

L'IDENTIFICATION PAR RADIOFREQUENCE (RFID) – TECHNIQUES ET PERSPECTIVES

Radio Frequency Identification – Technologies and perspectives

Par Jean-Pierre HAUET – Consultant – BEA Consulting

Mots clés : Radiofréquence, identification, étiquette, transpondeur, code barre

Key words: radiofrequency, identification, tag, transponder, barcode

Fusionnant le classique code barre avec les nouvelles technologies des télécommunications, les étiquettes RFID offrent la possibilité d'identifier les objets les plus variés aussi bien que des animaux et des êtres humains. Le développement technologique qui les accompagne est fascinant mais ne va pas sans poser des problèmes éthiques difficiles.

Merging the conventional barcode with the new telecommunication technologies, the RFID tags make it possible to identify a diversity of items as well as animals and human beings. The technological development which supports them is fascinating but does not go without raising serious ethical issues.

L'essentiel

Les progrès dans les domaines des télécommunications et de l'électronique ont permis de donner corps à une idée assez ancienne : celle de l'identification à distance par radiofréquence.

Les technologies actuelles utilisent des étiquettes passives ou actives, couplées de façon magnétique ou radiatives à un lecteur.

Malgré l'absence d'une véritable standardisation, les étiquettes RFID se développent très rapidement dans des domaines très variés : logistique, identification, contrôle d'accès, protection contre le vol, paiement, etc.

Les progrès dans le domaine de la miniaturisation et des nouveaux matériaux laissent prévoir de nouvelles percées technologiques avec des applications de plus en plus étendues, pouvant aller jusqu'à un « Internet des objets ». Ces développements et leurs conséquences sur la vie privée ne vont pas sans soulever de difficiles problèmes éthiques. Mais l'avenir des RFID semble quoi qu'il en soit promis au succès.

Synopsis

Progress in the telecommunications and electronics fields has made it possible to give shape to an old idea: radio frequency remote identification.

Current technologies either use passive or active tags, magnetically or electromagnetically coupled with a reader.

Despite the lack of an actual standardization, RFID very rapidly develop in very diversified arenas : logistics, authentication, access control, theft protection, financial transactions, etc.

Improvements in miniaturisation and new materials permit to anticipate new technological breakthroughs leading to broader and broader applications, up to an "Internet of things". These developments and their impact on privacy do not go without raising difficult ethical issues. No doubt however that RFID systems have a great future ahead of them.

L'identification par radiofréquence ou RFID (Radio Frequency Identification) permet d'identifier à distance des objets ou des individus, à l'arrêt ou en mouvement, et d'échanger avec eux des données fonctions des applications envisagées.

Les systèmes RFID ne sont pas nouveaux dans leur principe. Des dispositifs d'identification d'avions par transpondeurs IFF (Identification Friend or Foe) ont été utilisés dès la deuxième guerre mondiale. Mais ce sont les progrès des télécommunications et de l'électronique en général qui ont rendu possible le développement de cette technique, en plein essor depuis quelques années.

Les principes de l'identification par radiofréquence

Dans tout système RFID, on retrouve les mêmes constituants de base (Figure 1) :

- un lecteur, ou scanner, qui envoie une onde électromagnétique porteuse d'un signal en direction des objets¹ à identifier ou à contrôler. En retour, le lecteur reçoit l'information renvoyée par ces objets.
- une étiquette, en anglais « tag », fixée sur ces objets, qui réagit à la réception du signal envoyé par le lecteur en renvoyant vers ce dernier l'information demandée.
- un ordinateur de stockage et de traitement des informations recueillies par le lecteur. Cet ordinateur peut travailler en boucle fermée (cas des systèmes locaux) ou en boucle ouverte (connexion à un système de gestion de niveau supérieur).

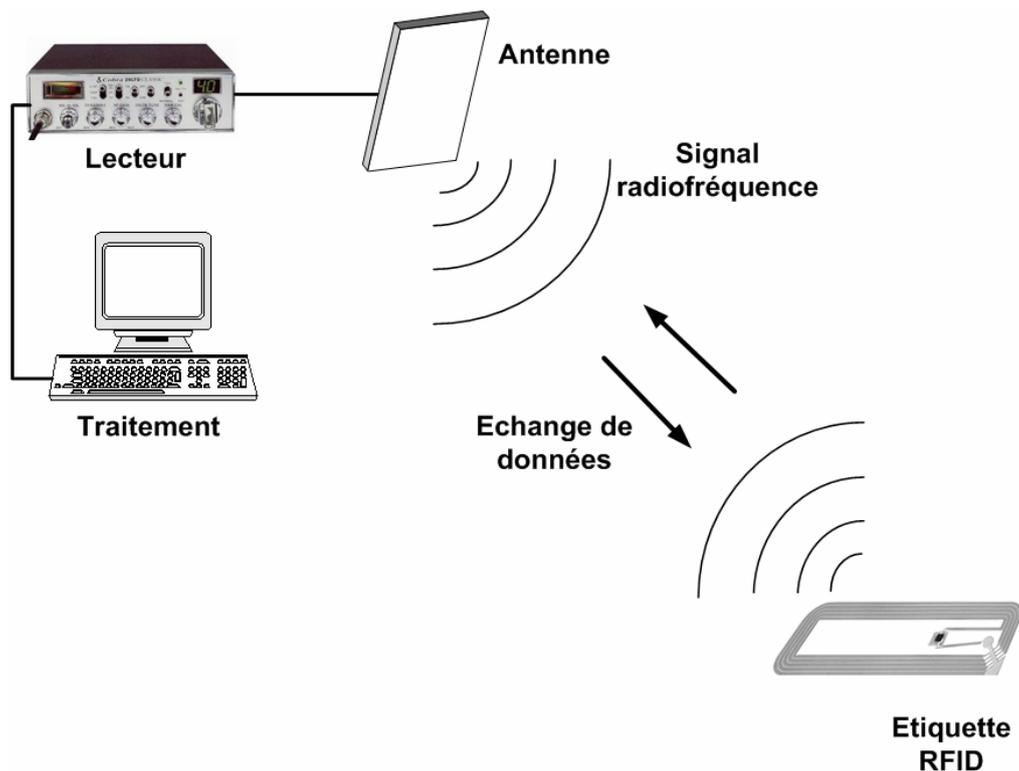


Figure 1 : Schéma général d'un système d'identification par radiofréquence.

