



recherche

Classification and Evaluation of Constraint-Based Routing Algorithms for MPLS Traffic Engineering

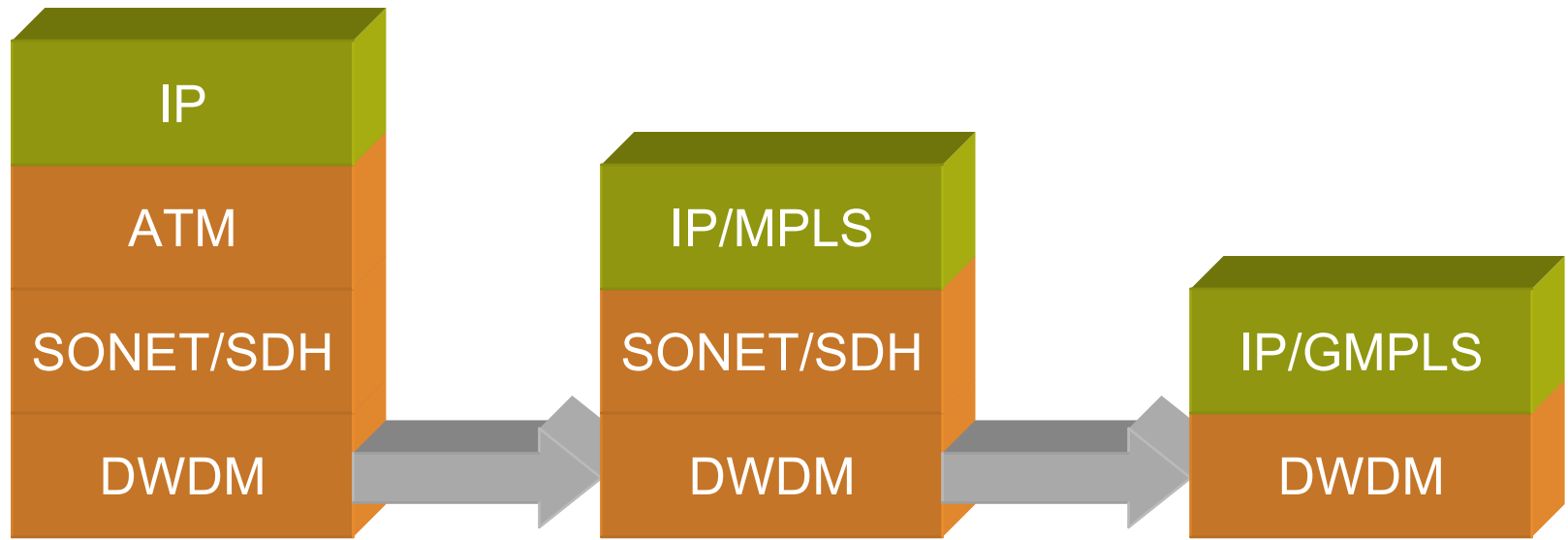
Samer Lahoud
Géraldine Texier
Laurent Toutain

Plan de la présentation

- Contexte
- Objectifs du routage contraint
- Classification des solutions existantes
- Évaluation des solutions existantes
- Solution d'intégration
- Conclusion et perspectives

