

Table des matières

Avant-propos	1
Chapitre 1. Enjeux autour des communications ad hoc sur la route	5
1.1. Introduction	5
1.2. L'expérience ferroviaire face aux réseaux véhiculaires du futur	6
1.3. L'apport des communications ad hoc dans les réseaux véhiculaires	8
1.3.1. Maintien de la connectivité et continuité des services	10
1.3.2. Coopération et amélioration des performances	10
1.3.3. Sécurité et audit des communications	12
1.3.4. Évolution technologique et amortissement	13
1.3.5. Harmonisation européenne	14
1.4. Conclusion	14
1.5. Bibliographie	15
Chapitre 2. Approche fonctionnelle de conception de protocole	17
2.1. Introduction	17
2.2. Notions de base sur les protocoles de routage ad hoc	19
2.2.1. Définition du routage	19
2.2.2. Identification des destinataires	20
2.2.3. Découverte et sélection de routes	21
2.2.4. Détermination de la topologie du réseau	25

2.3. Quelques stratégies adoptées par les protocoles de routage ad hoc . . .	27
2.3.1. Stratégies des protocoles pour l'établissement de liens	28
2.3.2. Stratégies des protocoles dans la dissémination des requêtes	32
2.4. Les protocoles de routage ad hoc explorés pour la route	36
2.4.1. Transposition de protocoles issus des réseaux mobiles ad hoc . . .	36
2.4.2. Stratégies et considérations propres au contexte routier	37
2.4.3. Stratégies de routage et métriques de qualité de service	46
2.5. Approche de conception fonctionnelle : concepts et étude de cas . . .	50
2.5.1. Idée et approche	50
2.5.2. Présentation du protocole de l'étude de cas :	
<i>Chain-Branch-Leaf</i>	53
2.5.3. Modélisation de CBL dans OLSR : CBL-OLSR	63
2.6. Conclusion	67
2.7. Bibliographie	69

Chapitre 3. Modèles et simulations pour l'analyse de performance

3.1. Introduction	81
3.2. Choix d'un contexte routier et d'une technologie radio	85
3.3. Outils de modélisation et de simulation pour les VANET	88
3.3.1. Modèle de propagation des ondes radio	90
3.3.2. Modèles pour l'obtention de traces de véhicule	95
3.3.3. Simulateurs de mobilité	100
3.3.4. Simulateurs de réseaux de communication	102
3.3.5. Simulateurs de VANET	106
3.4. Choix d'outils de modélisation et de simulation	108
3.5. Définition de scénarios de mobilité en contexte autoroutier :	
exemple de construction de modèles de mobilité	108
3.5.1. Modélisation de la mobilité sous OPNET <i>Riverbed Modeler</i> . . .	117
3.6. Modélisation des transmissions	131
3.6.1. Choix d'une technologie de transmission de trames	131
3.6.2. Paramétrage d'un nœud 802.11p sous OPNET <i>Riverbed Modeler</i> .	133
3.6.3. Modélisation du canal de propagation	135
3.6.4. Modélisation du protocole CBL-OLSR	
dans des nœuds 802.11p	137
3.7. Conclusion	139
3.8. Bibliographie	140

Chapitre 4. Évaluation des performances du protocole pour des applications coopératives	155
4.1. Contexte de l'étude	155
4.2. Configuration des nœuds mobiles	159
4.3. Validation de la mise en œuvre de CBL-OLSR sous OPNET <i>Riverbed Modeler</i>	162
4.3.1. Vérification structurelle	163
4.3.2. Analyse du trafic de routage généré par CBL-OLSR <i>versus</i> OLSR	167
4.3.3. Sensibilité au modèle de propagation	171
4.4. Analyse des performances du système CBL-OLSR avec transfert de données applicatives	173
4.4.1. Introduction aux applications coopératives de perception et d'ego-localisation	173
4.4.2. Analyse comparative de CBL-OLSR avec OLSR et AODV pour une transmission de données en mode <i>multicast</i>	176
4.4.3. Évaluation des performances d'une application de perception étendue	193
4.4.4. Applications multiples : perception étendue et localisation distribuée coopérative	198
4.4.5. Métrique d'évaluation des performances	202
4.5. Analyse des résultats	203
4.6. Conclusion	206
4.7. Bibliographie	207
Chapitre 5. Modèle formel pour l'analyse de propriétés du protocole	213
5.1. Introduction	213
5.2. L'apport des méthodes formelles à l'ingénierie des protocoles	214
5.3. La méthode Event-B	215
5.3.1. Concepts et notations mathématiques de la méthode Event-B	215
5.3.2. Structure d'un modèle Event-B	216
5.3.3. Concept de raffinement	217
5.3.4. Correction d'un modèle Event-B	218
5.4. Approche formelle appliquée au protocole de l'étude de cas	219
5.4.1. Description formelle de l'organisation par CBL dans un VANET	219
5.4.2. Règles et propriétés du protocole CBL dans un VANET	223

5.5. Un modèle correct-par-construction de CBL avec Event-B	224
5.5.1. Niveau 1 : modèle de base pour tout protocole de routage	225
5.5.2. Niveau 2 : modélisation de la mobilité et des communications	228
5.5.3. Niveau 3 : modélisation des règles et des propriétés de CBL	233
5.6. Validation du modèle	239
5.6.1. Validation du modèle par animation	239
5.6.2. Correction du modèle par déchargement d'obligations de preuve	241
5.7. Conclusion	245
5.8. Bibliographie	246

**Chapitre 6. Intégration des composantes ad hoc
dans une infrastructure globale 249**

6.1. Introduction	249
6.2. Maintien de la connectivité et des services	250
6.3. Coopération et amélioration des performances	251
6.4. Évolution des méthodes de conception et d'évaluation	253
6.5. Conclusion	260
6.6. Bibliographie	261

Liste des auteurs 263

Index 265