

LA COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE DES SYSTEMES RFID UHF PASSIFS

Anthony GHIOTTO* - Tan-Phu VUONG* - Smail TEDJINI* - Ke WU**

(*): LCIS - Grenoble INP - Laboratoire de Conception et d'Intégration des Systèmes,
50, Rue B. de Laffemas, BP 54, 26902, Valence, France

Tel: + 33 (0) 4 75 75 94 60; anthony.ghiotto@esisar.inpg.fr

(**): Centre de Recherche Poly-Grames, École Polytechnique de Montréal
Lassonde / M-6106, 2500, Chemin Polytechnique, Montréal, (Québec), Canada, H3T 1J4

Résumé : Ce document présente la Compatibilité ElectroMagnétique (CEM) des systèmes d'Identification par Radio Fréquence (RFID) UHF passifs. Cette nouvelle technologie, qui sera très largement déployée, intéresse particulièrement la communauté de la CEM par ses spécificités. Les développeurs de ces systèmes doivent prendre en compte les réglementations établies par les autorités publiques et les normes en vigueur définies notamment par l'ISO (International Organisation for Standardization). Un résumé des principales problématiques CEM spécifiques à la conception et au déploiement des systèmes RFID est exposé. La CEM est un élément clef de la maîtrise de cette technologie et permettra le développement de son marché.

I. INTRODUCTION

La RFID (Radio Frequency Identification) est une technique d'identification qui utilise les ondes radio pour détecter des objets ou des être vivants. Elle constitue une avancée technologique qui révolutionne les méthodes d'identification et de traçabilité qui sont parmi les préoccupations majeures du monde industriel. Les applications sont nombreuses et concernent entre autre : la logistique, la gestion des procédés industriels, la maintenance, le contrôle de flux, la lutte contre la contrefaçon, le contrôle d'identité, ... En tant qu'outil d'identification, elle est de plus en plus répandue et elle est amenée à remplacer le code-barre dans de nombreux domaines. Les systèmes RFID utilisent principalement quatre bandes de fréquence : 125KHz (bande BF, Basses Fréquences), 13,56MHz (bande HF, Hautes Fréquences), 860-960MHz (bande UHF, Ultra Hautes Fréquences), 2,45 GHz (bande micro-onde). Une description de ces différentes technologies peut être consultée dans la référence [1].

Ces dernières années, un intérêt grandissant dans le domaine de l'industrie et de la recherche est porté sur la technologie RFID UHF passive. Elle présente une

solution faible coût. Elle permet également d'avoir un débit de donnée plus important (de l'ordre de 200 Kbit/s) et d'atteindre une distance de lecture plus grande que les autres technologies RFID dites passives. Cet intérêt a permis la mise en place dans la majeure partie du monde de réglementations et de normes industrielles permettant le développement du marché de cette technologie.

Dans une première partie de ce document, une brève présentation de la technologie RFID UHF passive est exposée. Puis les réglementations et les normes en vigueur sont présentées dans une seconde partie. Ensuite une revue des principales problématiques CEM spécifiques à la conception et au déploiement des systèmes RFID UHF passifs et plus particulièrement des tags RFID est exposée.

II. LA RFID UHF PASSIVE

Un système RFID UHF passif, tel qu'illustré sur la Fig. 1, est constitué d'un tag contenant un identifiant unique (ID) permettant d'identifier un objet ou un être vivant, d'un lecteur RFID et de son antenne, et enfin d'un hôte traitant l'information.

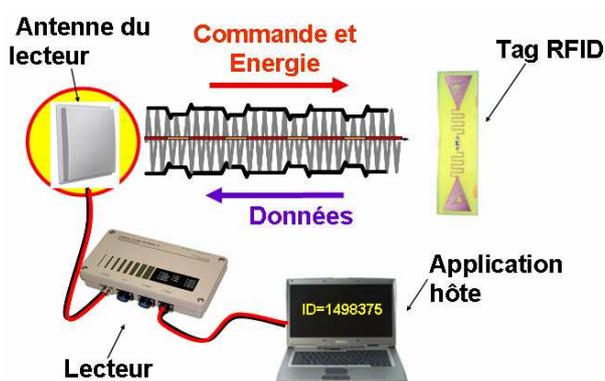


Fig.1 – Schéma illustrant un système RFID UHF passif.

Un tag passif (i.e. non doté d'une source d'énergie propre) est alimenté en énergie en transformant l'énergie électromagnétique rayonnée par l'antenne du lecteur en énergie électrique. Il est constitué de deux éléments : une antenne et une puce électronique. L'adaptation entre l'antenne et la puce est critique afin de maximiser la puissance reçue et donc la distance de lecture.

