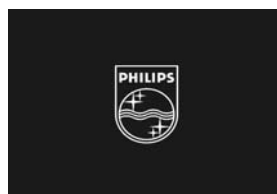


# RFID TECHNIQUES, ENJEUX ET ACTEURS

Dans le domaine de la distribution, qu'elle soit grande ou petite, le code barre est largement utilisé à l'heure actuelle. On connaît ses avantages : faible coût, robustesse, normes bien établies... On connaît aussi ses limites. Parmi ses inconvénients, il faut citer principalement le nombre restreint d'informations qu'il contient et surtout la parfaite visibilité optique directe qui est nécessaire pour le lire. Remplacer des codes lisibles optiquement par les mêmes codes portés par des ondes électromagnétiques supprimera ces deux inconvénients. C'est pourquoi la RFID (Radio Frequency Identification) représente une alternative malgré les difficultés qu'elle engendre. Une étiquette électronique constituée d'une puce entourée de son bobinage coûtera certes toujours plus cher qu'un code barre imprimé sur un simple bout de papier, mais elle offre un tel progrès dans toute la chaîne de distribution qu'à l'heure actuelle la rentabilité est déjà envisageable, d'autant qu'on peut

prévoir que son coût de fabrication va considérablement baisser dans les années qui viennent. Un substantiel retour sur investissement deviendra alors possible. Il est vraisemblable que les solutions techniques seront dépendantes des applications. Les fréquences retenues par exemple seront plus ou moins bien adaptées à telle ou telle application.



## ETAT DE L'ART

*Dominique PARET (Philips SC)*

Servant d'introduction aux deux journées consacrées à la RFID, Dominique PARET<sup>1</sup> – Philips Semiconductors – spécialiste en technologie de circuit intégrés (puces) pour applications

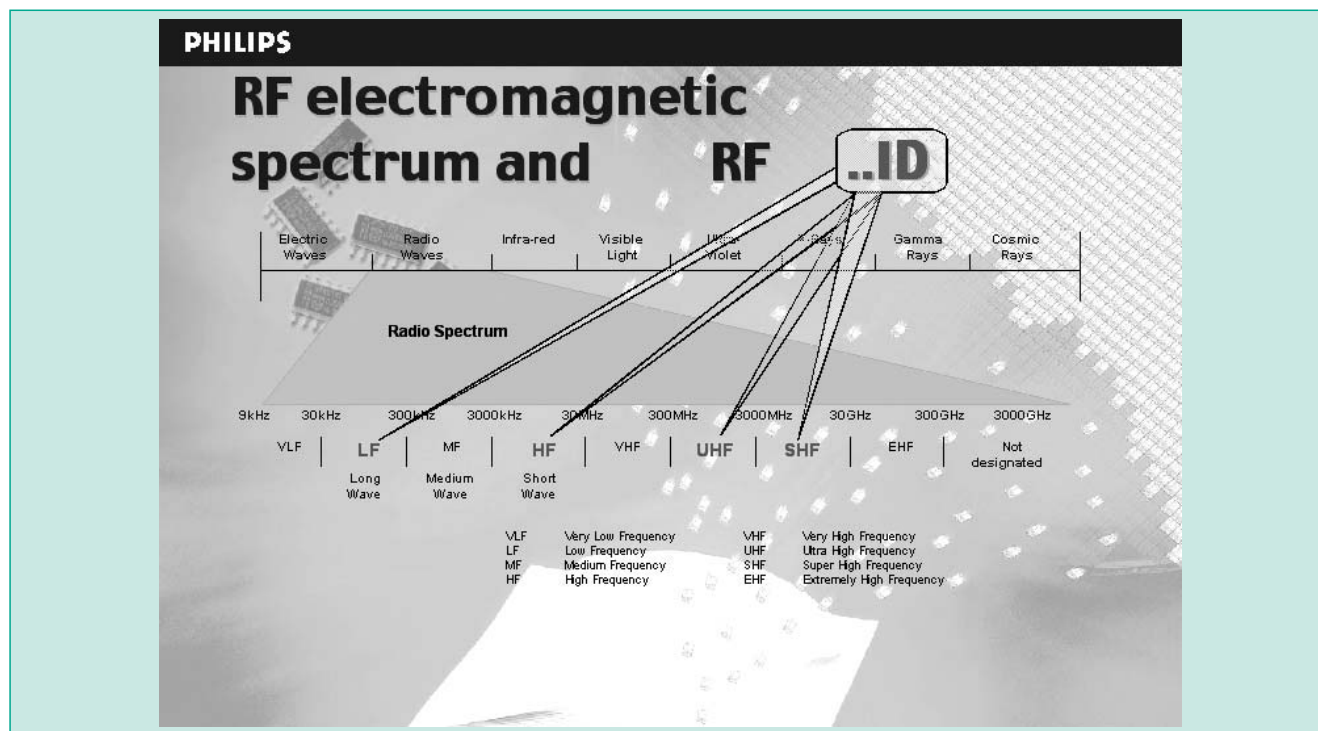
RFID toutes fréquences confondues – a présenté l'état de l'art de cette branche d'activité.

L'exposé présenté lors de cette réunion avait pour but de faire un point global, à une date donnée, sur les aspects techniques, technologiques, marchés RFID et ses sous segments, états des normes concernées par la RFID, régulations radiofréquences (UIT, CEPT, FCC, ETSI, ARCEP & C°) et "human exposure".

## L'importance du vocabulaire

Rappelons tout d'abord qu'en ce qui concerne les RFID, tous les utilisateurs/protagonistes devraient utiliser le même vocabulaire. Celui-ci existe et a été défini par l'ISO 19xxx. On pourrait ainsi éviter de nombreuses confusions, notamment en ce qui concerne les termes "anti-collisions" et "tags actifs".

Le terme **anticollisions** ne signifie pas qu'il n'y a pas de collisions. En présence de plusieurs tags ou étiquettes électroniques se produisent systématiquement



Les bandes de fréquences allouées aux RFID.

<sup>1</sup> Dominique PARET, PHILIPS SemiConductors, Emerging Business, Innovation & Systems, Automotive & Identification Markets, Technical Support Mgr, et de plus représentant de PHILIPS SC à l'AFNOR et à l'ISO pour toutes applications "sans contact" (SC 17 / SC 31 / TC 23 / ...).

quement des collisions. Pour se prémunir contre leurs effets néfastes, il est nécessaire de gérer efficacement ces collisions.

Les **tags actifs** ne sont pas actives parce qu'elles sont équipées d'une batterie. Les tags actifs sont des étiquettes dont la liaison de retour (tag vers la base) est assurée à l'aide d'un véritable émetteur RF. Le pourcentage des tags actifs dans l'ensemble des étiquettes électroniques est très faible, de l'ordre de 1 %.

### Régulations et normes

Tout d'abord dans l'appellation RFID se trouve RF. Pour mémoire, la figure sur la page précédente indique les appellations officielles des bandes de fréquences. Par ailleurs, qui dit RF dit tout d'abord **"lois de la Physique"**, c'est-à-dire les lois de Maxwell et celles de Biot et Savart qui régissent le fonctionnement des RFID.

Par contre, ce que n'avaient pas prévu Maxwell et ses confrères est que, de nos jours, du fait d'un usage intensif des techniques RF, l'attribution de l'usage des fréquences est très réglementée par des organismes internationaux et locaux (nationaux) de **régulations**, – en France par exemple l'ARCEP et l'Agence Nationale des Fréquences – dont les missions sont de définir les valeurs des bandes de fréquences, leurs canalisations ou non, les rapports cycliques d'emploi, les niveaux émis, les niveaux parasites rayonnés, les gabarits (UIT, CEPT, FCC, ETSI, ARIB, etc.).

Compte tenu des lois de la physique, des régulations et des possibilités techniques et technologiques, de nombreuses idées ont émergé de par le monde et de nombreuses **"IP" (brevets)** ont vu le jour pour des applications "identifications et RFID". Qui dit brevets dit bien évidemment exploitations/ventes/cessions de licences, royalties, etc. Cela entraîne fréquemment la naissance et la prolifération de systèmes propriétaires et, par voie de conséquence, de systèmes fonctionnant en boucle fermée. Du point de vue du développement du marché, cette démarche est restrictive et ne permet que peu d'interopérabilité et une faible diminution des coûts du fait de quantités limitées. C'est l'une des raisons principales qui a poussé à la création de **normalisations** au niveau de l'ISO et sa suite de fameuses conditions, concernant les "IP" de "RAND (Reasonable and Non Discriminatory)".

L'usage de systèmes RFID doit inclure

le fait que ceux-ci interagissent avec des individus humains et que leurs emplois doivent être en accord avec des normes liées à la santé, à la sécurité d'emploi, aux pollutions, etc.

### Etat de l'art "physique"<sup>2</sup>

Des propriétés physiques sont associées à chaque type de fréquences utilisables. Ces propriétés divisent immédiatement les camps en deux grands territoires :

- **celui dit des "champs proches"** (longueurs d'ondes des fréquences RFID utilisées grandes par rapport aux distances envisagées de fonctionnement), c'est-à-dire utilisation des LF (Low Frequencies) et HF (High Frequencies) dans lesquelles les fonctionnements des systèmes RFID s'effectuent par couplage magnétique,
- **celui dit des "champs lointains"** (longueurs d'ondes petites par rapport aux distances envisagées de fonctionnement), c'est-à-dire des UHF (Ultra High Frequencies) et SHF (Super High Frequencies), dans lesquelles les dispositifs fonctionneront en mode de propagation d'ondes et techniques de "back scattering".

Pour des scientifiques, ces deux camps ne sont que des variantes d'un même phénomène global, mais pour le commun des mortels RFID, ce sont deux mondes diamétralement différents :

- le premier - LF et HF - dans lequel les problèmes liés à l'environnement sont assez bien modélisables, quantifiables, reproductibles, et peuvent être résolus de façons fiables,
- le second - UHF et SHF - dans lequel de nombreux éléments externes, souvent difficiles à cerner, entrent en ligne de compte tels que phénomènes d'absorption, réflexions parasites, humidité ambiante, etc. Ces éléments externes rendent difficiles des estimations fiables et reproductibles des performances des systèmes qui ne sont pas sous total contrôle de configurations topologiques.

La connaissance des utilisateurs potentiels des applications RFID en UHF est en train de s'affiner, et, du fait des possibilités offertes dans de nombreux pays par les régulations UHF, nous ne doutons pas, à terme, que son utilisation soit importante... aux contraintes environnementales près.

### Etat de l'art technologique

A ce jour, la technologie de la RFID (base station/tag) est stabilisée. Des circuits intégrés sont en production. Les

technologies s'améliorent avec la diminution continue des épaisseurs de traits de gravure et l'intégration d'antennes, bobinées, gravées, par sérigraphie, à encre déposée, héliogravure, etc.

En ce qui concerne les produits existants et à venir dans un avenir proche, la palette de choix et de possibilités s'étale sur une très large gamme. Elle va des produits très simples (lecture simple d'un numéro unique) aux très complexes (avec micro contrôleur 16/32 bits, plusieurs interfaces de communication, avec crypto contrôleurs, capteurs intégrés de toutes sortes, etc.). Ces dispositifs complexes permettent de satisfaire toutes sortes d'applications, fonctionnant soit en mode télé alimenté ("battery-less") ou avec pile à bord "battery-assisted". Un devenir technologique prochain des produits RFID s'oriente vers deux directions :

- des produits agissant comme de petits micro-systèmes déportés, intégrant processeurs et capteurs pour des applications de plus en plus professionnelles (médical, nucléaire, etc.)
- des technologies de semi-conducteurs à durée de vie moyenne, de faibles coûts, pour des volumes de production très élevés telles que les technologies basées sur des transistors polymères.

Mais, entre rêves technologiques et réalités quotidiennes, de l'eau aura encore le temps de s'écouler un moment (voir à la fin de cet article "Perspectives technologiques en systèmes d'identification sans contact").

### Les "coûts"

Avant d'évoquer rapidement les coûts, il est important de définir la chaîne des participants du marché RFID (coté "base station" et coté "tag") et le "Who is Who" de la décomposition des coûts. Cela permet à beaucoup de personnes d'éviter de confondre le prix d'une "puce" avec celui d'une "étiquette finie" (c'est-à-dire complètement personnalisée, prête à l'emploi) ! Compte tenu de ces fréquentes confusions, on a tout entendu en ce qui concerne le prix des tags peu chers, par exemple EPC C1 G2 ! Si nous pouvons nous permettre de vous donner un conseil, soyez vigilants sur ce que renferme réellement le contenu d'un coût ! Par ailleurs, comme l'indique l'article de "EM microélectronique", ce n'est pas en diminuant à l'infini la dimension d'une puce que l'on réduit le coût ni de la puce, ni de l'ensemble.

