avant les pannes
 - ☞ Contraintes
 - ❑ Une seule panne à la fois
 - ❑ Protection contre les pannes des nœuds et des liens
 - ❑ Pas de génération de boucles, ni de duplication du trafic sur les liens
 - ☞ Avantages
 - ❑ Délais de récupération des pannes plus petits
 - ❑ Possibilité de pré-allocation de la bande passante aux chemins de secours → sûres lors de la récupération
- Protection de niveau local
 - ☞ Réagir localement à la panne en activant un ou plusieurs chemins de secours permettant une récupération plus rapide

Protection multicast proactive

- Deux classes de techniques pour une protection proactive multicast
 - ☞ Adaptation des techniques de protection proactive unicast au multicast
 - ☐ Protection par chemins disjoints
 - ☐ Protection par détour un-à-un (« one-to-one backup »)
 - ☞ Utilisation d'une structure de routage couvrant un sous-ensemble des nœuds de l'arbre principal
 - ☐ Forêt duale de protection

Adaptation d'une technique de protection proactive unicast au multicast

- Protection par chemins disjoints



Chaque chemin de secours est disjoint du chemin principal lui correspondant

Protection par chemins disjoints

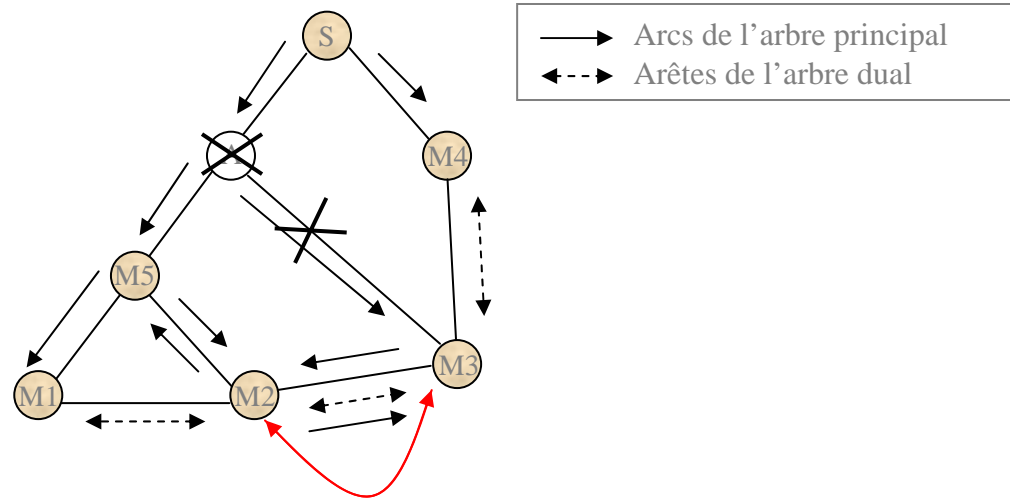
- **Avantage**
 - ☞ Tire avantage de l'unicast (pas de mécanisme supplémentaire pour réaliser la protection multicast)
- **Inconvénients**
 - ☞ Risque de duplication des paquets sur quelques liens
 - ☞ Une panne peut impliquer la reconfiguration de plusieurs chemins
 - ☞ Les chemins de secours ne sont pas optimaux
 - ☞ L'existence des chemins de secours dépend des chemins principaux choisis

Forêt duale de protection

- Les routes de secours forment une forêt :
 - ☞ construites par interconnexion de tous les nœuds feuilles de l'arbre principal
 - ☞ sans utiliser les nœuds internes et les liens de l'arbre principal
- Méthode de protection de niveau local
- Inspirée de la méthode de protection par arbre dual

