

Table des matières

Introduction	13
Chapitre 1. Le réseau de mobiles – L’architecture	19
1.1. L’architecture fonctionnelle	19
1.1.1. L’entité eNB	21
1.1.2. L’entité MME	22
1.1.3. L’entité SGW	23
1.1.4. L’entité PGW	23
1.1.5. L’entité HSS	24
1.1.6. L’entité PCRF	25
1.2. L’architecture protocolaire.	26
1.2.1. L’interface LTE-Uu	26
1.2.2. L’interface S1	28
1.2.3. L’interface S11	29
1.2.4. Les interfaces S5 et S8	29
1.2.5. L’interface S10	29
1.2.6. L’interface SGi	29
1.2.7. L’interface X2	29
1.2.8. L’interface S6a	30
1.2.9. L’interface Gx	31
1.2.10. L’interface Rx	31
1.2.11. L’interface S9	31

Chapitre 2. Le réseau de mobiles –

Les protocoles de signalisation	33
2.1. Le protocole NAS	33
2.1.1. Les messages EMM	34
2.1.1.1. L'attachement et le détachement.	34
2.1.1.2. L'authentification	35
2.1.1.3. La mise en sécurité.	35
2.1.1.4. La mise à jour de la localisation	36
2.1.1.5. La requête de service	36
2.1.2. Les messages ESM	36
2.2. Le protocole RRC	38
2.2.1. Les informations relatives à l'interface radioélectrique.	41
2.2.2. Le contrôle de la connexion RRC	43
2.2.3. Le rapport de mesures	44
2.3. Le protocole S1-AP	45
2.3.1. La gestion du contexte	47
2.3.2. La gestion du support.	48
2.3.3. La gestion de la mobilité.	48
2.3.4. La gestion de l'interface S1-MME	49
2.4. Le protocole X2-AP	50
2.4.1. La gestion de la mobilité.	51
2.4.2. La gestion de la charge.	52
2.4.3. La gestion de l'interface X2.	53
2.5. Le protocole GTPv2-C	53
2.5.1. La gestion du support.	55
2.5.2. La gestion de la mobilité.	56
2.6. Le protocole DIAMETER	57
2.6.1. L'interface S6a	57
2.6.2. L'interface Gx	58
2.6.3. L'interface Rx	58
2.6.4. L'interface S9	59

Chapitre 3. Le réseau de mobiles – Les procédures 61

3.1. L'attachement	61
3.2. La mise à jour de la localisation.	61
3.3. L'établissement de session.	65
3.3.1. L'établissement du support par défaut.	66
3.3.2. Le rétablissement du support par défaut.	69
3.3.2.1. Le rétablissement initialisé par le mobile.	69

3.3.2.2. Le rétablissement initialisé par l'entité SGW	70
3.3.3. L'établissement du support dédié	71
3.4. Le handover	73
3.4.1. Le handover basé sur X2.	75
3.4.2. Le handover basé sur S1	76
Chapitre 4. Le réseau de transport – La technologie MPLS-VPN	79
4.1. Le réseau MPLS	79
4.1.1. L'architecture du réseau MPLS.	79
4.1.2. Les tables du routeur LSR.	80
4.1.3. La fonction PHP.	82
4.1.4. Le format de l'en-tête MPLS	83
4.1.5. Le protocole LDP	84
4.1.5.1. Les principes de la labellisation	84
4.1.5.2. Le format du PDU LDP	86
4.1.5.3. Les messages LDP	88
4.2. La fonction VPN.	91
4.2.1. L'architecture du réseau MPLS-VPN	91
4.2.2. La distinction de routes	94
4.2.3. La cible de routes	95
4.2.4. Les principes de fonctionnement	97
4.2.4.1. Le plan de contrôle.	97
4.2.4.2. Le plan de trafic	98
Chapitre 5. Le réseau de transport – La technologie VPLS	101
5.1. L'architecture du réseau	101
5.1.1. Le réseau VPLS	101
5.1.2. Le réseau H-VPLS	104
5.2. La gestion des adresses MAC	105
5.3. L'en-tête EoMPLS	106
5.4. Le protocole LDP	107
5.4.1. Le paramètre FEC.	107
5.4.2. Le paramètre <i>PW Status</i>	109
5.4.3. Le message <i>Address Withdraw</i>	109
5.5. Le protocole MP-BGP	109

Chapitre 6. Le réseau de transport – La technologie OTN	113
6.1. L'architecture du réseau OTN	113
6.1.1. L'équipement OLT	115
6.1.2. L'équipement de régénération	116
6.1.3. L'équipement OADM	117
6.1.4. L'équipement OXC	117
6.2. La structure du multiplexage temporel	118
6.3. La structure des sur-débits	122
6.3.1. L'en-tête de la section OTS	122
6.3.2. Le sur-débit de la section OMS	122
6.3.3. Le sur-débit du canal optique OCh	122
6.3.4. Le sur-débit de la trame OTU	123
6.3.5. Le sur-débit de la trame ODU	124
6.3.6. Le sur-débit de la trame OPU	126
6.4. Le protocole GFP	127
6.4.1. Le protocole GFP-F	127
6.4.2. Le protocole GFP-T	128
Chapitre 7. La qualité de service – Les principes	131
7.1. Introduction	131
7.2. Les paramètres de la QoS	132
7.2.1. La disponibilité	132
7.2.2. L'admissibilité	135
7.2.3. Le transfert de données	136
7.2.3.1. La bande passante	136
7.2.3.2. Le taux de perte	139
7.2.3.3. Le retard	140
7.2.3.4. La gigue	140
7.2.3.5. Les classes de service	141
7.3. La caractérisation de la QoE	143
7.3.1. L'application à la téléphonie	143
7.3.2. L'application à la visiophonie	146
Chapitre 8. La qualité de service – Le réseau de mobiles	149
8.1. La caractérisation du flux	149
8.2. Les caractéristiques de la QoS	149
8.2.1. Le paramètre QCI	150
8.2.2. Le paramètre ARP	151
8.2.3. L'application de la QoS	152

