

Instabilités du protocole BGP

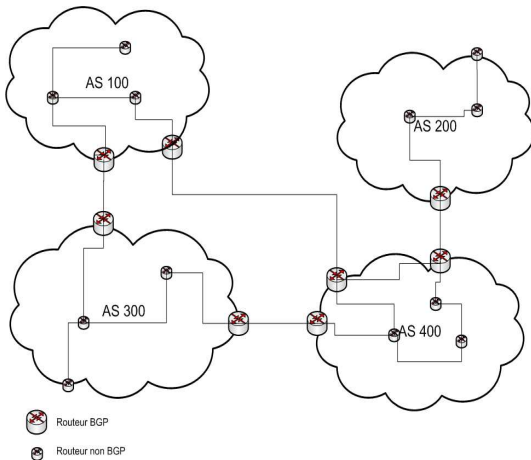
Ehoud Ahronovitz, Jean-Claude König, Clément Saad

Université Montpellier 2 - LIRMM

- 1 Brève présentation de BGP
- 2 Présentation du problème
 - SPP (Stable Paths Problem)
 - Travaux déjà réalisés
 - Graphe de conflit
- 3 Notre solution
 - Maintien de l'état des chemins
 - Principe du jeton
 - Gestion des pannes et apparitions de lien
 - Politiques cohérentes entre elles
- 4 Bilan et perspectives

- 1 Brève présentation de BGP
- 2 Présentation du problème
 - SPP (Stable Paths Problem)
 - Travaux déjà réalisés
 - Graphe de conflit
- 3 Notre solution
 - Maintien de l'état des chemins
 - Principe du jeton
 - Gestion des pannes et apparitions de lien
 - Politiques cohérentes entre elles
- 4 Bilan et perspectives

Brève présentation de BGP

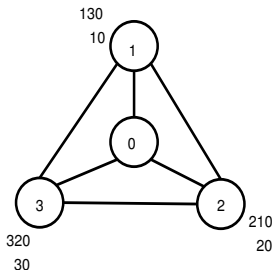


- 1 Brève présentation de BGP
- 2 **Présentation du problème**
 - SPP (Stable Paths Problem)
 - Travaux déjà réalisés
 - Graphe de conflit
- 3 Notre solution
 - Maintien de l'état des chemins
 - Principe du jeton
 - Gestion des pannes et apparitions de lien
 - Politiques cohérentes entre elles
- 4 Bilan et perspectives

SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

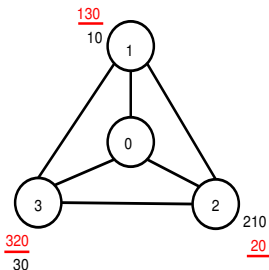
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

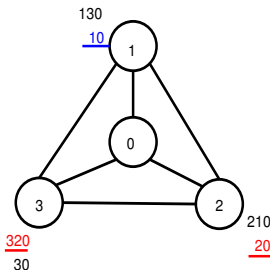
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

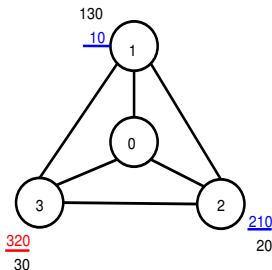
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

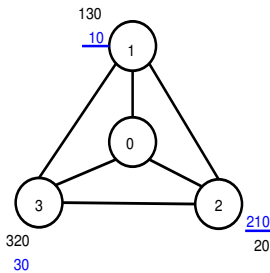
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

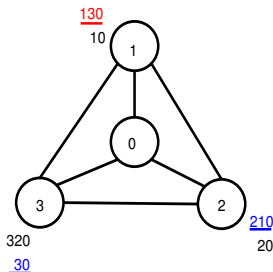
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

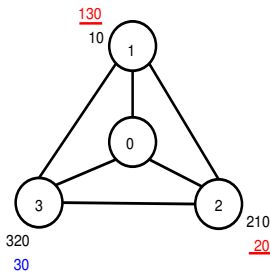
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

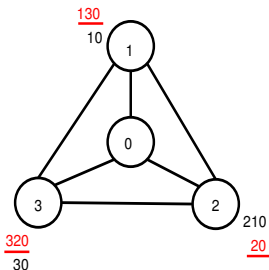
- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



SPP (Stable Path Problem)

SPP (Stable Path Problem) (Griffin & Wilfong [1, 2])

- Chaque sommet représente un AS et chaque arc représente les liens BGP.
- Les AS déterminent une liste de chemins ordonnée par **ordre décroissant** de préférence.