L'étiquette RFID, appelée également transpondeur, comporte un microprocesseur, plus ou moins puissant, dotée d'une mémoire et connectée à une antenne bobinée (Figure 2). L'ensemble est logé dans un boîtier ou inséré entre deux films de matière plastique, voire entre deux épaisseurs de papier, ce qui permet alors d'assurer, au moins à titre transitoire, la fonction « code barre » de l'étiquette à laquelle le système RFID est appelée à se substituer (Figure 3).

¹ Pour alléger la rédaction, on utilisera le terme « objet », sachant qu'il peut s'agir en fait d'équipements de toute nature, d'animaux ou de personnes.

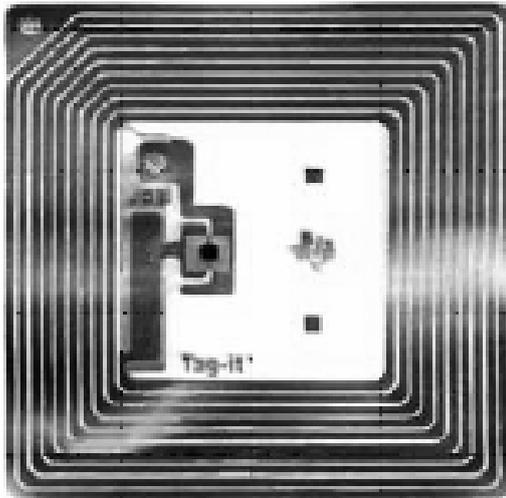


Figure 2 (ci-dessus) : Vue d'une étiquette RFID avec son antenne bobinée en cuivre et son microprocesseur au centre – Source : Texas Instrument.



Figure 3 (à droite) : Etiquette RFID assurant également la fonction « code barre » - Source : Printronic

La taille des étiquettes RFID est éminemment variable selon les applications (Figure 4). Elle dépend de la capacité de traitement du processeur, de la distance entre le lecteur et les étiquettes, de l'environnement de travail etc. Les étiquettes plaquées sur les pièces en cours de production sont les plus encombrantes ; les transpondeurs de péage autoroutiers, conçus il y a une dizaine d'années, souffrent de la présence d'une batterie assez volumineuse ; les étiquettes pour vêtements ou oreilles des animaux sont beaucoup moins encombrantes et l'on sait faire aujourd'hui des étiquettes RFID insérables sous la peau.

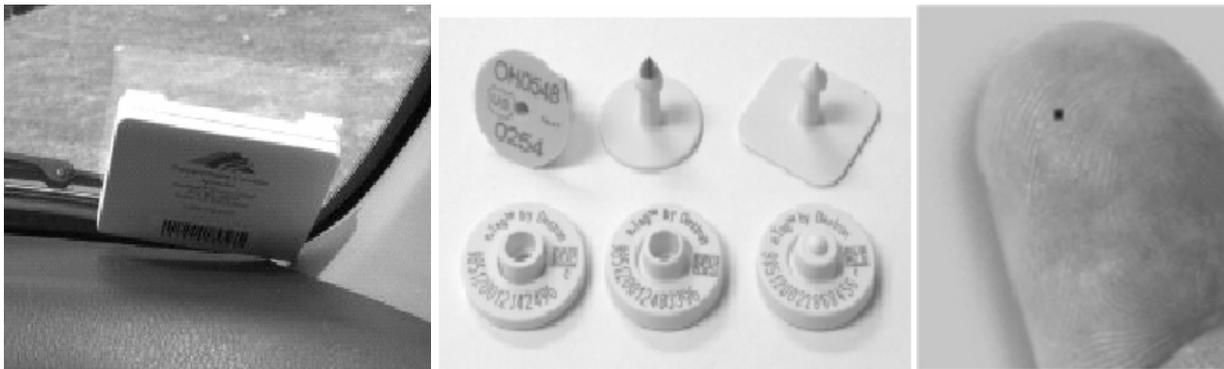


Figure 4 : Exemples d'étiquettes RFID – Sources : Wikipedia – National Band – Hitachi.

Les données clés d'un système

Au niveau du système, un certain nombre d'éléments clés influent sur sa conception ainsi que sur les choix technologiques concernant la conception des étiquettes et le mode de transfert de l'information.

Parmi ceux-ci, il faut citer en priorité :

- les données géométriques du problème : distances, nombre d'objets et critères de mobilité à prendre en compte, contraintes de miniaturisation,
- les conditions de propagation : risques de perturbations électromagnétiques locales, du système ou par le système, problèmes d'obstacles, de réflexion ou d'absorption des ondes sur ou par des objets ou des matériaux divers, conducteurs ou isolants,
- les données fonctionnelles : volume des données à transmettre, temps de transfert maximal exigé, contraintes de sécurité et d'intégrité, besoins à satisfaire : read only, write once-read many, read-write etc.
- la volonté d'ouverture du système ou d'intégration dans un autre,
- les contraintes réglementaires locales, notamment sur le choix des fréquences et la puissance maximale autorisée.

L'interaction lecteur-étiquette

On distingue deux modes d'interaction fondamentalement différents entre le lecteur et l'étiquette :

- o le premier correspond à un couplage de nature inductive ou magnétique,
- o le deuxième à un couplage de nature radiative ou électro-magnétique.

Couplage magnétique

Tout circuit, et en particulier les antennes, rayonnent. A une distance maximale de l'ordre de la longueur d'onde, une source émet un faisceau quasiment parallèle qui permet à la source d'entrer en résonance inductive avec un récepteur, comme les enroulements d'un transformateur (Figure 5).