Le tag reçoit également des commandes transportées physiquement par une modulation de la portuse UHF. Il répond à ces commandes en « modifiant » sa surface radar équivalente (Radar Cross Section - RCS) par une modulation de l'impédance d'entrée de la puce afin de moduler l'amplitude (ou la phase) du signal réfléchi par son antenne (technique dite de « backscattering ») [2].

III. REGULATION ET NORMALISATION DES SYSTEMES RFID UHF PASSIFS

Les objectifs de la réglementation et de la normalisation sont de permettre l'interopérabilité des systèmes, la protection des données sensibles, de garantir les libertés ainsi que de protéger la santé.

III.1 La réglementation des systèmes RFID UHF passifs

La réglementation régissant les systèmes RFID UHF dépend des autorités publiques. Elle est différente d'un pays à l'autre ce qui ne facilite pas la mise en place d'un système universel particulièrement intéressant pour la logistique dans le contexte de la mondialisation. Le Tableau I, présente en fonction de la région les spectres alloués à la RFID UHF [3].

Tableau I – Spectre alloué à la RFID UHF en fonction de la région.

Région	Spectre alloué à la RFID UHF
1 (Europe)	869,4 à 869,65MHz - 500mW ERP - 10% DC 865 à 868MHz - 100mW ERP - LBT 865,6 à 867,6MHz - 2W ERP - LBT (10 canaux de 200kHz) 865,6 à 868MHz - 500mW ERP - LBT
2 (Amérique)	902 to 928MHz - 4W EIRP - FHSS (80 canaux de 325kHz)
3 (Asie et Océanie)	Japon : 952 à 954MHz - 4W EIRP Corée : 908,5 à 914MHz Australie : 915 à 928MHz - 1W EIRP

La réglementation aux Etats-Unis, et adoptée sur la majeure partie du continent Sud et Nord Américain, est définie par la réglementation 15.247 déterminée par la FCC (Federal Communication Commition). Elle autorise une puissance de transmission maximale de 1W avec une antenne de gain maximum de 6dBi [4].

En Europe, la réglementation pour cette technologie est plus contraignante. Elle est définie par la réglementation 302 208 déterminée par l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) [5]. Un lecteur doit opérer avec une puissance maximale de 2 W ERP (Effective Radiated Power), ou l'équivalent de 3,2 W EIRP (Effective Isotropic Radiated Power). D'autre part, l'Europe a choisi d'introduire la réglementation LBT (Listen Before Talk). Cette réglementation signifie qu'un interrogateur doit vérifier la présence d'un autre signal dans sa sous bande de transmission avant de pouvoir l'utiliser.

III.2 La normalisation des systèmes RFID UHF passifs

Le développement des normes en cours (notamment au niveau du test) sous l'impulsion des offreurs de solutions et des utilisateurs est nécessaire pour la maîtrise de cette technologie et le développement de son marché [6]. Ce développement vise à certifier le fonctionnement, l'interopérabilité et l'interchangeabilité des systèmes RFID et de ses composants.

L'ISO a définie plusieurs norme pour la RFID UHF passive : la norme 18000-6 concernant le protocole de communication, la norme 18047 concernant les tests de conformité, et la norme 18046 concernant les tests de performance.

D'autre part le groupement EPCglobal (Electronic Product Code) a produit un standard pour encourager le large déploiement de la RFID. Ce standard, dénommé EPC Class-1 Generation-2 définit l'interface entre le lecteur et les tags.

IV. LES ASPECTS SPECIFIQUES DE LA CEM DES SYSTEMES RFID UHF PASSIFS

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes problématiques de CEM des systèmes RFID UHF passifs. Nous nous intéressons à la fois au déploiement du système dans une première partie et aux tags RFID dans une deuxième partie.

IV.1 Les considérations de CEM dans le déploiement des systèmes RFID UHF passifs

Le déploiement des systèmes RFID est particulièrement intéressant d'un point de vue de la CEM. Il demande de réaliser une analyse spectrale du site, de prendre en compte les interférences pouvant intervenir entre lecteurs surtout dans un environnement denses, et d'appliquer une méthodologie d'installation.

IV.1.1 Implémentation sur site

L'implantation sur un site demande de réaliser une analyse spectrale [7]. En effet, la RFID UHF opère dans la bande ISM (Industrial, Scientific and Medical)

où de nombreux perturbateurs dont le GSM peuvent intervenir [6]. Cette mesure permet d'identifier les sources perturbatrices et de prendre des mesures permettant de minimiser leurs effets sur le système RFID.

