

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Nouveaux services réseaux pour les réseaux fortement dynamiques

Bertrand Ducourthial

Laboratoire Heudiasyc (UMR UTC-CNRS 6599)

Dpt Génie Informatique

Université de Technologie de Compiègne

jeudi 2 février 2006

Réseaux ad hoc fortement dynamiques

- ① Approche des réseaux ad hoc fortement dynamiques
- ② Applications inter-véhicules
- ③ Nouveaux services réseaux
- ④ Performances
- ⑤ Conclusion



Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

1 Approche des réseaux ad hoc fortement dynamiques

2 Applications inter-véhicules

3 Nouveaux services réseaux

4 Performances

5 Conclusion



Réseaux ad hoc fortement dynamiques

- Approche classique
 - “ordinateurs” en réseaux
 - réseau physique incomplet \rightsquigarrow routage
émule un réseau complet dans un réseau incomplet
 - briques algorithmiques de base
e.g., arborescence, exclusion mutuelle...

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Réseaux ad hoc fortement dynamiques

- Approche classique
- Adaptée aux réseaux fortement dynamiques ?
 - nombreux travaux sur le routage dans les réseaux ad hoc (> 40 protocoles de routages proposés)
 - très peu d'expérimentation dans des réseaux fortement dynamiques OLSR, AODV...
 - nécessité du routage ?
 - message de u à v
 - v présent ? connu ?

service de retransmission conditionnelle



Réseaux ad hoc fortement dynamiques

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- Approche classique
- Adaptée aux réseaux fortement dynamiques ?
 - nombreux travaux sur le routage dans les réseaux ad hoc (> 40 protocoles de routages proposés)
 - très peu d'expérimentation dans des réseaux fortement dynamiques OLSR, AODV...
 - nécessité du routage ?
service de retransmission conditionnelle
 - quelles briques algorithmiques ?
 - définition dans les réseaux classiques
 - réaliste dans les réseaux dynamiques ?
e.g., arborescence, exclusion mutuelle



Réseaux ad hoc fortement dynamiques

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- Approche classique
 - Adaptée aux réseaux fortement dynamiques ?
 - nombreux travaux sur le routage dans les réseaux ad hoc (> 40 protocoles de routages proposés)
 - très peu d'expérimentation dans des réseaux fortement dynamiques OLSR, AODV...
 - nécessité du routage ?
service de retransmission conditionnelle
 - quelles briques algorithmiques ?
 - définition dans les réseaux classiques
 - réaliste dans les réseaux dynamiques ?
e.g., arborescence, exclusion mutuelle
- vers une algorithmique de type *best effort*
(non abordé dans cet exposé)



Réseaux ad hoc fortement dynamiques

- Approche classique
- Adaptée aux réseaux fortement dynamiques ?
- Démarche expérimentale
 - remise en cause des solutions classiques avec de faiblesse ?
 - partir des applications pour la validation

→ applications inter-véhicules

- réseau fortement dynamique s'il en est
- nombreuses applications et débouchés
- axe transport au laboratoire Heudiasyc



Nouveaux services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

① Approche des réseaux ad hoc fortement dynamiques

② Applications inter-véhicules

Exemples et projets en cours

Réalisations

Communications WiFi entre voitures

③ Nouveaux services réseaux

④ Performances

⑤ Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples

Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples

Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples

Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples

Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples

Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples

Réalisations

WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage

Alternative

HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion



Applications inter-véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

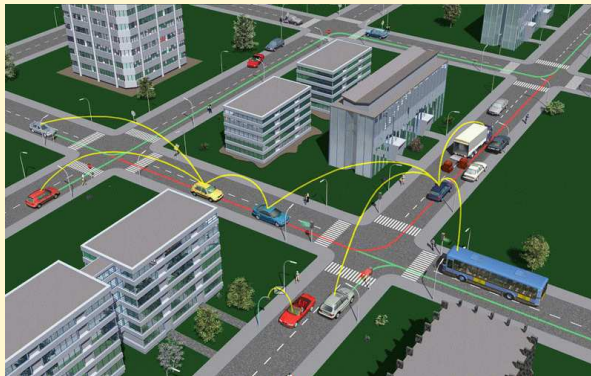
• Exemples d'applications

- sécurité routière
alertes, distance de visibilité... PREDIT/ARCOS, DIVA
- service au conducteur
information sur le trafic, les conditions climatiques...
- conduite coopérative
- ADAS communiquant
Advanced Driving Assistance Systems
- divertissements pour les passagers
exemple : CarTorrent [Gerla05]
 - jeux
dessins à plusieurs, bataille navale,...
 - airbox
 - informations touristiques...