<sup>2</sup> Voir l'article détaillé de Jean-Charles BOLOMEY et Alain AZOULAY portant sur "Ondes électromagnétiques : Couplage, Propagation, Exposition des personnes".

### Etat de l'art "normatif/régulation"

#### Normalisation, conformance test<sup>3</sup>

Les divers groupes concernés de l'ISO (SC 17, SC 31, etc.) se sont mobilisés, afin de normaliser les différentes parties de la chaîne RFID. Les parties concernées comprennent :

- "l'air interface", toutes fréquences confondues,
- toutes sortes d'applications (cartes à puce, passeports, traçabilité des biens, d'objets, identifications animales, etc.),
- les codifications des numéros uniques,
- l'architecture des champs mémoires, etc.

Qui dit normes, dit normes associées afin de définir les méthodes de tests, permettant de valider la conformité à ces normes et également de mesurer / évaluer les performances d'un système. C'est actuellement l'étape qui est en train de s'achever au sein de l'ISO. Le point ultime de ce long chemin, en cours de réalisation, est l'instauration et la mise en place de laboratoires indépendants, dûment accrédités (par la COFRAC par exemple), afin de pouvoir délivrer des attestations certifiant officiellement la conformité.

### Régulations

Afin d'éviter des redites, nous vous renvoyons également à l'article de Gérard DESSENNE dans lequel ce dernier détaille ce point auquel nous pouvons rajouter qu'en RFID, les performances techniques obtenues et les applications qui en découlent sont à ce jour beaucoup plus dépendantes des "possibilités" qu'offrent les régulations que de la technique elle-même et ceci est aussi vrai en France (ARCEP) qu'en Europe (CEPT, ERC, ETSI) et qu'aux USA (FCC).



### Le design de systèmes RFID avec outil de simulation électromagnétique

David PRESTAUX, ANSOFT

La modélisation du champ électromagnétique ne semble pas une évidence dans la conception en électronique. Le champ électromagnétique rayonné peut être calculé pour des éléments simples : fil, boucle, sphère, mais il faut résoudre les redoutées équations de Maxwell pour des formes plus variées et dans un

milieu hétérogène fait d'obstacles à la propagation.

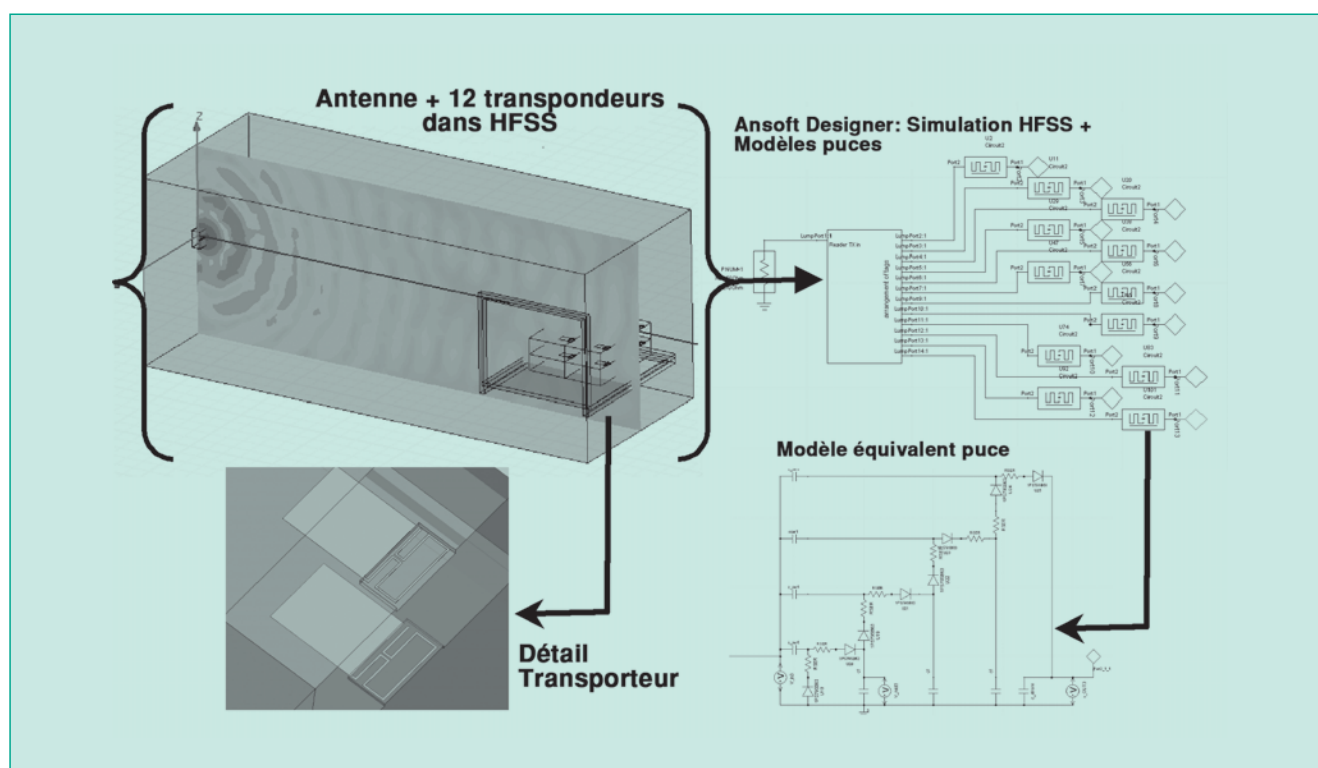
Ansoft est reconnu comme un spécialiste de la simulation en électromagnétisme avec une suite d'outils qui permet de vérifier les couplages et les interactions entre les antennes et les objets environnants.

Comment ? Avec un calcul d'éléments finis (outil HFSS) qui permet de prendre en compte un environnement réel 3D. Cet outil 3D permet de concevoir et d'analyser pour toutes les gammes de fréquences. Ainsi le champ électromagnétique environnant et les impédances des antennes et les couplages sont calculés de quelques minutes (antenne seule) à quelques heures pour les plus gros problèmes (plusieurs antennes dans un grand volume de calcul) sur PC.

Les études généralement réalisées sont :

- dimensionnement des antennes,
- étude de couplage émission réception,
- interaction avec le milieu (objets métalliques, personne physique, matériaux divers...) et impact sur les performances.

HFSS permet de plus de définir des variables sur les dimensions, les propriétés électriques et la position des composants. La paramétrisation, l'analyse de sensibilité et un algorithme d'optimisation sont aussi intégrés.



Ansoft Designer intègre le modèle HFSS et un schéma électrique pour la puce qui permet de connaître l'alimentation de chaque transpondeur.

<sup>3</sup> Voir à la page l'article détaillé de Gérard DESSENNE) portant sur "RFID : règlements et standards".



Les RFID vont révolutionner la logistique.

Ce qui est aussi particulièrement intéressant, c'est de pouvoir exploiter ces résultats au niveau système c'est-à-dire en intégrant la puce, son mode de communication (modulation), des composants discrets... Les résultats HFSS sont alors intégrés dans Ansoft Designer, un outil intégrant une schématique, un layout et des modèles de communication et de calcul temporel ou fréquentiel

Les multiples simulations HFSS peuvent alors s'intégrer dans une bibliothèque utilisateur d'Ansoft Designer pour capitaliser les données calculées. Ansoft designer, combinant à la fois les données physiques calculées par HFSS et des modèles électriques ou comportementaux, donne alors une réponse complète et quasi immédiate. La combinaison des deux outils permet de valider un système RFID sans pour autant faire de coûteux essais.



### Quand la révolution de la RFID aura-t-elle lieu ?

#### L'étiquette à 5 cents : mythe ou réalité ?

*Francis DELL'OVA, RFID Business Unit Manager chez ST Microelectronics*

Promis depuis de longues années, le décollage de l'étiquette RFID est en passe de devenir réalité. Parmi les

facteurs qui favorisent ce décollage, citons :

- les grands groupes qui s'affairent à peaufiner leur offre de produits RFID,
- le pragmatisme des solutions de type EPC (code barre RF), qui repoussent à plus tard les solutions hardware complexes, ayant un impact notable sur les systèmes d'informations,
- les mandats de grandes sociétés : Wal-Mart, DoD, Metro, Tesco, Alberson, Target,...
- la décroissance du prix des étiquettes électroniques liée à l'élargissement de la concurrence, mais aussi à une meilleure maîtrise des technologies et de leur coût de fabrication.

Membre du consortium Auto-ID center (MIT Boston), ST a développé des chips RFID UHF répondant à la spécification EPC\_Global Class1. ST a conçu des produits UHF interopérables et à faibles coûts, intégrant un code EPC 96 bits et utilisant un protocole compatible à la spécification Class1. Le premier produit (XRA00) a été mis sur le marché dès fin 2003.

Il n'en reste pas moins que le coût d'une étiquette électronique dépend, essentiellement, du coût de l'antenne et de celui du report du chip sur celle-ci. Quand l'industrie des composants mémoire électronique affiche un ratio de coût boîtier/chip de l'ordre de 50/50, celui d'un label RFID est de 80/20. La décroissance du prix d'un label doit donc avant tout passer par une optimisation des techniques de packaging dans laquelle les fabricants de semi-conducteurs peuvent participer.

ST a pour objectif de fournir en très gros volume des chips RFID à un prix

unitaire de 5 cents. Parmi les fondamentaux permettant la réalisation d'un chip à très bas coût, citons :

- la taille du chip qui dépend de la complexité de la spécification à implémenter,
- la complexité de la technologie employée (le chip le plus petit n'est pas forcément le moins cher),
- la maturité de la technologie et de l'unité de fabrication employée (dépréciation des équipements),
- le volume de produits fabriqués (réduction du "mix produits" dans les unités de fabrication de wafers).

Fort de son large portefeuille en technologie non volatile, ST recherche le meilleur compromis entre tous ces facteurs pour fournir le marché en produits RFID fiables (40 ans de rétention garantie), endurants (1 million de cycle d'écriture) et de faible coût.

Pour répondre à un besoin d'interopérabilité mondiale et d'amélioration de performances, EPC\_Global a récemment publié une évolution de la spécification EPC, appelée Génération 2. Dans la continuité de sa stratégie, ST introduit en 2005 une puce conforme à cette nouvelle spécification : XRAG2.

La baisse des prix des étiquettes électroniques s'accélère et permettra au marché des RFID de prendre l'ampleur promise depuis très longtemps. L'étiquette électronique à 5 cents n'est pas un mythe, mais une réalité prochaine. La RFID est née depuis longtemps, mais force est de reconnaître que le pragmatisme de la spécification EPC\_Global a permis de faire rentrer cette technologie dans une nouvelle ère.



EM MICROELECTRONIC

### Comment produire un milliard de puces RFID ?

*Thomas GYGER,  
Responsable Projet RFID  
chez EM Microelectronic SA*

En 2001, le Auto-ID Lab du MIT affirmait qu'il serait possible de fabriquer une étiquette RFID pour le prix de 0,05 \$ si le volume de production était suffisant. Dans leur publication, Sarma et Swamy portaient de l'hypothèse d'un volume de 30 milliards d'étiquettes par an et tablaient sur l'économie d'échelle pour arriver à ce prix. En 2004, le volume mondial de puces RFID vendues était estimé à 510 millions d'unités et les projections pour 2008 s'établissent à

2,9 milliards d'unités (VDC, 2005). Aujourd'hui, il est possible de trouver des étiquettes RFID de type EPC à partir de 0,22 \$. Il faudra donc patienter encore un peu pour voir la prophétie du MIT s'accomplir.

Au-delà du mythe à 5 cents, comment se compose le prix de ces étiquettes ? Une étiquette RFID se décompose généralement en trois parties : le support (papier, carton ou matière synthétique), l'inlet (film synthétique supportant l'antenne) et la puce. La puce peut représenter 25-50 % du prix de l'étiquette. Pour comprendre dans quelle mesure le coût de la puce est compressible, il convient d'en comprendre les facteurs qui se subdivisent dans les domaines suivants : coûts de wafer, de fonction, de technologie, de standards et de propriété intellectuelle.

Les puces électroniques sont fabriquées par wafer et à ce niveau, il faut considérer les coûts de matière première (silicium), de fabrication, de programmation et de test, ainsi que les coûts de conditionnement (amincissement, sciage, traitement des points de contacts), sans oublier les frais financiers liés à l'amortissement des machines et l'immobilisation de capital.

Vient ensuite le coût de la fonction implantée sur chaque puce. Celui-ci dépendra d'éléments tels que la quantité et le type de mémoire demandés, la complexité de la logique, les fonctions cryptographiques ou encore la sensibilité RF attendue. Plus la complexité est élevée, plus on cherchera un niveau élevé d'intégration, c'est-à-dire une technologie offrant des structures plus fines. Ainsi, on pourra limiter la taille de la puce. Le coût de la technologie augmente cependant au fur et à mesure que la taille des structures diminue. Un circuit en technologie 0,18  $\mu\text{m}$  coûtera 5-6 fois plus cher à surface équivalente qu'une technologie 0,5  $\mu\text{m}$  par exemple (Selantec 2003).

