

# mQMA : routage multicast multi-QoS avec l'agrégation multicast

Travail réalisé au laboratoire CRISTAL de l'ENSI de Tunis

Naouel Ben Ali  
Abdelfettah Belghith  
Miklos Molnar

# Métriques de QoS

- Métriques additives : délai, coût gigue, #sauts
- Métriques multiplicatives : taux de perte
- Métriques concaves : bande-passante

# Routage avec plusieurs critères de qualité de service

- Routage Multi-Contraint chemin : NP-Complet si N métriques additives, M métriques multiplicatives et  $N+M \geq 2$

(Wang et Crowcroft 96)

- Plusieurs approches pour résoudre le problème :
  - 1- Combiner plusieurs métriques en une seule métrique
  - 2- Optimiser une contrainte en particulier tout en garantissant les autres contraintes

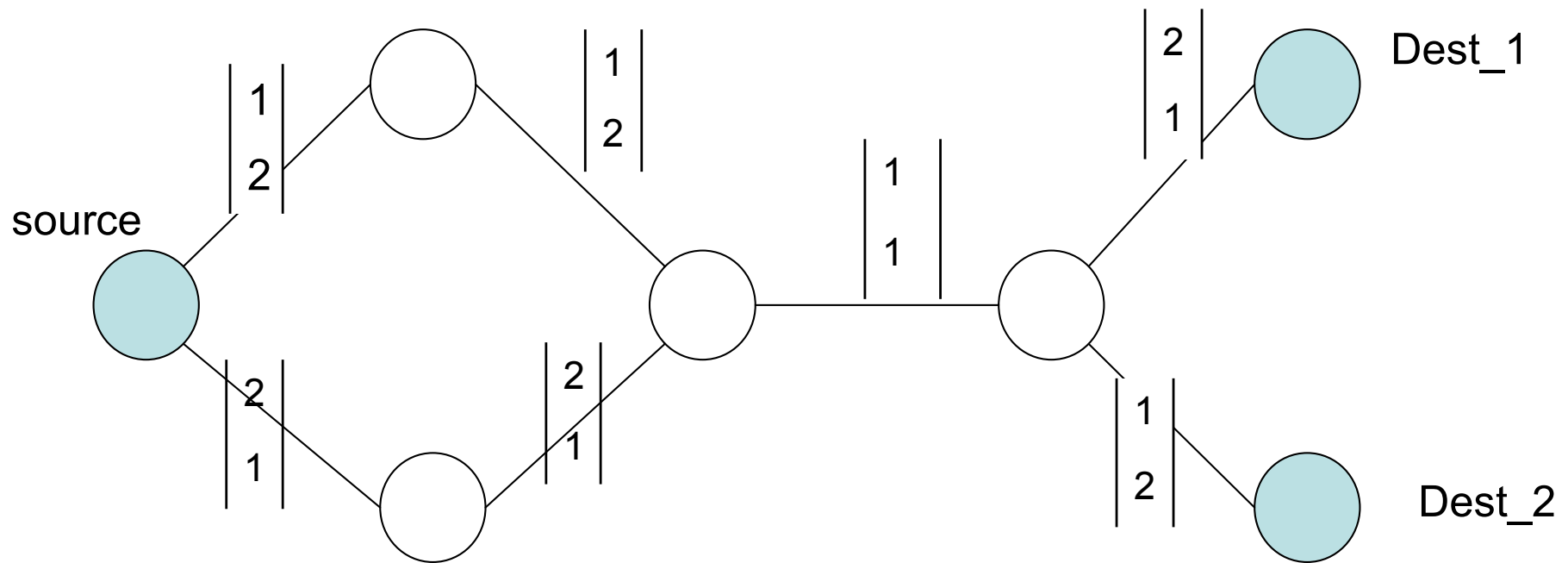
# Hypothèses

- Multicast : communication de point à multipoint
- $m$  critères de QoS ( $m \geq 1$ )
- Réseau : graphe non orienté multi-valué
- Pour chaque lien du graphe, une valeur  $w_i$  associée par métrique ( $m$  valeurs)
- Pour chaque métrique, une contrainte  $L_i$  fixée par groupe ( $m$  contraintes)
- Respecter à tout prix les contraintes fixées

# Approche MAMCRA

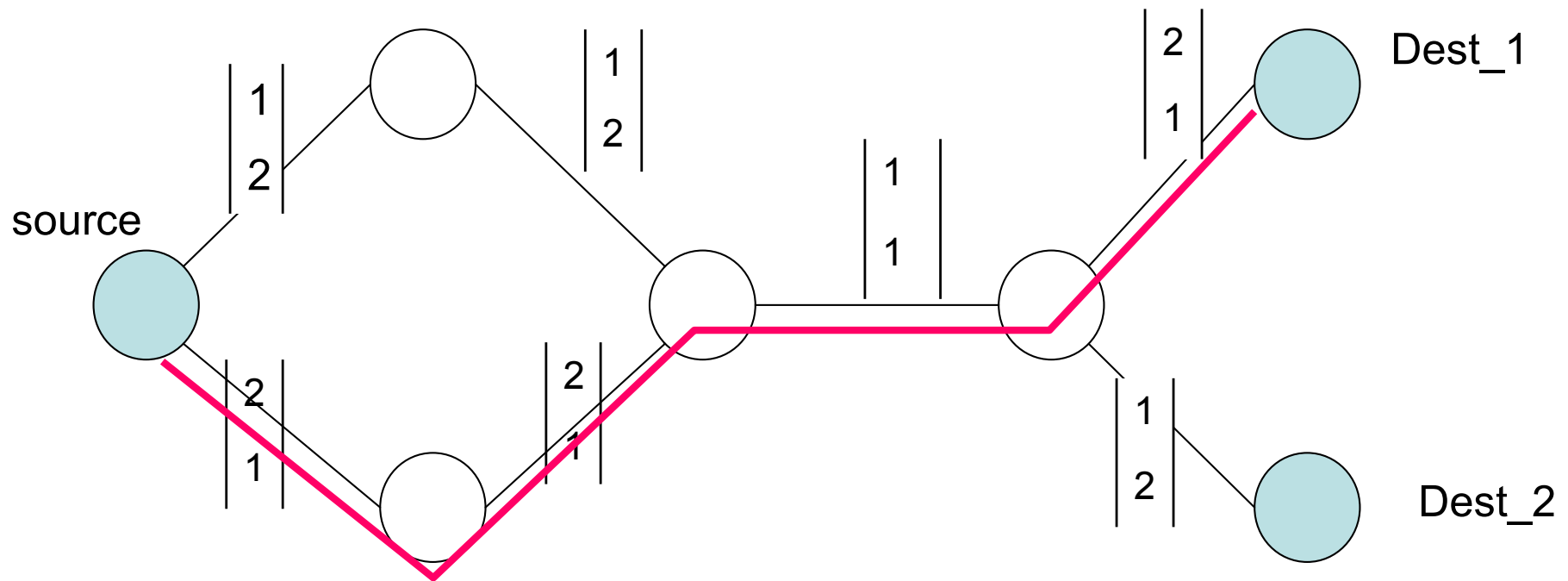
- Pour chaque **destinataire**  $d$ , trouver le **chemin**  $P$  de  $s$  à  $d$  qui satisfait toutes les **contraintes**  $L_i$  et qui minimise la **fonction**  $\text{samcra } I(P)$
- Si pas de chemin,  $d$  est exclu du groupe
- On construit le **graphe**  $M$  en ajoutant un à un les chemins des destinataires du groupe  $G$
- On élimine éventuellement des boucles présentes dans  $M$  si c'est possible

