

Table des matières

Remerciements	13
Avant-propos. Pourquoi et pour qui est écrit ce livre ?	15
Introduction	19
PREMIÈRE PARTIE. Introduction et rappel du NFC	21
Chapitre 1. Rappels des principes utilisés en NFC	25
1.1. Les bases physiques du <i>contactless</i> et du NFC	25
1.1.1. Phénomène de propagation et de rayonnement.	25
1.1.2. Classification des champs et des régions de l'espace	26
1.1.3. Régions de l'espace.	26
1.1.4. Champ lointain : $r \gg \lambda/2\pi$ – (zone de Fraunhofer)	26
1.1.5. Champ intermédiaire : r de l'ordre de λ – (zone de Fresnel).	27
1.1.6. Champ proche : $r \ll \lambda/2\pi$ – (zone de Rayleigh)... et par essence même l'origine du terme « NF – Near field » et donc du NFC	27
1.1.7. Remarques concernant les applications <i>contactless</i> , RFID et NFC	27
1.2. Le concept NFC	29
1.3. Annexe : minimum de survie pour aborder les antennes NFC	29
1.3.1. Loi de Biot-Savart	30
1.3.2. Champ H en un point de l'axe d'une antenne circulaire	30

1.3.3. Décroissance du champ H en fonction de « d »	31
1.3.4. Champ H en un point de l'axe d'une antenne rectangulaire	33
Chapitre 2. Contraintes normatives du NFC	35
2.1. Introduction.	35
2.1.1. Contraintes normatives, réglementaires et de marché du NFC	35
2.1.2. Un peu de vocabulaire	36
2.1.3. Norme.	37
2.1.4. Standard	37
2.2. Contraintes normatives du NFC.	37
2.2.1. Liaison montante et liaison descendante	38
2.2.1.1. Liaison montante – <i>forward link</i> – de l'Initiator vers la Target	38
2.2.1.2. Liaison descendante – <i>return link</i> – de la Target vers l'Initiator.	40
2.2.2. Contraintes normatives <i>contactless</i> vis-à-vis des antennes des NFC devices	45
2.2.2.1. Liaison montante : Initiator vers Target	45
2.2.2.2. Liaison descendante	52
2.2.2.3. Résumé des conséquences sur la conception des NFC devices	54
2.3. Conclusion	54
Chapitre 3. Contraintes réglementaires et recommandations	57
3.1. Contraintes réglementaires spécifiques au NFC et à ses antennes	57
3.1.1. Etat des réglementations radiofréquences.	57
3.1.2. Contraintes dues aux rayonnements et aux pollutions du NFC	59
3.1.3. La recommandation ERC 70 03 et la norme ETSI 300 330	59
3.1.3.1. ERC 70 03	59
3.1.3.2. ETSI 300 330	60
3.2. Contraintes dues à des recommandations	63
3.2.1. Exposition du corps humain aux champs électromagnétiques.	64
3.2.1.1. <i>Specific Absorption Rate</i> (SAR)	64
3.2.2. Contraintes sociétales dues aux libertés individuelles (<i>privacy</i>).	66
3.2.2.1. Mandat 436	66
3.2.2.2. PIA, <i>Privacy Impact Assessment</i> – Norme CEN « EN 16 571 ».	67
3.2.2.3. <i>Privacy by design</i>	68
3.2.3. Contraintes environnementales	68