Pour deux raisons, la taille des puces ne pourra pas diminuer indéfiniment. Plus la taille diminue, plus la surface de silicium perdue en raison des voies de sciage du wafer augmentera. Par ailleurs, les équipements actuels d'assemblage des étiquettes RFID manipulent difficilement des puces de taille inférieure à 0,5 mm.

A l'heure où l'on parle beaucoup d'EPC, toute entreprise devra se poser la question de la nécessité d'utiliser un standard pour son application. Une puce conçue selon la spécification d'EPC (Class 1, génération 2) nécessitera environ 6 000 portes logiques. Si

on peut se satisfaire d'une puce qui donne simplement un identifiant unique, il est possible de s'en tirer déjà à partir de 600 portes logiques, tout en profitant de performances très compétitives (puce EM4122 par exemple).

Finalement, parmi les sociétés qui ont investi des moyens importants dans la R&D, certaines revendiquent une compensation pour la mise à disposition de leur propriété intellectuelle. Les coûts relatifs à la propriété intellectuelle sur une puce électronique peuvent facilement atteindre 5-15 % du prix de vente du produit.

Si nous nous tournons à présent vers l'économie d'échelle potentielle résultant d'une explosion de la demande de puces RFID sur le marché, on constate qu'elle reste à priori assez modeste. Il faut se rendre à l'évidence que des milliards de puces supplémentaires par an se traduiront par des milliers de wafers supplémentaires par mois et par fonderie. Selon Selantec, l'économie d'échelle apportée par un passage de 100 à 5000 wafers par mois n'est que de 23 %. Or si on considère la capacité de production annuelle de TSMC – l'une des plus grandes fonderies au monde – qui est de 5 millions de wafers en dimension 8", un milliard de puces (puces EPC) représente environ 0,027 % de la production annuelle de TSMC.

En conclusion, nous pouvons dire que le prix d'une puce est très sensible à la technologie mise en œuvre, ainsi qu'à la complexité du circuit. Il est modérément affecté par le volume de production. Dans chaque projet RFID, il convient donc d'analyser précisément les besoins et les exigences posées à l'étiquette, en terme de fonctionnalité attendue (lecture seule ou lecture/écriture), de taille mémoire, de standards en vigueur et de performance. Inutile donc de payer pour des caractéristiques qui ne seront jamais utilisées.



### Un système adapté à la Supply Chain

Georges FOLKE, SPACECODE

La Supply Chain constitue un milieu particulièrement difficile pour les RFID. En effet une palette hétérogène peut contenir différents types de produits depuis des liquides (eau, vin, sham-pooing,...), des matières organiques

(viandes, végétaux,...), en passant par des contenants métalliques (boîtes de conserves, couvercles, cannettes,...) ou métallisés (emballages divers, papier aluminés,...)

Qu'attend le logisticien de la technologie RFID ?

- identification des palettes et de leurs contenus en entrée/sortie,
- garantie d'identification du contenu à 100 %,
- aucune étiquette ne doit échapper au contrôle,
- vitesse de lecture adaptée au chargement sur camion.

Le grand avantage de la RFID est que l'étiquette peut être placée n'importe où sur le carton et être lue (pas de manœuvre de positionnement des cartons). Toutes les étiquettes doivent être lues quel que soit le contenu des cartons.

Beaucoup de produits absorbent les ondes électromagnétiques et masquent les étiquettes.

La supply chain impose des contraintes dans l'identification multi-objets :

- 100 % de fiabilité et de certitude de lecture,
- volume de lecture de 100 litres à 3m<sup>3</sup>,
- étiquettes orientées dans toutes les directions,
- les étiquettes peuvent être proches les unes des autres,
- présence de matières organiques,
- présence possible de métal (emballage, couvercle, cannettes..).

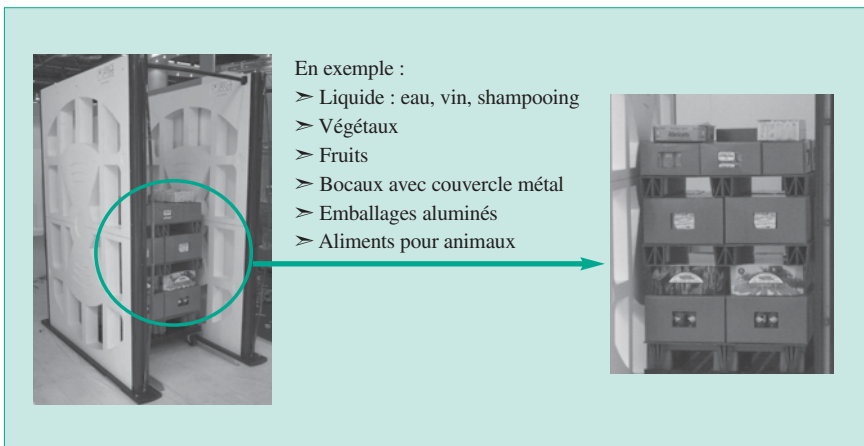
### Ces contraintes imposent le choix d'une fréquence adaptée

SPACECODE a choisi pour les raisons suivantes une fréquence de fonctionnement inférieure à 135 kHz :

- afin de réaliser des lecteurs de grandes dimensions,
- en respect de la réglementation en vigueur : ETS 300, 330,
- afin d'être insensible aux matières organiques : liquides, glace, végétaux, produits carnés...,
- afin d'être peu sensible à la présence de métaux (possibilité d'identifier des étiquettes à travers de métaux).

La Solution SPACECODE garantit 100 % de fiabilité et la certitude de lecture grâce à :

- la fréquence adaptée,
- un algorithme déterministe :
- 
- vitesse d'identification unitaire indépendante du nombre d'étiquettes
- pas de nombre maximum d'étiquettes
- des étiquettes non résonnantes :
  - étiquettes très proches les unes des autres ou au voisinage de métal.



- En exemple :
- > Liquide : eau, vin, shampoing
  - > Végétaux
  - > Fruits
  - > Bocaux avec couvercle métal
  - > Emballages aluminés
  - > Aliments pour animaux

Palette hétérogène contenant différents types de produits et lecteur de palette.

### Avantage concurrentiels de SPACECODE

Le système d'identification SPACECODE est optimisé et garantit l'identification de toutes les étiquettes présentes avec une fiabilité de 100 %. Il permet l'identification multi-objets avec des étiquettes qui peuvent être proches les unes des autres, proches de métaux ou de matières organiques quelles que soient l'orientation et la position des objets. La technologie brevetée SPACECODE est bien adaptée pour des applications où de nombreux objets doivent être identifiés simultanément, même s'ils sont proches les uns des autres et répartis aléatoirement, indépendamment du contenu des objets (exemple d'application : palettes hétérogènes).

### A propos de SPACECODE

SPACECODE est un intégrateur et fournisseur de systèmes d'identification Radio Fréquence et propriétaire de brevets sur la technologie RFID. Etabli en 1994, SPACECODE s'est développé comme une société prédominante dans les technologies RFID et offre des solutions de traçabilité, notamment en logistique.



### L'emballage intelligent et les RFID

Olivier DRAULLETTE, ONDEF

Depuis plus de 130 ans que le carton ondulé existe, le matériau a évolué au rythme des différentes évolutions technologiques.

D'abord utilisé dans les années 1860 pour renforcer la structure des chapeaux haut de forme, on a très vite découvert que ses caractéristiques intrinsèques lui permettaient d'être un outil précieux dans la protection des marchandises fragiles puis, grâce à sa remarquable adaptabilité, au transport et au stockage de tous types de produits.

Depuis les premières mises en place d'onduleuses simple face implantées en Europe en 1883 à Londres, puis Kirchberg (Allemagne) et Exideuil-sur-Vienne (en France), la production de carton ondulé a connu une croissance considérable accompagnant le développement économique mondial de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle à nos jours.

Des progrès remarquables ont été réalisés pour augmenter la production et répondre aux besoins. Plus tard, le carton ondulé a su s'adapter aux nouvelles techniques d'impression afin de lui permettre non seulement d'être un matériau opérationnel largement utilisé pour la protection, le stockage et la manutention de marchandises, mais aussi pour la promotion des produits auprès des consommateurs.

L'apparition de l'électronique, des ordinateurs et des automates dans les process de production a permis des progrès considérables pour répondre aux besoins du marché.

Devenu le matériau d'emballage le plus utilisé dans le transport de produits aussi bien en B to C qu'en B to B, notre industrie s'est toujours mobilisée pour offrir des réponses adaptées aux besoins recensés dans la chaîne globale d'approvisionnement.

Elle offre ainsi toute une panoplie de solutions dans les domaines de la manutention, de l'optimisation des chaînes de production, de la protection des produits aux chocs, à la poussière, à la lumière etc. Elle développe des solutions qui permettent de respecter des règles d'hygiène parmi les plus strictes.

Elle prend soin de respecter l'environnement :

- en permettant une optimisation des moyens de transport,
- en mettant en place une structure qui lui permet de recycler les emballages usagés.

Bref, une industrie qui a fait du développement durable bien avant que ces mots ne prennent un sens dans l'esprit collectif d'aujourd'hui.

Si l'on regarde actuellement les grands chantiers sur lesquels se penchent producteurs et distributeurs en relation plus ou moins proche avec l'emballage, ils sont au nombre de cinq :

1. réduire la démarque inconnue, les erreurs et les pertes,
2. accélérer les opérations logistiques et en réduire les coûts,
3. améliorer les performances de la G.P.A et donc diminuer les stocks,
4. augmenter le taux de service en linéaire,
5. s'assurer d'une parfaite sécurité dans le domaine alimentaire principalement, en mettant en place une traçabilité efficace des produits qui permette de retirer à tout moment du marché un produit défectueux. Par là même, répondre aux réglementations françaises et européennes dans ce domaine et protéger leur image sur le marché.

Le point commun à ces problèmes dont certains peuvent sembler difficilement compatibles entre eux, c'est la traçabilité logistique.

C'est donc tout naturellement que l'industrie du carton ondulé s'intéresse aujourd'hui aux nouvelles technologies de traçabilité et notamment à la RFID.

Les enjeux économiques sont considérables. Les demandes fusent tous azimuts.

Notre vision est que le développement de la technologie RFID en logistique se fera dans un ordre logique :

1. la palette et l'emballage de transport,
2. certains produits à haute valeur ajoutée,
3. beaucoup plus tard, les emballages primaires.

Mais cette technologie n'a de devenir que si elle apporte des progrès substantiels par rapport aux technologies de traçabilité déjà existantes.

La singularité de la situation actuelle est que, sous la pression du lobbying américain, des solutions de traçabilité par RFID se mettent en place dans la supply chain avant même que les technologies éprouvées comme le code barre n'aient eu le temps de se déployer réellement dans le domaine de l'information logistique (EAN 128 sur les cartons et SSCC sur les palettes).

RFID

Il est indéniable que la technologie RFID offre des perspectives considérables de gains de productivité. La fonction la plus convoitée consiste à lire en masse et en temps réel sur une palette l'ensemble des informations

logistiques contenues sur chaque carton.

Quand ce but est atteint, la technologie RFID offre ainsi la possibilité de rapprocher à tous les points stratégiques de la chaîne d'approvisionnement, les flux d'informations avec les flux physiques de marchandises.

La démarque inconnue, les pertes, les erreurs de saisie, le mauvais routage, le taux de service, la visibilité des stocks, le retrait d'un article défectueux, tous ces points critiques peuvent être améliorés de façon considérable pour le plus grand bénéfice des acteurs de la supply chain.

Certaines études font état de gains de productivité de l'ordre de 66 cts d'euros par palette et de l'ordre de 55 cts par cartons. Pour cela, il faut que la technologie soit en tous points conforme aux demandes de la chaîne logistique : lire rapidement et en masse et à une distance raisonnable 100 % des colis quelle que soit la nature des produits contenus à l'intérieur des cartons.

Bien entendu, ces économies se mesurent par rapport à une chaîne logistique sans véritable système de traçabilité. Or, et nous l'avons vu plus haut, il existe déjà des systèmes relativement performants qui utilisent la technologie du code barre.

L'industrie du carton ondulé considère néanmoins que la technologie RFID a beaucoup d'avenir pourvu qu'elle puisse répondre aux besoins de la logistique.

Pour se préparer à cette révolution, notre industrie a non seulement établi un cahier des charges concernant les performances minimum que nous attendons de cette technologie incluant une réelle interopérabilité entre les différents offreurs de solutions. Nous travaillons également sur les caractéristiques techniques des tags qui, insérés dans le carton, ne doivent en aucun cas altérer le recyclage du matériau.

L'industrie européenne du carton ondulé a mis en place en France, un centre d'évaluation de cette technologie afin de tester et valider les meilleures solutions techniques présentées sur le marché.