# Multicast multi-critères



Contraintes 6,6

# Multicast multi-critères



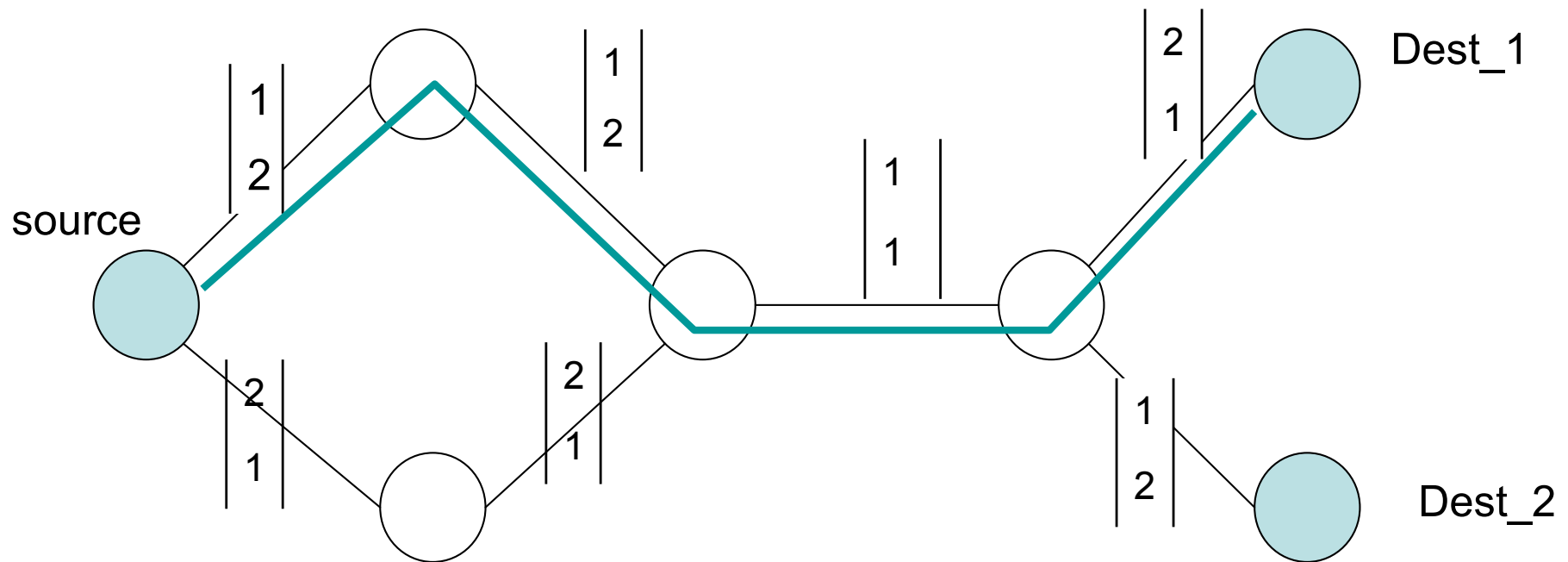
Contraintes 6,6

Métrieque 1 : 7

Métrieque 2 : 4

rained QoS Multicast Aggregation

# Multicast multi-critères



Contraintes 6,6

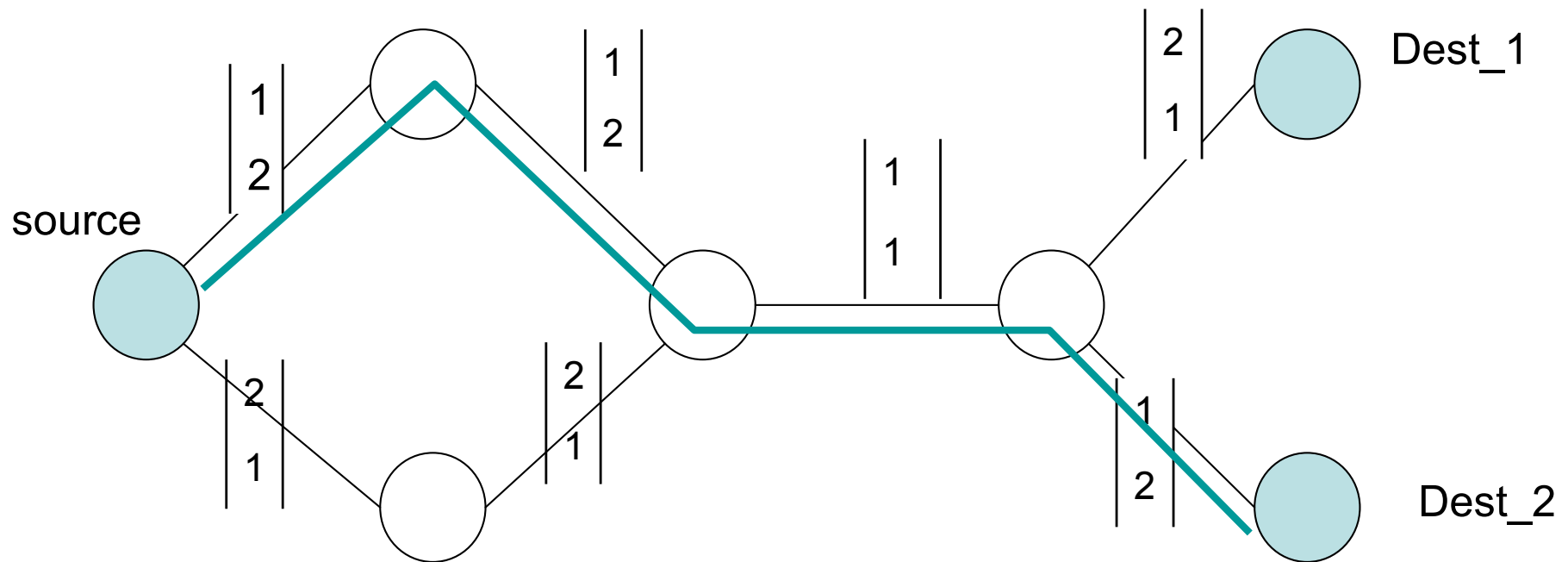
Métrieque 1 : 5

Métrieque 2 : 6