Applications inter-véhicules

- Exemples d'applications
- Exemple : scénario BMW
Car 2 Car Communication Consortium



Applications inter-véhicules

- Exemples d'applications
- Exemple : scénario BMW
- Projets en cours
 - Pré-visibilité de route
Projet régional DIVA, Heudiasyc - CREA
 - Étude de services réseaux pour la communication entre objets mobiles fortement dynamiques
Contrat industriel FTR&D
 - Co-operative Systems for Road Safety
"Smart Vehicles on Smart Roads"
IP SafeSPOT, 6ème PCRD / IST / eSafety



Nouveaux services réseaux pour les réseaux fortement dynamiques

B. Ducourthial

Approche des rés. ad hoc

Applications inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans. conditionnelle

Performances

Communication dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

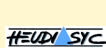
Applications inter-véhicules

• Réalisations

• plate-forme Caremba

Communication et Applications Réparties EMBArquées

- PC type *shoebox* ou portables
- carte et antenne WiFi
- GPS
- facilement installable dans une voiture quelconque
- 2 voitures équipées au laboratoire
- environnement de simulation sous ns-2
- suite logicielle AIRPLUG



Communications WiFi entre voitures

- Intérêt du WiFi

- faible coût, largement répandu
- réseaux ad hoc
- portée jusqu'à 500m avec antennes
- échange de données y compris en croisement
- nouvelles normes à l'étude (e.g., 802.11p)
- développements indépendants du protocole

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

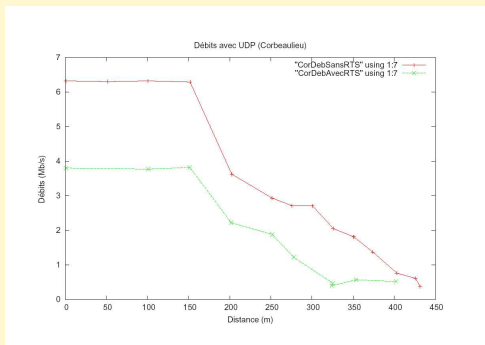
Conclusion

Communications WiFi entre voitures

○ Intérêt du WiFi

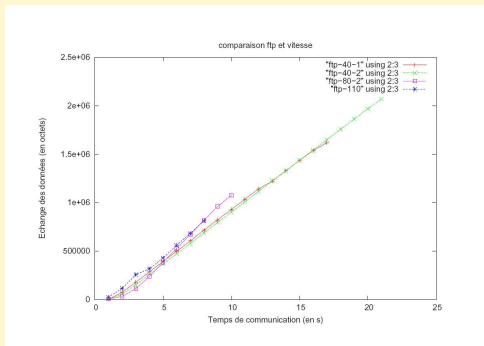
● Exemple en suivi

- à 150 m, sans RTS/CTS : débit $\sim 6\text{Mb/s}$
- à 150 m avec RTS/CTS : débit $\sim 3.5\text{Mb/s}$



Communications WiFi entre voitures

- Intérêt du WiFi
- Exemple en suivi
- Exemple en croisement (110 km/h)
 - durée de communication : 8 s
 - quantité de données : 800 Ko



① Approche des réseaux ad hoc fortement dynamiques

② Applications inter-véhicules

③ Nouveaux services réseaux

Techniques de routage

Alternative au routage

Retransmission conditionnelle (HOP)

④ Performances

⑤ Conclusion



Routage et réseaux de véhicules

- But

- émuler un réseau complet dans un réseau qui ne l'est pas
- malgré la forte dynamique du réseau
- routages dans les réseaux ad hoc :
 - réactifs
 - proactifs