La mise en place des standards internationaux, la validation des solutions techniques et des "business cases" assureront, à n'en point douter, le déploiement de la RFID dans la chaîne logistique.

L'industrie du carton ondulé qui produit environ 80 milliards d'emballages par an en Europe, et quelque 200 milliards au plan mondial, offrira alors un très beau débouché pour cette technologie aux perspectives très prometteuses.



### La révolution de la RFID : le mariage du papier et de l'électronique

*Michel Leduc, ASK*

La RFID appliquée à la traçabilité d'objets fait rêver les industriels et acteurs de la chaîne logistique par les volumes qu'elle peut engendrer, le potentiel étant, dans l'absolu, celui des milliards de codes barres à remplacer par des étiquettes RFID dans les années, voire les décennies à venir. Cette technologie a prouvé son efficacité dans le transport public où elle est devenue le standard de facto. Dans la traçabilité d'objets et les documents d'identité, deux marchés plus émergents, l'utilisation pour ces objets de supports actifs comportant une antenne argent sérigraphiée sur papier semble être une réponse à des contraintes spécifiques à ces applications.

#### La technologie RFID, mature pour l'identification de personnes dans le transport

La technologie RFID ou "sans contact", qui consiste à établir une communication par ondes radio entre un lecteur et un médium tel qu'une carte, un ticket ou une étiquette, s'est imposée dans le transport public dès les années 90. Dans le cas d'une transaction sans contact pour un abonné, le geste s'avère simple et rapide et permet de fluidifier les mouvements de passagers dans les métros, bus et en général tous les transports publics aux heures de pointe. Les cartes, dotées de microprocesseurs pour les plus sophistiquées, permettent de stocker de nombreuses informations concernant le porteur et ce, de manière transparente vis-à-vis de l'extérieur. Les opérateurs peuvent ainsi profiter de la remontée d'informations dans leur système central pour offrir une offre tarifaire personnalisée et affinée en fonction de leur public. La fraude très fréquente et coûteuse avec la technologie magnétique devient quasi impossible sur le

plan technique. La mobilité du citoyen équipé en "sans contact" fait entrer les villes dans une modernité dont elles peuvent maintenant se targuer, offrant aussi la possibilité aux porteurs de n'utiliser qu'une seule carte pour de multiples applications lorsque la carte de transport est aussi utilisée en carte ville.

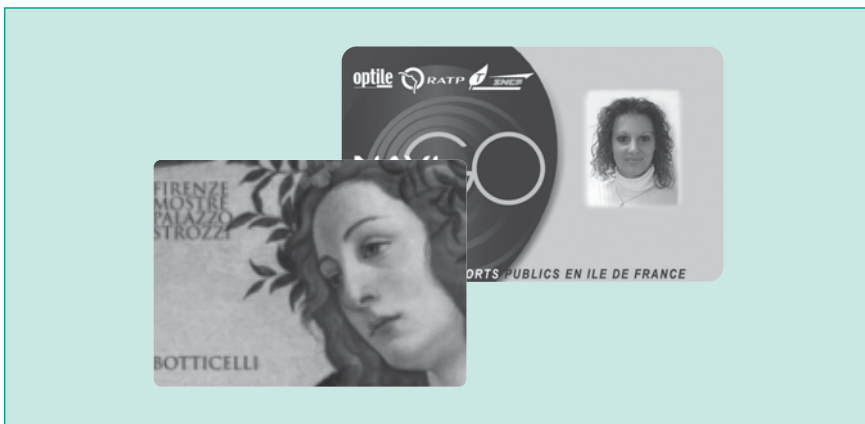
Certains pays tels que le Portugal ou les Pays-bas n'hésitent plus à équiper progressivement tous leurs transports publics d'un titre sans contact unique permettant de voyager à travers le pays avec une seule carte, sur des moyens de transport multiples. L'arrivée du ticket sans contact en 2000, doté lui aussi d'une puce de taille mémoire variable, permet de s'adresser au marché des passagers occasionnels. De même pour le contrôle d'accès offre-t-il un moyen de recevoir les visiteurs en "sans contact". Ce nouveau produit révolutionne le transport public qui peut dorénavant s'équiper en "tout sans contact" et bénéficier d'une économie générée par une technologie unique pour usages, périodes et tarifs multiples. Dans certaines régions du monde, les tickets papier sont remplacés par des tickets sans contact rechargeables pour l'ensemble de leurs passagers.

A ce jour, tous les renouvellements identifiés de billetterie dans le transport public basculent en sans contact, qu'ils se situent en Asie, en Europe ou en Amérique du Nord ou du Sud. La tendance est générale et les avantages clairement identifiés pour les abonnés. Il reste à mieux appréhender le business case du ticket sans contact qui doit être perçu comme un outil marketing puissant (tarifications identifiées, impression de séries limitées lors d'événements culturels, sponsoring par les organismes culturels) et utilisé en carnets de ticket ou en ticket à durée limitée. Son coût technologique unitaire ne lui permet pas en effet de remplacer les tickets unitaires magnétiques pour un seul voyage lors de trajets à tarif réduit, mais son coût économique s'avère indiscutable dès qu'une politique tarifaire (carnets de 10, "pass" pour une période, etc.) est applicable.

#### L'antenne argent sérigraphiée sur papier : un process unique et multi produits

Dans la carte à puce, la technologie traditionnelle est basée sur une antenne cuivre filaire ou un process de photogravure sur support plastique.

La technologie développée par ASK consiste à imprimer une antenne argent en sérigraphie sur un support papier et



Cartes et tickets sans contact.

ajouter une puce par dépose directe sur l'antenne. Les bénéficiaires sont multiples : matières premières non polluantes, bas coûts, excellente résistance dans le temps en milieu extrême, grande reproductibilité (clones, plutôt qu'éléments d'une population), productivité à la hauteur des enjeux, qualité anti-fraude intrinsèque. Le papier, en effet, laisse une trace indélébile lors d'une torsion de carte tout en lui permettant de continuer à fonctionner. Une étiquette RFID collée sur un objet sécurisé ne peut être décollé. La dépose directe de la puce, process éprouvé sur le marché très contraignant du transport, permet d'éviter la surépaisseur et les ruptures dues aux modules.

De même, un process industriel simplifié dans le nombre de ses étapes et la fabrication de produits de A à Z sur une même ligne de production réduisent les risques liés à la sous-traitance et offrent des tickets, étiquettes RFID et solutions pour documents d'identité sans surépaisseur, intégrables dans les équipements d'impression du marché. Les étiquettes RFID, composées de deux couches de papier uniquement, conservent les mêmes qualités que les étiquettes papier traditionnelles en termes de post-impression notamment. Une impression de code barre, par exemple, permet de faire évoluer les infrastructures existantes en douceur en passant en technologie RFID sur une partie de la chaîne logistique (entrepôts) avant d'équiper les boutiques.

Eu-égard aux contraintes rencontrées dans la traçabilité d'objets et les documents d'identité tels que les passeports qui demandent une capacité de production très élevée et fiable, une grande flexibilité pour les supports fibreux, un processus anti-fraude original, la technologie d'antenne sérigraphiée argent sur papier s'avère une innovation tout à fait adaptée à ces nouveaux marchés et prendra sans

doute de l'ampleur chez les industriels dans les années à venir.



### La RFID sans contrainte

Serge MUNNIA, PYGMALYON

DAG System, département électronique de la société lyonnaise PYGMALYON, développe des systèmes RFID (Radio-Fréquence Identification) depuis 1998. Grâce à son avancée technologique, PYGMALYON a été classée entreprise innovante par l'ANVAR Rhône-Alpes (L'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche). Une dizaine de brevets protègent d'ores et déjà les produits très novateurs de DAG System. DAG System est présent dans plus de 30 pays dans le monde et



Cartes d'identité et passeports.

réalise 90 % de son chiffre d'affaires à l'international.

DAG System fabrique et commercialise les 3 composants de la RFID (lecteurs/antennes/étiquettes). DAG System propose également des solutions de RFID globales et adaptées à tous les types d'applications (contrôle d'accès, logistique, process, chronométrage...).

### "La RFID sans contrainte"

Non satisfaits par les systèmes contraignants de RFID obligeant l'individu ou l'objet à se rapprocher de la borne RFID pour être détecté, les clients se sont tournés vers DAG System pour lui demander de développer un nouveau système de RFID en 13,56 MHz.

Aujourd'hui DAG System propose une solution innovante de détection "sans contrainte" permettant une détection à grande distance (jusqu'à 10 m) et de grande quantité (jusqu'à 60 m<sup>3</sup>). Avec le procédé DAG System, il suffit qu'un individu portant un badge passe sous une antenne pour qu'il soit instantanément détecté. De même, les manutentionnaires ne sont plus obligés de présenter les colis un à un devant un lecteur pour qu'ils soient comptabilisés. Il leur suffit de passer le fenwick entier contenant tous les colis sous une antenne DAG System pour qu'ils soient tous automatiquement détectés.

### Une solution globale

DAG System propose des produits RFID actifs et passifs, essentiellement axés sur la HF. Des études sont actuellement menées sur l'UHF.

Contrairement aux autres acteurs du marché qui sont essentiellement basés sur la courte distance, Dag System propose des solutions de courte et de



10-11

RFID

Antenne 2D pour contrôle d'accès d'individus



Antenne 2D pour logistique/colis



Systèmes de contrôle d'accès d'individus et pour logistique colis.

longue distance. DAG System fabrique ainsi des lecteurs de courte et longue distance, d'un état brut pour les intégrateurs à un produit complètement packagé pour ses clients directs.

La force de DAG System se tient également dans sa capacité à réaliser des DAG (= étiquettes RFID) spécifiques pour des applications particulières (DAG se portant au bracelet, DAG 3D pour les colis, DAG se portant à la chaussure ou étant intégrés dans le dossard des coureurs de marathon...).

Enfin DAG System propose des anten-

nes pouvant aller jusqu'à 10 mètres de large et pouvant détecter des étiquettes quel que soit le sens de passage (antennes 1D, 2D et 3D).

#### Des applications spécifiques

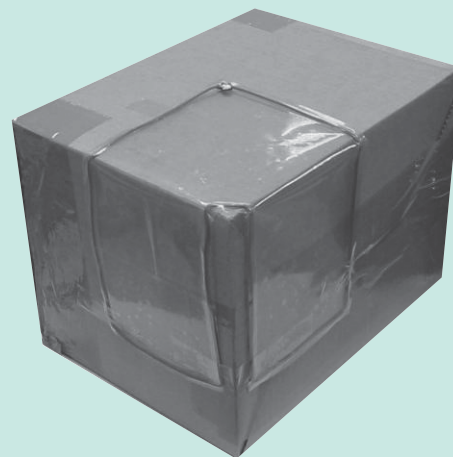
DAG System a développé des solutions clé en main pour des applications spécifiques. Ainsi DAG System propose une solution de forfait de ski "main libre" remplaçant l'obsolète et contraignant forfait papier. De même DAG System a développé une solution pour les piscines leur permettant de

comptabiliser le nombre de baigneurs présents dans l'établissement. DAG System propose également sa solution "DAG Parc" permettant le chronométrage en libre service des sportifs. De nombreuses autres applications ont été développées par DAG System comme des solutions de logistique, de monétique, de grande distribution...

A chaque problème rencontré par le client une solution individualisée. DAG System se propose de réaliser une étude spécifique et poussée afin de répondre au mieux aux attentes des clients.



DAG Bracelet pour contrôle d'accès d'individus, sport, etc.



DAG Colis 3D permettant de passer le colis dans tous les sens



DAG Colis posés sur des colis contenant du liquide



Exemple de marathon chronométré avec du matériel.



Application des produits DAG dans le sous-marin (= Metal) de Cherbourg.

**coronis**  
SYSTEMS

## Emergence de la RFID – très longue portée et forte autonomie

*Christophe DUGAS,  
Coronis Systems*

Pour satisfaire aux exigences d'identification, de localisation et de suivi de containers à l'échelle d'un port ou encore de personnes dans de vastes espaces contrôlés (sécurité), etc., la technologie RFID UHF répond avec des portées radio de plusieurs dizaines, voire centaines de mètres, mais se voit imposer un sérieux défi sur l'autonomie d'énergie.