rained QoS Multicast Aggregation



# Multicast multi-critères



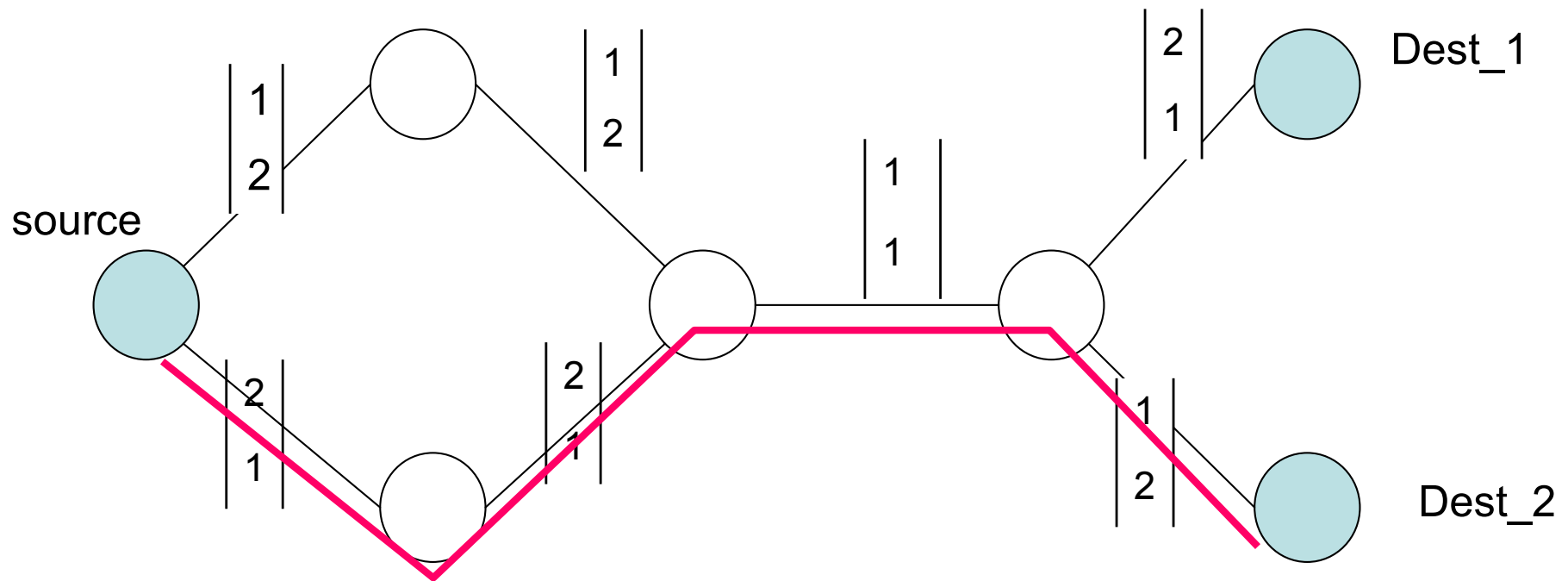
Contraintes 6,6

Métrieque 1 : 4

Métrieque 2 : 7

rained QoS Multicast Aggregation

# Multicast multi-critères



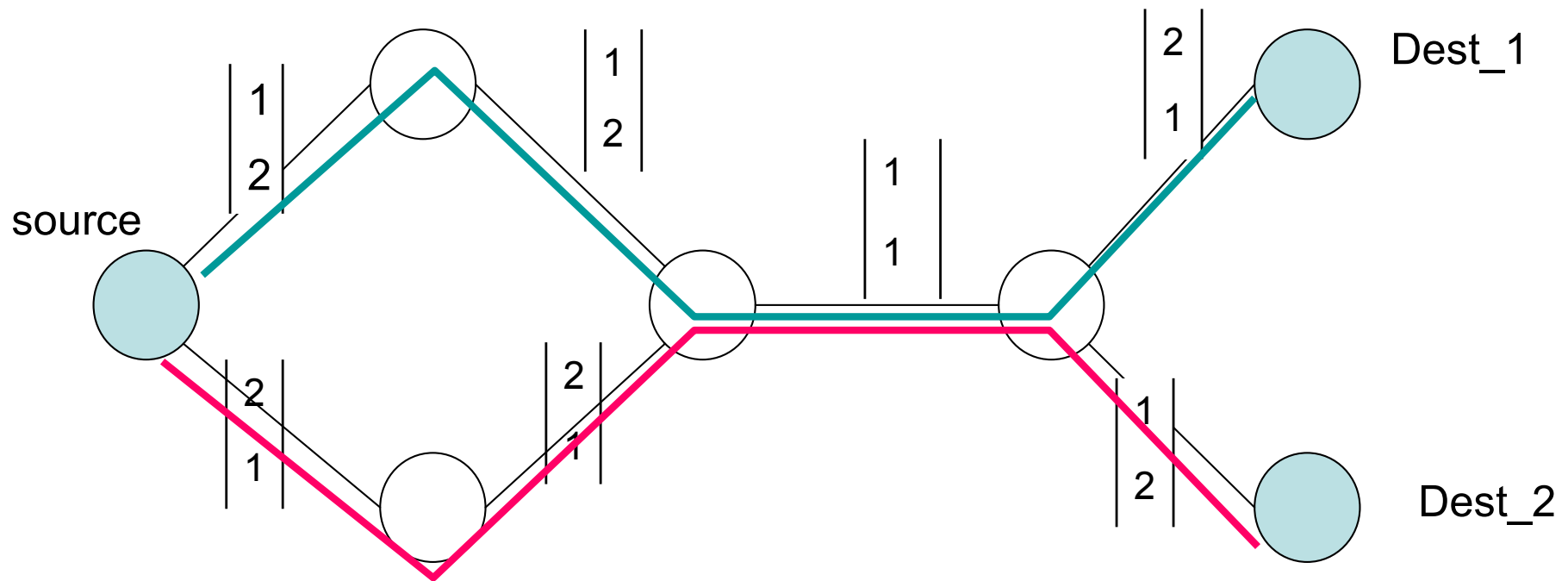
Contraintes 6,6

Métrie 1 : 6

Métrie 2 : 5

rained QoS Multicast Aggregation