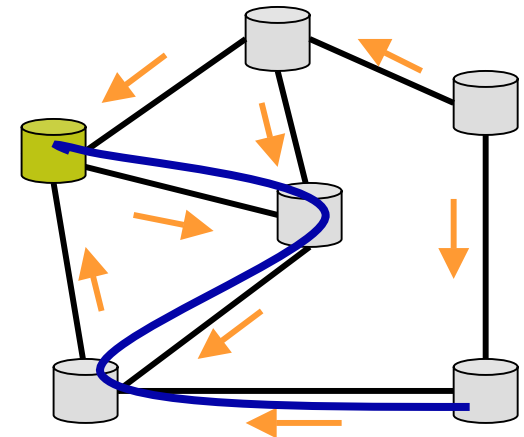
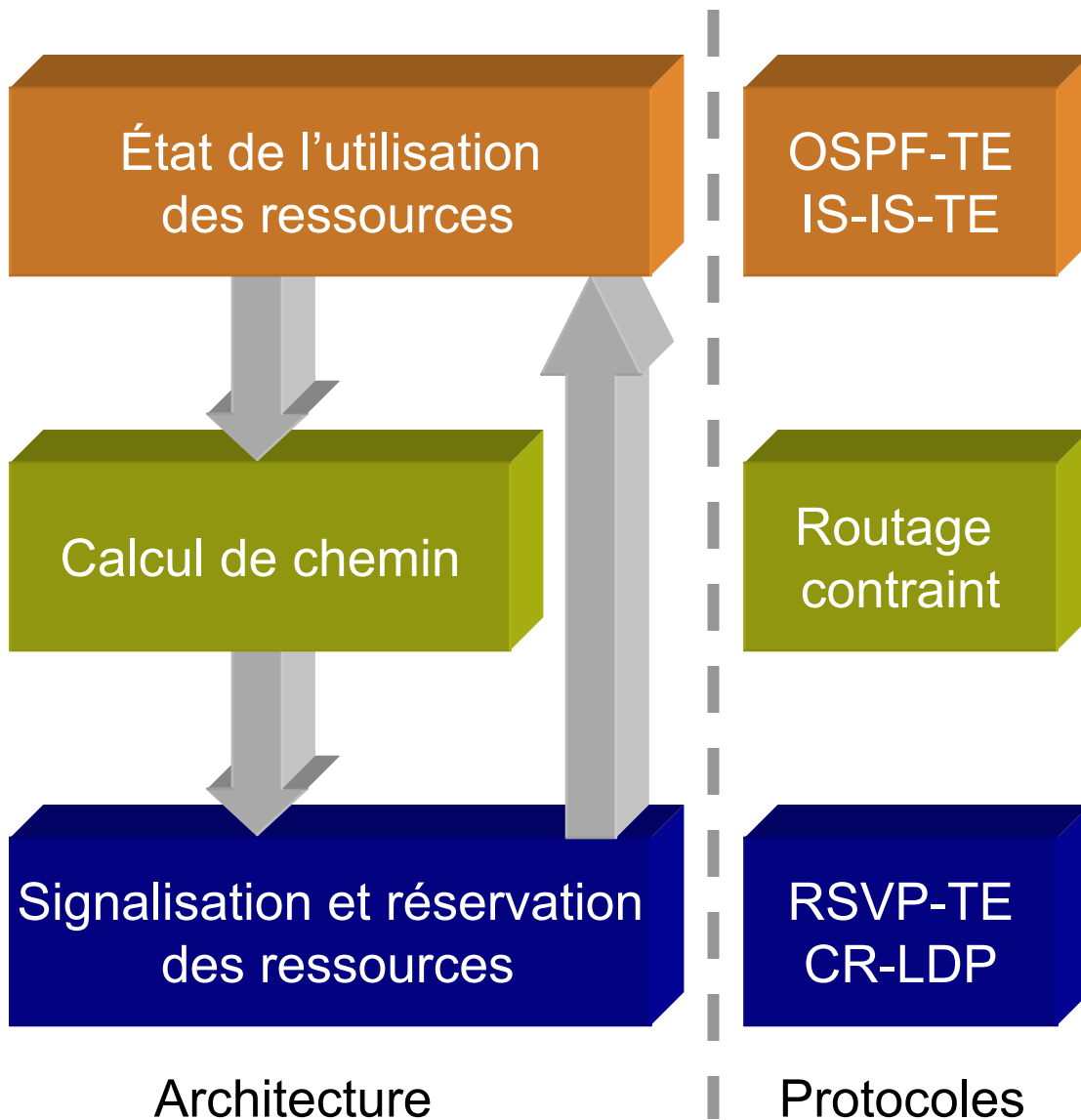
MPLS et Ingénierie de Trafic

- Évolution des réseaux cœurs



- Ingénierie de trafic
 - ◆ Optimiser l'utilisation des ressources
 - ◆ Améliorer les performances

