

ÉTUDE DE LA CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

Kahina Ait Ali

**Séminaire Région Grand Est (RGE)
Reims Jeudi 17 février 2011**

1

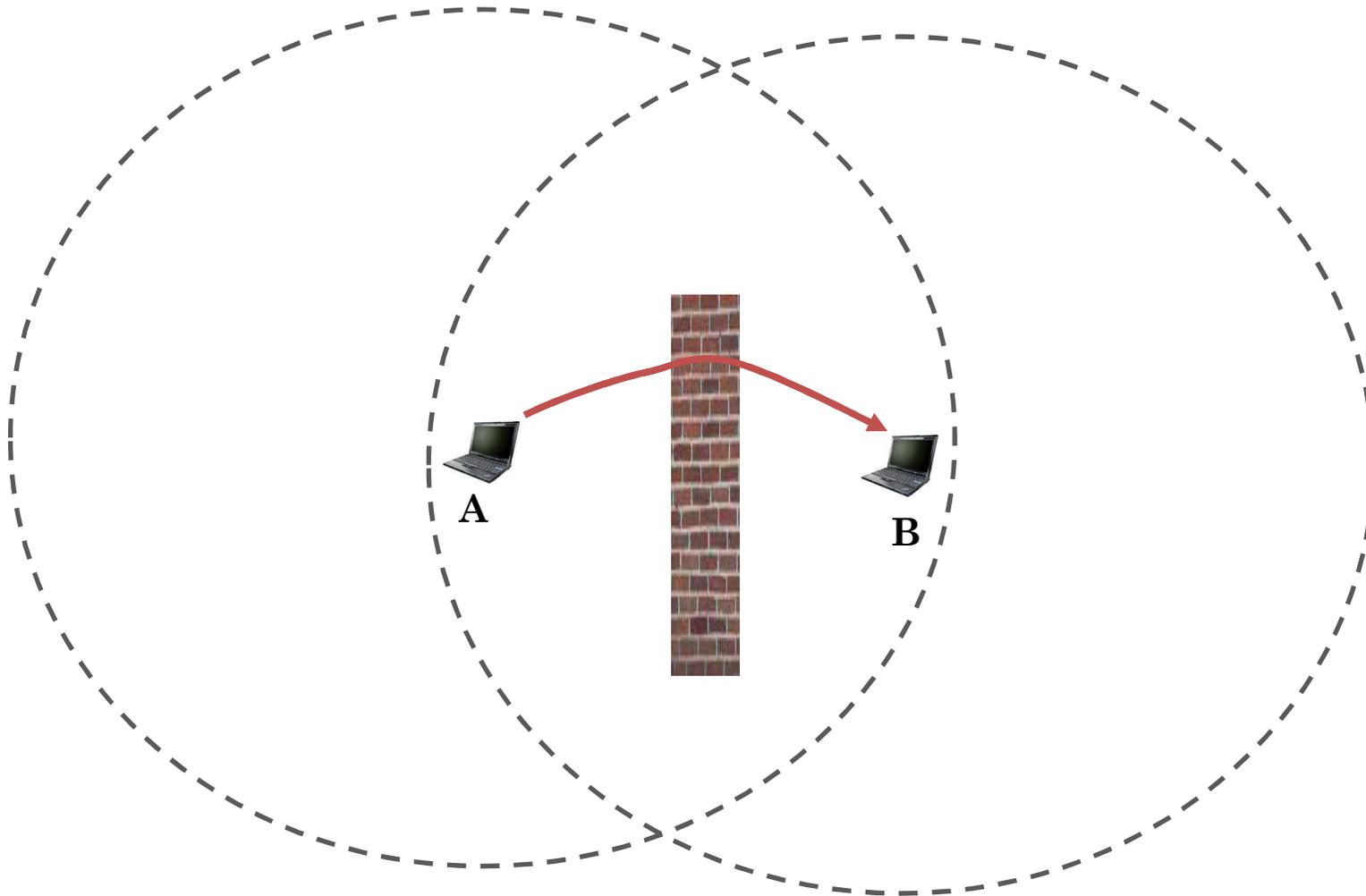
PLAN

- Contexte
- Modèle de propagation radio Erceg
- Modèle de propagation radio pour réseaux véhiculaires
- Connectivité radio dans les réseaux véhiculaires
- Conclusion

CONTEXTE

- L'importance de la modélisation de la propagation des ondes électromagnétiques dans l'étude des performances des réseaux sans fil
- **Hypothèse erronée:** la majorité des études faites sur les réseaux ad hoc suppose un environnement non obstrué
 - Modèles de propagation Free space ou two-ray ground reflection
 - La zone de transmission est modélisée par un cercle idéal autour de chaque émetteur
 - La puissance reçue dépend uniquement de la distance qui sépare l'antenne émettrice de l'antenne réceptrice