# Multicast multi-critères



Contraintes 6,6

# Longueur Samcra

$$l(P) = \max_{1 \leq i \leq m} \frac{w_i(P)}{L_i}$$

Il y a  $m$  métriques, où

$P$  : chemin de la source au destinataire

$L_i$  : les contraintes à respecter

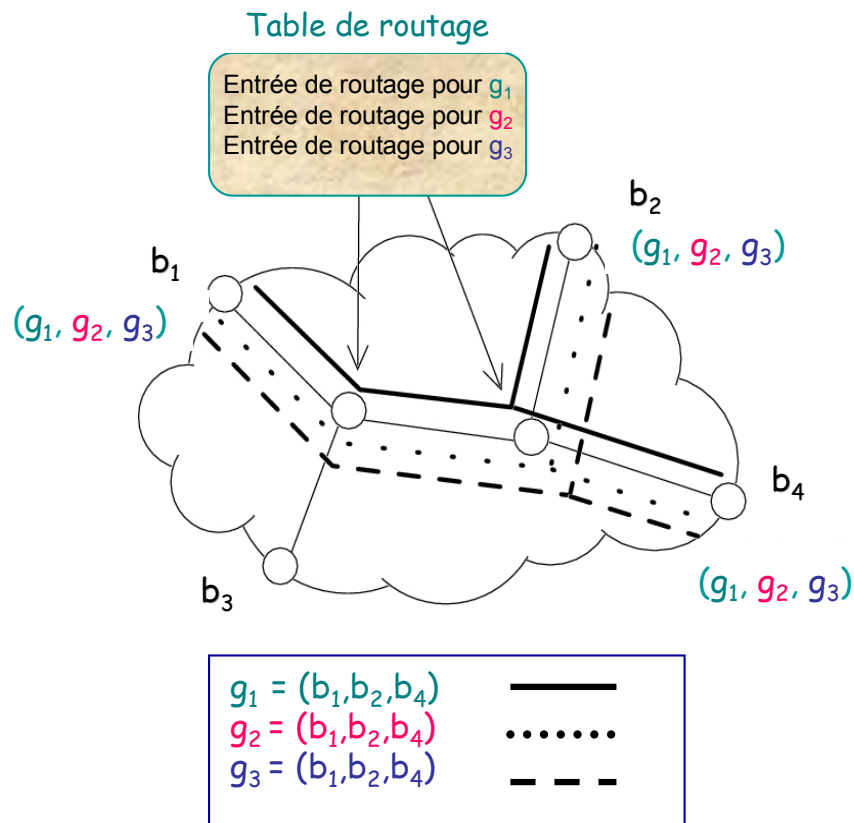
$w_i(l)$  : métrique  $i$  sur le lien  $l$