Architecture MPLS-TE



Routage contraint



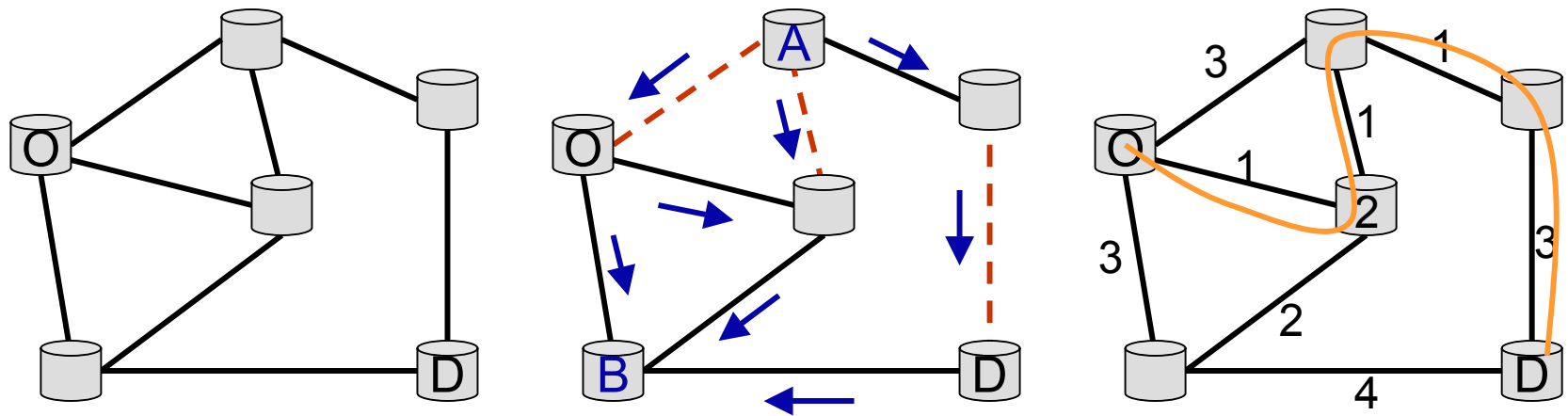
- Module intelligent de calcul de chemin
- Hors ligne
 - ◆ Utilisation d'une matrice de trafic
 - ◆ Données : matrice de trafic
 - ◆ Contraintes : évolution dynamique
- En ligne
 - ◆ Aucune connaissance des futures demandes
 - ◆ Données : état actuel du réseau
 - ◆ Contraintes : temps de calcul

Objectifs du routage contraint

- Réduction de la probabilité de blocage
 - ◆ Satisfaire un maximum de demandes d'établissement de LSPs
- Réduction des coûts statiques
 - ◆ Choix d'un chemin avec un nombre minimal de sauts ou une longueur minimale
- Équilibrage de charge
 - ◆ Répartir la charge uniformément dans le réseau

Solutions existantes (1)

- Réduction de la probabilité de blocage
 - ◆ Minimum Interference Routing Algorithm (MIRA)



- Identification des liens critiques
- Attribution des poids
- Calcul du plus court chemin

Solutions existantes (2)

- Réduction des coûts statiques
 - ◆ Algorithme MinHop :
 - Minimiser le nombre de sauts
 - Minimiser la longueur du chemin
- Équilibrage de charge
 - ◆ Minimisation de la charge
 - Choix des liens qui ont le plus faible rapport de charge par rapport à la capacité

Modèle de simulation

- Modèle : $G=(V,E)$ graphe orienté
- Pour chaque LSP (O,D,b), déterminer $x(e)$ et $y(e)$:

- ◆ **Minimiser :**

$$\sum_{e \in E} \text{coût}(e) \times [x(e) + y(e)], \quad x(e), y(e) \in \{0,1\}, e \in E$$

- ◆ **Suivant :**

$$\sum_{e \in \text{Out}(v)} [x(e) - y(e)] - \sum_{e \in \text{In}(v)} [x(e) - y(e)] = \varepsilon(v), \quad \text{pour } v \in V$$