Arbre dual de protection

- Algorithme de base



AF : Ensemble des nœuds affectés
NA : Ensemble des nœuds non affectés

Pour M3

$$AF_{M3} = \{M3\}$$

$$NA_{M3} = \{M1, M2, M4\}$$

Pour M5

$$AF_{M5} = \{M1, M2\}$$

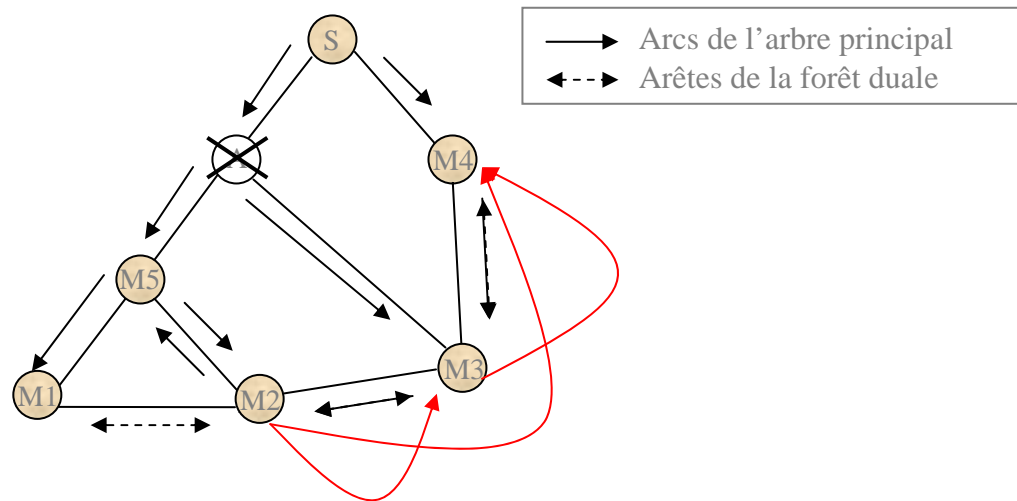
$$NA_{M5} = \{M3, M4\}$$

Déconnexion de quelques membres

Forêt duale de protection

- Algorithme de la forêt duale de protection (amélioration 1)

SA : Ensemble des nœuds sûrement affectés
PA : Ensemble des nœuds possiblement affectés
NA : Ensemble des nœuds non affectés



Pour M5

$$SA_{M5} = \{M1, M2\}$$

$$PA_{M5} = \{M3\}$$

$$NA_{M5} = \{M4\}$$

Pour M3

$$SA_{M3} = \{M3\}$$

$$PA_{M3} = \{M1, M2\}$$

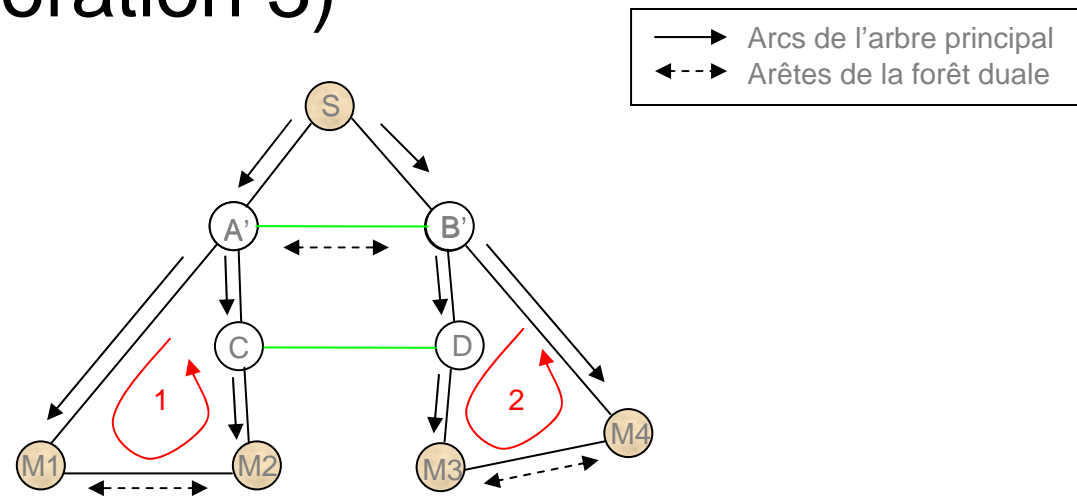
$$NA_{M3} = \{M4\}$$

Forêt duale de protection

- Minimisation du coût des chemins de secours et optimisation du coût de l'arbre multicast après la récupération (amélioration 2)
 - ☞ Interconnecter les nœuds feuilles de l'arbre principal en utilisant une ou plusieurs arbres de Kou-Markowsky-Berman
 - ☐ Interconnecter les nœuds feuilles les proches d'abord sans former de boucles