Nouveaux services
réseaux pour les réseaux
fortement dynamiques

B. Ducourthial

Approche des rés. ad hoc

Applications inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services réseaux

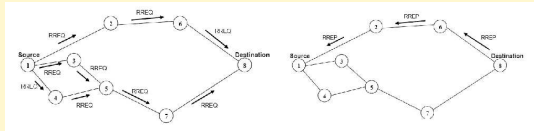
Routage
Alternative
HOP : retrans. conditionnelle

Performances
Communication dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Routage et réseaux de véhicules

- But
- AODV : Ad hoc On-demand Distance Vector
 - protocole réactif
 - découverte de route
 - maintenance de route

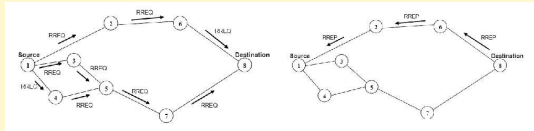


- adaptation de AODV pour les réseaux de véhicules
direction des paquets, informations GPS...

Routage et réseaux de véhicules

○ But

- AODV : Ad hoc On-demand Distance Vector
 - protocole réactif
 - découverte de route
 - maintenance de route



- adaptation de AODV pour les réseaux de véhicules
direction des paquets, informations GPS...

● inconvénients

- temps de découverte des routes
- pérenité des routes
- s'aggrave avec la dynamique



Routage et réseaux de véhicules

- But
- AODV : Ad hoc On-demand Distance Vector
- OLSR : Optimized Link State Routing
 - protocole proactif
 - MPR (*multipoint relay*)
 - un site sélectionne le minimum de voisins à un saut pour atteindre tous les voisins à deux sauts
 - messages *Hello* et *Topology Control*



Nouveaux services
réseaux pour les réseaux
fortement dynamiques

B. Ducourthial

Approche des rés. ad hoc

Applications inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans. conditionnelle

Performances
Communication dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Routage et réseaux de véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- But
- AODV : Ad hoc On-demand Distance Vector
- OLSR : Optimized Link State Routing
 - protocole proactif
 - MPR (*multipoint relay*)
 - un site sélectionne le minimum de voisins à un saut pour atteindre tous les voisins à deux sauts
 - messages *Hello* et *Topology Control*
 - Fast OLSR : extension pour la forte dynamique
 - intervalle d'émission des msg *Hello* plus court
 - taille des messages *Hello* plus petite
 - sous-ensemble des voisins



Routage et réseaux de véhicules

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- But
- AODV : Ad hoc On-demand Distance Vector
- OLSR : Optimized Link State Routing
 - protocole proactif
 - MPR (*multipoint relay*)
 - un site sélectionne le minimum de voisins à un saut pour atteindre tous les voisins à deux sauts
 - messages *Hello* et *Topology Control*
 - Fast OLSR : extension pour la forte dynamique
 - intervalle d'émission des msg *Hello* plus court
 - taille des messages *Hello* plus petite
 - sous-ensemble des voisins
 - **inconvénients**
 - consommation de bande passante
 - augmente avec la dynamique
 - pérenité des tables



- Routage

- une adresse par voiture
- possibilité d'envoyer un message à une voiture donnée



Alternative au routage

- Routage
- Difficultés
 - délai vs. bande passante
 - pérenité des routes ou des tables
 - s'aggrave avec la dynamique



Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Alternative au routage

○ Routage

● Difficultés

- délai vs. bande passante
- pérenité des routes ou des tables
- s'aggrave avec la dynamique
- **remarques :**
 - type d'adressage ?
 - la voiture est-elle là ?
 - a-t-on besoin de ce type de communication ?



Alternative au routage

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- Routage
- Difficultés
- Analyse des applications envisagées
 - envoyer un message sans connaître le destinataire
...et sans chercher à le connaître
 - exemples :
 - envoyer devant
 - envoyer derrière
 - envoyer à la voiture en tête de convoi
 - aux voitures qui vont rencontrer l'incident
 - ...