### La technologie Wavenis sollicitée pour répondre à la RFID UHF longue portée

Coronis a développé une technologie sans fil ultra basse consommation et longue portée radio, dénommée Wavenis. Les premiers marchés servis par cette technologie ont été historiquement la télé relève des compteurs d'énergie (eau, gaz, chaleur, électricité), la télémétrie industrielle, le médical, le confort de l'habitat, l'alarme et la sécurité. Un secteur émergent, mais à la croissance très rapide, a depuis fait son apparition : la RFID UHF dit "long range". Il s'agit de toutes les applications d'identification où la RFID traditionnelle

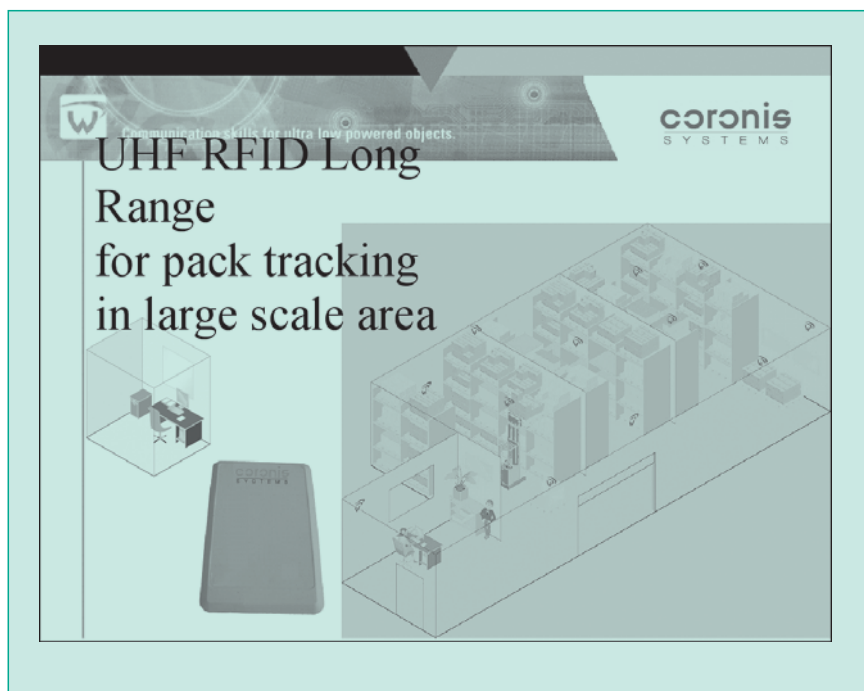
présente des portées trop faibles. Par exemple, la traçabilité des containers, l'identification des personnes, le péage et le parking.

Coronis Systems a pénétré ce segment en se positionnant sur des marchés verticaux comme, par exemple, le suivi de containers avec Singapore Technologies et le suivi de flottes de véhicules (location or corporate). D'autres applications sont concernées (tolling, suivi du personnel, Supply

Chain Management ou SCM), mais Coronis doit faire face à une forte pression sur les coûts. Les clients de Coronis sont ici des intégrateurs de solutions, et non des fabricants.

### Produits RFID UHF longue portée à 6 €

Pour répondre à cette pression des coûts, Coronis vient de lancer le design de sa prochaine génération de plate-



Utilisation des RFID UHF longue portée pour le suivi des paquets dans de grands espaces.

forme Wavenis, avec un déploiement industriel prévu d'ici 18 mois. Elle est basée sur un "System On Chip" (SoC) qui va intégrer le transceiver radio et le micro-

contrôleur qui embarquera le protocole de communication et les couches applicatives. Cette solution permet d'atteindre un prix unitaire de produit assemblé et testé de 6 € avec des services de gestion de réseau radio avancés, et surtout des performances radio et énergétiques bien plus élevées que les solutions actuellement recommandées dans les standards émergents (ANSI-RTLS, EPC global) avec lesquels Wavenis assure néanmoins une compatibilité avec les API respectives. Les négociations entreprises dans le SCM, avec soit des intégrateurs, soit des fournisseurs de tags actifs, montrent qu'avec un tag en dessous des 8 €, ce sont d'énormes marchés qui basculeront. Ceux-ci utilisent actuellement des tags actifs classiques, mais avec des structures de lecture coûteuses et contraignantes : nécessité d'installer régulièrement des portiques ou socles

de lecture tandis qu'un réseau Wavenis, avec la qualité de services offerte est maintenant plus performant et plus flexible que les solutions actuelles, sans bien sûr aller jusqu'à remplacer la RFID traditionnelle.

#### A propos de Coronis

Créée en 2000 et soutenue par l'ANVAR à l'origine, la société Coronis Systems est positionnée comme fournisseur de solutions de transmission de données par voie radio pour les intégrateurs et les équipementiers. La gamme des solutions OEM est basée sur le cœur de technologie sans fil ultra basse consommation et longue portée radio, dénommée Wavenis, conçue, développée et industrialisée par Coronis Systems. Cette plate-forme technologique s'adresse à un grand nombre d'applications, y compris les plus critiques qui requièrent simultanément une durée de vie opérationnelle de plusieurs années avec une alimentation sur pile, des conditions d'accès radio très difficiles et un niveau de prix extrêmement bas imposé par la logique du marché.

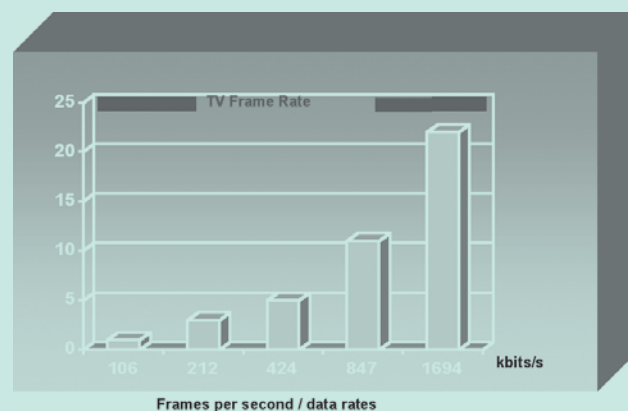


### Perspectives technologiques en systèmes d'identification sans contact

François VACHERAND,  
CEA-LETI

Parmi les nouvelles technologies en développement dans les laboratoires de R&D du CEA-LETI sur la thématique des systèmes d'identification sans contact, on peut citer actuellement :

- les interfaces air pour augmenter les débits,
- les interfaces air pour augmenter les distances de lecture,
- la gestion de l'énergie des micro batteries intégrées sur la puce ou des mini batteries déposées sur le support, sources d'énergie développées par le CEA-LITEN,
- les nouvelles technologies de mémoires non volatiles (Fe-Ram, PC-RAM, M-RAM, voire MEMS),



Démonstrateur très haut débit sans contact et taux de transfert vidéo (CEA-LETI).

- les micro capteurs intégrés ou non à la puce pour mesurer la température, la pression etc.,
- les technologies silicium basse consommation comme le SOI,
- le développement d'une électronique imprimable à base de composants organiques.

Les deux avancées majeures les plus prometteuses pour l'évolution des performances et des fonctionnalités des microsystèmes d'identification et de traçabilité sans contact industrialisables à court ou moyen terme, sont l'augmentation des débits et l'intégration de micro sources d'énergie.

La première concerne l'augmentation des débits pour les systèmes sans contact, dits de proximité pour l'identification des personnes (cartes à puce). L'objectif est de proposer un lien de communication numérique nettement supérieur à ce qui se fait actuellement (106 kbits/s à 848 kbits/s), afin de pouvoir transférer rapidement des fichiers entre la carte et le lecteur. Les applications visées sont l'identification biométrique, le téléchargement d'applets Java ou de fichiers multimédia.

Pour cela, le LETI a développé une interface air spécifique, compatible avec les solutions déjà normalisées et

permettant d'augmenter graduellement les débits à 1,7 Mbits/s voire 3,4 Mbits/s. La solution implémentée sur le composant télé alimenté repose sur une technique de modulation d'amplitude multi niveaux et un récepteur mettant en œuvre une régulation numérique de la tension présente aux bornes de l'antenne. La commande du régulateur étant proportionnelle au niveau du champ électromagnétique, on dispose alors d'une valeur numérique du niveau d'amplitude.

Un démonstrateur comprenant le lecteur très haut débit et un circuit intégré regroupant les fonctions d'émetteur/récepteur très haut débit et de télé alimentation a été validé à la vitesse de 1,7 Mbits/s. Des travaux sont en cours pour atteindre les 3,4 Mbits/s. Ce démonstrateur transmet des images vidéo en temps réel à partir du débit de 1,7 Mbits/s. Une proposition d'extension de la norme actuelle a été soumise à l'ISO.

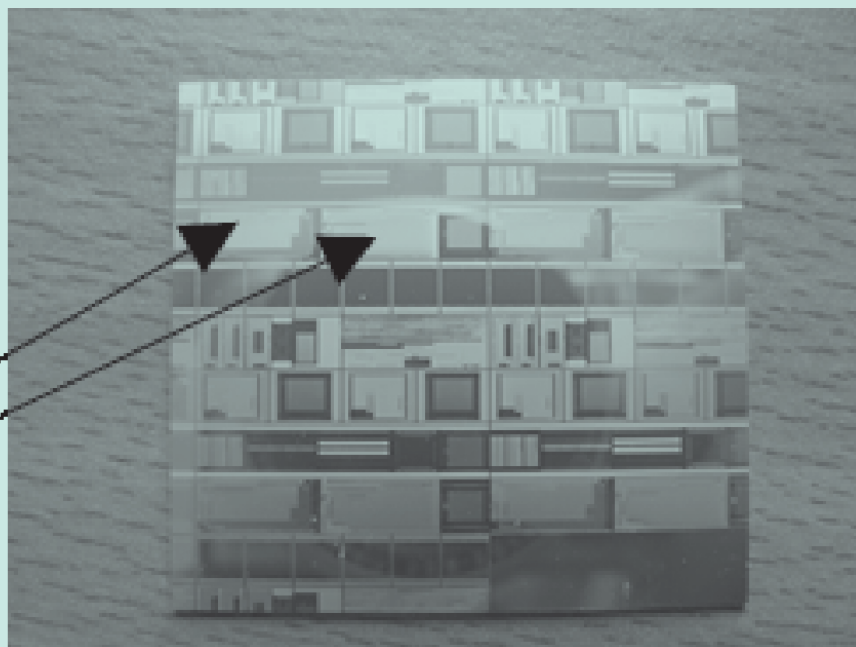
Une deuxième avancée significative dans le domaine de la traçabilité est la possibilité de déposer des micro batteries sur un microcircuit de silicium. L'objectif est de pouvoir alimenter en permanence certaines fonctions d'un circuit électronique telles que le

contrôle de la sécurité des données sensibles, en particulier les clés de cryptage, ou l'acquisition de données capteurs entre deux passages devant un lecteur sans contact.

La technologie de dépôt d'une micro-batterie développée par le CEA consiste à ajouter cinq couches au-dessus des couches métal d'un composant intégré : un collecteur de courant, une cathode, un électrolyte à l'état solide, une anode et une encapsulation étanche. L'épaisseur totale est de 10µm et la capacité de 100 µA.h par cm<sup>2</sup>. Ces micro batteries peuvent supporter de forts courants de décharge. La technologie de dépôt est entièrement compatible avec les procédés utilisés dans les salles blanches des fabricants de semi-conducteurs.

En parallèle, le LETI a développé une électronique de contrôle de charge et de décharge ultra basse consommation afin d'optimiser au mieux l'énergie disponible. Les premiers tests ont montré que l'on pouvait par exemple assurer le maintien de l'information contenue dans 128 bits de mémoire statique pendant 2 ans avec une micro batterie de 25 mm<sup>2</sup>.

**Microbatteries  
avec encapsulation  
couche mince  
sur ASIC**



Prototypé de micro batterie déposée sur tranche de silicium.



# ONDES ELECTROMAGNETIQUES

## Couplage, Propagation, Exposition des personnes

Jean-Charles BOLOMEY, Alain AZOULAY, Département Electromagnétisme, SUPELEC

Les applications privilégiées des ondes électromagnétiques sont les télécommunications, le radar et la télédétection, domaines où les ondes électromagnétiques n'ont pas de concurrence. Il y a à côté de ces applications très privilégiées des applications qui le sont un peu moins, certaines applications industrielles, médicales, de chauffage, de contrôle.... Un peu moins signifie que les ondes électromagnétiques sont en compétition avec d'autres modalités. Dans les applications privilégiées, les ondes électromagnétiques ne s'imposent que si vraiment elles présentent par rapport aux autres des avantages décisifs et évidemment, c'est le cas des RFID.

### L'onde électromagnétique et le spectre des ondes électromagnétiques

L'onde électromagnétique est caractérisée, entre autres, par sa fréquence et sa longueur d'onde. La fréquence est ce qui fixe la périodicité dans le temps. La longueur d'onde est ce qui détermine la périodicité dans l'espace. Ces deux aspects ont leur importance dans les applications.

Une onde électromagnétique se compose principalement de deux vecteurs : le champ électrique et le champ magnétique qui se mesurent respectivement en volt par mètre et ampère par mètre.

La figure 1 donne une représentation du spectre des ondes électromagnétiques.