CONTEXTE



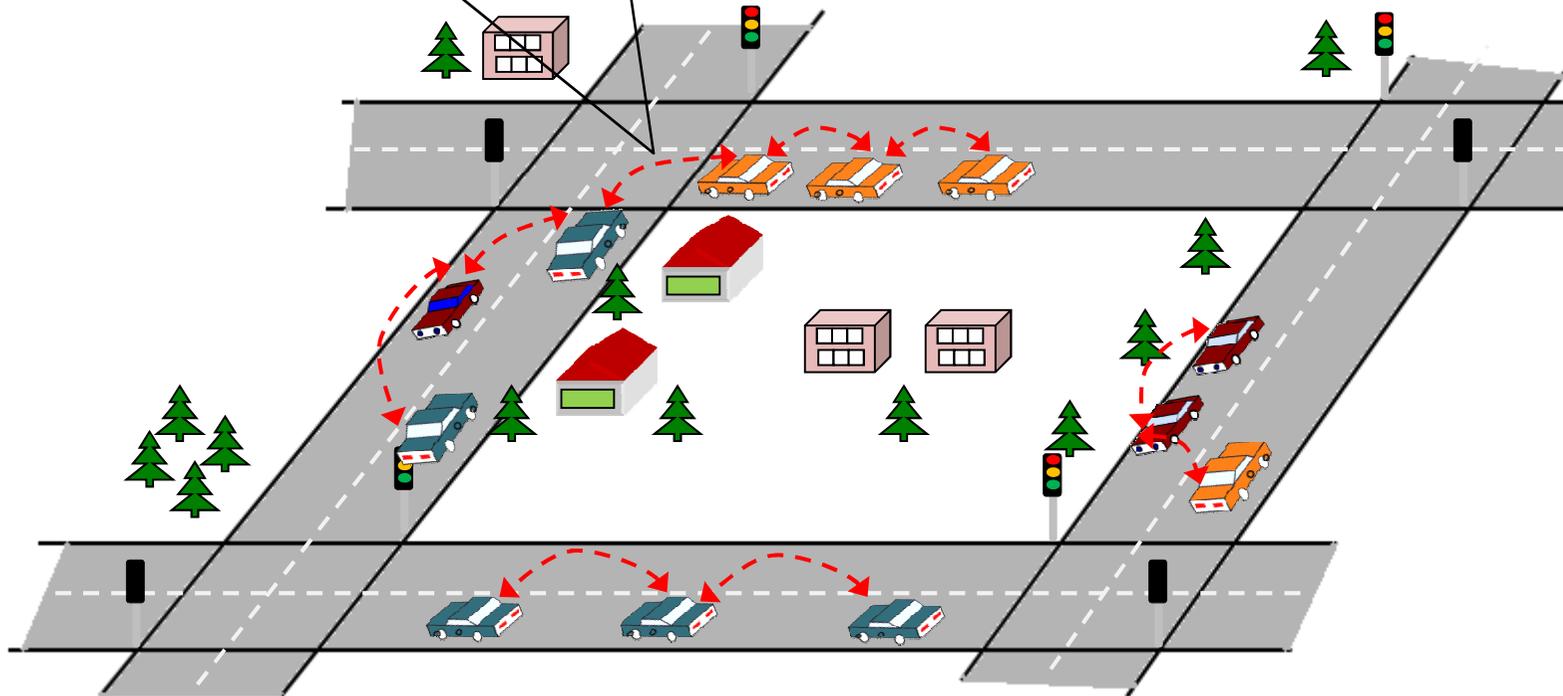
CONTEXTE

- Résultats de simulation valides impliquent la prise en compte de l'effet des obstacles dans la modélisation de la propagation des ondes radio
- Plus important dans le cas d'environnements obstrués
- Réseaux véhiculaires composés de véhicules se déplaçant dans une ville (obstacles sont : les arbres, les bâtiments ...)

CONTEXTE

- VANET (Vehicular Ad hoc Network)

Véhicules s'échangeant des informations dans le but d'améliorer la sécurité et le confort des conducteurs et des passagers



LE MODÈLE DE PROPAGATION ERCEG

- Modèle statistique du Path Loss défini pour les environnements suburbains

- Données issues de mesures empiriques à travers les États-Unis sur un grand nombre de macro-cellules

- Trois catégories de terrain

Path loss



- Catégorie A : vallonné avec une densité d'arbres forte à modérée
- Catégorie B : plat avec densité d'arbres forte à modérée ou vallonné avec faible densité d'arbres
- Catégorie C : plat avec faible densité d'arbres