Alternative au routage

- Routage
- Difficultés
- Analyse des applications envisagées
 - envoyer un message sans connaître le destinataire
...et sans chercher à le connaître
→ désignation des destinataires par conditions



Alternative au routage

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- Routage
- Difficultés
- Analyse des applications envisagées
 - envoyer un message sans connaître le destinataire
...et sans chercher à le connaître
→ désignation des destinataires par conditions
 - envoyer un message à un véhicule connu



Alternative au routage

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

- Routage
- Difficultés
- Analyse des applications envisagées
 - envoyer un message sans connaître le destinataire
...et sans chercher à le connaître
→ désignation des destinataires par conditions
 - envoyer un message à un véhicule connu
 - donc il a été dans notre voisinage
→ communication initiée dans le voisinage
 - éloignement des véhicules
 - relai de la communication de proche en proche



Alternative au routage

- Routage
- Difficultés
- Analyse des applications envisagées
 - envoyer un message sans connaître le destinataire
...et sans chercher à le connaître
~> désignation des destinataires par conditions
 - envoyer un message à un véhicule connu
~> maintien d'un chemin initialement de longueur 1 et qui s'allonge (raisonnablement)



Alternative au routage

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

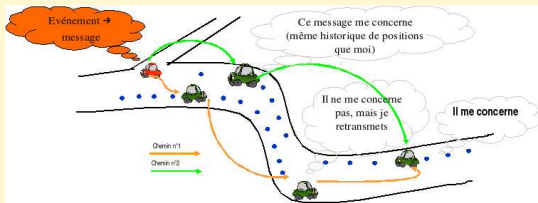
- Routage
- Difficultés
- Analyse des applications envisagées
 - envoyer un message sans connaître le destinataire
...et sans chercher à le connaître
~> désignation des destinataires par conditions
 - envoyer un message à un véhicule connu
~> maintien d'un chemin initialement de longueur 1 et qui s'allonge (raisonnablement)
- ~> service de retransmission conditionnelle



HOP : retransmission conditionnelle

• Principe

- message + 2 conditions CUP et CFW
- diffusion dans le voisinage
- à la réception, évaluation des conditions
 - si CUP est vraie, alors le message est traité localement
 - si CFW est vraie, alors ré-émission du message



HOP : retransmission conditionnelle

○ Principe

● Conditions

- nom \rightsquigarrow point à point, routage...
- position géographique (e.g., zone)
- position relative à l'émetteur ou au dernier relai (e.g., distance)
- date (e.g., durée de vie)
- **cap** : corrélation des trajectoires des véhicules
- combinaisons...



HOP : retransmission conditionnelle

- Principe
- Conditions
- Implémentation dans Caremba
 - pas d'adresses
le système réparti pourrait être anonyme
 - informations de contrôle dans le message
 - HOP est un programme lancé par airplug
 - les applications s'abonnent à HOP (réception)
 - elles sollicitent HOP avec un message et deux conditions, spécifiques à l'application



Nouveaux services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

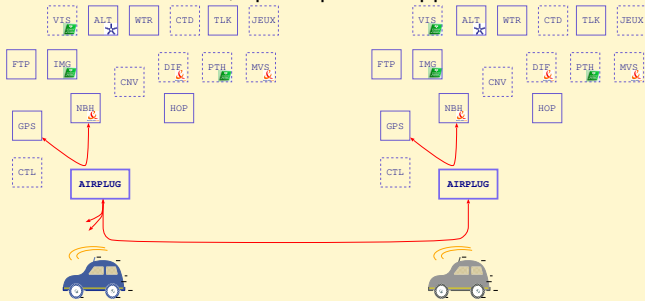
Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

HOP : retransmission conditionnelle

- Principe
- Conditions
- Implémentation dans Caremba
 - pas d'adresses
le système réparti pourrait être anonyme
 - informations de contrôle dans le message
 - HOP est un programme lancé par airplug
 - les applications s'abonnent à HOP (réception)
 - elles sollicitent HOP avec un message et deux conditions, spécifiques à l'application



HOP : retransmission conditionnelle

- Principe
- Conditions
- Implémentation dans Caremba
- Implémentation sous ns-2
 - similaire à un module de routage
 - étude / comparaison par simulation

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules
Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances
Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