Ce spectre électromagnétique est exploité à des fins diverses. Les ondes électromagnétiques occupant l'espace qui leur est offert, il est nécessaire de procéder à une allocation des fréquences d'utilisation. Ceci signifie qu'il faut se soumettre aux bandes de fréquences officielles qui sont allouées pour l'application considérée. En ce qui concerne les applications dites ISM (applications Industrielles, Scientifiques et Médicales), utilisant les radiofréquences, l'Union Internationale des Télécommunications a réservé un certain nombre de bandes de fréquences avec un minimum de contraintes. Dans les applications qui nous concernent, c'est le domaine des MHz aux GHz qui nous intéresse.

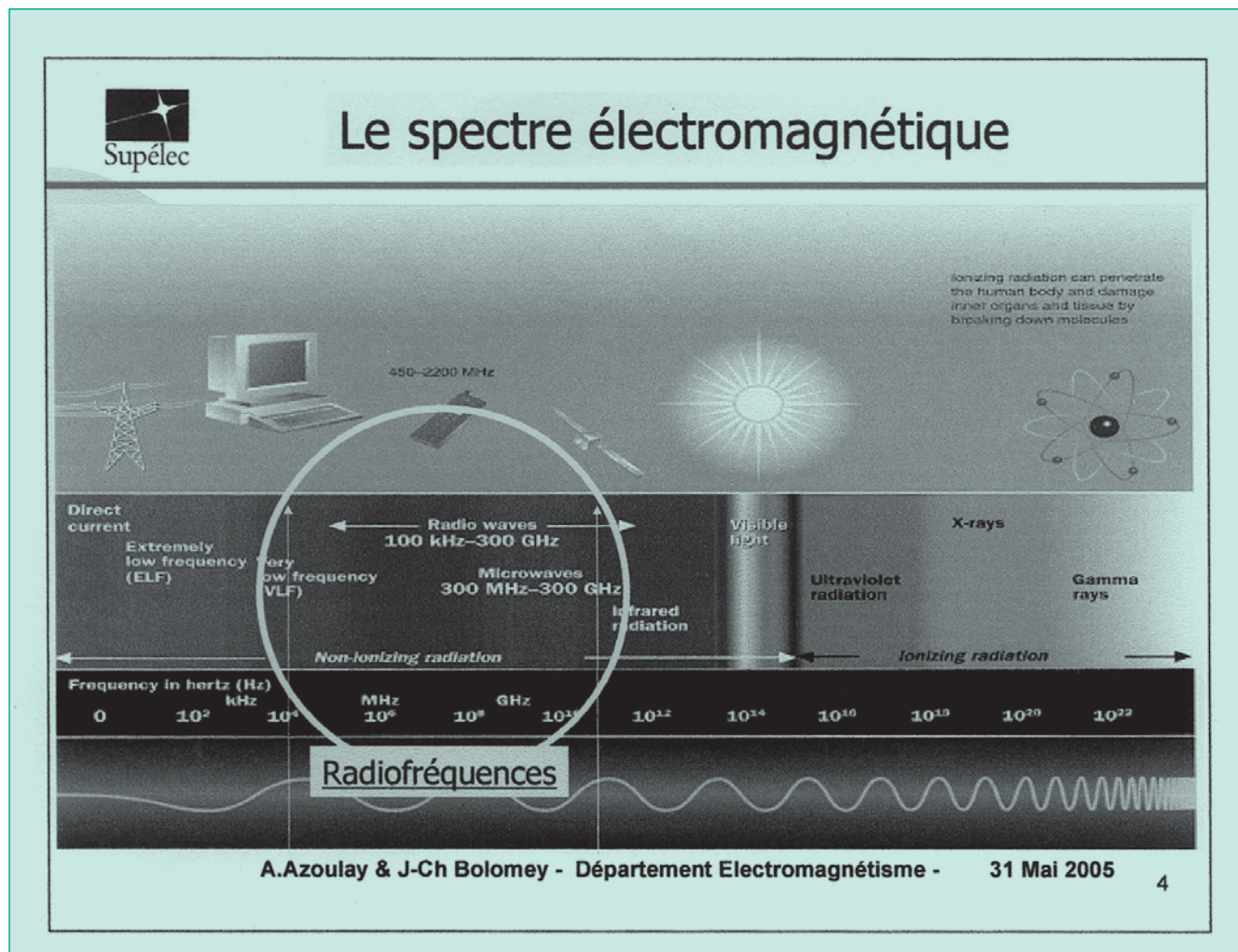


Figure 1

# Publicité

## SPEF VENTURE

*Active contribution to build success*

5-7 rue de Montessuy

75007 Paris - FRANCE

### Contacts

#### Jean-Patrick DEMONSANG

CEO

[jean-patrick.demonsang@spef-venture.fr](mailto:jean-patrick.demonsang@spef-venture.fr)

Phone: 33 1 58 19 22 70

Fax: 33 1 58 19 22 80

[www.spef-venture.fr](http://www.spef-venture.fr)

#### Valérie GOMBART

General Partner

IT Department

[valerie.gombart@spef-venture.fr](mailto:valerie.gombart@spef-venture.fr)

#### Isabelle de CREMOUX

General Partner

LifeSciences Department

[isabelle.decremoux@spef-venture.fr](mailto:isabelle.decremoux@spef-venture.fr)

### SPEF Venture at a glance

SPEF Venture has been investing since 1997 in innovative technology businesses.

SPEF Venture team has a proven track record and deep knowledge in technology, entrepreneurship, operations, venture capital, and in the needs generated in a company's growth.

The investment managers are trained to provide a full range of solutions to entrepreneurs, from help in fund raising, building organizations, producing realistic forecast, business development to support during an IPO or trade sale process.

SPEF Venture manages various sources of equity:

- The FCPI Banque Populaire Innovation 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9 raised from individuals and focused on early stage investment both in IT and Life Sciences.
- SPEF e-Fund, a FCPR sponsored by Natexis Private Equity and Parcom Ventures (ING) focused on late stage IT deals.

### Areas of investment

SPEF VENTURE is a subsidiary of Natexis Private Equity (Natexis Banque Populaire asset management company) which manages 1,9 Billion € in private equity investments.

The average amount of investment ranges from Euros 1 million up to Euros 4 million per round of financing limited to a maximum of 9 M\_ per firm and can be invested in several stages form 1<sup>st</sup> round to pre-IPO and PIPES.

We invest in the European Union.

- **In Life Sciences**, our favoured sectors are biotech, pharmaceuticals (drugs and diagnostics), medical device, nutraceuticals and wellness, and biomaterials/bioprocesses (industrial biotechnology). We also consider investments in technology platforms, environment, bio-energy, skin care and services.
- **In Information Technologies**, we invest in companies developing hardware, software and Information Technology based innovative services addressing significant market need with a leading-edge technology or a sustainable competitive advantage.

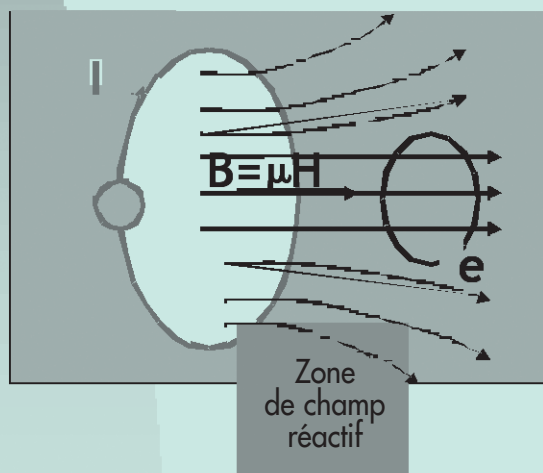
### Resources and Team

Around Euros 320 million in funds are devoted to investments in innovative businesses with high growth potential. 10 Investment Managers operate in the areas of Information Technology and Life Sciences.



## RFID à 135 kHz et à 13,56 MHz

Distances et dimensions  $\ll$  longueur d'onde  
Couplage champ réactif (statique)  
Effet de mutuelle induction (approche circuit)



- Antennes de type boucles magnétiques
- Couplage par mutuelle inductance (cf. transformateur)
- Décroissance rapide du champ en  $r^{-3}$  (en espace libre)

A. Azoulay & J-Ch Bolomey - Département Electromagnétisme - 31 Mai 2005

Figure 2.

### Caractéristique d'une RFID

On peut considérer que les RFID se trouvent aux confluent d'un certain nombre de secteurs d'applications :

- les télécommunications puisqu'il s'agit d'échanger des informations,
- le radar ou la télédétection puisque l'étiquette électronique peut être considérée comme un cible coopérante,
- les applications de puissance, puisque dans les systèmes dits passifs, c'est la borne qui doit fournir l'information et la puissance.

Les distances de couplage entre la borne émettrice et l'étiquette (ou TAG) sont, en général, extrêmement faibles, c'est-à-dire entre le contact et quelques mètres. Avec les RFID, on peut être confronté à des problèmes que l'on rencontre avec les RADAR : quand une cible est attaquée par plusieurs missiles simultanément, il faut que le RADAR fasse le tri. On peut retrouver cette problématique avec les RFID.

Dans le cas d'un système RFID, l'onde émise par la borne doit pouvoir alimenter l'étiquette et lui transmettre des données. L'étiquette doit répondre

à la borne dans de bonnes conditions. Le succès de l'opération dépend de plusieurs paramètres : la fréquence de fonctionnement, les antennes utilisées, le mode de couplage envisagé, l'environnement et les matériaux sur lesquels se trouve l'étiquette.

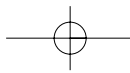
Les différentes bandes de fréquences qui sont allouées aux RFID s'échelonnent sur des domaines distants sur le spectre RF. On trouve des fréquences qui sont inférieures à 135 KHz. Ensuite, on passe au domaine du MHz (13,56 MHz, 866 MHz et 2 450 MHz). Ce qu'il est important de mettre en face de la fréquence, c'est la longueur d'onde qui varie en fonction inversement proportionnelle de la fréquence. Dans les deux premières bandes de fréquences, les longueurs d'onde sont très grandes, voire grandes devant les distances de couplage. Dans les deux dernières bandes, les longueurs d'onde se rapprochent des distances de couplage.

### Champ quasi statique et champ rayonné

Les courants peuvent circuler dans des circuits ou dans des antennes. Une antenne n'est rien d'autre qu'un circuit

particulier conçu pour produire un rayonnement donné. Tout circuit rayonne, mais on ne s'occupe pas en général de son rayonnement. Sur la figure 2 est représentée une source avec des courants qui circulent. Si on considère cette source comme un circuit, on a autour de ce circuit des champs quasi statiques. Ce sont des champs que l'on peut calculer dans le cadre des théories que sont l'électrostatique ou la magnétostatique ou l'électrocinétique. Tant que la fréquence est suffisamment basse, ou tant que la distance dans laquelle on se trouve, est suffisamment petite devant la longueur d'onde, il n'y a pas de propagation, comme c'est le cas dans un circuit. C'est la raison pour laquelle on dit qu'on a des champs quasi statiques.

Pour fixer des ordres de grandeur, on peut considérer qu'on est dans une zone de champs quasi statiques tant qu'on est à une distance inférieure à une demi longueur d'onde. Dès que l'on sort de cette zone (évidemment la transition n'est pas très abrupte), on entre dans la zone de champs rayonnés qui, elle-même, se décompose en deux zones :



- Les zones de champs proches qui se justifient plus particulièrement dans le cas des grandes antennes. Ce sont des zones où le faisceau rayonné par une antenne réflecteur suit encore les lois de l'optique géométrique, c'est-à-dire que le faisceau est relativement parallèle.
- Les zones de champs lointains où le faisceau rayonné diverge pour donner une onde sphérique localement plane, c'est-à-dire une onde électromagnétique qui se propage.

Les paramètres importants sont la longueur d'onde, la distance de couplage  $r$  et les dimensions de l'antenne.

Dans la bande basse fréquence ( $< 135$  KHz), la longueur d'onde est supérieure à 2 km. Dans ce cas, la distance de couplage et la dimension de l'antenne sont très inférieures à la longueur d'onde. Cette propriété s'étend aussi à la bande HF (13,56 MHz) pour laquelle la longueur d'onde est encore de l'ordre de 22 mètres. Pour ces deux bandes de fréquences, on se trouve dans la zone de champs statiques. Les dispositifs fonctionnent le plus souvent dans un type de couplage que l'on qualifie de magnétique, dans la mesure où

les circuits utilisés se présentent comme des petites boucles et opèrent comme un transformateur dans un circuit. La décroissance du champ est en  $1/r^3$  en espace libre.

La situation est différente dans les bandes supérieures UHF (836 MHz) et SHF (2 450 MHz) où la longueur d'onde est de quelques centimètres et où la distance de couplage et la dimension de l'antenne peuvent être de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde ou supérieure. Dans ce cas, on se trouve en général dans une situation de couplage radiatif, faisant intervenir à la fois un champ magnétique et un champ électrique (figure 3). Les antennes utilisées sont réalisées par des techniques de circuit imprimé. Leur fonctionnement est loin d'être évident. Le champ décroît en  $1/r$  en espace libre.