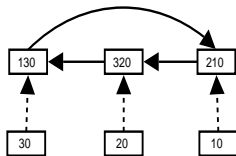
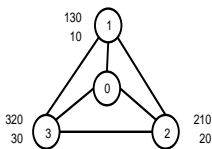
Travaux déjà réalisés

Travaux déjà réalisés

- **Griffin & Wilfong [1, 2]** : Méthode dynamique à partir d'un historique.
- **Gao & Rexford [3]** : Conditions suffisantes entre clients et fournisseurs.
- **Yilmaz & Matta [4]** : Algorithme randomisé réordonnant la liste de préférence des chemins.

Graphe de conflit

- Chaque sommet représente un chemin.
- Les arcs en pointillés représentent les arcs de transmission.
- Les arcs en trait plein représentent les arcs de conflit.



Graphe de conflit

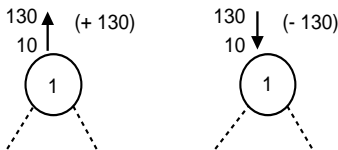
Théorème

Si le graphe de conflit d'une instance S de SPP est sans circuit alors S contient une solution stable.

- 1 Brève présentation de BGP
- 2 Présentation du problème
 - SPP (Stable Paths Problem)
 - Travaux déjà réalisés
 - Graphe de conflit
- 3 **Notre solution**
 - Maintien de l'état des chemins
 - Principe du jeton
 - Gestion des pannes et apparitions de lien
 - Politiques cohérentes entre elles
- 4 Bilan et perspectives

Maintien de l'état des chemins

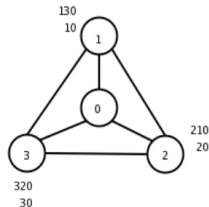
- Chaque AS maintient **localement** les états (+ ou -) de chacun de ses chemins.



- S'il constate qu'un de ses chemins passe d'un **état +** à un **état -** - il en déduit que le chemin oscille.

Maintien de l'état des chemins

| step | AS1 | | | AS2 | | | AS3 | | |
|------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|
| | 130 | 10 | rib-in | 210 | 20 | rib-in | 320 | 30 | rib-in |
| 1 | * | * | 10 | * | * | 20 | * | * | 320 |
| 2 | * | * | 10 | + | * | 210 | * | * | 320 |
| 3 | * | * | 10 | + | * | 210 | - | * | 30 |
| 4 | + | * | 130 | + | * | 210 | - | * | 30 |
| 5 | + | * | 130 | - | * | 20 | - | * | 30 |
| 6 | + | * | 130 | - | * | 20 | + | * | 320 |
| 7 | - | * | 10 | - | * | 20 | + | * | 320 |



Maintien de l'état des chemins

Deux questions se posent :

- Lorsqu'un chemin oscille, comment savoir s'il fait partie d'un circuit ?
- Tous les chemins appartenant au circuit vont osciller. Lequel doit être interdit ?

Principe du jeton

Détection de la boucle :

- 1 Lorsqu'un AS détecte une oscillation sur le chemin X , il génère un jeton jX et le joint avec son nouveau chemin

Principe du jeton

Détection de la boucle :

- 1 Lorsqu'un AS détecte une oscillation sur le chemin X , il génère un jeton jX et le joint avec son nouveau chemin
- 2 Si, à la réception de ce message, un AS doit faire des modifications il fera suivre le jeton jX avec son nouveau chemin

Principe du jeton

Détection de la boucle :

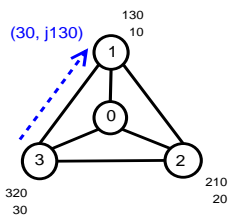
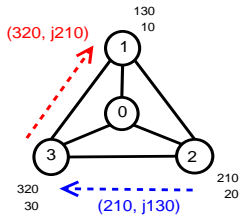
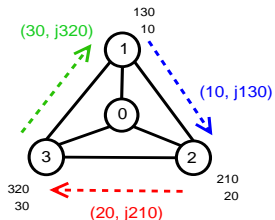
- 1 Lorsqu'un AS détecte une oscillation sur le chemin X , il génère un jeton jX et le joint avec son nouveau chemin
- 2 Si, à la réception de ce message, un AS doit faire des modifications il fera suivre le jeton jX avec son nouveau chemin
- 3 Si l'AS générateur du jeton récupère jX et doit choisir le chemin X , il en déduit que X fait partie d'un circuit et l'interdit