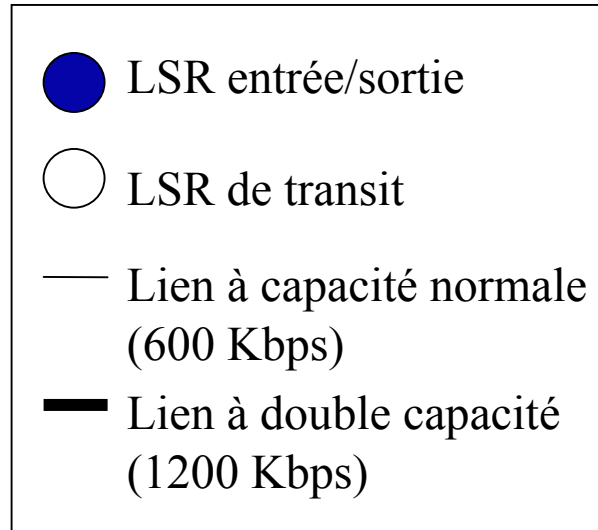
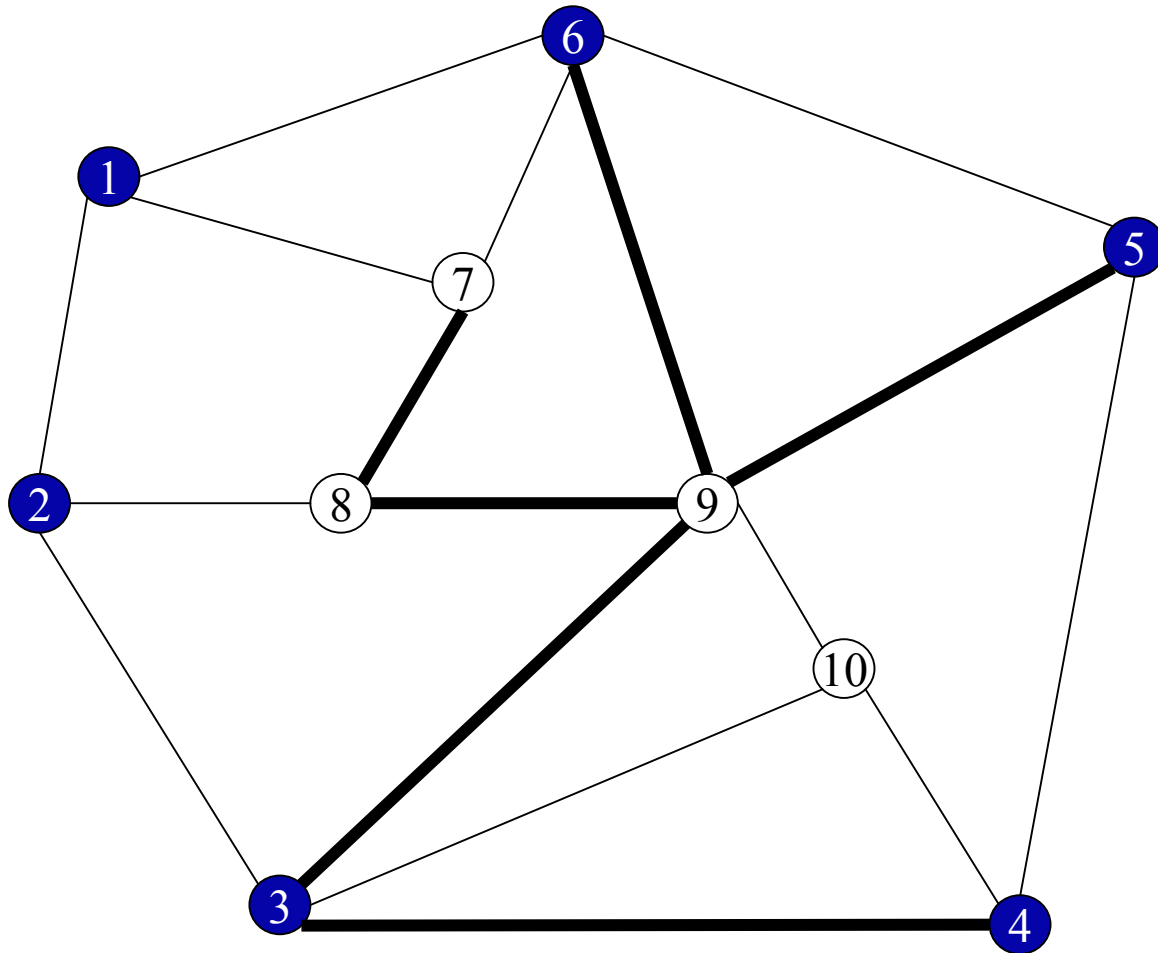
$$[x(e) + y(e)] \times [\text{charge}(e) + b] \leq \text{cap}(e), \quad \text{pour } e \in E$$