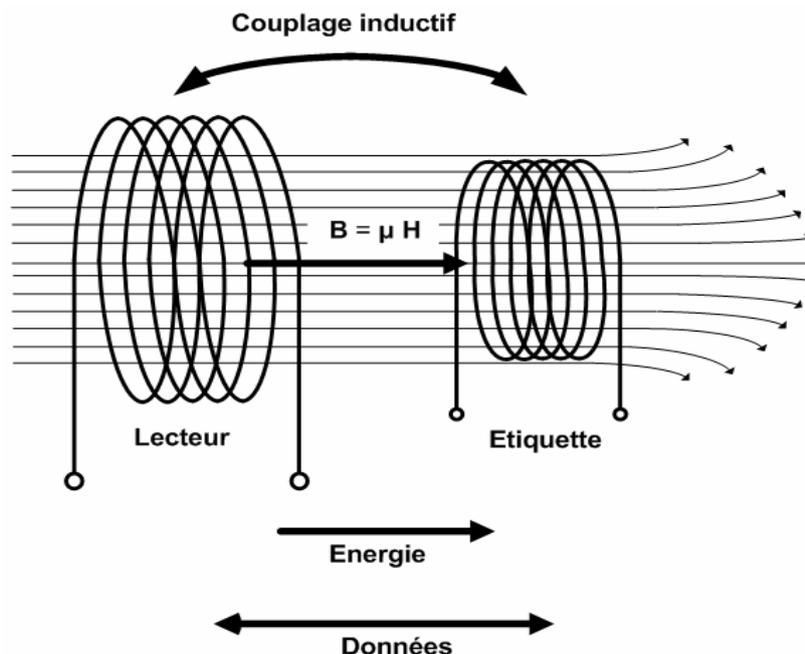


Figure 5 : Schéma de principe d'un couplage magnétique en champ proche

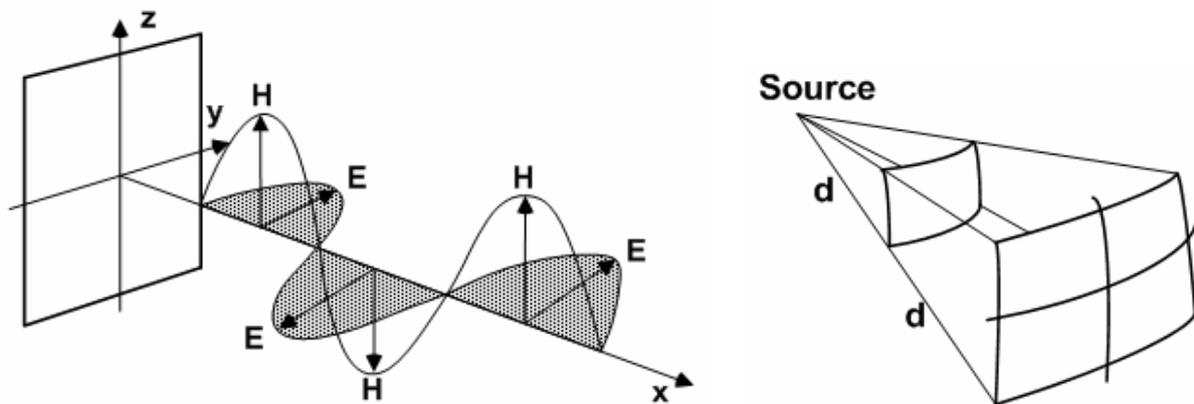
Le passage d'une étiquette à proximité d'un lecteur « réveille » cette dernière et permet d'accéder aux données stockées dans sa mémoire. La lecture des données se fait dans le lecteur par analyse des perturbations induites au niveau du champ émis. L'avantage du couplage magnétique est qu'il est peu sensible aux perturbations externes et est facilement modélisable. L'étiquette est de conception très simple, donc peu coûteuse et en règle générale passive.

L'inconvénient majeur réside dans la limitation en termes de portée (typiquement de 0 à 1,5 m, le champ magnétique décroissant en fonction de $1/d^3$ et l'énergie captée en fonction de $1/d^6$). Les fréquences usuellement utilisées sont des basses fréquences (typiquement 125 ou 135 kHz) ainsi que, dans la bande HF, la fréquence de 13,56 MHz correspondant à une longueur d'onde de 22 mètres. Mais on trouve des transpondeurs passifs opérant jusqu'à 29 MHz.

Les fréquences UHF et SHF, qui correspondent à des longueurs d'onde allant du mètre au centimètre, ne peuvent être utilisées en champ proche. Elles se prêtent par contre à un couplage radiatif.

Couplage radiatif

En champ lointain, à une distance de la source approximativement supérieure à la longueur d'onde, le faisceau diverge pour donner naissance à une onde sphérique localement plane (Figures 6). L'étiquette se comporte alors comme un véritable émetteur-récepteur radio et nécessite en règle générale des solutions actives.



Figures 6 : Mode de propagation en onde électromagnétique.

Le champ électromagnétique diminue en fonction de $1/d$, inverse de la distance à la source, et l'énergie reçue en fonction de $1/d^2$.

Ce mode d'interaction permet de communiquer sur des distances plus grandes, de 10 mètres et plus, et de transmettre des débits de données plus importants. Les antennes, fonction de la longueur d'onde, sont plus petites.

En contrepartie, les systèmes sont plus complexes que les systèmes inductifs. La propagation des ondes est plus difficile à prévoir, parfois aléatoire, et les phénomènes d'interférence sont plus délicats à traiter. Cependant, en opérant à des fréquences de 900 MHz, il est possible de réduire fortement la taille des antennes ce qui contribue à la miniaturisation des équipements.

Étiquettes passives et actives

Une autre façon de classer les systèmes RFID consiste à distinguer les étiquettes passives des étiquettes actives. Les étiquettes passives ne disposent d'aucune autre source d'énergie que celle qu'elles reçoivent de la part du lecteur alors que les étiquettes actives sont dotées d'une batterie dont la durée de vie est typiquement de 5 ans.

Il existe une certaine correspondance entre mode de couplage et type d'étiquette. En effet la recherche de la simplicité et du moindre coût tend à privilégier chaque fois que possible l'utilisation d'étiquettes passives. C'est le cas de la quasi-totalité des étiquettes à couplage inductif opérant dans les bandes LF et HF. Dans les fréquences UHF et notamment dans la bande de 900 MHz (utilisée par exemple par Wal-Mart), le couplage est radiatif mais les étiquettes peuvent rester passives pour des distances inférieures à une dizaine de mètres.