LE MODÈLE DE PROPAGATION ERCEG

- Formule du Path loss

$$PL = A + 10 \gamma \log_{10}(d/d_0) + s \quad d \geq d_0$$

Avec

$$A = 20 \log_{10}(4\pi d_0/\lambda)$$

$$\gamma = (a - bh_b + c/h_b) + x\sigma_\gamma$$

$$s = y(\mu_\sigma + z\sigma_\sigma)$$

x, y and z Variables Gaussiennes

Paramètres du modèle	Catégories de terrain		
	A	B	C
<i>a</i>	4.6	4.0	3.6
<i>b</i> (in m ⁻¹)	0.0075	0.0065	0.0050
<i>c</i> (in m)	12.6	17.1	20.0
σ_γ	0.57	0.75	0.59
μ_σ	10.6	9.6	8.2
σ_σ	2.3	3.0	1.6

Valeurs des paramètres du modèle de propagation

MODÈLE DE PROPAGATION POUR RÉSEAUX VÉHICULAIRES

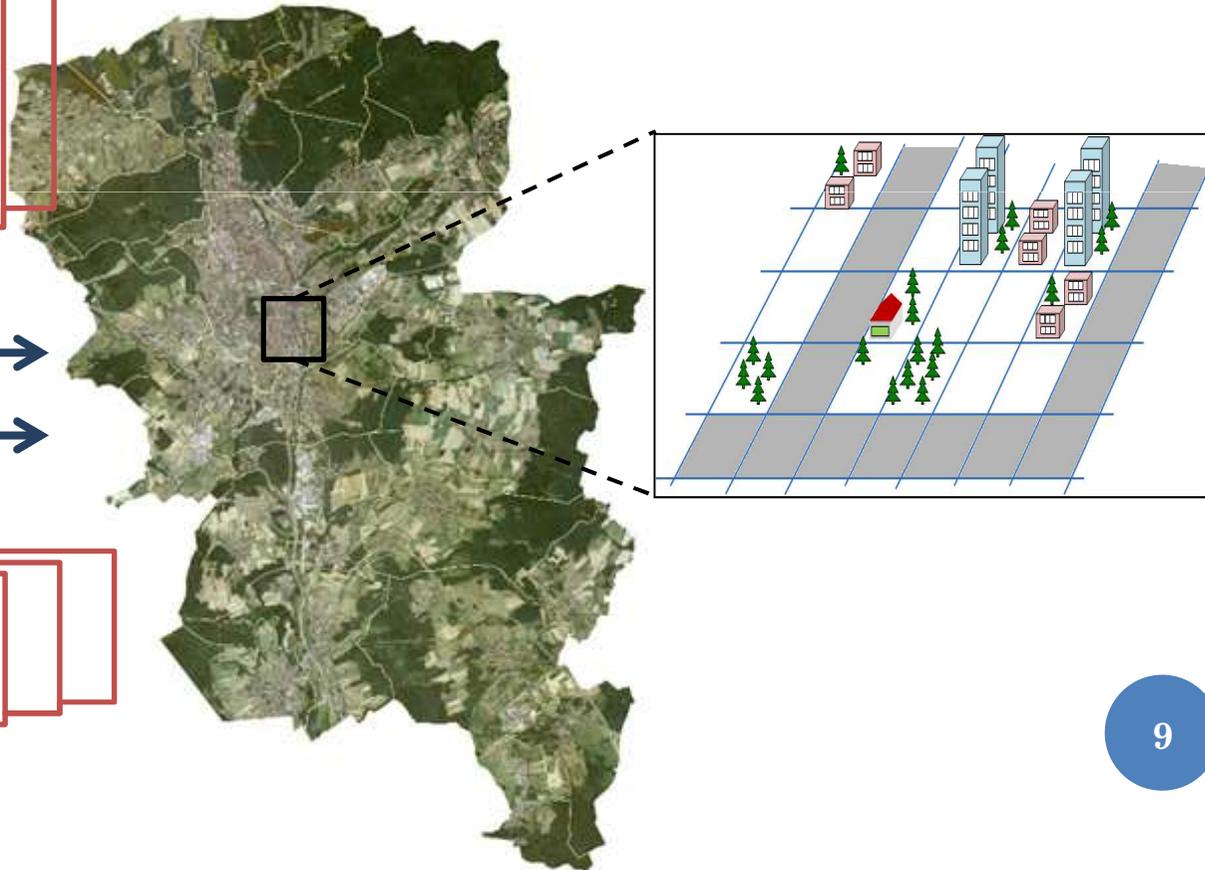
- Carte d'une ville réelle (environnement urbain)
- Espace divisé en mailles de tailles égales

Informations statiques:

Type du terrain (route, bâtiments, etc.)
Altitude

Informations dynamiques:

Poids d'attractivité des zones

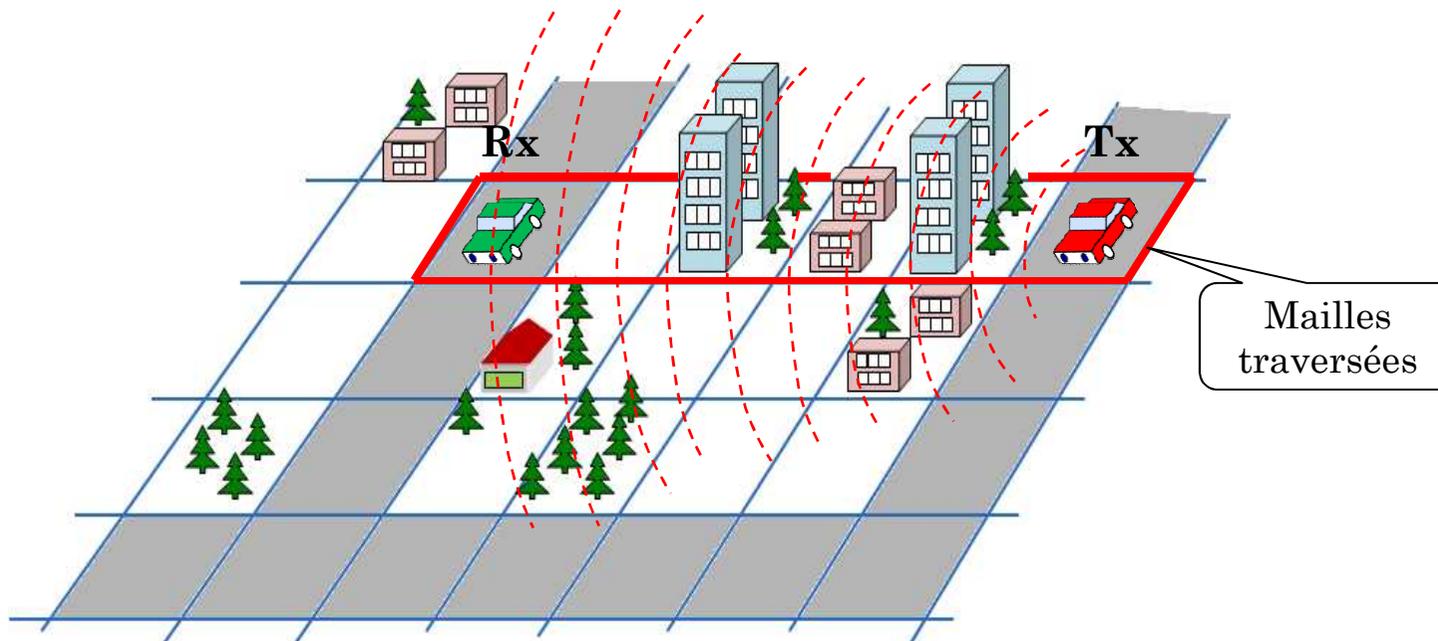


MODÈLE DE PROPAGATION POUR RÉSEAUX VÉHICULAIRES

- Amélioration et adaptation du modèle Ergec à notre environnement et nos données numériques
 - Véhicules équipés de dispositifs sans fil
 - Catégorisation mailles (A, B ou C) en fonction du pourcentage de bâtiments présents dans la maille
 - Inférieur à 33% \Rightarrow catégorie C
 - Entre 33% et 66% \Rightarrow catégorie B
 - Autres cellules \Rightarrow catégorie A
 - Calcul du Path loss en tenant compte de la hauteur du sol en plus de celle des antennes

MODÈLE DE PROPAGATION POUR RÉSEAUX VÉHICULAIRES

- Calcul du Path Loss (au centre de chaque maille)
 - Déterminer l'ensemble des mailles situées entre l'antenne émettrice (T_x) et l'antenne réceptrice (R_x)
 - Déterminer la distance totale d_t traversée par le signal pour chaque catégorie de terrain



MODÈLE DE PROPAGATION POUR RÉSEAUX VÉHICULAIRES

- Nouvelles formules du Path Loss

$$PL = \begin{cases} A + 10\gamma \log_{10}(d/d_0) + s & d \geq d_0 \\ 20 \log_{10}(4\pi d/\lambda) + s & d < d_0 \end{cases}$$

$$\gamma = \frac{1}{d} \sum_{t=1}^T \gamma_t d_t$$

$$\mu_\sigma = \frac{1}{d} \sum_{t=1}^T \mu_{\sigma_t} d_t$$

$$\sigma_\sigma = \frac{1}{d} \sum_{t=1}^T \sigma_{\sigma_t} d_t$$

γ , μ_σ et σ_σ : moyennes calculées sur toutes les catégories de terrain située entre Tx et Rx

