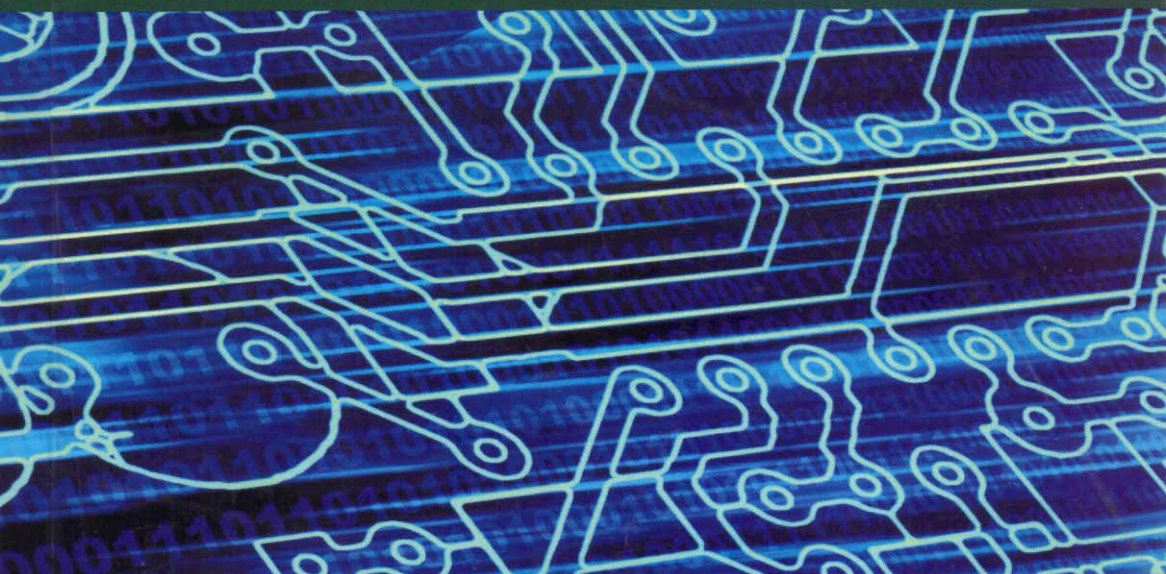


# Identification par radiofréquence

*de la RFID à la RFID sans puce*

Etienne Perret



---

# Table des matières

---

<b>Remerciements</b> . . . . .	9
<b>Introduction</b> . . . . .	11
<b>PREMIÈRE PARTIE. IDENTIFICATION PAR RADIOFRÉQUENCE</b> . . . . .	13
<b>Chapitre 1. Introduction à la RFID</b> . . . . .	15
1.1. Présentation générale de la RFID . . . . .	15
1.2. Le marché de la RFID . . . . .	21
1.3. Les problématiques de la RFID . . . . .	23
1.3.1. Robustesse de lecture. . . . .	23
1.3.1.1. Description du problème . . . . .	23
1.3.1.2. Solution apportée. . . . .	25
1.3.2. Le prix des tags . . . . .	26
1.3.3. De l'identification vers la fonction « capteur ». . . . .	27
1.4. Conclusion . . . . .	28
1.5. Bibliographie . . . . .	28
<b>Chapitre 2. Conception d'antennes pour tags RFID UHF</b> . . . . .	31
2.1. Introduction. . . . .	31
2.2. Paramètres importants de la RFID . . . . .	31
2.2.1. Mise en équation des liens lecteur-tag. . . . .	33
2.3. Discussions autour des deux états d'impédance de la puce $Z_c^i$ . . . . .	39

2.4. Règles de conception d'antennes RFID –	
Approche classique de conception . . . . .	42
2.4.1. Approche classique de conception d'antennes pour tags RFID UHF passifs . . . . .	43
2.5. Méthodologie de conception d'antennes RFID robustes . . . . .	48
2.5.1. Contexte de l'étude . . . . .	48
2.5.2. Description du principe mis en œuvre . . . . .	49
2.5.3. Principe de la co-simulation. . . . .	51
2.5.4. Prise en compte de l'environnement, conception de tags robustes . . . . .	51
2.5.5. Utilisation du principe de co-simulation dans le processus d'optimisation . . . . .	53
2.5.6. Génération de la forme d'antenne . . . . .	55
2.5.7. Mise en œuvre de l'outil de conception automatisé à travers un exemple . . . . .	57
2.5.7.1. Contraintes de fabrications . . . . .	57
2.5.7.2. Convergence de la forme de l'antenne . . . . .	58
2.5.7.3. Résultats obtenus . . . . .	59
2.5.7.4. Objets métalliques . . . . .	62
2.6. Conclusion . . . . .	63
2.7. Bibliographie. . . . .	64