① Approche des réseaux ad hoc fortement dynamiques

② Applications inter-véhicules

③ Nouveaux services réseaux

④ Performances

Communication dans un convoi

Étude de HOP

⑤ Conclusion



Communication dans un convoi

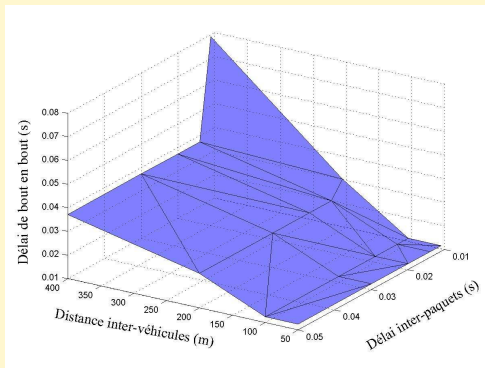
- Étude par simulation

- 802.11
 - diffusion
 - technique gloutonne
-
- recherche des limites de 802.11 [VTC2005]
 - étude de l'influence de différents paramètres distance inter-véhicules, délai inter-paquets, etc.



Communication dans un convoi

- Étude par simulation
- Quelques conclusions
 - débit limité à ~ 100 Ko/s
 - délai de bout en bout moyen important



Communication dans un convoi

Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

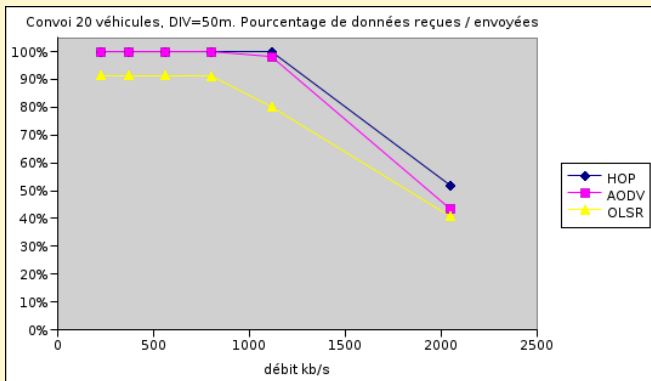
Conclusion

- Étude par simulation
- Quelques conclusions
- Comment faire mieux ?
 - délai premier paquet (alerte)
 - pourcentage de bonnes réceptions (application)
 - sélection d'une meilleure route
 - routage proactif (e.g., OLSR)
 - routage réactif (e.g., AODV)
 - retransmission conditionnelle (HOP)



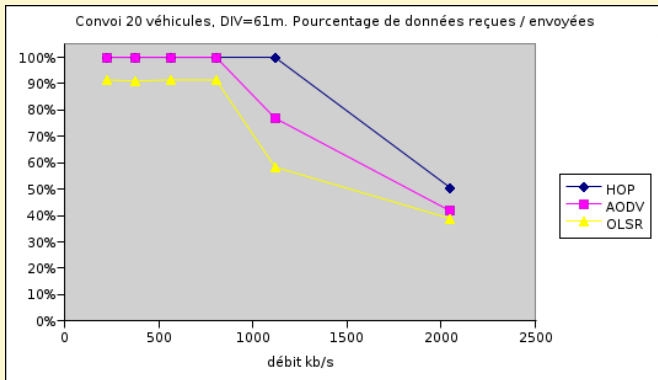
Performances de HOP (1)

- pourcentage de bonnes réceptions
 - 20 voitures
 - vitesse \leftrightarrow distance de sécurité (2 s)
 - 11 Mbit/s ou 2 Mbit/s (broadcast), portée 250 m
 - CFW = distance dernier relai > 200 m et même cap
 - simulation de 60 s



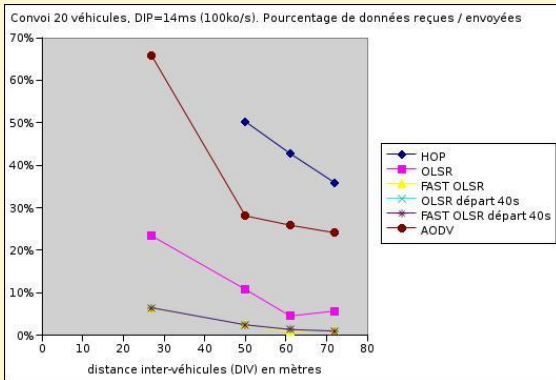
Performances de HOP (1)