- ◆ **Avec :**

$$\text{coût}(e) = \begin{cases} 1 & \text{MinHop} \\ \text{longueur}(e) & \text{MinLength} \\ \text{charge}(e) / \text{cap}(e) & \text{Eq. de charge} \\ \text{fct_critique}(e) & \text{MIRA} \end{cases} \quad \varepsilon(v) = \begin{cases} +1 & v = O \\ -1 & v = D \\ 0 & v \notin \{O, D\} \end{cases}$$

- ◆ LSP est routé sur e dans la même direction (resp. opposée) si $x(e) = 1$ (resp. $y(e) = 1$)

Topologie de simulation



Évaluation des algorithmes de routage contraint

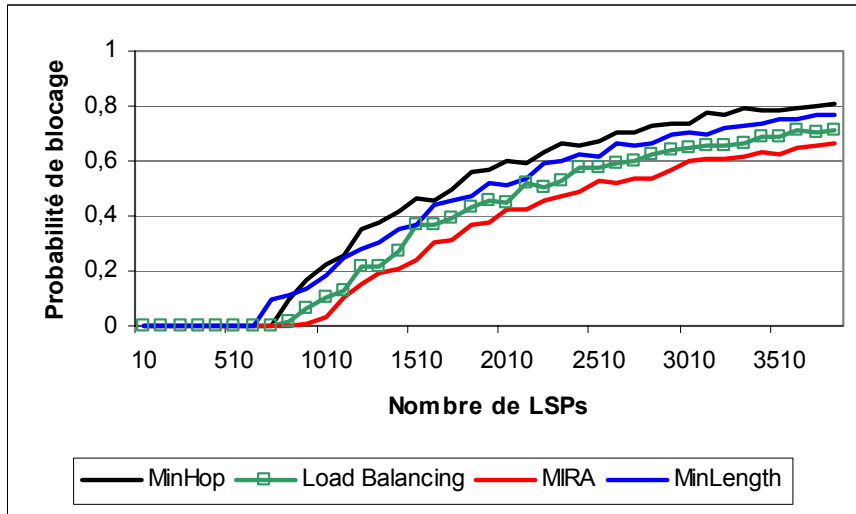


Figure 1

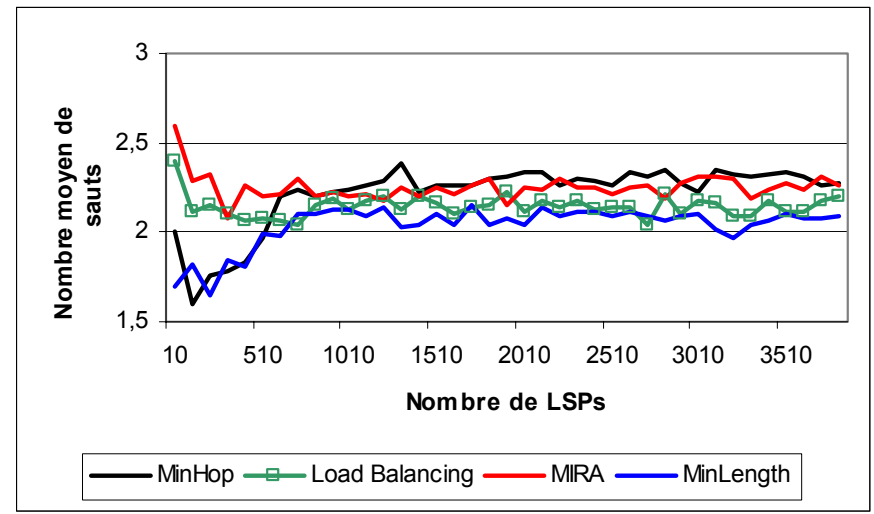


Figure 2

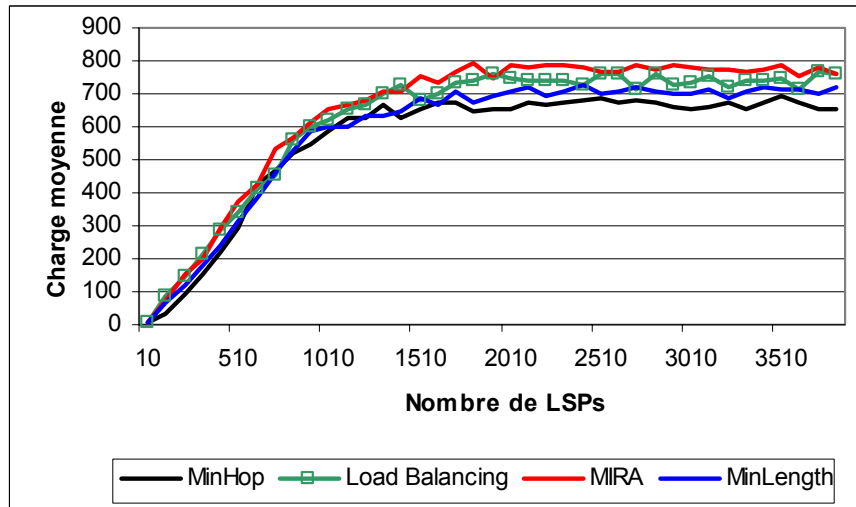


Figure 3

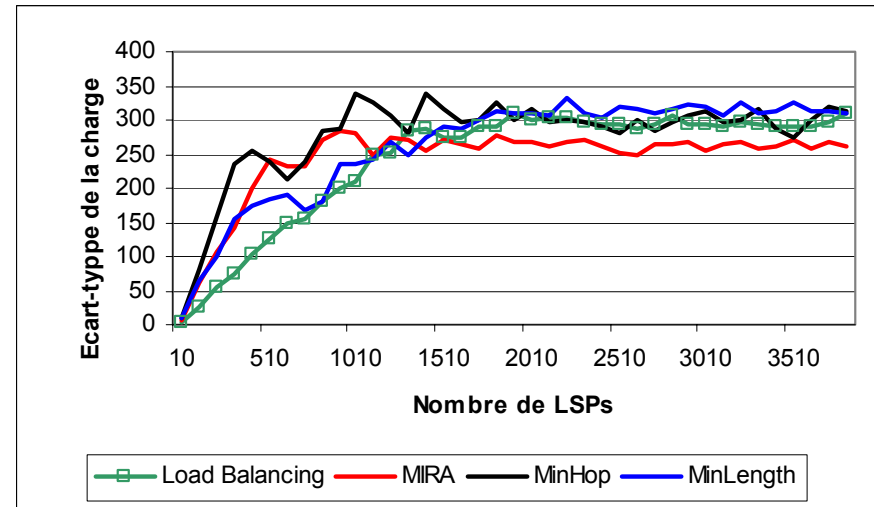


Figure 4

Solution d'intégration : concept

- Recherche d'une solution qui intègre les performances de : MIRA, MinHop et équilibrage de charge
- Fonction objectif de la forme :

$$Coût(e) = T1 + T2 \times fct_critique(e) + T3 \times charge(e)$$

- Observation des performances
 - ◆ MinHop doit être prédominant à faible charge
 $T1 = a \times (capacité_totale / charge_totale)$
 - ◆ MIRA doit intervenir lors de la variation des liens critiques
 $T2 = 16 \times b \times (charge_totale / capacité_totale)$
 - ◆ Équilibrage de charge transparent à faible charge

$$T3 = c, \quad charge(e) = \begin{cases} \frac{charge(e)}{cap(e)} & charge(e) > seuil = cap(e) / 3 \\ 0 & sinon \end{cases}$$

