
Table des matières

Préface	11
Henri BAUDRAND	
Introduction	13
Chapitre 1. Fondements des réseaux satellitaires	19
1.1. Introduction.	19
1.2. Orbites pour la satellisation	20
1.2.1. Caractéristiques d'une ellipse	20
1.2.2. Les lois de Kepler	21
1.2.3. Paramètres orbitaux des satellites terrestres	22
1.2.4. Perturbations des orbites	24
1.2.5. Maintien et survie sur une orbite	24
1.3. Délai, variation de délai et couverture	25
1.3.1. Données géométriques	25
1.3.2. Approximation de la couverture	28
1.3.3. Intervalle de temps entre deux transferts intersatellites successifs.	28
1.3.4. Délai et variation de délai	28
1.4. Trajectoires orbitales	30
1.4.1. Systèmes de type GEO	31
1.4.2. Systèmes elliptiques	31
1.4.3. Systèmes de type MEO	33
1.4.4. Systèmes de type LEO	33
1.4.4.1. Les constellations inclinées (Delta-constellation suivant Walker)	34

1.4.4.2. Les constellations polaires (Star-constellation par Walker)	34
1.5. Caractéristiques des systèmes cellulaires satellitaires	35
1.6. Avantages des systèmes LEO	37
1.7. Handover dans les réseaux satellitaires LEO	38
1.7.1. Handover de la couche liaison	39
1.7.2. Handover de la couche réseau	40
Chapitre 2. Introduction au télétrafic	41
2.1. Introduction.	41
2.2. Théorie et technique du télétrafic, historique	41
2.2.1. Théorie des files d'attente	42
2.2.2. Théorie du télétrafic	43
2.3. Concepts de base.	43
2.3.1. Processus de naissance et de mort	44
2.3.2. Processus de Poisson	45
2.4. Modèles Erlang B et Erlang C.	46
2.4.1. Probabilité de blocage et formule d'Erlang B	46
2.4.2. Probabilité de mise en attente et formule d'Erlang C	48
Chapitre 3. Stratégies d'affectation des canaux et modèle de mobilité	51
3.1. Introduction.	51
3.2. Techniques d'affectation des canaux	52
3.2.1. Techniques d'affectation fixe des canaux (FCA)	52
3.2.2. Techniques d'affectation dynamique des canaux (DCA).	53
3.3. Handover entre faisceaux et stratégies de priorité	55
3.3.1. Handover entre faisceaux	55
3.3.2. Stratégies de priorité pour requêtes handover	55
3.3.2.1. Concepts du handover garanti	56
3.3.2.2. Concepts de priorité garantie pour handover.	57
3.4. Modèle de mobilité	59
3.5. Analyse du modèle de mobilité	63
Chapitre 4. Méthode d'évaluation de paramètres	71
4.1. Introduction.	71
4.2. Avantages du modèle de mobilité des MSS LEO	72
4.2.1. Modèle de la zone de chevauchement	72
4.2.2. Position de l'UM dans la cellule	75

4.2.3. Temps maximum de mise en file d'attente	75
4.2.4. Instant d'initialisation de la prochaine requête handover.	76
4.3. <i>Evaluation parameters method</i> (EPM).	78
4.3.1. Position de l'UM dans la cellule	78
4.3.2. Instant d'initialisation du prochain handover.	79
4.3.3. Temps maximum de mise en attente.	81
4.4. Stratégie de mise en file d'attente <i>Pseudo Last Useful Instant</i>	83
4.4.1. Mise en file d'attente des requêtes handover	83
4.4.2. Gestion des requêtes handover	84
4.4.3. Stratégie de mise en file d'attente LUI (<i>Last Useful Instant</i>)	84
4.4.4. Stratégie de mise en file d'attente Pseudo-LUI	85
4.5. Stratégie de canaux de garde <i>Dynamic Channel Reservation-like</i>	86
4.5.1. <i>Dynamic Channel Reservation DCR technique</i>	86
4.5.2. <i>Dynamic Channel Reservation DCR-like technique</i>	88
Chapitre 5. Etude analytique	91
5.1. Introduction.	91
5.2. Analyse de FCA-QH avec différentes stratégies de mise en attente.	91
5.3. Etude analytique de FCR et FCR-like	96
5.3.1. Analyse de FCR	96
5.3.2. Analyse de FCR-like	98
Chapitre 6. Le système RS	105
6.1. Introduction.	105
6.2. La logique floue	105
6.2.1. Définition de sous-ensembles flous	106
6.2.2. Décision en environnement flou	106
6.3. Problème posé	107
6.4. <i>Rescuing System RS</i>	108
Chapitre 7. Résultats et simulations	113
7.1. Introduction.	113
7.2. Le réseau simulé (plié)	114
7.3. Résultats de simulation	115
7.3.1. Première partie : stratégies de mise en file d'attente	115
7.3.1.1. Vérification de la simulation : comparaison avec les résultats analytiques du cas FCA-QH avec différentes stratégies de mise en attente	116

7.3.1.2. Comparaison entre FCA DCA, simulation DCA-QH et FCA-QH utilisant LUI	117
7.3.1.3. Comparaison entre NPS et QH, simulation DCA-NPS et DCA-QH	119
7.3.1.4. Comparaison entre stratégies QH, simulation DCA-QH FIFO, LUI, PLUI	121
7.3.2. Deuxième partie : stratégies utilisant le concept de canaux de garde	123
7.3.2.1. Vérification de la simulation : comparaison avec les résultats analytiques des cas FCR et FCR-like	123
7.3.2.2. Comparaison entre DCR et DCR-like.	123
7.3.3. Troisième partie : le système RS	126
Chapitre 8. Allocation proportionnelle de la largeur de bande pour le trafic IP dans les réseaux satellitaires	131
8.1. Introduction.	131
8.2. Allocation proportionnelle de la bande passante	132
8.2.1. Implantation de PAB.	134
8.2.1.1. Méthodologie d'étiquetage des paquets.	134
8.2.1.2 Mécanisme de rejet des paquets au niveau des routeurs de cœur.	137
8.3. Détermination de la fraction de l'étiquette	138
8.3.1. Fractions Equal EF	138
8.3.2. Fractions AP	138
8.3.3. Fractions GP	138
8.4. Simulation et résultat	139
8.4.1. Congestion dans un seul lien	139
8.4.1.1. GEO Satellite	142
8.4.1.2. MEO Satellite.	145
8.4.1.3. LEO Satellite	147
8.4.2. Congestion dans plusieurs liens.	149
8.5. Conclusion	151
Conclusion	153
Annexe 1. Démonstration de Erlang-B et Erlang-C	157
Annexe 2. Réarrangement DCA	161

Annexe 3. Calcul de probabilité d'échouement d'une requête handover pour la stratégie de mise en file d'attente FIFO	163
Annexe 4. Organigramme de simulation	167
Annexe 5. Présentation du logiciel Network Simulator	169
Liste des abréviations	179
Bibliographie	181
Index	197