Forêt duale de protection

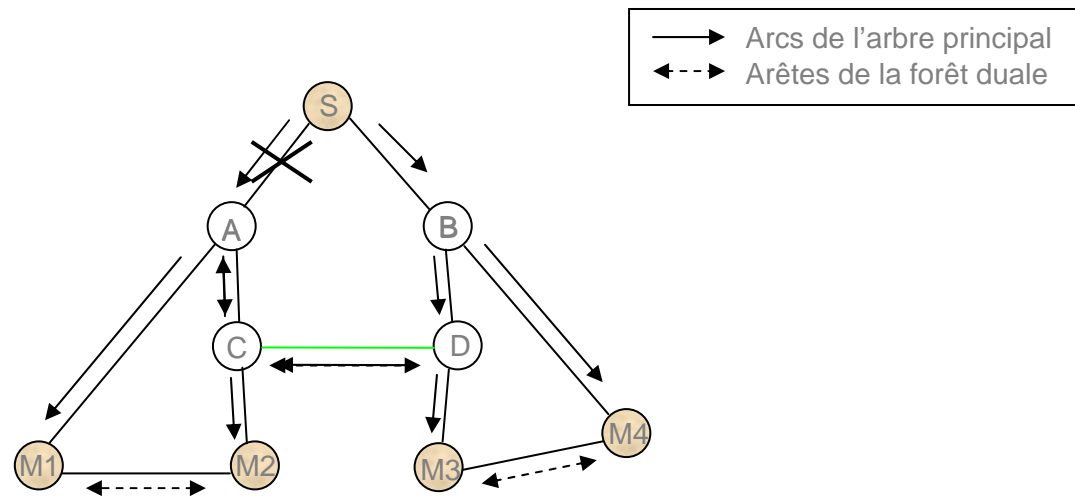
- Augmentation de la protection (amélioration 3)



S'il n'existe pas d'arbre permettant d'interconnecter tous les nœuds feuilles, utiliser la technique de contraction pour augmenter la protection

Forêt duale de protection

- Augmentation de la protection (suite)



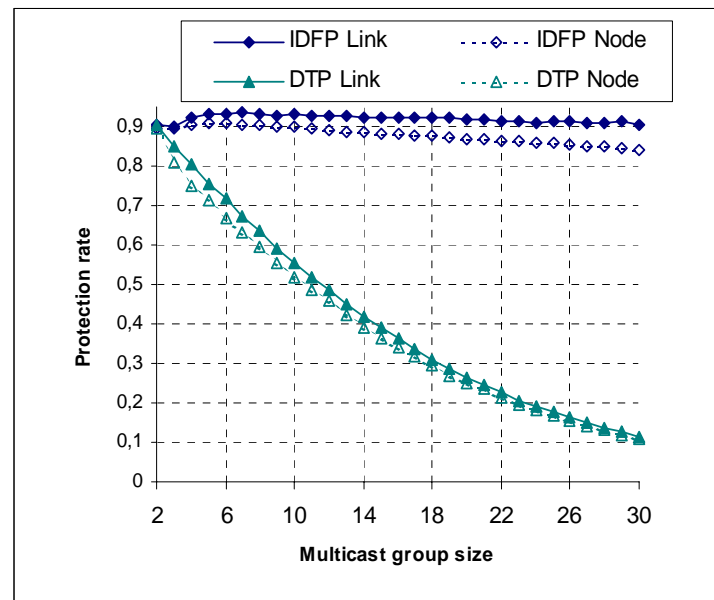
La protection atteinte est maximale

Forêt duale de protection

- Étude de performances par comparaison aux méthodes de protection par arbre dual et par chemins disjoints
- Métriques de comparaison
 - ☞ Taux de protection
 - ☞ Taux d'augmentation du coût des supports de communication

Étude de performances

- Taux de protection (Forêt duale de protection Vs arbre dual de protection)