- pourcentage de bonnes réceptions
 - 20 voitures
 - vitesse \leftrightarrow distance de sécurité (2 s)
 - 11 Mbit/s ou 2 Mbit/s (broadcast), portée 250 m
 - CFW = distance dernier relai > 200 m et même cap
 - simulation de 60 s



Performances de HOP (1)

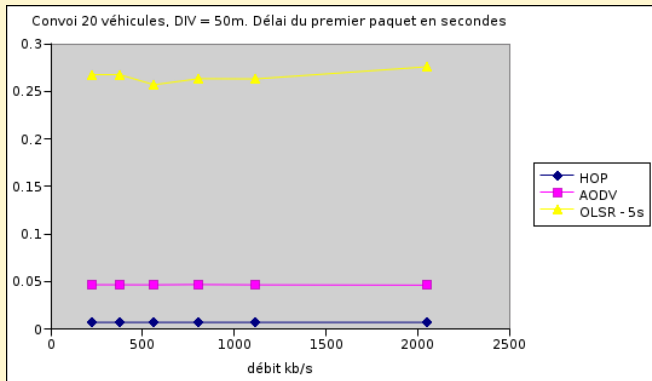
- pourcentage de bonnes réceptions
 - 20 voitures
 - vitesse \leftrightarrow distance de sécurité (2 s)
 - 11 Mbit/s ou 2 Mbit/s (broadcast), portée 250 m
 - CFW = distance dernier relai $>$ 200 m et même cap
 - simulation de 60 s



Performances de HOP (2)

- délai premier paquet

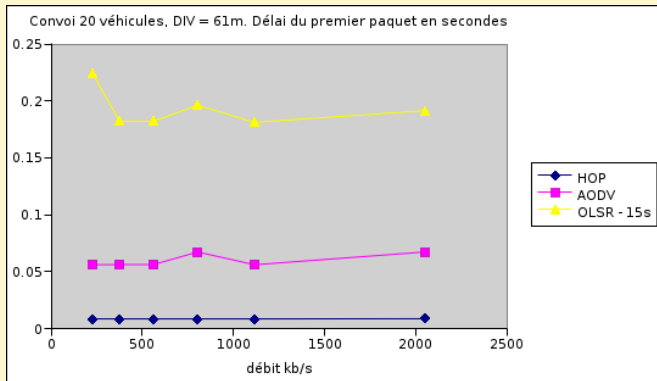
- 20 voitures
- vitesse \leftrightarrow distance de sécurité (2 s)
- 11 Mbit/s ou 2M bit/s (broadcast), portée 250 m
- CFW = distance dernier relai $>$ 200 m et même cap



Performances de HOP (2)

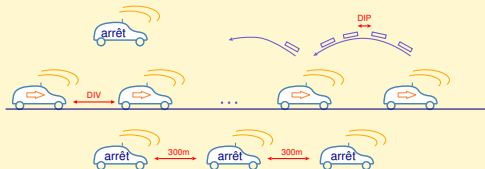
- délai premier paquet

- 20 voitures
- vitesse \leftrightarrow distance de sécurité (2 s)
- 11 Mbit/s ou 2M bit/s (broadcast), portée 250 m
- CFW = distance dernier relai $>$ 200 m et même cap



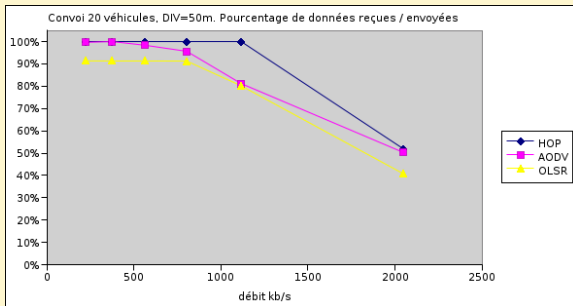
Performances de HOP (3)