IV.1.2 Interférence entre lecteurs RFID

Le Tableau II détermine avec un modèle de perte d'espace libre en bâtiment la distance minimale entre deux lecteurs en fonction de la distance du tag [8]. On voit que pour une distance entre un tag et un lecteur de 2 mètres, un lecteur placé à moins de 29 mètres peut être une source d'interférence.

Tableau II – Effet de la distance du tag sur la distance minimale d'interférence entre deux lecteurs face à face [8].

Distance du tag en m	Distance entre lecteurs en m
1	28,7
2	76,9
5	286,5

D'autre part, le LBT en Europe demande des précautions particulières dans le déploiement des systèmes RFID [8]. La réglementation en Europe est plus contraignante particulièrement dans un environnement dense en lecteurs RFID. En effet, la réglementation de l'ETSI définit un seuil de puissance pour le LBT. A partir de ce seuil, on peut déterminer la distance minimum entre deux lecteurs. Le résultat est donné dans le Tableau III qui prend en compte un modèle d'espace libre dans un bâtiment extrait de [8]. On voit donc que le LBT apporte une contrainte supplémentaire.

Tableau III – Seuil en fonction de la puissance de transmission définie par le LBT et distance minimale d'interférence correspondante entre deux lecteurs face à face [8].

ERP dBW	Seuil dBW	Distance entre lecteur en m
Jusqu'à -10	< -113	193.1
De -10 à -3	< -120	485
De -3 à 3	< -126	1068

Une façon de prévenir le problème d'interférence entre lecteur est de réaliser la synchronisation des lecteurs [8].

IV.1.3 Méthodologie de déploiement

La mise en place d'une méthodologie de déploiement permettant le choix du couple tag/lecteur et

l'optimisation du système RFID s'avère une étape cruciale notamment dans le domaine de la logistique [6] (placement des tags, placement des antennes des lecteurs, ...). Cette étape passe par le test.

IV.2 La CEM des tags RFID UHF passifs

Bien qu'étant un élément passif, un tag RFID UHF a également des contraintes de CEM. La lecture doit être possible dans un environnement multi-tags. Le tag doit pouvoir être insensible ou adapté à son environnement. Enfin il doit être immunisé aux décharges électrostatiques.

IV.2.1 Environnement multi-tags

Lors de l'identification, plusieurs tags peuvent être présents dans la zone d'un lecteur. La collision entre les tags est évitée soit par une approche probabiliste (ALHOA...), soit déterministe (arbre de tri...), toute deux décrites dans [1].

IV.2.2 Effet de l'environnement

Par ailleurs, les tags opèrent dans des environnements pouvant contenir des objets conducteurs (métaux) ou absorbants (eau). La plupart sont conçus pour être collés à des objets (pare-brise de voiture par exemple) modifiant l'environnement proche du tag et donc ses propriétés électromagnétiques (coefficient d'adaptation Γ entre l'antenne et la puce, RCS...). Ces caractéristiques doivent être prises en compte dès la conception des antennes afin de minimiser les effets de l'environnement et d'optimiser les performances [9], [10].

Le Tableau IV illustre l'effet sur la désadaptation d'une antenne de type dipôle en fonction de la proximité d'un plan métallique. On voit que la proximité d'un plan conducteur détériore fortement l'adaptation de l'antenne. Le plan conducteur a pour effet de réduire l'impédance de l'antenne. La proximité d'un plan métallique doit donc être prise en compte.

Tableau IV – Effet sur la désadaptation d'une antenne dipôle en fonction de la proximité d'un plan métallique infini (obtenue par simulation).

Distance dipôle/plan métallique, en mm	Coefficient d'adaptation Γ , en dB
∞	-17,8
150	-13,2
100	-12,4
40	-9,6
30	-5,3
20	-2,7
10	-0,8
5	-0,34

La fig. 2 illustre une antenne RFID de type dipôle conçue pour fonctionner à une distance de 30 mm d'un plan conducteur. Afin de s'affranchir de ce problème, l'influence de l'environnement, nous avons conçu un nouveau tag. Ce type de tag est indépendant de l'environnement où il s'intègre. Il est constitué d'une antenne patch qui permet de l'isoler de l'environnement situé à l'arrière de son plan de masse (figure 3).