$T \in [1,3]$: nombre de catégories de terrain

MODÈLE DE PROPAGATION POUR RÉSEAUX VÉHICULAIRES

○ Environnement de simulation

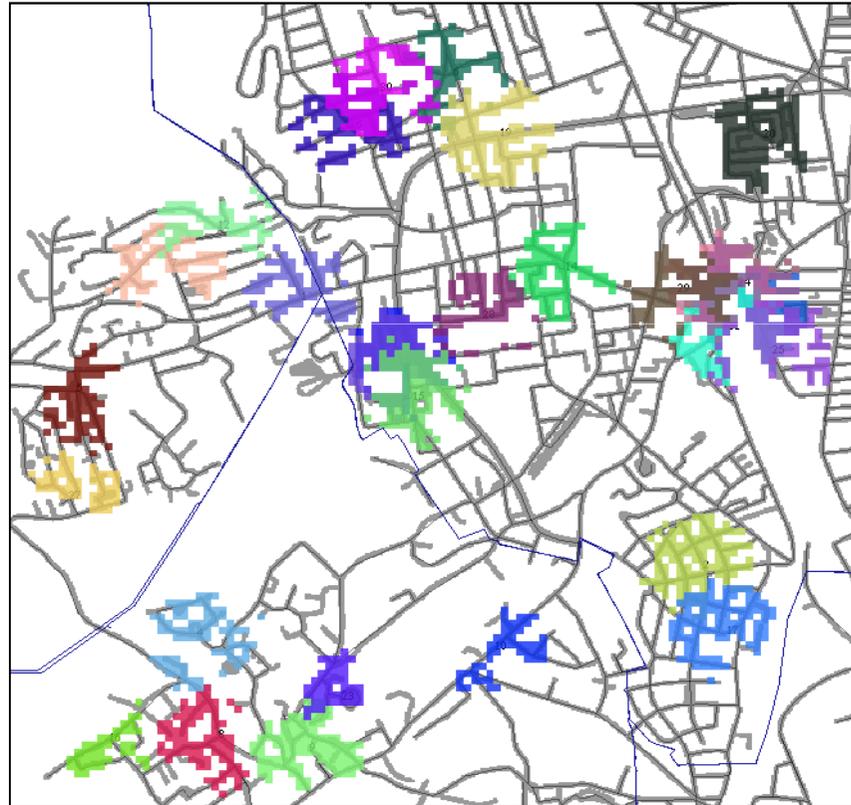
- Application C++ "*Territoire Mobile*" représentant le territoire de Belfort, nord-est de la France
- Utilise diverses informations pour reproduire l'environnement réel

○ Simulation des VANET

- **Modèle de mobilité**
 - V-MBMM (Vehicular-Mask Based Mobility Model)
- **Modèles de propagation radio**
 - Free space
 - Adaptation du modèle Erceg aux réseaux véhiculaires

MODÈLE DE PROPAGATION POUR RÉSEAUX VÉHICULAIRES

Calcul de la zone de couverture des mailles route



Zones de couverture de quelques véhicules

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

- Graphe unidirectionnel $G(V, E, t)$ généré toutes les T secondes
 - Sommets (S): véhicules
 - Arêtes (A): connections entre les véhicules qui sont à portée de communication



CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

- Métriques estimées et analysées :
 - **Degré des nœuds** : possibilité ou non d'établir des communications entre véhicules distants
 - **Durée des connections** : fréquence de changement de la topologie du réseau
 - **Taux de nœuds dominés** : approximation de la redondance de messages
 - **Formation de clusters**: les véhicules ont tendance à se déplacer en groupes.

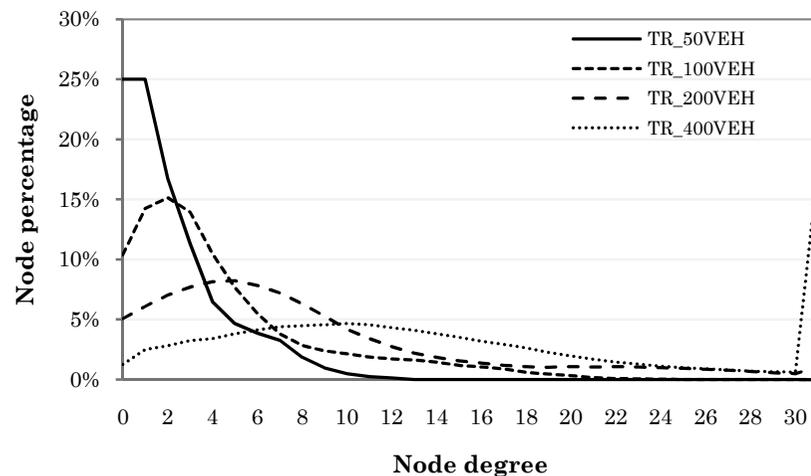
CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