- avec anti-convoi
- avec croisement (pont)
- avec véhicules arrêtés :



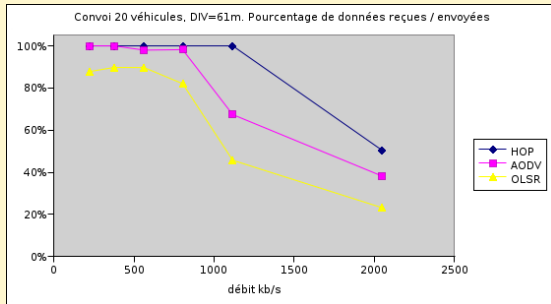
Performances de HOP (3)

- avec anti-convoi
- avec croisement (pont)
- avec véhicules arrêtés :



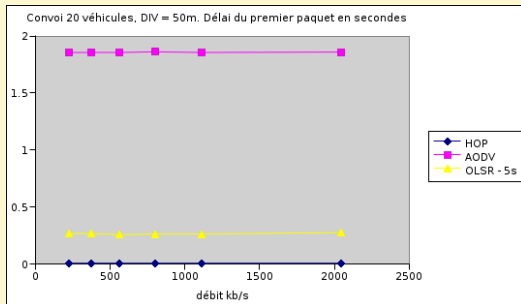
Performances de HOP (3)

- avec anti-convoi
- avec croisement (pont)
- avec véhicules arrêtés :



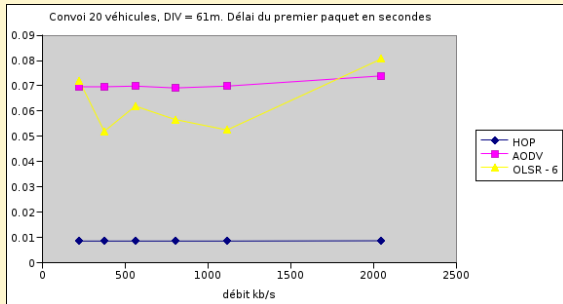
Performances de HOP (3)

- avec anti-convoi
- avec croisement (pont)
- avec véhicules arrêtés :



Performances de HOP (3)

- avec anti-convoi
- avec croisement (pont)
- avec véhicules arrêtés :



Nouveaux
services
réseaux pour
les réseaux
fortement
dynamiques

B. Ducourthial

Approche des
rés. ad hoc

Applications
inter-véhicules

Exemples
Réalisations
WiFi et voitures

Nouv. services
réseaux

Routage
Alternative
HOP : retrans.
conditionnelle

Performances

Communication
dans un convoi
Étude de HOP

Conclusion

① Approche des réseaux ad hoc fortement dynamiques

② Applications inter-véhicules

③ Nouveaux services réseaux

④ Performances

⑤ Conclusion



- Réseaux ad hoc fortement dynamique
 - approche classique :
 - routage
 - briques algorithmiques classiques
 - notre approche : partir des applications
 - alternative au routage
 - algorithmique de type *best effort*



- Réseaux ad hoc fortement dynamique
- Applications inter-véhicules
 - réseau ad hoc fortement dynamique
 - nombreuses applications, intérêts croissants
 - plate-forme expérimentale Caremba
 - simulation sous ns-2
 - communications WiFi
 - intérêt, faisabilité, travaux indépendants du protocole

- Réseaux ad hoc fortement dynamique
- Applications inter-véhicules
- Routage et réseaux de véhicules
 - approche classique
 - difficultés en cas de forte dynamique

- Réseaux ad hoc fortement dynamique
- Applications inter-véhicules
- Routage et réseaux de véhicules
- Retransmission conditionnelle (HOP)
 - notre approche
 - meilleurs résultats que AODV et OLSR
 - mieux adapté aux réseaux de véhicules

- Réseaux ad hoc fortement dynamique
- Applications inter-véhicules
- Routage et réseaux de véhicules
- Retransmission conditionnelle (HOP)
- Perspectives
 - compléter notre plate-forme
congestion dans un convoi, applications
 - conditions adaptatives au trafic
 - algorithmique de type *best effort*