Solution d'intégration : performances

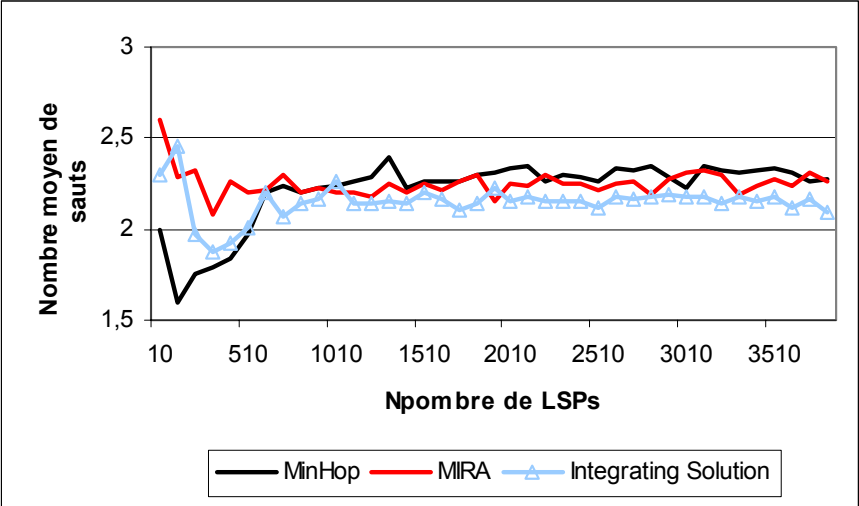


Figure 1

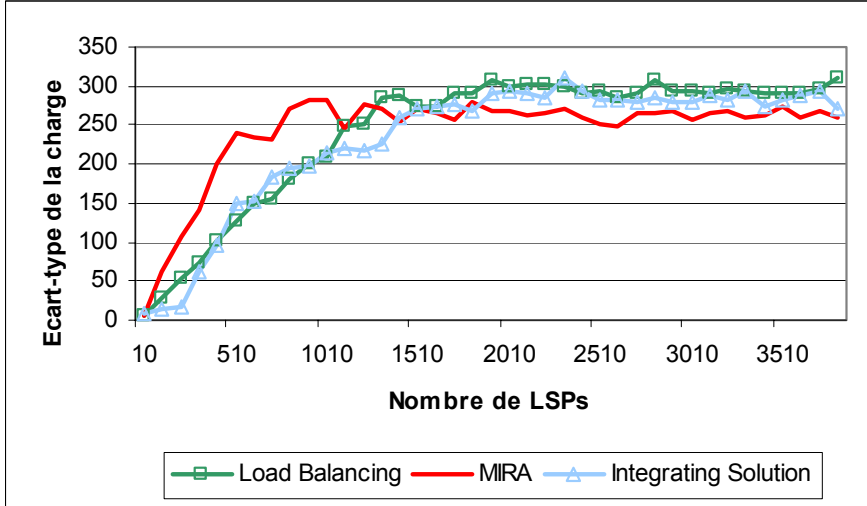


Figure 2

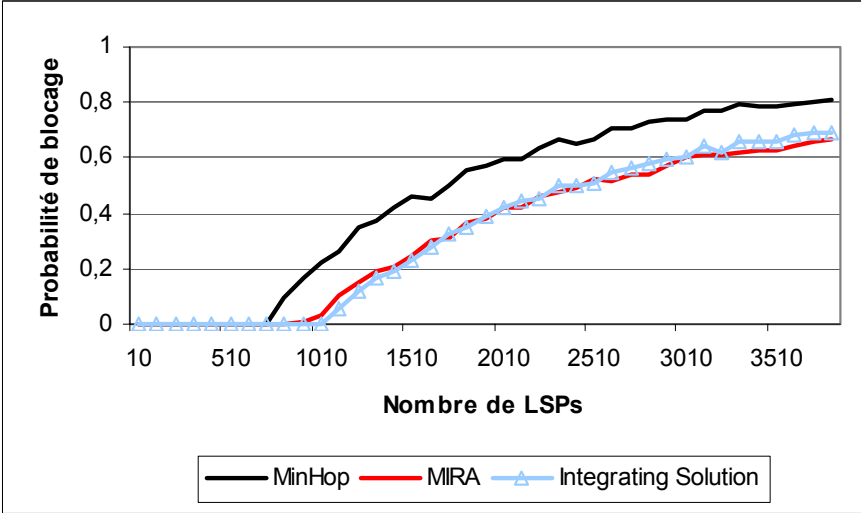


Figure 3

Conclusion et perspectives

- Problème d'ingénierie de trafic :
 - ◆ Insuffisance de considérations partielles du problème d'ingénierie de trafic
 - ◆ Pertinence de la solution d'intégration
- Perspectives futures :
 - ◆ Problème de routage contraint avec un trafic multi-priorité
 - ◆ Problème de routage contraint avec calcul du chemin de secours en ligne