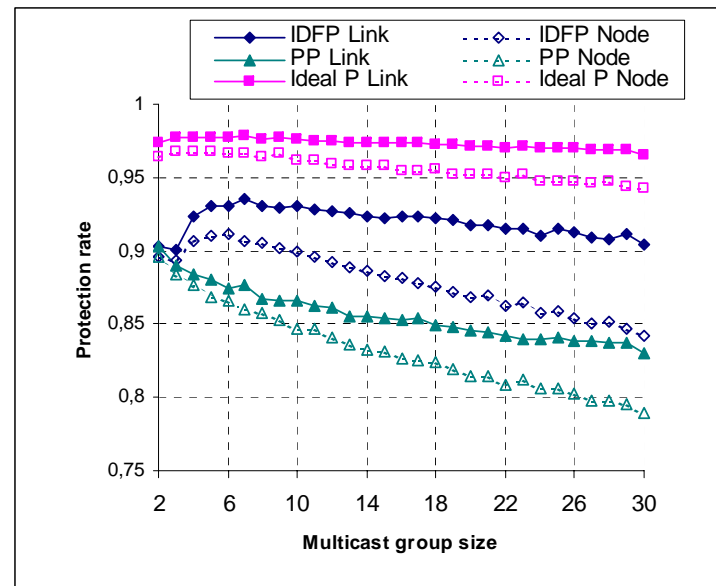


IDFP : Forêt duale de protection

DTP : Arbre dual de protection

Étude de performances

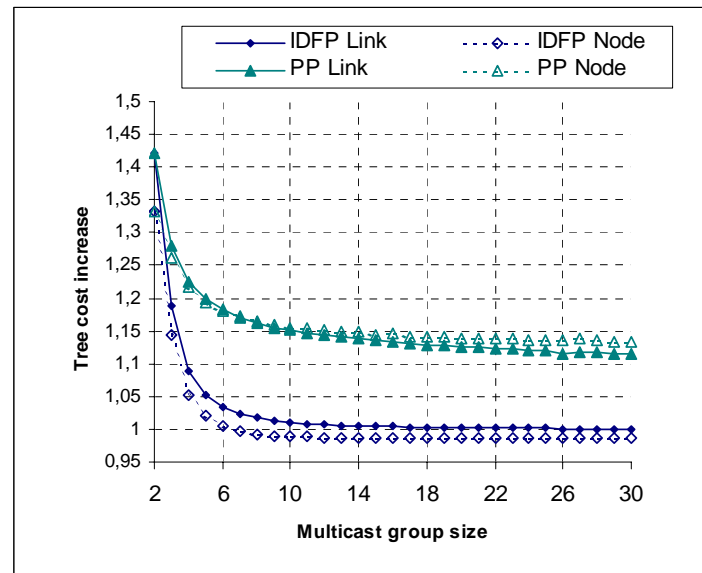
- Taux de protection (Forêt duale de protection Vs protection par chemins disjoints)



IDFP : Forêt duale de protection
PP : Protection par chemins disjoints
Ideal : Cas idéal

Étude de performances

- Taux d'augmentation du coût des supports de communication (Forêt duale de protection Vs protection par chemins disjoints)



IDFP : Forêt duale de protection
PP : Protection par chemins disjoints

Forêt duale de protection

- Avantages

- ☞ Méthode distribuée et facile à être centralisée
- ☞ Probabilité importante de traitement de plusieurs pannes simultanées
- ☞ Processus de récupération rapide
- ☞ L'augmentation du coût de l'arbre après récupération n'est pas élevé
- ☞ Plus résistante aux pannes que la méthode de protection par chemins disjoints

Forêt duale de protection

- Inconvénients

- ☞ Performances médiocres dans le cas où les nœuds feuilles de l'arbre principal sont très éloignés
- ☞ Nécessite des conditions plus fortes sur la topologie que celles relatives à la protection par détour « un-à-un » et à la protection par chemins disjoints pour être sûre à 100%
- ☞ Suppose des liens bidirectionnels

Conclusion

- Nécessité de la protection multicast
- Inadéquation des méthodes de protection multicast réactives et inadaptation des méthodes de protection proactives inspirées de l'unicast
- Solution :
 - ☞ Forêt duale de protection
 - ☞ Trois améliorations pour
 - ☐ Permettre la protection contre les pannes des nœuds et des liens
 - ☐ Optimiser le coût de la structure de routage permettant la protection
 - ☐ Réduire le coût des supports de communication utilisés après la récupération
 - ☐ Augmenter la protection