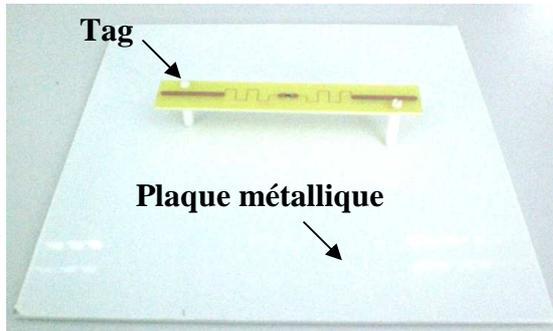


Fig. 2 – Antenne dipôle RFID UHF conçue pour l'identification d'objet métallique – distance plan métallique/ antenne dipôle de 30 mm.

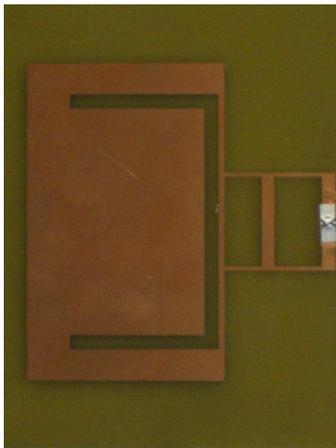


Fig. 3 – Tag patch RFID UHF passif miniaturisé pour l'identification d'objet métallique.

IV.2.3 Immunité aux décharges électrostatiques

Enfin [11] présente une étude sur l'immunité aux DES (Décharges Electrostatiques) des étiquettes RFID et de la mise en place de test. Cette étude montre la nécessité de procéder à ces tests et apporte des conclusions intéressantes sur les précautions à prendre au niveau de la conception des tags et de leurs antennes. Ainsi les DES peuvent provoquer une baisse des performances voir la destruction des tags RFID. Cette étude a montré que les antennes possédant un plan de masse étaient moins susceptibles, et qu'une résistance plus élevée du support physique de l'antenne réduisait la susceptibilité des tags aux DES.

V. CONCLUSION

Cet article a présenté la CEM des systèmes RFID UHF passifs. La première partie a concerné une rapide présentation de cette technologie. Elle a été suivie par une discussion sur les réglementations et les normes la concernant. Enfin une revue des principales problématiques de CEM spécifiques à la conception et au déploiement des systèmes RFID UHF passifs a été exposée. La CEM et le développement des normes en cours sont nécessaires pour la maîtrise de cette technologie et le développement de son marché.

REFERENCES

- [1] K. Finkenzelle, *"RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification"*, John Wiley & Sons, Second Edition, 2003.
- [2] A. Ghiotto, T. P. Vuong, M. C. E. Yagoub, S. Tedjini, *"On the Design and Miniaturization of Passive UHF RFID Transponder Antenna"*, presented at the Int. Conf. URSI2007, Ottawa, Canada, Jul. 2007.
- [3] G. Dessenne, *"La normalisation RFID"*, presented at the 19th Int. Conf. on Hertzian Optic and Dielectrics, Valence, 5-7 Sep. 2007.
- [4] Federal Communications Commission, Title 47, telecommunication, chapter 1, Part 15, radio frequency devices, 1 Oct. 2001.
- [5] ETSI EN 302 208-1 V1.1.1, www.etsi.org.
- [6] C. Chantepy, *"Mesures des tags RFID"*, presented at the 19th Int. Conf. on Hertzian Optic and Dielectrics, Valence, 5-7 Sep. 2007.
- [7] D. Arnaud-Cornos, T. Letertre, A. Diet, A. Azoulay, *"Influence des ondes électromagnétiques sur les performances de systèmes RFID"*, 19th Inter. Conf. on Hertzian Optic and Dielectrics, Valence, 5-7 Sep. 2007.
- [8] K. Seong Leong, M. Leng Ng, P. H. Cole, *"Operational considerations in Simulation and Deployment of RFID Systems"*, 17th Int. Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, 27 Feb.-3 Mar. 2006, pp. 521 - 524.
- [9] D. Dobkin, S. Weigand, *"Environmental Effects on RFID Tag Antennas"*, IEEE MTT-S International microwave symposium, 12-17 June 2005.
- [10] A. Ghiotto, S. F. Cantalice, T. P. Vuong, A. Pouzin, G. Fontgalland, S. Tedjini, *"Miniaturized Patch Antenna for the Radio Frequency Identification of Metallic Objects"*, Oral, IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS2008), Atlanta, 15-20 June 2008.
- [11] C. Bauer-Reich, R.M. Nelson, D. Vaselaar, *"The Effects of ESD in Multiple Testing Environments on Adhesives-Label RFID Tags"*, 2007 IEEE Inter. Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC 2007, 9-13 Jul. 2007, pp. 1-6.