○ Paramètres de simulation

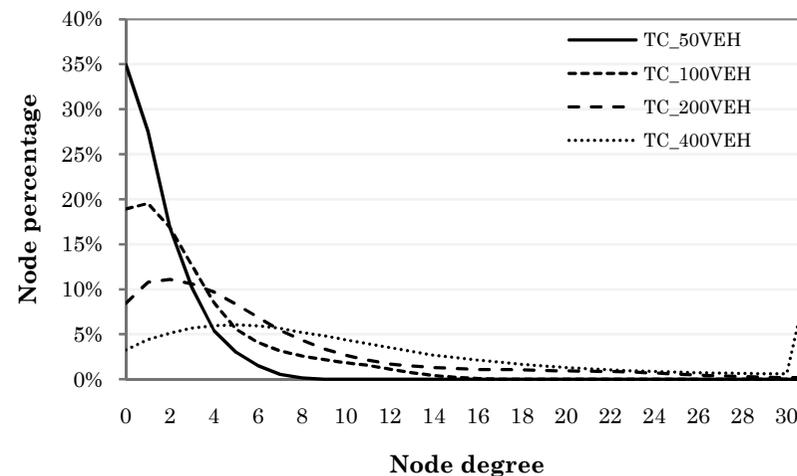
- Centre ville de Belfort (espace de 2500m*2500m)
- Nombre de véhicules varie de 50 à 400
- Vitesse maximale 15m/s
- Modèle de propagation qui tient compte des obstacles (*TC: Terrain Characteristics*)
- Modèle de propagation simpliste, cercle parfait autour de l'émetteur (*TR: Transmission Range*)

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

○ Distribution des degrés des noeuds



(a) TR



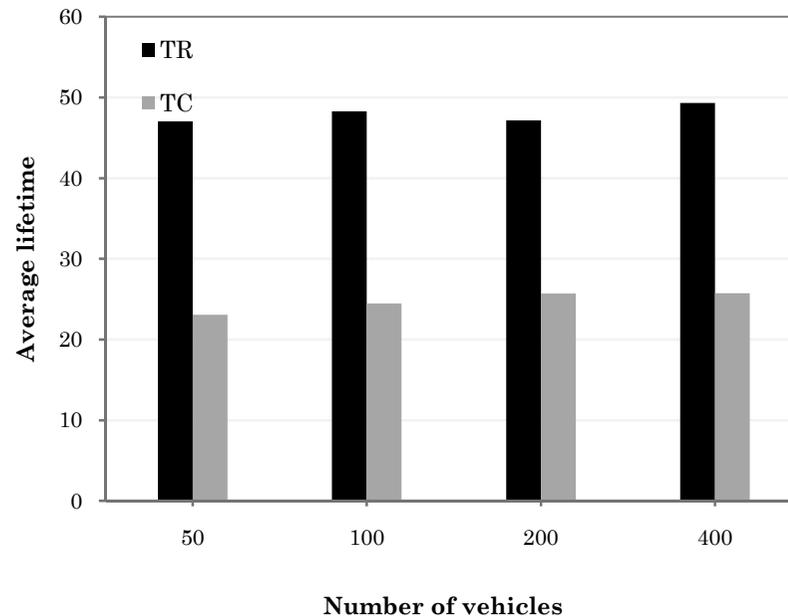
(b) TC

Les **résultats avec TR sont optimistes**, les connexions entre nœuds sont dans le cas réel (TC) moins importantes.

Contrairement aux estimations, les communications sont plus difficiles à établir

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

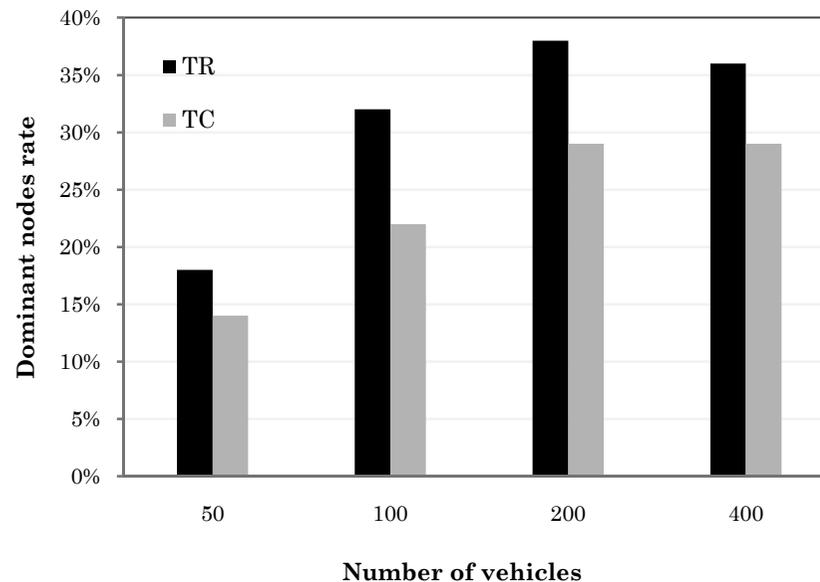
- Durée moyenne des connections vs. Densité des nœuds