Les étiquettes passives

La plupart des étiquettes passives sont des « marqueurs », c'est-à-dire qu'elles renvoient, lorsqu'elles sont interrogées, les informations contenues dans leur mémoire qui permettent par exemple l'identification de l'objet concerné. On verra plus loin que, selon le standard de fait EPC (Electronic Product Code), cette identification se fait sur 96 bits.

Les étiquettes passives fonctionnent sous des fréquences allant de 125 ou 135 kHz à 900 MHz. A 900 MHz, le changement de technologie est fonction de la distance imposée. Typiquement, des étiquettes actives seront requises au-delà de 10 à 15 mètres. Cependant des développements récents permettent de faire fonctionner des transpondeurs à radiofréquence avec une puissance inférieure à 200 μ W augmentant ainsi la distance limite d'utilisation des étiquettes passives. A partir de 2,45 GHz, la puissance d'émission requise pour activer le transpondeur devient trop forte et il est impératif de recourir à des étiquettes actives.

Les marqueurs passifs peuvent être très fins et très discrets. Leur coût s'est considérablement atténué et nous l'évaluons aujourd'hui entre 0,05 et 0,1 centime d'euro par grandes quantités, pour des tags de génération 2 au standard EPC, tels qu'utilisés dans la grande distribution. La réalisation de marqueurs passifs utilisant des polymères semiconducteurs est un sujet de recherche. Une telle solution pourrait conduire à des étiquettes imprimables, comme les codes barres actuels, et d'un coût pratiquement nul.

Les étiquettes passives peuvent coexister en grand nombre dans le même environnement sans interférer entre elles. Sur ce point, bien qu'il soit moins répandu actuellement que le protocole RTF (Reader Talks first), protocole retenu par l'EPCGlobal Gen 2, le protocole TTF (Tag Talks First) devrait à terme l'emporter car il évite les appels incessants du lecteur.

Pour terminer, on notera que si les étiquettes passives sont d'une conception simple, la complexité est largement renvoyée au niveau du lecteur qui doit être capable de traiter à la réception des puissances extrêmement faibles.

Les étiquettes actives

A des fréquences élevées et en particulier à partir de 2,45 GHz, il n'est plus possible « d'énergétiser » le transpondeur à partir du lecteur. Une batterie embarquée devient indispensable. C'est en particulier le cas des systèmes de péage autoroutier qui opèrent de plus en plus fréquemment dans la bande DSRC (Dedicated Short Range Communications) à 5,8 ou 5,9 GHz (système Liber-T en France).

Le recours à une batterie permet d'améliorer considérablement la fiabilité des communications, d'avoir une meilleure pénétration vis-à-vis de certains matériaux (eau, métal) et d'accroître les distances de transmission (jusqu'à une centaine de mètres aujourd'hui). Mais les étiquettes actives sont davantage sujettes aux problèmes d'interférence et seul un nombre limité d'entre elles peut coexister dans un environnement donné.

Les étiquettes actives sont évidemment plus complexes et les séries sont plus limitées. Leur prix peut atteindre 25 €. La conception de batteries ultraminces à faible coût est un enjeu important.

Il est à noter que, dans le cas des péages autoroutiers, la batterie n'est pas active en permanence. Le système est mis sous tension à la réception d'un signal de forte puissance émis par le lecteur au niveau du péage.

On mentionnera aussi qu'il existe des étiquettes semi-actives qui ne sont pas dotées d'un émetteur radiofréquence mais dans lesquelles une batterie permet de rafraîchir la mémoire, par exemple sur la base d'informations transmises par des capteurs incorporés (suivis de la température de denrées périssables).

Le choix des fréquences

Le lecteur aura compris, à la lecture des développements qui précèdent, que le choix de la fréquence est un élément clé associé au choix de la technologie : couplage inductif ou radiatif, étiquettes actives ou passives. Ce choix est dicté essentiellement par les exigences fonctionnelles et les données géométriques du problème (distances notamment).

D'autres facteurs techniques doivent cependant entrer en ligne de compte, en particulier les problèmes de propagation : les basses fréquences ont l'avantage d'avoir un bon taux de pénétration dans l'eau et les matériaux non métalliques. On les retrouvera donc de façon préférentielle pour les applications intéressant les animaux ou les êtres humains.

Mais le choix de la fréquence est largement contraint par les données réglementaires. Les fréquences sont, partout dans le monde, une donnée rare. Il n'existe pas et il n'est pas envisagé actuellement de réserver des fréquences particulières pour les systèmes RFID, ce qui serait d'ailleurs difficile compte tenu de la diversité des besoins à satisfaire.

Cependant les systèmes RFID ne peuvent, pour des raisons évidentes de développement commercial et d'interopérabilité, s'accommoder de licences délivrées au cas par cas. La solution est donc en règle générale d'utiliser les fréquences ouvertes à tous, bandes ISM en particulier, sachant que, dans certains cas, les systèmes RFID peuvent, sous certaines conditions, bénéficier de facilités supérieures à la norme générale². Certains secteurs, comme les transports (bande DSRC à 5,9 GHz) peuvent également faire l'objet de conditions privilégiées, pour les applications de télépéage notamment.

Les problèmes des bandes ouvertes sont d'une part celui de leur encombrement, d'autre part celui de leur absence d'harmonisation au niveau international. Il faut ainsi soigneusement vérifier quelles sont, dans un pays donné, les fréquences, le niveau de puissance et le gain maximum des antennes effectivement autorisés.

² Ainsi, en France, la puissance isotropique rayonnée équivalente (PIRE) autorisée pour les RFID dans la bande 2 446 à 2454 MHz est-elle de 500 mW alors qu'elle n'est que de 100 mW au plus pour les applications standard du type Wi-Fi dans la bande 2 400 – 2 483,5 MHz.