Principe du jeton

Unicité de l'interdiction :

- Tous les AS ayant un chemin appartenant à un circuit récupéreront leur jeton
- Il faut établir une relation d'ordre totale entre les jetons pour qu'il n'y ait qu'un AS qui détecte la boucle
- A la réception d'un jeton, un AS fait le test entre le jeton reçu et celui qu'il a généré. Si son jeton est prioritaire, il détruit l'autre jeton sinon il le fait suivre

Principe du jeton



Pannes et apparitions de lien

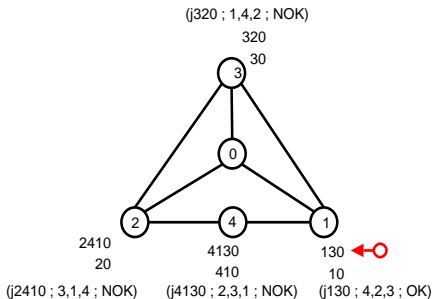
Gestion des pannes et apparitions de liens

Problème : En cas de panne ou d'apparition de lien, un chemin interdit précédemment pourrait être réhabilité

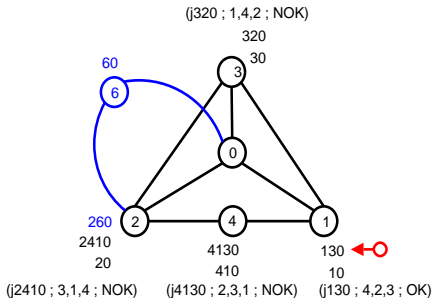
Solution : On avertit tous les AS concernés !