#### Absorption des ondes électromagnétiques

Les ondes électromagnétiques sont absorbées en fonction des caractéristiques des milieux dans lesquels elles se propagent. Dans l'air, les ondes électromagnétiques ne sont quasiment pas

absorbées. Dans le cas d'un couplage radiatif, le champ s'atténue en  $1/r$ . Si on se trouve dans un milieu absorbant, il s'y ajoutera un affaiblissement exponentiel. Cela va contribuer à la décroissance du champ et diminuer la portée.

Les matériaux sont de deux types :

- les conducteurs qui sont caractérisés par leur conductivité,
- les isolants qui sont caractérisés par leur angle de perte.

Dans les milieux conducteurs, les ondes sont très fortement atténuées. Il se produit un effet de peau : lorsqu'on envoie une onde sur un matériau conducteur, celle-ci n'arrive pas à pénétrer au-delà d'une certaine profondeur qui est d'autant plus faible que la fréquence est plus élevée et que l'on appelle l'épaisseur de peau. Le phénomène d'absorption résulte de la dissipation de chaleur dans le matériau par effet joule et si l'on absorbe de la puissance par effet joule, c'est autant de puissance en moins dans l'onde qui se propage.

Dans les matériaux isolants se produisent des mécanismes physiques qui

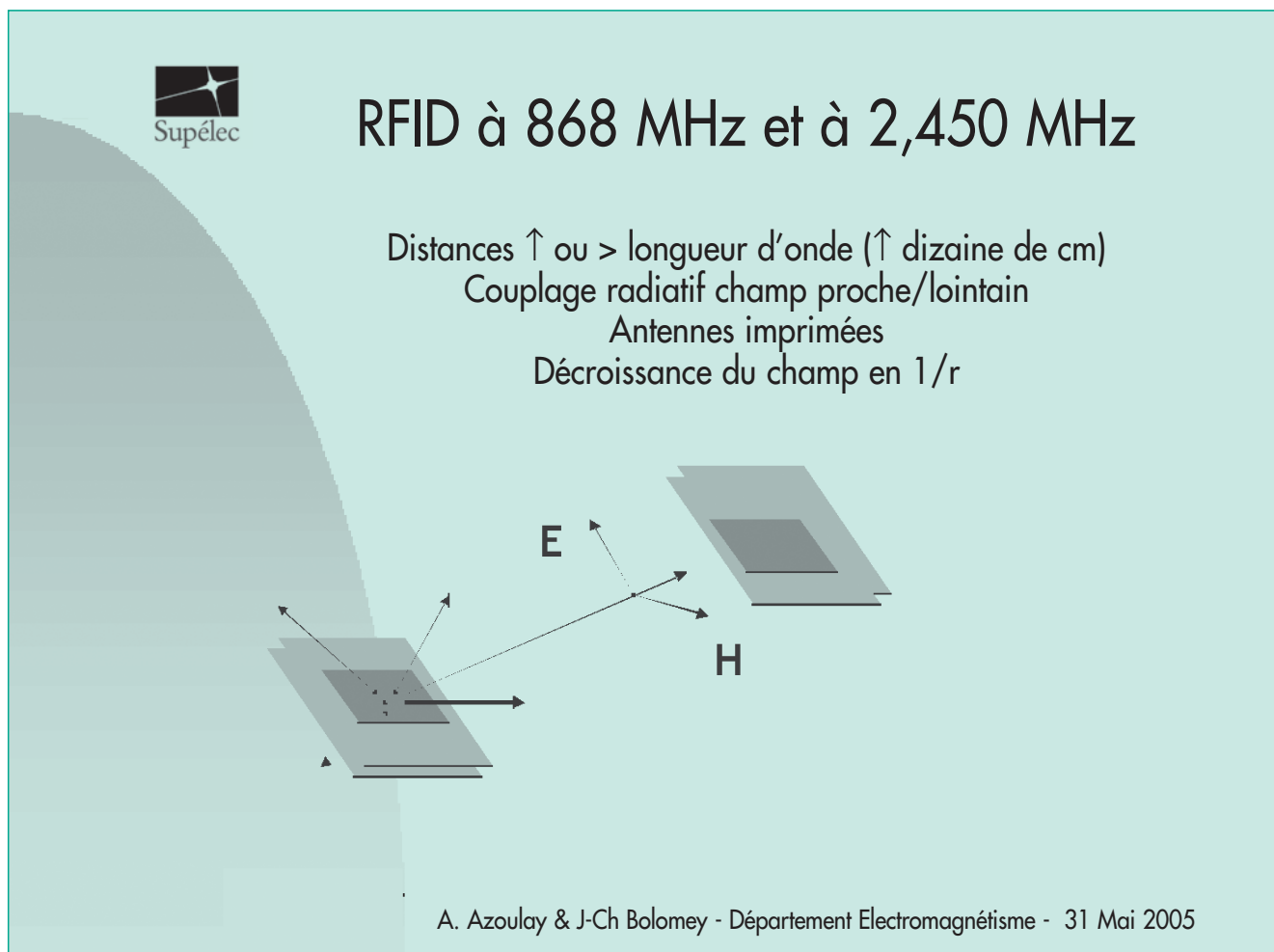
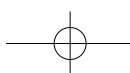


Figure 3.





provoquent l'absorption d'une onde électromagnétique. La qualité d'un isolant est définie par un angle de perte. Plus l'angle de perte est petit, meilleur est l'isolant. Les matériaux que l'on rencontre dans la nature, présentent des angles de perte de 10-1, 10-2, 10-3. Evidemment, il y a une très grande différence entre l'absorption dans les matériaux conducteurs et celle dans les matériaux isolants.

Ce serait suffisamment simple si l'absorption ne dépendait pas aussi de la fréquence. En effet, un matériau pourra être considéré comme conducteur aux basses fréquences et isolant aux hautes fréquences. Il est donc très difficile de classer un matériau parmi les conducteurs ou les isolants avant de connaître dans quelle gamme de fréquences il va être utilisé.

Nous avons considéré jusqu'à présent une onde qui se propage dans un milieu homogène. Mais dans la réalité, il y a des obstacles à la propagation, comme les supports d'étiquette et tout ce qui est autour des bornes. L'absorption ne dépend pas uniquement de la forme, mais aussi des dimensions de ce qui se trouve autour des antennes. Les matériaux aux fréquences basses sont susceptibles d'induire des déformations significatives des lignes de champ et de modifier de façon inattendue des conditions de couplage entre la borne et l'étiquette. Aux fréquences plus élevées, par couplage radiatif, les matériaux conducteurs sont susceptibles de créer des conditions de propagation très défavorables, notamment par des mécanismes d'images. Le plus grand soin doit être apporté à la vérification des conditions de couplage. Un dispositif peut très bien fonctionner dans un espace libre et dans un environnement très compliqué, et être défectueux dans un milieu plus simple, tout simplement parce que la forme et les caractéristiques de conductivité, d'angle de perte des matériaux ne seront pas adaptés à la situation.

### Compatibilité électromagnétique

Abordons maintenant la compatibilité électromagnétique qui revêt deux volets :

- Un équipement électronique ne doit pas polluer son environnement par les ondes qu'il émet.
- Un équipement électronique doit être capable de fonctionner dans un environnement normalement pollué.

Même en fonctionnant dans des bandes de fréquences différentes, il y a un risque de coupler les antennes des RFID. Un champ parasite peut en effet, sous l'effet de non linéarité à la détection par exemple, créer des problèmes dans la bande de fréquences où les RFID fonctionnent.

Evidemment ces risques sont relativement limités pour les fréquences les plus basses, c'est-à-dire jusqu'à 13,56 MHz, dans la mesure où la décroissance du champ est extrêmement rapide et dans la mesure où il n'existe pas de sources extrêmement puissantes. Par contre, les risques de brouillage sont plus sérieux dans les bandes de fréquences supérieures pour lesquelles il existe de très nombreux utilisateurs des bandes qui jouxtent celles qui sont exploitées par les RFID. Par exemple la bande RFID 868 MHz qui est proche la bande GSM 900 MHz (téléphone mobile), peut être soumise à des problèmes. La bande RFID 2,450 MHz risque d'être encore plus perturbée. En effet cette fréquence est celle de la bande ISM où opèrent les fours à micro-ondes non seulement domestiques, mais aussi industriels qui consomment plusieurs dizaines de kilowatts. Cette bande est aussi celle des réseaux locaux radio. Il faut donc bien prendre en compte le fait que l'environnement électromagnétique est le siège de signaux extrêmement divers et variés et qu'il faut coexister avec ces signaux, c'est-à-dire ne pas les perturber et ne pas être perturbé.

### L'impact des ondes électromagnétiques sur les humains

Dans cette problématique, la fréquence constitue un facteur déterminant. Vis-à-vis des ondes électromagnétiques, les tissus biologiques se comportent comme les matériaux que nous avons décrits précédemment. Si on met une personne dans une onde électromagnétique, aux fréquences basses, l'onde pénètre dans les tissus et donne une répartition de champ relativement uniforme. Aux fréquences élevées, l'onde pénètre de façon superficielle (effet de peau). On retrouve évidemment les mêmes facteurs que précédemment : l'aspect géométrique, la forme, l'hétérogénéité (des organes), le rapport dimension à longueur d'onde, les aspects diélectriques...

Les tissus biologiques peuvent être classés en deux grandes catégories en fonction de leur teneur en eau : les tissus à forte teneur en eau comme les muscles et les tissus à faible teneur en eau comme les os ou les tissus graisseux, adipeux. Selon qu'il y a de l'eau ou pas, les comportements sont

assez différents, plutôt conducteur dans le premier cas, plutôt isolant dans le second.

Le développement de la téléphonie mobile a donné lieu à des travaux extrêmement approfondis sur les effets des ondes électromagnétiques sur les humains. Quand une personne est exposée à une onde électromagnétique, elle est soumise à deux types d'effets :

- Les premiers effets que l'on sait bien définir, sont thermiques. Ce sont les effets que l'on exploite dans le four micro-ondes. C'est la pénétration des ondes à l'intérieur des tissus biologiques et leur capacité à céder leur énergie. Ce transfert d'énergie s'accompagne d'une élévation de température, si l'apport est suffisant. On essaie de combattre l'effet d'élévation en température en limitant la puissance d'émission.

Il faut cependant savoir que l'élévation de température est combattue par l'organisme lui-même qui met en œuvre, lorsqu'on chauffe des tissus, des mécanismes de thermorégulation, qui se manifestent par l'accroissement du débit sanguin : les vaisseaux se dilatent et le sang évacue les calories.

- Les effets spécifiques ou athermiques qui se manifestent à des niveaux de puissance faibles. Toute la question est de savoir si ces effets sont néfastes. Si on se réfère au site de l'Organisation Mondiale de la Santé, il est écrit que l'on ne connaît pas aujourd'hui d'effets sanitaires néfastes si on respecte les niveaux prescrits par la réglementation.

Pour combattre les effets thermiques, on limite ce que l'on appelle le SAR (Specific Absorption Rate), c'est la puissance qui est dissipée dans les tissus biologiques. Le SAR peut être défini soit au niveau du corps entier, soit au niveau local, la tête par exemple. Le problème est de savoir ce qui se passe dans le corps ou dans le tissu concerné, ce qui n'est pas commode. C'est pourquoi on procède à des mesures dans des "fantômes", c'est-à-dire des mannequins qui sont dotés de propriétés comparables à celles des tissus humains et dans lesquels on introduit des petites sondes.

Dans les situations pour lesquelles le couplage entre l'antenne et l'utilisateur n'est pas aussi étroit, on peut se contenter d'un niveau de référence, c'est-à-dire du champ rayonné par l'antenne (ou le système rayonnant) en l'absence de l'utilisateur : on détermine par modélisation la fonction de transfert qui permet de dire si, pour un niveau de champ donné en l'absence de la personne, le SAR est inférieur à la restriction de base.