Le cas de la bande des 900 MHz est illustratif. Aux USA, entre 902 et 928 MHz, cette bande est largement ouverte aux applications ISM de toute nature et aux systèmes RFID en particulier, avec une puissance isotropique rayonnée équivalente de 4 W au plus. En Europe, cette bande interfère avec celles réservées au GSM. Elle n'est donc pas utilisable alors qu'elle est monnaie courante aux USA dans le domaine de la logistique et des chaînes d'approvisionnement. Cependant, l'ETSI, dans la norme EN 302-208 de septembre 2004, a autorisé le fonctionnement de systèmes RFID dans la bande 865-868 MHz, avec notamment une PIRE maximale de 3,2 W³ dans la sous-bande 865,6 – 867,6 MHz.

La France a été réticente à ratifier cette norme car les militaires estimaient qu'une telle puissance présentait un risque d'interférence avec leurs installations. Le problème a été réglé par la décision N° 06-0841 de l'ARCEP⁴, approuvée par l'arrêté du 6 septembre 2006 du Ministre de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, qui fixe les conditions d'utilisation de l'utilisation de la bande 865-868 MHz pour les applications d'identification par radiofréquences et autorise en particulier une libre utilisation de la sous-bande 865,6-867,6 MHz, dans la limite d'une puissance apparente rayonnée de 2 W⁵, ramenée à 500 mW à l'intérieur de certaines zones militaires.

On mesure donc combien le problème des fréquences est complexe et peut constituer un obstacle au commerce international des produits étiquetés en RFID.

Pour faire simple, on peut regrouper les principales fréquences utilisées selon les bandes du spectre radiofréquence :

Tableau 1 : Principales fréquences utilisées en RFID

Classification dans le spectre des fréquences	Fréquences les plus utilisées	Type de couplage	Type d'étiquettes
LF	125 et 134,2 kHz	Inductif	Passives
HF	13,56 MHz	Inductif	Passives
UHF	868 MHz (Europe) et 915 MHz (USA)	Radiatif	Passives ou actives
UHF	2,45 GHz	Radiatif	Actives
SHF	5,8 et 5,9 GHz	Radiatif	Actives

Les étiquettes fonctionnant à basse fréquence (125 kHz en France) restent de loin les plus largement utilisées. Cependant l'utilisation des plus autres fréquences se développe au fur et à mesure que les coûts d'implémentation diminuent.

Il existe des solutions calées sur d'autres fréquences : 120 kHz, 6,78 MHz, 25,125 MHz, 433 MHz etc... On verra cependant plus loin que le travail de standardisation de l'ISO s'est focalisé sur les fréquences listées dans le tableau 1.

³ Soit 2 W de p.a.r. (Puissance apparente rayonnée).

⁴ Autorité de régulation des communications électronique et des postes.

⁵ Soit 3,2 W de PIRE

Les applications des RFID

Les applications des systèmes RFID sont extrêmement nombreuses et s'enrichissent tous les jours de nouvelles idées. Typiquement cependant, on peut dire que les RFID sont appelées à se substituer :

- aux différents codes barres, en évitant le problème de la lecture directe, en permettant des échanges de données plus nombreuses, leur mémorisation et leur actualisation,
- à certains systèmes de lecture optique (OCR), pour la reconnaissance de documents officiels notamment,
- à certaines applications des « smart cards » pour le paiement électronique ou le contrôle d'accès.

Ceci rappelé, il est difficile de classifier les applications des RFID sans rapidement tomber dans un inventaire « à la Prévert ». On citera cependant :

- **Les applications en logistique** relevant de la logistique et du « Supply Chain Management ». L'étiquetage RFID permet, bien mieux que le code barre, d'assurer le suivi des produits en fabrication, en stock et en distribution. Les constructeurs automobiles (Ford) et les grands distributeurs ont été pionniers dans ce domaine. Wal-Mart a en particulier exigé d'une centaine de ses grands fournisseurs que l'étiquetage des produits achetés soit fait, à partir de janvier 2005, en technologie RFID UHF à 915 MHz selon le standard EPC Gen 2. De peur de se trouver marginalisés, un nombre bien supérieur de fournisseurs se sont alors rattachés à cette initiative dont Wal-Mart attend des progrès très significatifs en termes de réduction des délais d'approvisionnement et des ruptures de stocks ainsi qu'une meilleure connaissance des flux dans le cadre d'une gestion intégrée. Les RFID deviendront probablement des éléments clés des systèmes de gestion de production du type MES (Manufacturing Execution Systems) et des logiciels de gestion intégrée du type ERP (Entreprise Resources Planning).
- **Le contrôle de la qualité**, en s'assurant que les outillages, les matières premières de qualité souhaitée et les composants requis sont disponibles. On rangera aussi dans cette catégorie la possibilité de lutter contre la contrefaçon de médicaments ou de billets de banque, ainsi que le contrôle de la qualité des services postaux par échantillonnage (en attendant le timbre RFID !).
- **L'identification**, qui peut être celle d'objets tels que des documents administratifs (passeports), des bagages (dans les aéroports), des vêtements (pour l'adaptation automatique du programme de lavage), ou celle d'animaux (suivi et contrôle du bétail, pour la traite ou l'alimentation notamment) ou bien même celle des êtres humains (contrôles d'accès de toute nature, vérification des médicaments à appliquer aux patients, gestion de grandes épreuves sportives tels que les marathons rassemblant des milliers de participants, contrôle de validité des pass dans les stations de ski).
- **La tracabilité**, pour vérifier, par exemple, le parcours de livres en bibliothèque ou le respect de la chaîne du froid, ou bien encore l'origine et la non-péremption de produits spéciaux, tels que les poches de sang, ou le comportement de pneumatiques ou la lutte contre des pandémies (vache folle ou grippe aviaire). Dans un domaine plus ludique, on pourra aussi rechercher et identifier les balles de golf perdues.

- **La lutte contre le vol**, dans les magasins mais aussi pour les véhicules grâce aux systèmes de démarrage commandés par cartes RFID.
- **Le paiement**, après identification, dans les systèmes de transport public : métros, bus, dans les parkings, au télépéage des autoroutes mais aussi dans des domaines beaucoup plus larges (pompes à essence, distributeurs) grâce au couplage à un téléphone portable (voir ci-après le § consacré au Near field Communications).
- **Les applications scientifiques ou techniques** pour le relevé des informations collectées par des stations d'observation ou au niveau de points de contrôle (sur des pipelines par exemple).