3.2.3.1. Traitements des déchets concernant les déchets électroniques des antennes de NFC devices (Initiators et Targets)	68
3.3. Contraintes de marché du NFC	69
3.3.1. Applications NFC des « SRD – <i>Short Range Devices</i> » radiofréquences	69
3.3.2. Les coûts et prix marché désirés par les utilisateurs	70
3.3.3. Attention aux publicités mensongères	71
DEUXIÈME PARTIE. Contraintes dues au champ des applications du NFC	73
Chapitre 4. Typologies applicatives du NFC et conséquences	77
4.1. Typologies applicatives du NFC	77
4.1.1. Technologies	77
4.1.1.1. Technologie NFC-A	77
4.1.1.2. Technologie NFC-B	78
4.1.1.3. Technologie NFC-F	78
4.1.2. NFC Forum Devices et NFC Forum Tags	78
4.1.2.1. NFC devices	78
4.1.2.2. NFC Forum Devices	78
4.1.2.3. NFC Forum Tags	79
4.1.3. « Modes » de communication d'un NFC Forum Device	79
4.1.3.1. Mode de communication passif	80
4.1.3.2. Mode de communication actif	80
4.1.4. « Rôle » d'un NFC Forum Device	81
4.1.4.1. Initiator	81
4.1.4.2. Reader/Writer	81
4.1.4.3. Target	82
4.1.4.4. Card Emulator	82
4.1.5. Possibilités typologiques applicatives et leurs contraintes	82
4.1.5.1. Applications complémentaires et/ou détournées de la norme NFC	82
4.2. Conséquences typologiques applicatives	84
4.2.1. Typologie <i>Touch & Go</i>	84
4.2.2. Typologie <i>Touch & Confirm</i>	85
4.2.3. Typologie <i>Touch & Connect</i>	85
4.2.4. Typologie <i>Touch & Explore</i>	85

Chapitre 5. Contraintes dues aux champs applicatifs	87
5.1. Eventail des possibilités techniques d'applications	87
5.1.1. En architectures et fonctionnalités électroniques	87
5.1.1.1. Interrogator	87
5.1.1.2. Lecteur (dit « reader »)	88
5.1.1.3. Target.	88
5.1.2. En formes, dimensions et facteurs de forme (et hors pub !)	88
5.1.3. Remarques et quelques clarifications du tableau.	88
5.1.4. Targets/Tags pour le contrôle de courses de type marathon	91
5.1.5. Targets/Tags pour le suivi d'objets de luxe.	91
5.2. Segmentation, typologies des marchés, leurs problèmes et leurs incidences et contraintes techniques directes sur les NFC devices	92
5.2.1. Les segments et typologies de marché.	93
5.3. Téléphonie mobile.	94
5.4. Banques/monétique/paiement	95
5.5. Transport	97
5.5.1. 1 ^{er} cas : mode <i>emulation card</i> en <i>battery-assisted</i> puis en <i>battery flat</i>	99
5.5.2. 2 ^e cas : mode <i>emulation card</i> en <i>battery out</i>	99
5.5.3. 3 ^e cas : collisions et <i>loading effects</i>	100
5.6. Automobile	100
5.6.1. Consumer.	104
5.7. Médical et santé (<i>Health Care</i>)	105
5.8. Objets communicants	106
5.8.1. Tablettes NFC	106
5.8.2. Clé USB NFC	107
5.8.3. Objets de communication et publicitaires NFC	107
5.8.4. Les NFC devices « add-on », sticks et stickers.	108
5.8.4.1. Externe	108
5.8.4.2. Interne	109

**TROISIÈME PARTIE. Contraintes applicatives à résoudre
lors de la conception de systèmes NFC et de leurs antennes. 111**

Chapitre 6. Contraintes structurelles du NFC.	115
6.1. Contraintes dues aux facteurs de formes des antennes	115
6.2. Contraintes dues aux variations de la distance de fonctionnement	116
6.2.1. Distances et couplages magnétiques	116