$w_i(P) = \sum w_i(l) \ (l = \text{liens} \in P)$

Minimiser cette métrique = minimiser la ressource qui est la plus critique

# Agrégation multicast

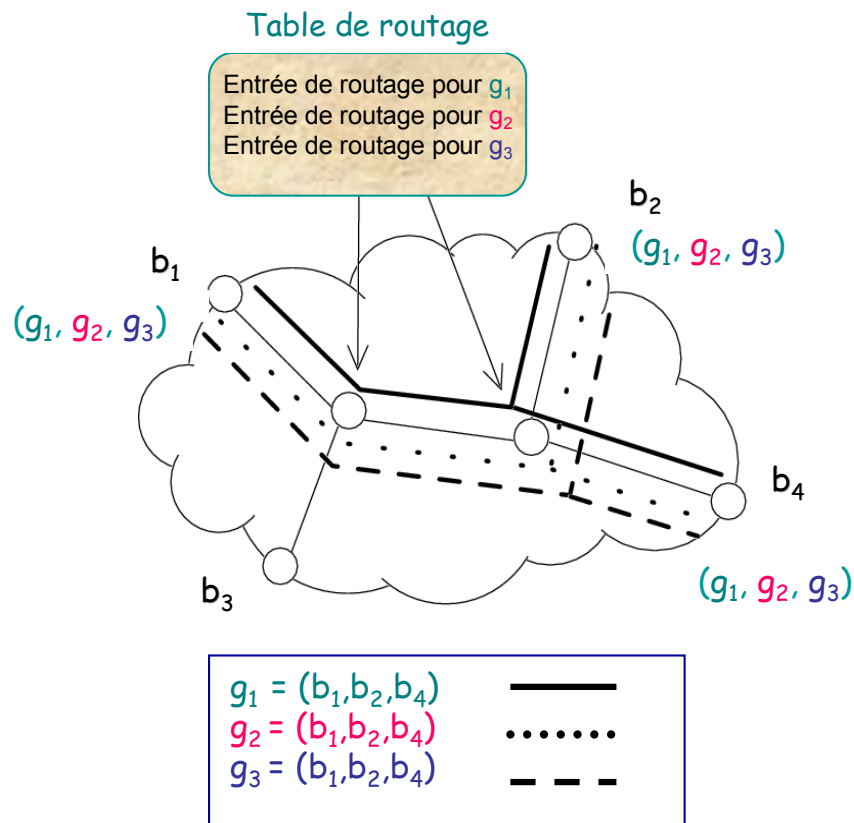
Avec le multicast traditionnel



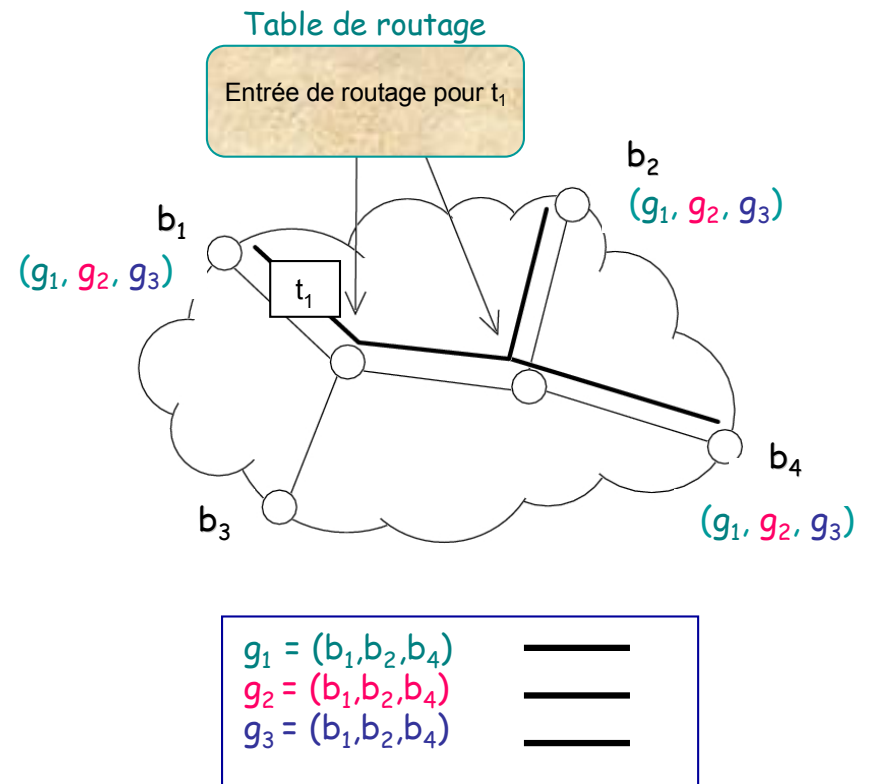
**BUT agrégation multicast : réduire le nombre d'entrées stockées par le multicast traditionnel**

# Agrégation multicast

Avec le multicast traditionnel



Avec l'agrégation multicast



Plusieurs groupes utilisent le même arbre afin de réduire le nombre d'entrées de routage multicast

# Agrégation multicast

- On a un ensemble d'arbres MTS déjà construits, un groupe  $g$ , le réseau  $G = (V, E)$
- Trouver un arbre parmi ceux du MTS qui couvre le groupe  $g$  et qui ne gaspille pas trop de bande-passante

# Algorithme mQMA

- **BUT** : coupler agrégation multicast et routage multicast multi-critères

## Agrégation

réduire le nombre d'entrées de routage multicast

## Multicast multi-critères

plusieurs critères de qualité de service pour le multicast

## mQMA

multi-constrained QoS multicast aggregation



# Algorithme mQMA

## Données :

le graphe multi-valué,  
un groupe multicast  $g$ ,  
les contraintes  $L_i$  du groupe,  
l'ensemble MTS des arbres déjà configurés

## Résultat :

un arbre pour  $g$  ou un ensemble d'arbres pour  $g$

# Algorithme mQMA

Construire le graphe  $M$  couvrant les destinataires suivant la longueur  
Samcra : on trouve le groupe  $g' \subseteq g$ .

## Phase 1: agrégation globale de $g$

- Tentative d'agrégation de  $g'$  avec un arbre déjà construit respectant les contraintes de  $g$ .

# Algorithme mQMA

Construire le graphe  $M$  couvrant les destinataires suivant la longueur  
Samcra : on trouve le groupe  $g' \subseteq g$ .

## Phase 1: agrégation globale de $g$

- Tentative d'agrégation de  $g'$  avec un arbre déjà construit respectant les contraintes de  $g$ .

## Phase 2 : agrégation des sous-arbres

- Si  $M$  contient des cycles : décomposition de  $M$  en arbres
- Agrégation séparée de chacun des sous-arbres

# Algorithme mQMA

Construire le graphe  $M$  couvrant les destinataires suivant la longueur Samcra : on trouve le groupe  $g' \subseteq g$ .

## Phase 1: agrégation globale de $g$

- Tentative d'agrégation de  $g'$  avec un arbre déjà construit respectant les contraintes de  $g$ .