L'imagination est sans limite et on verra par exemple sur le site du Baja Beach Club à Barcelone (www.bajabeach.es) que ce club « branché » propose à ses VIP l'utilisation d'implants du type Verichip leur permettant de les identifier et de leur facturer leurs consommations (Figure 8)



Figure 7 : Implantation de puces RFID sous la peau de clients d'une discothèque de Barcelone.

Si l'imagination est sans borne, la réalité se heurte cependant à certaines difficultés qui seront évoquées plus loin.

Le système Near Field Communication (NFC)

Le système NFC est une application particulière des RFID destiné à la reconnaissance mutuelle à très courte distance, typiquement de 0 à 20 cm.

Ce système, utilisant la technologie RFID à 13,56 MHz, soutenu par le consortium ECMA International, vise à mettre en relations, très rapidement, après identification mutuelle, deux dispositifs électroniques, tels que téléphones cellulaires, PCs, PDAs, appareils photo numériques, téléviseurs etc., qui, après une brève session d'authentification, pourront échanger leurs données en utilisant des systèmes plus performants tels que Bluetooth (Figure 8).



Figure 8 : Etablissement d'une session de communication entre un PC et d'autres dispositifs électroniques grâce au système NFC.

L'intérêt du dispositif est qu'à très courte distance, il est impossible que la communication soit piratée ou brouillée sans que l'opérateur s'en aperçoive.

Ce système, dont le protocole NFCIP est normalisé par l'ISO (ISO/IEC 18092), pourrait simplifier la vie quotidienne, faciliter le développement de nouveaux services (paiement par téléphone portable) ou offrir de nouvelles applications (obtention d'informations dans une oreillette Bluetooth par effleurement des objets dans un magasin).

Mais les RFID ne vont pas sans problèmes

Face à cette prolifération d'applications potentielles et aux progrès techniques qui la supporte, le marché des RFID croit de façon très rapide. Plusieurs études le voit atteindre 3 Mds de \$ à horizon 2009 et 20 Mds de \$ 5 ans plus tard (Figure 9).

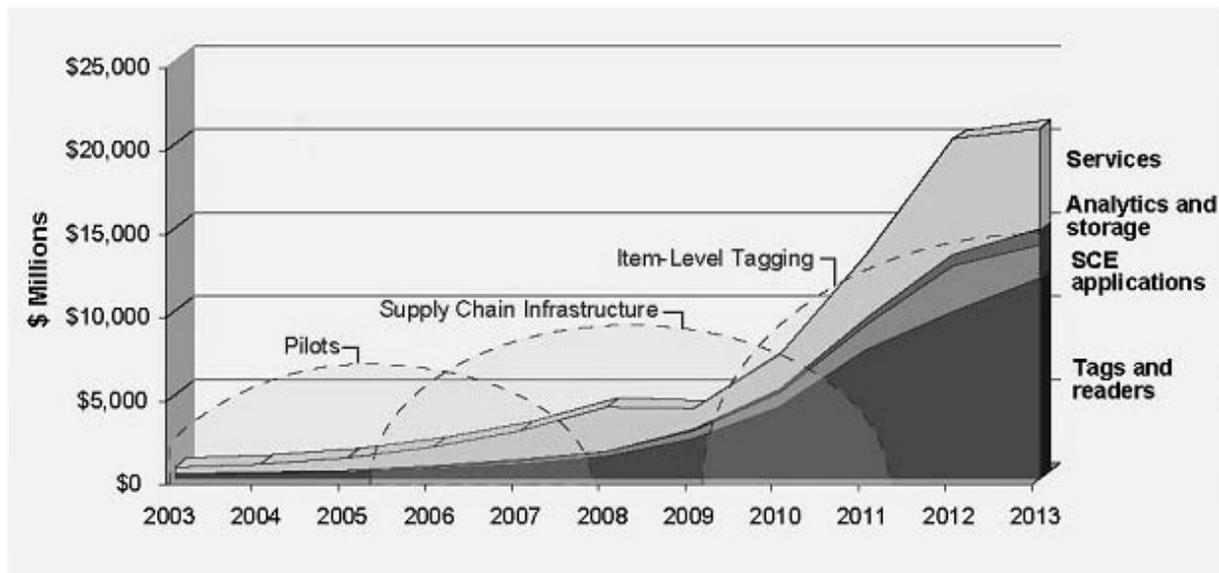


Figure 9 : Evolution prévisionnelle du marché des RFID – Source : AMR Research 2003

Toutefois un certain nombre de difficultés se posent et nous en citerons quatre :

- la standardisation,
- les difficultés techniques
- les obstacles économiques
- le respect de la vie privée

La standardisation

L'absence de standardisation réelle dans le domaine des RFID est un obstacle à son développement. On a mentionné plus haut les problèmes inextricables que pose l'harmonisation de l'allocation des fréquences au niveau international. Mais un système RFID ne résume pas au choix d'une onde porteuse. Il faut évidemment, pour que les équipements soient interopérables entre eux, convenir d'une codification des objets, des données à échanger, des protocoles, des interfaces techniques etc.

La tâche est considérable et rappelle, en plus complexe, les efforts menés dans les années 1980/90 pour standardiser les bus de terrain. Certains doutent que, dans un domaine rapidement évolutif sur le plan technologique, où la confidentialité sur les stratégies et les progrès de chacun reste essentielle, la standardisation soit possible ni même souhaitable au stade actuel. Il ne faut donc pas s'étonner de ne trouver aujourd'hui que des éléments de standardisation.

L'analyse des différents chantiers en cours mériterait un article à lui seul. On se contentera ici de donner quelques indications.

Certaines normes particulières existent depuis plusieurs années ou sont en projet. C'est le cas des normes applicables aux cartes à puce de proximité (ISO 10536, 14443, 14693, 10373), des normes applicables à l'identification du bétail (ISO 11784, 11785 et 14223), à la logistique (projets de normes ISO 17363 à 17367) et à l'identification des containers (ISO 10374).