8.3. La configuration de la QoS	153
8.3.1. L'établissement du support par défaut.	153
8.3.2. L'établissement du support dédié	156
Chapitre 9. La qualité de service – Le réseau de transport.	159
9.1. La technologie IP	159
9.1.1. Le champ DSCP.	159
9.1.2. L'architecture DiffServ	163
9.2. La technologie Ethernet	166
9.3. La technologie MPLS.	169
9.3.1. Le support de DiffServ.	169
9.3.2. L'interaction entre les marques	171
9.4. Le contrôle du débit	173
9.5. Le comportement	175
9.5.1. L'évitement de la congestion	176
9.5.2. L'ordonnancement	177
Chapitre 10. La sécurité – Les principes	181
10.1. Les services de sécurité	181
10.2. Le chiffrement	182
10.2.1. L'algorithme AES.	182
10.2.2. La génération de la clé secrète.	186
10.2.3. L'algorithme RSA.	187
10.2.4. La distribution de la clé publique	188
10.3. Le hachage	189
10.3.1. L'algorithme MD5	190
10.3.2. L'algorithme SHA.	192
10.3.2.1. L'algorithme SHA-1	193
10.3.2.2. L'algorithme SHA-2	194
10.3.3. La fonction HMAC	195
Chapitre 11. La sécurité – Le réseau de mobiles	199
11.1. L'architecture de la sécurité	199
11.2. L'authentification mutuelle.	200
11.3. La mise en sécurité des messages NAS.	202
11.4. La mise en sécurité de l'interface LTE-Uu	205
11.5. Le contexte de sécurité	207

Chapitre 12. La sécurité – Le réseau de transport	211
12.1. L'architecture IPSec	211
12.1.1. Les en-têtes de sécurité	213
12.1.1.1. L'extension AH	214
12.1.1.2. L'extension ESP	215
12.1.1.3. Les modes	216
12.1.2. L'association de sécurité	218
12.1.3. Le traitement du PMTU	220
12.2. Le protocole IKEv2	220
12.2.1. L'en-tête du message	221
12.2.2. Les blocs	223
12.2.2.1. Le bloc SA	223
12.2.2.2. Le bloc KE	224
12.2.2.3. Les blocs IDi et IDr	224
12.2.2.4. Le bloc CERT	224
12.2.2.5. Le bloc CERTREQ	224
12.2.2.6. Le bloc AUTH	225
12.2.2.7. Les blocs Ni et Nr	225
12.2.2.8. Le bloc N	225
12.2.2.9. Le bloc D	225
12.2.2.10. Le bloc V	225
12.2.2.11. Le bloc TS	225
12.2.2.12. Le bloc SK	226
12.2.2.13. Le bloc CP	226
12.2.2.14. Le bloc EAP	226
12.2.3. La procédure	226
12.2.3.1. L'échange IKE_SA_INIT	226
12.2.3.2. L'échange IKE_AUTH	227
12.2.3.3. L'échange CREATE_CHILD_SA	228
12.3. L'architecture de sécurité sur l'interface S1	230
12.3.1. L'entité RA/CA	231
12.3.2. La procédure d'inscription	231
 Chapitre 13. La synchronisation – Les principes	 235
13.1. Les types de synchronisation	235
13.2. La caractérisation de l'horloge	236
13.2.1. La méthode de couche physique synchrone	236
13.2.2. La méthode fondée sur les paquets	239
13.3. Les besoins de synchronisation	240

13.3.1. Les modes de fonctionnement	240
13.3.1.1. Le mode FDD	240
13.3.1.2. Le mode TDD	242
13.3.1.3. La structure de l'intervalle de temps	243
13.3.2. La gestion des interférences	245
Chapitre 14. La synchronisation – Le mécanisme SyncE	247
14.1. L'architecture du réseau de synchronisation.	247
14.1.1. Les entités	247
14.1.2. La chaîne de synchronisation	249
14.2. Le canal de contrôle ESMC	250
14.2.1. Le message SSM	250
14.2.2. L'en-tête OSSP	251
14.2.3. L'en-tête Ethernet	252
14.3. Les architectures de réseaux à base de fonctions EEC	252
14.3.1. Le réseau en anneaux doté de deux sources PRC	253
14.3.2. Le réseau en anneaux doté d'une source et d'un collecteur SSU	254
14.3.3. Le réseau en anneaux doté d'une source et d'un filtre SSU	256
Chapitre 15. La synchronisation – Le mécanisme IEEE 1588	259
15.1. L'architecture du réseau de synchronisation.	259
15.2. Les principes de la synchronisation horaire	262
15.2.1. La version 1 de la synchronisation horaire	262
15.2.2. La version 2 de la synchronisation horaire	264
15.3. Les messages PTP	266
15.3.1. Le format des messages	266
15.3.2. Le transport des messages	272
Bibliographie	273
Liste des abréviations	279
Index	291