- La valeur de la durée des connections obtenue avec TR (48s) est le double de la valeur obtenue avec TC (24s)
- L'impact des obstacles est aussi important que celui de la mobilité (durée de vie des connections réduite de moitié)

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

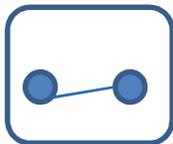
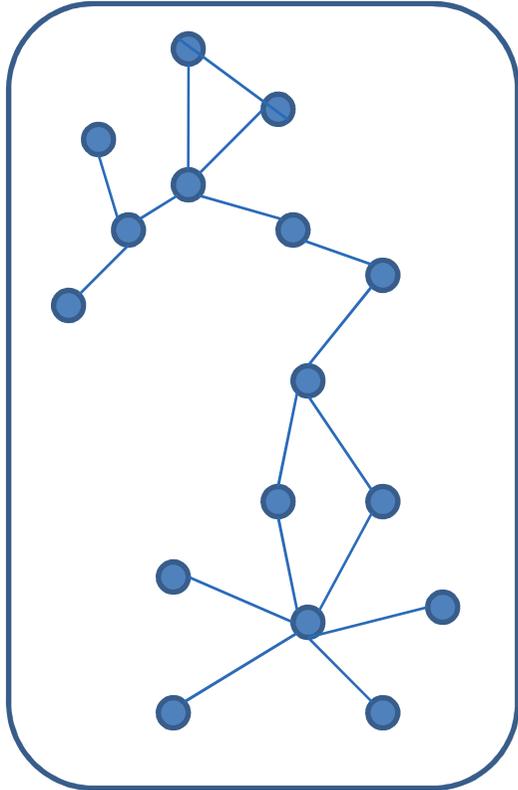
○ Taux de nœuds dominés vs. Densité des nœuds



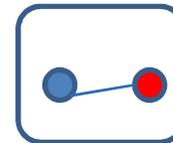
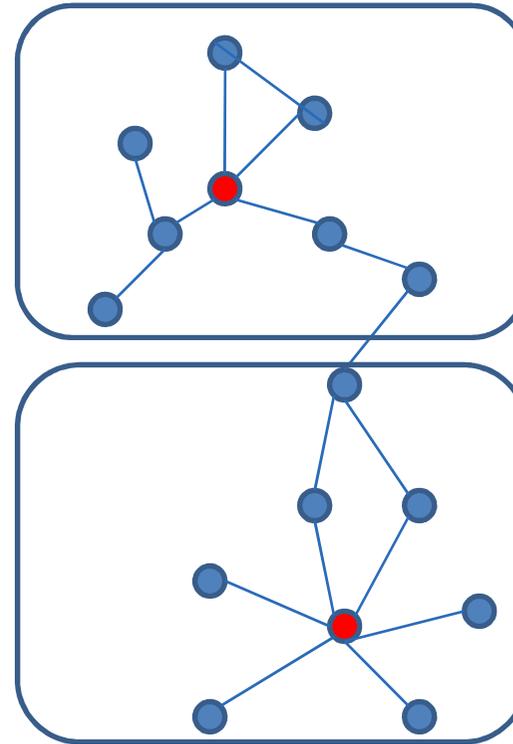
- Avec 50 véhicules, 9 nœuds dominés avec TR vs. 7 nœuds avec TC
- Avec 400 véhicules, 144 nœuds dominés avec TR vs. 116 nœuds avec TC