Sur le plan général, l'ISO et l'IEC ont mis en place un comité technique commun, l'ISO/IEC/JTC1, qui s'est lui même scindé en deux sous-comités, selon qu'il s'agit de la traçabilité des personnes ou des objets. Des groupes de travail spécialisés ont été constitués et des rapports techniques sont disponibles.

Afin de progresser dans la voie de l'interopérabilité, l'ISO et l'IEC ont publié les normes ISO/IEC 18000 définissant les règles à respecter par les étiquettes destinées aux objets dans les principales gammes de fréquence (Tableau 2).

Tableau 2 : Normes ISO 18000 pour la standardisation des interfaces RFID dans le domaine des objets.

Références	Fréquences concernées	Intitulé	Statut
18000-1	Vocabulaire et définitions	RFID pour la gestion d'objets -- Partie 1: Architecture de référence et définition des paramètres à normaliser	Publiée le 13 septembre 2004
1800-2	<135 kHz	RFID pour la gestion d'objets - Partie 2: Paramètres de communications d'une interface d'air à moins de 135 kHz	Publiée le 13 septembre 2004
18000-3	13,56 MHz	RFID pour la gestion d'objets -- Partie 3: Paramètres de communications d'une interface d'air à 13,56 MHz	Publiée le 13 septembre 2004
18000-4	2,45 GHz	RFID pour la gestion d'objets -- Partie 4: Paramètres de communications d'une interface d'air à 2,45 GHz	Publiée le 31 août 2004
18000-5	5,8 et 5,9 GHz	RFID pour la gestion d'objets -- Partie 4: Paramètres de communications d'une interface d'air à 5,8 GHz	Arrêtée faute de consensus
18000-6	900 MHz	RFID pour la gestion d'objets -- Partie 6: Paramètres de communications d'une interface d'air entre 860 MHz et 960 MHz	Publiée le 31 août 2004
18000-7	433 MHz	RFID pour la gestion d'objets -- Partie 7: Paramètres de communications actives d'une interface d'air à 433 MHz	Publiée le 12 décembre 2005

Ces normes, en cours de révision, définissent les données essentielles de couche physique et de protocole de communication, y compris les dispositifs anti-collision, pour permettre les échanges entre les étiquettes et les lecteurs. Elles n'abordent pas les problèmes applicatifs et sémantiques.

D'autres normes (ISO/IEC 18047) définissent les tests de conformité associés aux normes ISO 18000. Trois normes (ISO/IEC 15961 à 15963) traitent de la gestion des données. En particulier la norme ISO/IEC 15963 définit les modalités d'étiquetage unique pour un objet donné. L'approche ISO rejoint ici celle d'un consortium privé, initié par le MIT dans le cadre du projet Auto-ID center, le consortium EPCGlobal.

EPCGlobal, soutenu par de très importantes firmes de production et de distribution, a pour ambition de généraliser au niveau mondial, un système de désignation de tout produit, fondé sur une étiquette unique : l'Electronic Product Code (EPC). Dans sa version la plus simple l'EPC comprend 96 bits de codage, ce qui permettrait à 268 millions de compagnies de répertorier 68 milliards d'objets dans chacune des 16 millions de classes répertoriables par entreprise.

Mais le projet EPCGlobal va plus loin puisqu'il est souvent dénommé « Internet des objets » et vise à rendre possible une gestion globale de milliards d'objets grâce à leur identification, à des serveurs intermédiaires dénommés ONS (Object Name Service), par analogie aux DNS du monde Internet et un langage de description des objets dénommé PML (Physical Markup Language).

La faisabilité d'un tel système, et aussi son intérêt, restent à démontrer. Mais la codification EPC est une réalité et beaucoup de grands opérateurs (dont Wal-Mart) l'ont adoptée. Elle pourrait constituer un progrès additionnel par rapport aux codes barres qui font appel à plusieurs systèmes de codification.

Les problèmes techniques

On doit à la vérité de dire que les systèmes RFID ne fonctionnent pas à la perfection : qui n'a jamais été bloqué dans la file d'attente d'un télésiège ou dans un couloir de télépéage ? Dans le domaine professionnel, il semble bien que l'expérience en vraie grandeur menée par Wal-Mart ait fait apparaître des taux élevés (20%) de non fonctionnement ou de non lecture des étiquettes à la première tentative.

On a vu que les problèmes de propagation ou d'absorption, dus à la présence d'obstacles, d'eau (à partir de 2,45 GHz) ou d'emballages en métal, pouvaient altérer le fonctionnement du système. Les problèmes d'interférence avec des sources voisines, GSM par exemple, sont également fréquents.

Mais l'une des difficultés essentielle réside dans le traitement des collisions : nous sommes loin de pouvoir passer en bloc un caddie aux caisses d'un supermarché sans avoir à réidentifier les produits achetés un par un.

Il existe plusieurs façons de traiter les problèmes de collision dont certaines sont spécifiées par les normes ISO 18000 : méthodes fréquentielles (allocation de fréquences), spatiales (avec balayage par une antenne à faisceau étroit), temporelles (par allocation de créneaux à chaque transpondeur en compétition selon une méthode d'accès « slotted ALOHA » par exemple) ou enfin systématiques (par implémentation d'un arbre de parcours de tous les identifiants possibles).

Aucune de ces méthodes n'est parfaite. Il nous semble que les étiquettes actives offrent davantage de possibilités d'adaptation face au problème des collisions. Mais se pose alors celui de la batterie, de son encombrement, de son coût et de sa durée d'autonomie.

Enfin, paradoxalement, car le RFID a été conçu pour disposer de davantage d'informations, se pose à la sortie, le problème du tri et de la valorisation de la quantité énorme d'informations qui peuvent être recueillies.

Le coût des systèmes

Simple en apparence, les systèmes RFID nécessitent cependant la mise en œuvre de lecteurs et d'étiquettes dont le coût, même abaissé à 5 centimes d'euro pour ces dernières, n'est pas négligeable, s'agissant de produits grand public à marge faible.