## Phase 2 : agrégation des sous-arbres

- Si  $M$  contient des cycles : décomposition de  $M$  en sous-arbres
- Tentative d'agrégation séparée de chacun des sous-arbres

## Phase 3 : agrégation ou ajout d'un arbre

- Si pas d'agrégation, ajout de l'arbre dans MTS (si pas de cycles dans  $M$ ) ou ajout de chacun des sous-arbres dans MTS (sinon)

# Décomposition en sous-arbres

$A_1 \leftarrow \emptyset, A_2 \leftarrow \emptyset, A_3 \leftarrow \emptyset, A_i \leftarrow \emptyset \dots$

$G = \{s, d_1, d_2, d_3, \dots, d_n\}$

Pour chaque  $d_i \rightarrow$  chemin Samcra  $P_i$  associé

- Examiner les chemins de  $s$  vers  $d_i$  un à un dans l'ordre **décroissant** du nombre de destinataires couverts par le chemin
- $i = 1;$
- Ajouter le chemin dans  $A_i$  si il n'amène pas la formation d'un cycle (sinon  $i++$ )

# Algorithme mQMA : élimination des cycles

- Lors de l'agrégation globale :
  - On peut trouver un arbre existant respectant les contraintes et couvrant le groupe → on élimine les cycles dans ce cas.
- Lors de la décomposition de M en arbres :
  - Dans nos cas de simulations, on trouve au plus 2 sous-arbres
  - On peut trouver un seul arbre selon l'ordre d'énumération des chemins et donc éliminer des cycles