## **Chapitre 3. Nouveaux développements en RFID UHF . . . . .**

3.1. Introduction. . . . .	67
3.2. Technique de mesure sans fil d'impédance d'antenne. . . . .	68
3.2.1. Caractérisation des puces RFID, mesure des deux états d'impédance . . . . .	69
3.2.1.1. Introduction . . . . .	70
3.2.1.2. Description du banc de mesure. . . . .	70
3.2.2. Approche théorique de l'extraction de l'impédance d'entrée d'une petite antenne basée sur l'utilisation d'une puce RFID . . . . .	73
3.2.2.1. La technique de mesure réflectométrie en champ lointain. . . . .	73
3.2.2.2. Principe de la réflectométrie appliqué à la RFID pour la mesure d'impédance d'antenne . . . . .	80
3.3. Vers l'utilisation de la RFID comme capteur . . . . .	83
3.3.1. Prise en compte du lien retour-augmentation du delta RCS . . . . .	88
3.3.2. Exemple d'un capteur RFID . . . . .	93
3.4. Conclusion . . . . .	95
3.5. Bibliographie. . . . .	95

<b>TROISIÈME PARTIE. RFID SANS PUCE (CHIPLESS)</b> . . . . .	99
<b>Chapitre 4. Introduction à la RFID sans puce</b> . . . . .	101
4.1. Introduction. . . . .	101
4.2. Principe de fonctionnement de la RFID sans puce . . . . .	103
4.2.1. Description du principe de la RFID sans puce . . . . .	104
4.2.2. Exemple du tag en C . . . . .	108
4.3. Positionnement de la RFID sans puce . . . . .	112
4.3.1. Etat de l'art. . . . .	112
4.3.2. Tag fréquentiel et tag temporel : définition . . . . .	115
4.3.3. Positionnement applicatif . . . . .	116
4.4. Figure de mérite . . . . .	118
4.4.1. Les différentes notions à prendre en considération . . . . .	119
4.4.1.1. Quantité d'informations des tags <i>chipless</i> . . . . .	119
4.4.1.2. La bande de fréquence. . . . .	119
4.4.1.3. Dimension des tags. . . . .	120
4.4.1.4. Distance de lecture . . . . .	121
4.4.1.5. Sensibilité du <i>tag</i> à l'environnement . . . . .	121
4.5. Conclusion . . . . .	121
4.6. Bibliographie. . . . .	122
<b>Chapitre 5. Développement de la RFID sans puce</b> . . . . .	125
5.1. Introduction. . . . .	125
5.2. Capacité et densité de codage des tags RFID sans puce . . . . .	131
5.2.1. Performances des motifs résonants. . . . .	131
5.2.2. Techniques de codage de l'information . . . . .	132
5.2.3. Les normes d'émission et de réception . . . . .	133
5.3. Amélioration de la robustesse de détection des tags RFID sans puce . . . . .	135
5.3.1. Approche REP (approche fréquentielle). . . . .	136
5.3.1.1. Principe de la dépolarisation de l'onde . . . . .	136
5.3.1.2. <i>Tag</i> invariant par rapport à la polarisation de l'onde incidente . . . . .	140
5.3.1.3. Augmentation de la robustesse de lecture – Techniques d'auto-compensation . . . . .	142
5.3.2. Approches temporelles . . . . .	146
5.3.2.1. Principe de fonctionnement. . . . .	147

5.3.2.2. Codage hybride temporel-fréquentiel, multigroupes de <i>C-section</i> . . . . .	149
5.3.2.3. Robustesse de détection des approches temporelles . . . . .	153
5.4. Mise en œuvre pratique de la technologie RFID sans puce . . . . .	156
5.4.1. Conception de tags RFID sans puce compatibles avec la réglementation . . . . .	156
5.4.2. Coût des tags. . . . .	156
5.4.3. Réalisation d'un lecteur pour la technologie <i>chipless</i> . . . . .	159
5.4.4. <i>Chipless</i> au THz – Projet THID . . . . .	164
5.5. Conclusion . . . . .	169
5.6. Bibliographie . . . . .	170
<b>Chapitre 6. Perspectives pour la technologie RFID <i>chipless</i></b> . . . . .	<b>175</b>
6.1. Introduction . . . . .	175
6.2. Sécurisation de l'information . . . . .	176
6.3. Lecture multiple . . . . .	178
6.4. Capteur <i>chipless</i> . . . . .	179
6.4.1. Capteurs d'humidité . . . . .	179
6.4.1.1. Etat de l'art . . . . .	180
6.4.1.2. Principe des tags-capteurs proposés . . . . .	181
6.4.1.3. Variation de l'humidité . . . . .	186
6.4.2. Capteur de déformation . . . . .	188
6.4.2.1. Problématique. . . . .	188
6.4.2.2. Etat de l'art et solution mise en œuvre . . . . .	189
6.4.2.3. Principe de la méthode . . . . .	189
6.4.2.4. Résultats expérimentaux . . . . .	190
6.5. <i>Chipless</i> reconfigurable. . . . .	194
6.5.1. Principe de fonctionnement des CBRAM. . . . .	194
6.5.2. Exemple d'un <i>tag chipless</i> reconfigurable . . . . .	196
6.6. Conclusion . . . . .	200
6.7. Bibliographie . . . . .	201
<b>Conclusion</b> . . . . .	<b>205</b>
<b>Liste des acronymes</b> . . . . .	<b>207</b>
<b>Index</b> . . . . .	<b>211</b>