L'obstacle économique reste parmi les difficultés à surmonter et débouche, comme les problèmes techniques, sur la nécessité de poursuivre un effort de recherche-développement important.

La protection de la vie privée et les problèmes d'éthique

Le lecteur aura compris, en parcourant la liste des applications potentielles, que certaines peuvent poser de sérieux problèmes de rupture de la confidentialité, d'atteinte à la vie privée et d'éthique en général.

La crainte généralement éprouvée est que les informations contenues dans les étiquettes RFID soient utilisées à d'autres fins que celles auxquelles elles sont destinées :

- que la traçabilité des livres d'une bibliothèque ne débouche sur le marquage politique ou idéologique des personnes qui les auront empruntés,
- que les informations contenues dans les passeports ne permettent aux extrémistes de tout poil de cibler à coup sûr leurs victimes,
- que les consommateurs payant par carte d'achat dans les hypermarchés ne soient répertoriés et ciblés en fonction de leurs habitudes de consommation,
- que les informations, y compris les plus confidentielles, ne soient volées à l'insu de ceux qui les détiennent, à la sortie des magasins ou, plus grave, dans les centres de soins.

La description du système mondial tel que le conçoit EPCGlobal donne souvent des sueurs froides.

Techniquement, ces craintes sont, en règle générale, exagérées mais pas infondées. Sans aller jusqu'à un repérage satellitaire, il est toujours possible d'imaginer de grandes antennes s'intéressant de façon préférentielle aux lecteurs qui diffusent des puissances de plusieurs W et laissent échapper, au hasard notamment des algorithmes anti-collision, des informations exploitables. Les puces RFID elles-mêmes ne semblent pas à l'abri de virus ou autres malveillances.

Le marquage des êtres humains est évidemment celui qui donne le plus à réfléchir. La Food & Drug Administration a autorisé le 13 octobre 2004 l'implantation sous la peau des patients dans les hôpitaux américains de la puce Verichip, celle-là même qui est proposée aux VIP par la boîte de nuit de Barcelone. La FDA agit là pour la bonne cause. Mais les risques de clonage semblent avoir été démontrés en juillet 2006 par deux « hackers » américains. Certes, le même mois, Verichip rapportait le cas d'un policier du New Jersey qui avait pu recevoir, après avoir été agressé, des soins immédiats et appropriés grâce à sa puce préimplantée. Mais que pensez des risques d'amputation ou d'agression mortelle pour d'emparer de la puce d'un autre individu et se travestir en lui ?

Par ailleurs, un objet, un vêtement par exemple, dès lors qu'il est sorti du magasin, n'est plus un objet quelconque. Il fait partie de notre patrimoine personnel et l'on pourrait s'attendre à ce que tout lien soit rompu avec sa « vie industrielle et commerciale antérieure », alors que l'étiquette RFID continue à le rattacher à sa sphère d'origine.

Le débat est largement ouvert et de nombreuses organisations s'en sont saisies. En France la Commission Informatique et Libertés a émis, sur recommandation du rapporteur Philippe LEMOINE, un avis que l'on peut trouver à l'adresse <http://www.cnil.fr/index.php?id=1063> .

Quelques principes se dégagent de tous ces débats : notamment le droit pour les personnes de savoir et de choisir, ce qui pose le problème d'une information claire, honnête et compréhensible par les consommateurs.

L'exigence d'extinction définitive de l'étiquette d'un produit acheté, sauf cas délibérément choisi en vue d'un objectif précis (maintenance des pneus par exemple), fait également son chemin et devant des menaces de boycott des consommateurs, les distributeurs américains ont dû faire marche arrière dans leurs magasins de distribution.

En conclusion

Malgré ces réserves sur la vie privée, qui conduiront à coup sûr à mettre en place des garde-fous, nous pensons que les systèmes RFID restent promis à un brillant avenir :

- sur le plan technologique, avec des voies nouvelles à développer pour la conception des étiquettes, les modes de communication, le traitement des données etc.
- sur le plan industriel avec des perspectives d'amélioration de l'efficacité des systèmes de production, de distribution et de gestion,
- sur le plan de services rendus, qui sont d'une immense diversité aussi bien sur le plan personnel que professionnel.

Références

Veille technologique N°32 – Sept-oct 2005

<http://fr.wikipedia.org/wiki/RFID>

<http://en.wikipedia.org/wiki/RFID>

ISO/IEC – www.highechaid.com/standards/18000.htm

Transponder news - <http://transpondernews.com>

Agence nationale des fréquences - http://www.anfr.fr/index.php?cat=tnrbf&page=afp_srd

ITR Manager - <http://www.itrmanager.com/38439-norme,etsi,va,accellerer,adoption,rfid,rose,marie,zito,responsable,developpement,europe,sud,printronix.html>

R. Moroz - *Understanding Radio Frequency Identification (RFID)*- Novembre 2004 - <http://www.rmoro.com/rfid.html>

Nicolas Sériot – Les systèmes d'identification radio – Janvier 2005- <http://seriot.ch/RFID>

The Association of Automatic Identification – Characteristics of RFID systems – janvier 2000 - <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid>

Michel Rousseau – RFID : Quelques éclaircissements sur les normes et standards –juillet 2006 - <http://www.filrfid.org/categorie-383985.html>

EPCGlobal - <http://www.epcglobalinc.org>

ECMA international – Near Field Communication – White paper - <http://www.ecma-international.org/activities/Communications/2004tg19-001.pdf>

Center for Wireless Telecommunications – RFID systems <http://www.cwt.vt.edu/faq/rfid.htm>

L'auteur

Jean-Pierre HAUET a dirigé le centre de recherches de Marcoussis d'Alcatel avant d'être directeur Produits et Techniques de Cégélec. Il a été nommé Chief Technology Officer d'ALSTOM, lors de l'acquisition de Cégélec par cette dernière. Depuis 2003, il est consultant, Associate Partner de BEA Consulting, spécialisé dans les questions d'énergie, d'automatismes industriels et de développement durable. Il préside l'ISA-France, section française de l'ISA (Instrumentation, Systems & Automation Society) et est membre du comité de publication de la REE..