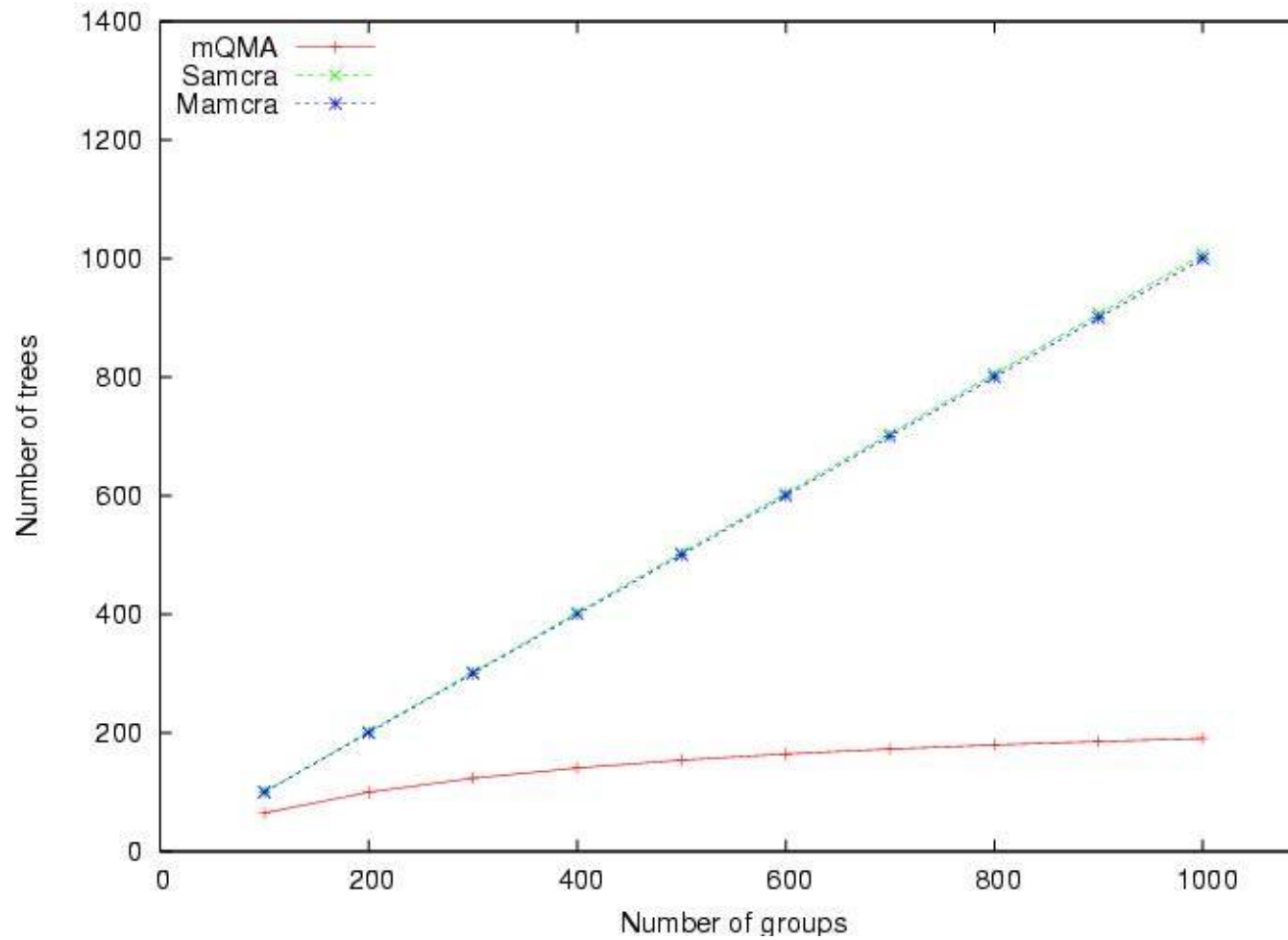
# Résultats de simulation

# Paramètres de simulation

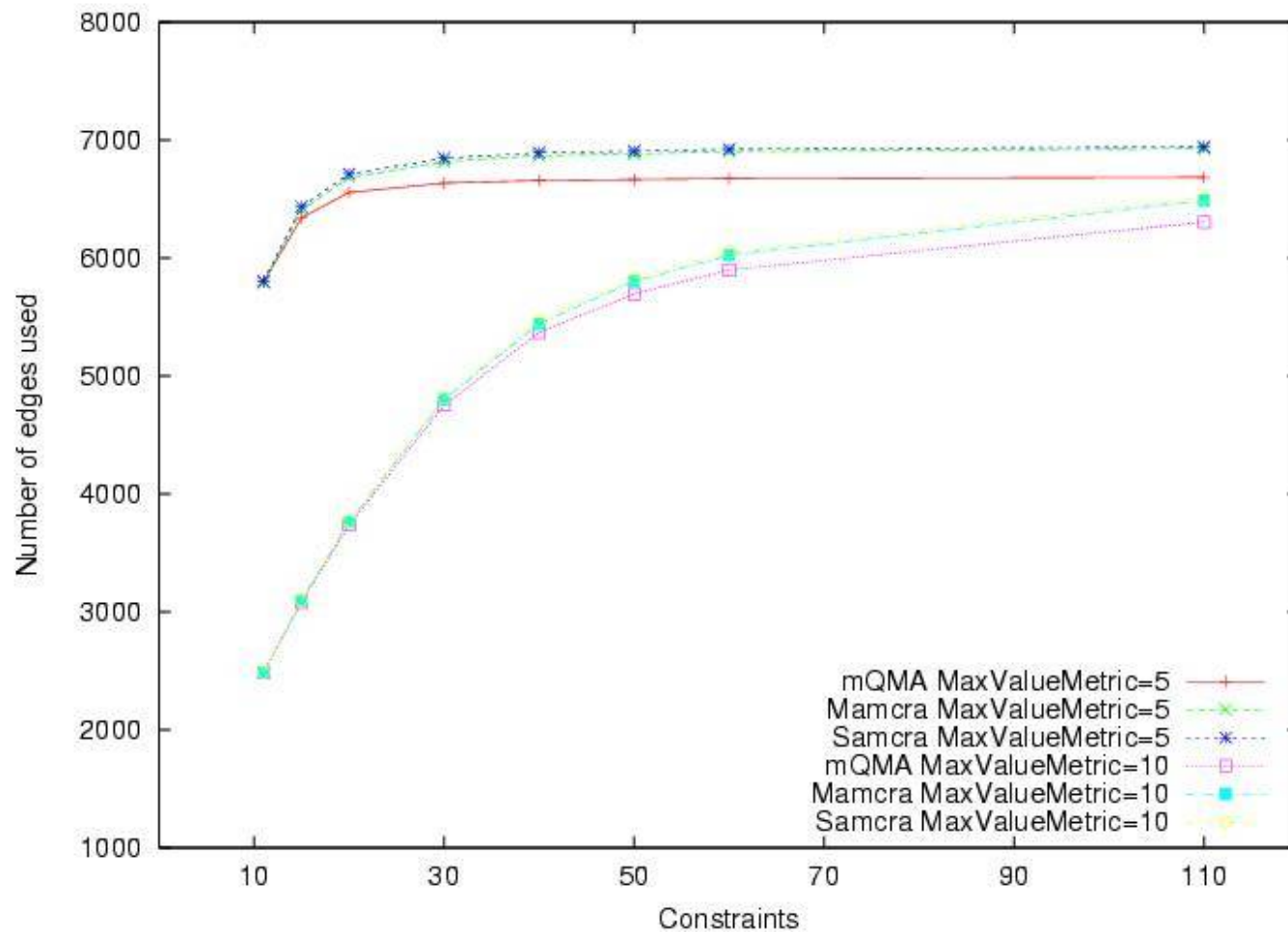
- Réseau Abilène (11 nœuds et 14 arêtes)
- 1000 groupes générés aléatoirement
- Source du groupe choisie aléatoirement parmi 4 routeurs sources connus dans le réseau
- Valeurs des liens fixée aléatoirement entre 1 et 5
- Contraintes fixées aléatoirement entre 15 et 115 pour chaque groupe
- Chaque scénario répété 1000 fois