6.3. Contrainte de la valeur maximale admissible du coefficient de qualité Q de l'antenne de l'Initiator	116
6.4. Contrainte de la valeur de la tension de (rétro)modulation de retour	118
6.4.1. <i>Passive Load Modulation</i> (PLM).	119
6.4.1.1. Tension de rétromodulation.	119
6.4.1.2. Ensuite...	120
6.4.1.3. Les soucis	120
6.4.2. <i>Active Load Modulation</i> (ALM)	121
Chapitre 7. Contraintes applicatives fonctionnelles	125
7.1. Contraintes de tunings et détunings des antennes	125
7.1.1. Cas d'un Initiator	125
7.1.2. Représentation électrique de la Target.	126
7.1.2.1. Champ magnétique de seuil minimal	127
7.1.2.2. Targets disposées en pile (en <i>stack</i>)	128
7.1.2.3. Technique du <i>off-center tuning</i>	129
7.1.3. Téléphone mobile « tuned », « untuned » et « détuned ».	134
7.2. Contraintes et influences du milieu environnemental	138
7.2.1. Influence physique du milieu environnemental	138
7.2.2. Incidences de l'environnement sur l'antenne et ses performances	138
7.2.3. Champs électriques E	138
7.2.3.1. Symétrisations par antenne à tour(s) de compensation.	139
7.2.3.2. Symétrisations par transformateur « balun » ou par architecture électronique	139
7.2.3.3. Antennes écrantées par un plan de masse	140
7.2.3.4. Ecrans métalliques et courant de Foucault induits	141
7.2.4. Champ magnétique	141
7.2.4.1. La ferrite	142
7.2.4.2. Caractéristiques et propriétés magnétiques de la ferrite	143
7.2.4.3. Choix de la ferrite	144
7.2.4.4. Mesures et résultats	146
QUATRIÈME PARTIE. Contraintes de conformités et d'interopérabilités	151
Chapitre 8. Contraintes de conformités	155
8.1. Tests de conformité des dispositifs NFC.	155
8.2. Normes de tests de « conformités » pour NFC IPx.	156

8.2.1. Tests de ISO 23 917 (NFC IP1 protocol)	157
8.2.2. Tests de ISO 22 536 (NFC IP1 RF interface)	157
8.3. Caractérisations électriques de l'antenne Initiator	159
8.3.1. Inductance et résistance de l'antenne	159
8.3.1.1. Effet de peau de la résistance de l'antenne	162
8.3.2. Coefficient de qualité.	162
8.3.3. Bande passante	162
8.3.4. Accord de l'antenne et son adaptation d'impédance	163
8.3.4.1. Méthode dite de substitution <i>via</i> des courbes de Lissajous	163
8.3.4.2. Méthode de vérification de l'accord et de mise au point de l'antenne Initiator.	167
8.4. Méthode de mise au point de l'antenne Target	167
8.4.1. Seuil d'absorption, H_{thr}	168
8.4.2. Absorption en lecture, H_{read}	168
8.4.3. Fréquence de résonance, f_{res}	168
8.4.4. Bande passante	168
8.5. Méthodes de mesure de la Target	168
8.6. Mesures électriques de l'antenne Initiator	170
8.6.1. Mesure du champ magnétique H rayonné par l'Initiator	170
8.6.2. Mesure du coefficient de Qualité – Q	171
8.6.2.1. Q et la coupure du champ	172
8.6.2.2. Décroissance du champ selon la norme ISO	174
8.6.3. Mesure de Q dans l'application.	175
8.6.4. Mesure de la bande passante dans l'application	176
8.7. Méthode de mise au point des systèmes complets	177
8.7.1. Mesures à effectuer	177
8.7.2. Ordre dans lequel faire les mesures	178
8.7.3. Aires d'énergie, lignes de zéro et aires de bon fonctionnement.	178
8.8. Outils de mesure	178
Chapitre 9. Contraintes d'interopérabilité	181
9.1. Normes et interopérabilités	181
9.2. Les problèmes des tests NCF ISO vs EMV vs NFC Forum vs, etc.	182
9.2.1. Tests de conformité de EMV	183
9.2.1.1. EMV – TEST PCD.	184
9.2.1.2. Détermination des éléments	187
9.3. La pratique : quelques exemples simples de mesures	190
9.3.1. Exemple 1	190
9.3.2. Exemple 2	193

9.3.2.1. Quelques mesures faciles à réaliser	193
9.3.3. Tests de conformité du NFC Forum	196
9.3.3.1. Quelques informations complémentaires	196
9.3.4. Méthodes de tests et certifications des couches basses au NFC Forum	197
9.3.4.1. Signalétique	197
9.3.4.2. N-Mark.	197
9.3.5. Tests de conformité du NFC au CEN – Comité européen de normalisation	198
9.3.6. Et l'interopérabilité là-dedans ?	199
Conclusion. Le futur « proche » et « lointain » du NFC et de ses antennes	201
Bibliographie	209
Index	211
Sommaire de <i>Conception d'antennes pour dispositifs NFC</i>	215