Pannes et apparitions de lien

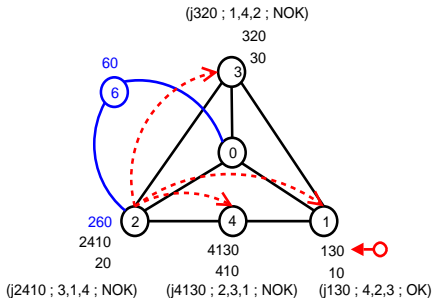
Apparitions de lien



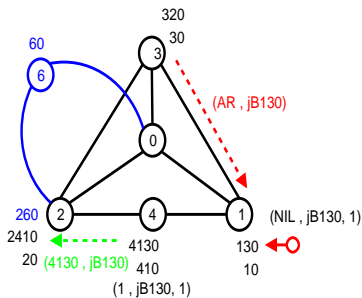
Pannes et apparitions de lien



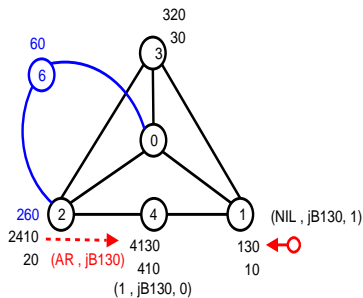
Pannes et apparitions de lien



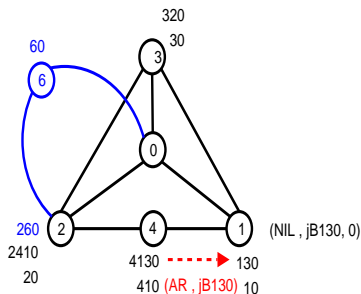
Pannes et apparitions de lien



Pannes et apparitions de lien

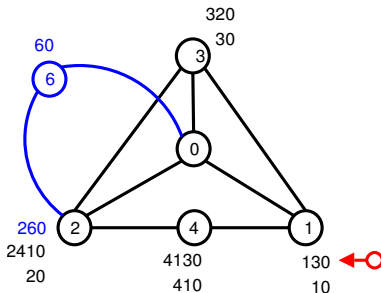


Pannes et apparitions de lien

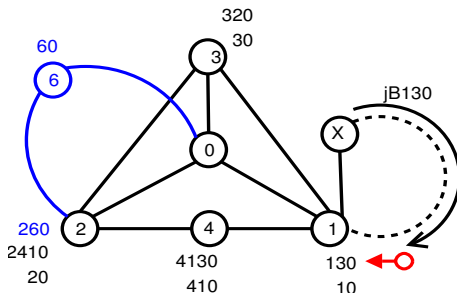


Pannes et apparitions de lien

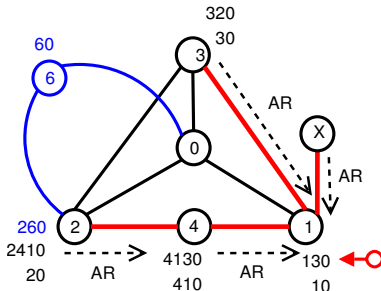
Apparitions de lien



Pannes et apparitions de lien



Pannes et apparitions de lien



- 1 Brève présentation de BGP
- 2 Présentation du problème
 - SPP (Stable Paths Problem)
 - Travaux déjà réalisés
 - Graphe de conflit
- 3 **Notre solution**
 - **Maintien de l'état des chemins**
 - **Principe du jeton**
 - **Gestion des pannes et apparitions de lien**
 - **Politiques cohérentes entre elles**
- 4 Bilan et perspectives

Politiques cohérentes entre elles

Politiques cohérentes entre elles

Définition d'une relation $<_{\alpha}$

locale : Pour un AS A , $\forall P, Q$ chemins de A , si P est prioritaire par rapport à Q alors $P <_{\alpha} Q$.

globale : $\forall P, Q$ chemins appartenant à deux AS différents, si P est un sous chemin de Q alors $P <_{\alpha} Q$.

Politiques cohérentes entre elles

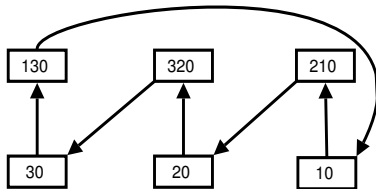
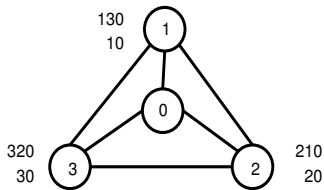
Théorème

Si $<_{\alpha}$ est une relation d'ordre stricte alors les politiques sont cohérentes entre elles.

Politiques cohérentes entre elles

Nouveau graphe de conflit

$130 \xrightarrow{\leq \alpha} 10$ $10 \xrightarrow{\leq \alpha} 210$ $210 \xrightarrow{\leq \alpha} 20$ $20 \xrightarrow{\leq \alpha} 320$ $320 \xrightarrow{\leq \alpha} 30$ $30 \xrightarrow{\leq \alpha} 130$
local *global* *local* *global* *local* *global*



- 1 Brève présentation de BGP
- 2 Présentation du problème
 - SPP (Stable Paths Problem)
 - Travaux déjà réalisés
 - Graphe de conflit
- 3 Notre solution
 - Maintien de l'état des chemins
 - Principe du jeton
 - Gestion des pannes et apparitions de lien
 - Politiques cohérentes entre elles
- 4 **Bilan et perspectives**

Bilan et perspectives





Travaux réalisés :

- 1 Détection et résolution des oscillations
 - Gestion locale des états des chemins
 - méthode dynamique distribuée
 - jeton ajouté aux messages de BGP
- 2 Gestion des pannes et apparitions de liens
 - processus de test de réhabilitation
- 3 Définition de politiques cohérentes entre elles

Bilan et perspectives

Travaux à venir :

- Tester cette solution à l'aide d'un simulateur
- Déterminer si une interdiction n'est pas meilleure qu'une autre
- Gérer les comportements byzantins
- Gérer les problèmes de connectivité

-  Timothy G. Griffin and Gordon Wilfong.
A safe path vector protocol.
Proc. IEEE INFOCOM, vol.2 :pp. 490–499, 2000.
-  Timothy G. Griffin, F. Bruce Sherpherd, and Gordon Wilfong.
Policy disputes in path-vector protocols.
Proc. 7th Int. Conf. Network Protocols (ICNP'99), pages pp. 21–30, 1999.
-  Lixin Gao and Jennifer Rexford.
Stable internet routing without global coordination.
in Proc. ACM SIGMETRICS, June 2000.
-  Selma Yilmaz and Ibrahim Matta.
A randomized solution to bgp divergence.
in Proc. of the 2nd IASTED Int. Conf. on Communication and Computer Networks (CCN'04), November 2004.