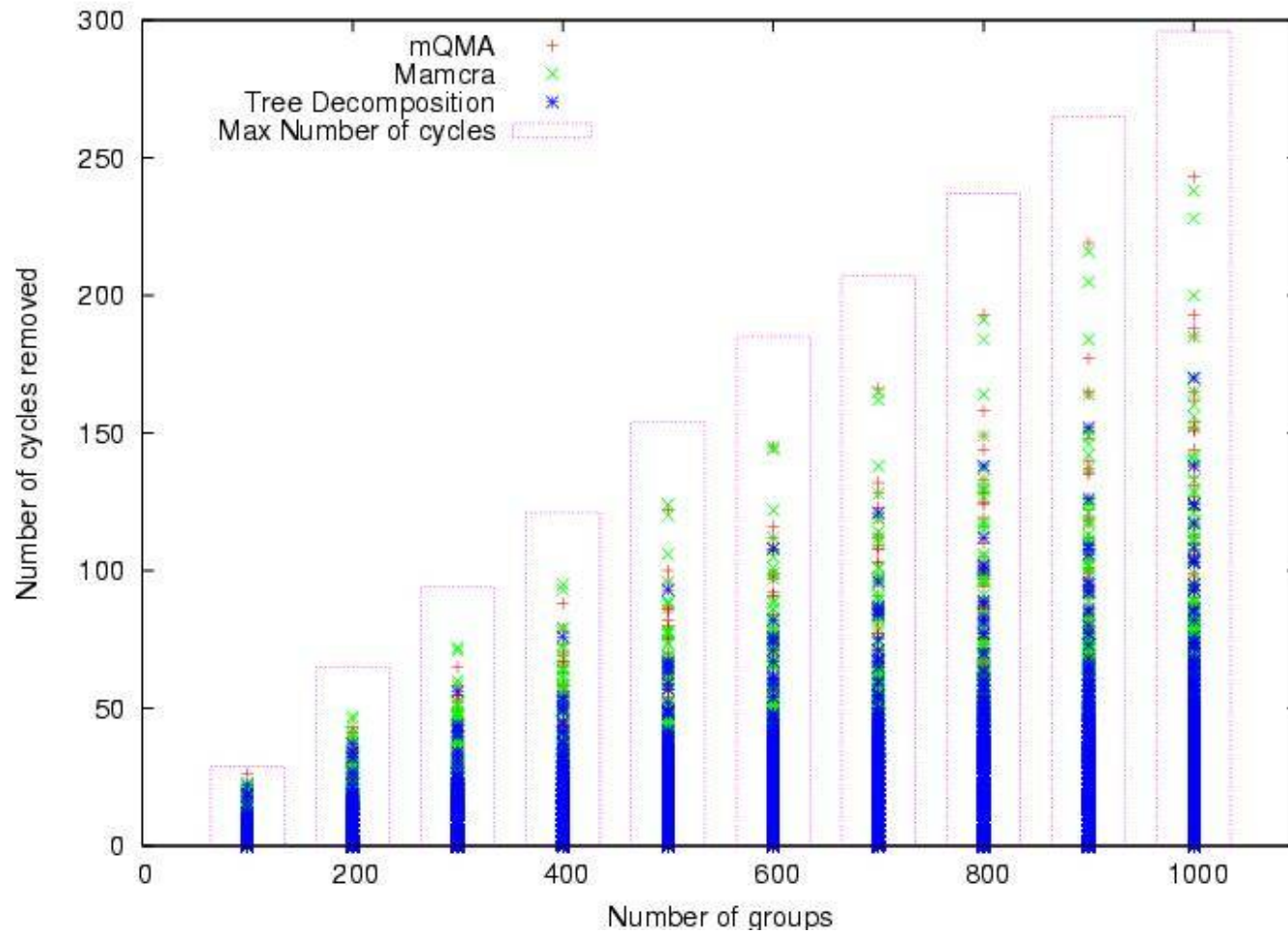
# Nombre d'arbres



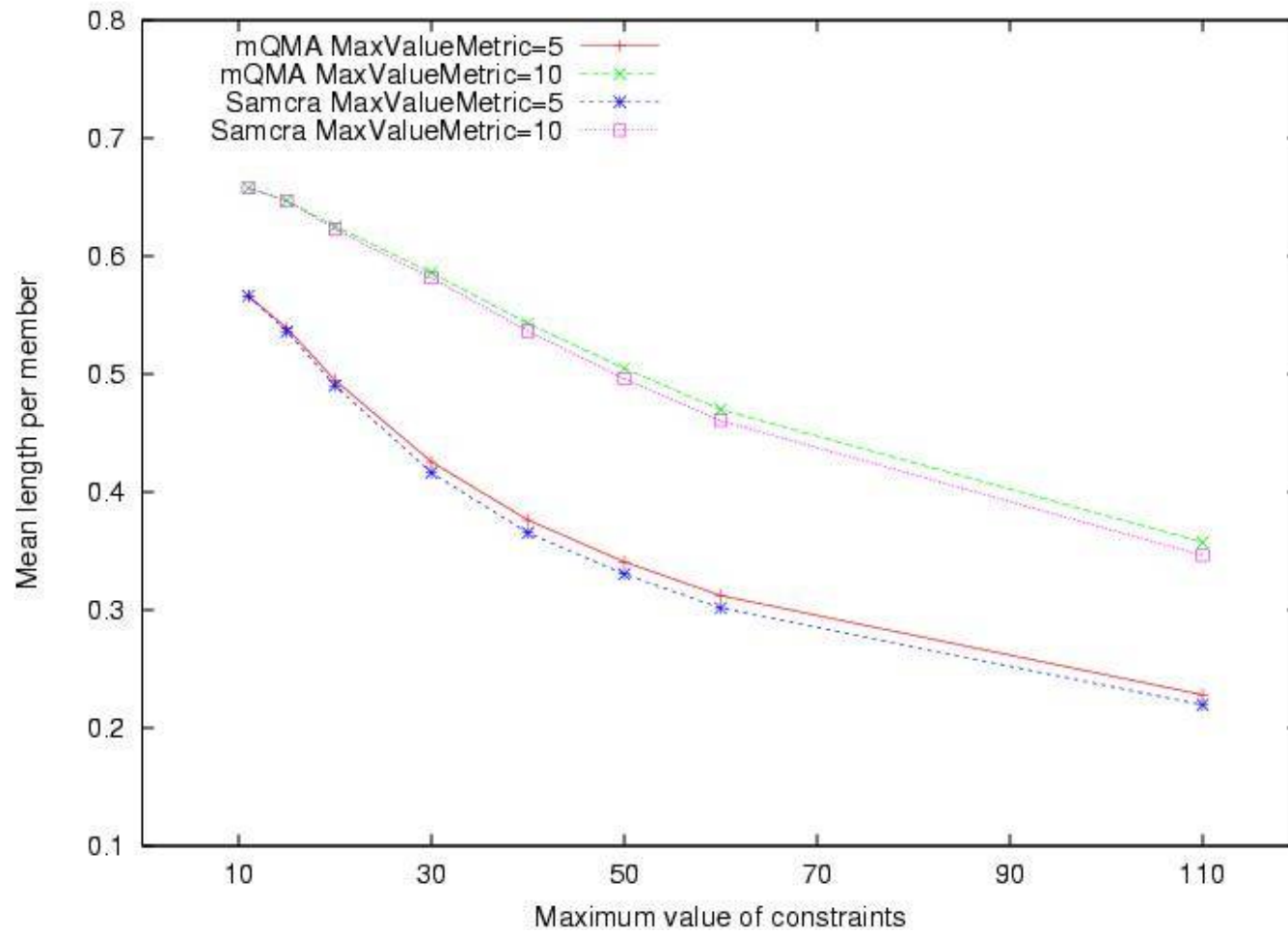
# Nombre d'arêtes utilisées



# Nombre de cycles enlevés



# Longueur Samcra moyenne



# Nombre de cycles enlevés

	Mamcra	mQMA	Décomposition en sous-arbres
Pourcentage de cycles enlevés	95.59%	96.84%	68.72%

# Conclusion

mQMA : agrégation multicast couplée au multi-critères QoS

- Mêmes performances que Mamcra en ce qui concerne la longueur samcra
- Même nombre de cycles enlevés

## Avantages :

- réduction du nombre d'entrées de routage multicast
- Routage facilité car il n'y a pas de structures contenant des cycles