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

- Formation de clusters



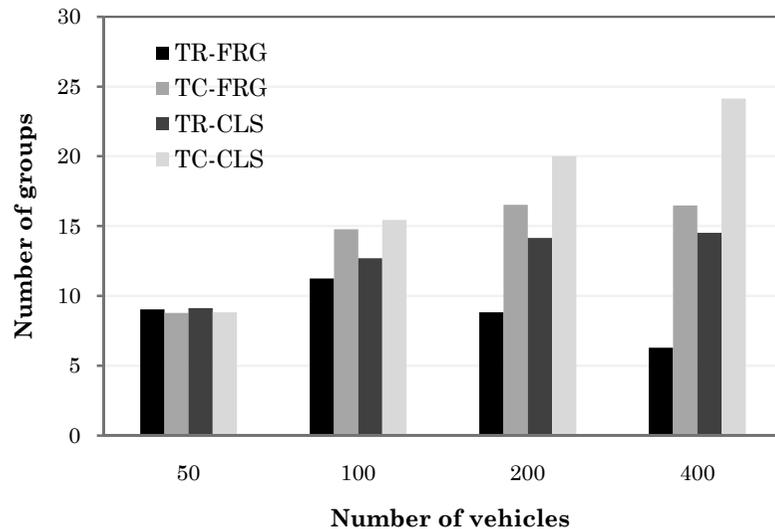
Deux fragments



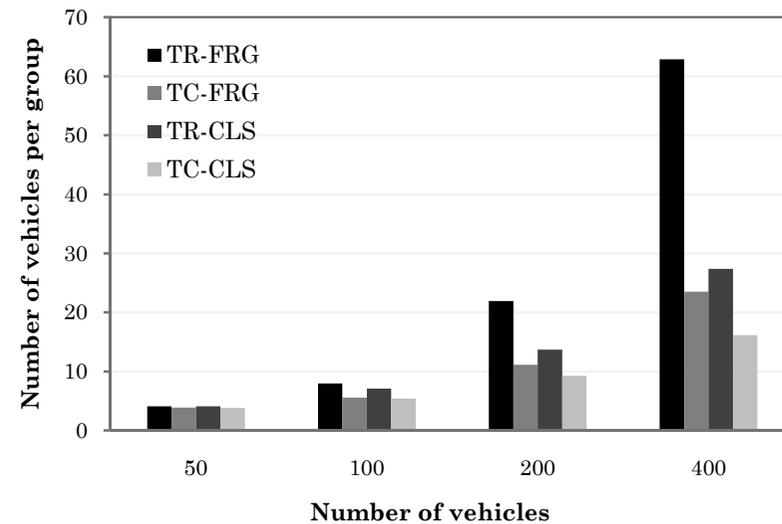
Trois clusters – nombre maximum de sauts à partir du clusterhead = 2

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

○ Formation de clusters



Number of groups vs. Vehicles density

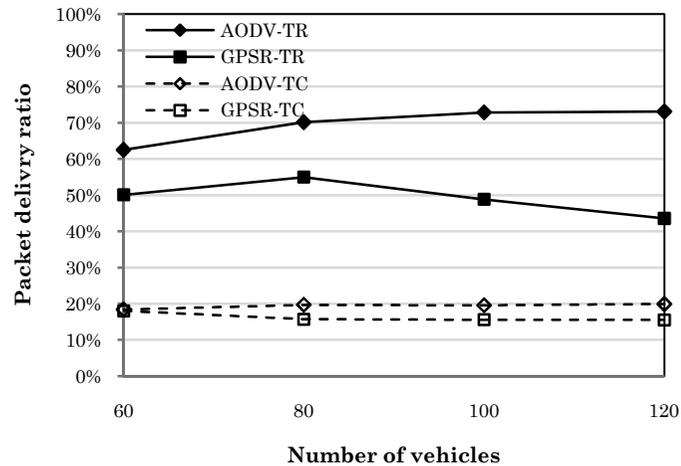


Average number of vehicles per group

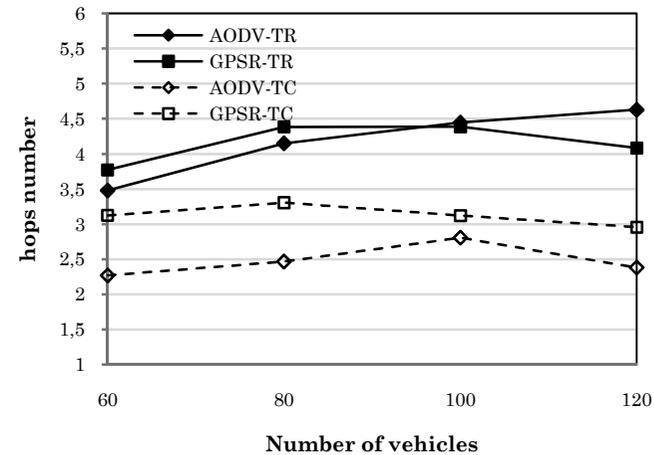
- Faible densité : résultats obtenus sont pratiquement similaires
- Forte densité : différence entre TR et TC plus notable
- TR: réseau plus connecté \Rightarrow moins de fragments et de clusters (optimiste)
- TC: réseau moins connecté \Rightarrow **amplifie le problème de la fragmentation et la formation de clusters**

CONNECTIVITÉ RADIO DANS LES RÉSEAUX VÉHICULAIRES

○ Impact sur les protocoles de routage



Packets delivery ratio vs. Number of vehicles.



Average hop counts vs. Number of vehicles.

Diminution du taux de livraison et du nombre de sauts causée par l'effet des obstacles sur les signaux radio

CONCLUSION

- Définition d'un modèle de propagation radio pour réseaux véhiculaires
 - Etude de la connectivité radio entre véhicules en milieu urbain
 - Espace plat non obstrué
 - Considération des caractéristiques de l'environnement
 - En ignorant l'effet des obstacles, les résultats sur la connectivité sont réellement optimistes avec un taux d'erreur de 2 comparé à la réalité
- ⇒ Les réseaux VANET ne peuvent être simulés avec confiance sans une modélisation réaliste des connexions radio.

QUESTIONS ?