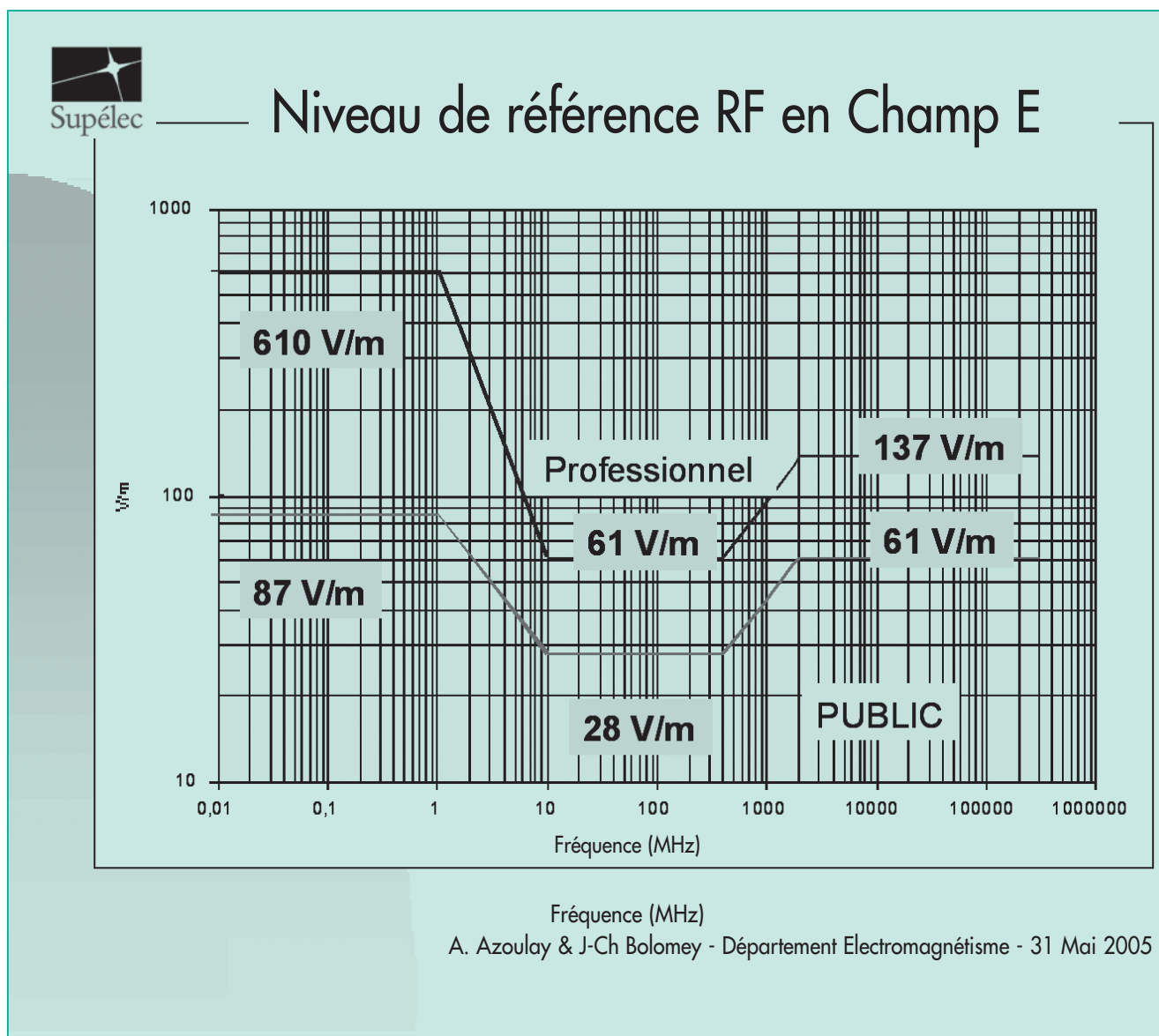


Figure 4.

Il faut donc s'assurer que si une borne se trouve dans un lieu public, la réglementation est vérifiée. En France, c'est la fonction de l'ICNIRP, un organisme qui s'occupe des rayonnements non ionisants. Sur la base des données de l'ICNIRP, validée par l'Organisation Mondiale de la Santé, s'est mise en place une recommandation européenne qui a donné lieu à un décret relatif aux valeurs d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements de télécommunications ou par les installations radioélectriques dont les RFID.

Quel est le champ d'exposition, auquel on peut soumettre quelqu'un ? Il existe deux cas de figure : le cas dit professionnel et le cas grand public. Le professionnel peut être soumis à 61 volts par mètre tandis que le grand

public ne peut être exposé à 28 volts par mètre (figure 4). La différence s'explique par le fait que le professionnel est sensé connaître dans quel environnement il se trouve et prendre les précautions qui s'imposent. On peut s'étonner des variations importantes des niveaux de référence en fonction de la fréquence. Ceci tient compte de façon approchée au fait qu'un corps humain est un peu une antenne et que cette antenne, à certaines fréquences, va résonner. La fréquence de résonance pour une personne de taille moyenne se situe autour de la centaine de MHz. C'est autour de cette fréquence que l'absorption est la plus forte.

#### Conclusion

On peut dire que les ondes électro-

magnétiques sont en bonne adéquation avec les applications RFID.

Les ondes électromagnétiques offrent une certaine flexibilité en fonction des applications, notamment grâce au choix de bandes de fréquences dans des parties du spectre électromagnétique qui sont très différentes.

Notons les précautions à respecter dans le domaine de la Compatibilité Electromagnétique, notamment dans les bandes les plus hautes, en raison de la présence des champs résultant des développements de communications mobiles et des réseaux locaux radio. Ajoutons les précautions des personnes principalement au voisinage des bornes. Muni de ces bonnes précautions, il ne devrait n'y avoir aucuns obstacles au développement efficace des techniques RFID.

# RFID : Règlements et standards

par Gérard DESSENNE, Vice-Président de la Commission Française Normalisation RFID

Jusqu'à encore aujourd'hui, toutes les applications de la RFID l'ont été dans le cadre d'un seul utilisateur, c'est-à-dire en boucle fermée comme on dit dans notre jargon. En 2003 et pour la première fois, Wal-Mart le géant de la grande distribution demande à ses 100 premiers fournisseurs de s'équiper avec des étiquettes radiofréquence et ouvre donc la voie à une utilisation commune par plusieurs intervenants dans la chaîne logistique, et donc dans une application clairement affirmée en "boucle ouverte". D'autres donneurs d'ordre américains obligent leurs fournisseurs à fournir des produits étiquetés RFID (DOD).

Les applications multi-utilisateurs qui se profilent aujourd'hui exigent des solutions "standardisées" qui seules peuvent permettre "l'interopérabilité" des différents systèmes proposés par les offreurs de solutions et donc utilisables par l'ensemble des utilisateurs dans n'importe quelle partie du monde. Compte tenu de la "globalisation" de l'économie, cette interopérabilité est une nécessité impérative. L'enjeu de ces normes est donc mondial et il place le travail de normalisation au cœur du débat actuel sur l'avenir de la RFID. Toutes les enquêtes démontrent que l'absence de "standards" était, et est toujours aujourd'hui l'une des causes de l'attentisme des utilisateurs potentiels. Les travaux importants effectués par les acteurs de la normalisation et en tout premier lieu l'ISO (International Standard Organisation) permettent aujourd'hui d'avoir des systèmes interopérables. Par ailleurs et par définition, la RFID utilise les ondes radio pour communiquer entre étiquettes et lecteurs. Or les différentes fréquences sont attribuées par des organismes de régulation qui fixent des règles très précises d'utilisation de chacune des fréquences. La RFID ne peut donc s'affranchir de ces règlements qui font partie de son environnement.

## Les instances de régulation et les règlements internationaux

### Les fréquences propres à la RFID

En fonction de fréquences déjà attribuées et largement utilisées par une multitude d'utilisateurs, Radios, Télévision, Armée, Défense civile, etc., la

RFID s'est vue attribuée un certain nombre de fréquences classées en quatre groupes :

- les "basses fréquences" inférieures à 135 KHz : deux fréquences sont utilisées, le 125 KHz et le 134 KHz ;
- les "hautes fréquences" : une fréquence est utilisée, le 13,56 MHz ;
- les "Ultra Hautes Fréquences" dites UHF : deux fréquences sont utilisées, le 433 MHz et la bande allant de 860 à 960 MHz ;
- les "micro-ondes" : deux fréquences étaient initialement réservées, le 2,45 GHz et le 5,8 GHz. Cette dernière a finalement été abandonnée faute de demande mais reste à la disposition de la RFID.

Il faut préciser que chaque fréquence possède en propre des caractéristiques différentes, tant du point de vue des paramètres de communication (distance, vitesse d'échange) que vis-à-vis de l'environnement dans lequel elle fonctionne (présence de métal et de liquide, activité électromagnétique...) Il est donc impossible d'envisager une seule fréquence qui pourrait résoudre tous les problèmes de traçabilité par RFID. Concrètement chaque fréquence aura son propre domaine d'application préférentiel. A contrario, certains domaines d'applications pourront être couverts par plusieurs fréquences.

### Les instances de régulation

Il n'existe pas d'instance internationale mondiale capable d'imposer ces décisions, car l'attribution et la régulation des fréquences radio relèvent de la souveraineté nationale. Il est donc nécessaire que chaque utilisateur vérifie que les produits utilisés sont compatibles avec les règlements en vigueur dans son propre pays.

Pour simplifier, on dira que les instances de régulation fixent la fréquence ou la bande exacte de fréquence (dans le cas de l'UHF), la puissance d'émission et le temps maximum de communication entre étiquettes et lecteurs.

**Remarque importante :** Pour ce qui concerne la puissance, il convient de préciser que ce terme peut prêter à confusion : en effet le couplage entre

étiquettes et lecteur est différent suivant les fréquences. Pour les basses et les hautes fréquences jusqu'à 13,56 MHz, il s'agit de couplage inductif et on dit que le système fonctionne en "champ proche". On parlera alors d'intensité maximum du champ. Cette intensité s'exprime en dBμA/m (decibel-microampère par mètre).

Pour les autres fréquences, le couplage est électro-magnétique. On dit qu'on fonctionne en "champ lointain". On parlera alors de puissance maximum d'émission. Cette puissance s'exprime en Watts. Mais attention, l'unité diffère suivant les zones géographiques. En Europe, l'unité est le Watt calculé en ERP (Effective Radiated Power), en Amérique l'unité est toujours le Watt, mais cette fois calculé en EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power). Le rapport entre les deux unités est le suivant :  $1W ERP = 1,62 W EIRP$ . Ainsi lorsque l'on compare les maximums autorisés dans les deux zones citées plus haut, faut-il utiliser la même unité. Ainsi la nouvelle "norme" européenne (voir plus loin) autorisant 2 Watts ERP correspond en réalité à  $2 \times 1,62 = 3,24$  Watts EIRP, à comparer aux 4 Watts EIRP admissibles aux USA par exemple.

Au niveau européen, c'est le CEPT et son organisme associé l'ETSI (European Telecommunications Standard Institute) qui sont chargés de proposer des règlements que les pays européens auront le libre choix d'appliquer ou non selon les cas. Aux yeux de ces organismes, la RFID se classe dans ce qu'on appelle les "Short Range Device". Un certain nombre de textes existent, et en particulier le CEPT/ERC 70-03. En septembre 2004, l'ETSI a publié la norme EN 302-208 qui concerne spécifiquement l'UHF et qui autorise une puissance de 2 Watts ERP dans la bande de fréquence 865,6 – 867,6 MHz. L'Italie, l'Espagne et la France n'ont toujours pas accepté cette norme pour des raisons différentes propres à chacun des pays. En France, par exemple, c'est l'Armée qui utilise cette bande pour son réseau tactique de défense. Une augmentation de puissance max (2 Watts ERP contre 0,5 Watt aujourd'hui) est perçue comme un risque de parasitage.

## Cadre réglementaire français<sup>1</sup>

Le Code des Postes et des Communications Electroniques fixe le cadre réglementaire pour l'usage des fréquences radioélectriques en France (art. L 41 et suivants). Il précise pour chaque bande de fréquences, le ou les services autorisés en France et la ou les administrations et autorités affectataires correspondantes (Défense, Intérieur, ARCEP, CSA, Aviation civile).

L'ARCEP est affectataire des fréquences réservées aux usages "civils" (excepté la radiodiffusion qui relève du CSA). Conformément au RR, l'utilisation d'une fréquence radioélectrique est soumise à une autorisation préalable (art. L 41-1 du code).

Selon les cas, il s'agit d'une autorisation individuelle (réseaux radioélectriques ouverts au public ou réseaux radioélectriques indépendants) ou d'une autorisation générale (installations radioélectriques de faible puissance et de faible portée, brouilleurs GSM).

Pour chaque fréquence ou bande de fréquences dont elle est affectataire, l'ARCEP fixe le type d'équipement, le réseau, le service, les conditions techniques d'utilisation de la fréquence (art. L 42 du code) et, si besoin est, délivre les autorisations d'utilisation de fréquences radioélectriques (art. L 42-1 du code).

Cas particulier des appareils de faible puissance et de faible portée (AFP) : Au niveau européen (CEPT), la recommandation 70-03 est le document de référence (perpétuelle évolution). Elle récapitule les positions communes des administrations membres de la CEPT concernant les fréquences attribuées aux AFP. Les AFP sont établies librement (art. L 33-3 1° CP&CE). Il s'agit en effet d'installations radioélectriques n'utilisant pas de fréquences spécifiquement assignées à leur utilisateur. A ce titre, elles ne bénéficient d'aucune garantie de protection et ne doivent en aucun cas causer des brouillages aux utilisateurs autorisés.

Pour chaque application, l'ARCEP prend une décision homologuée par un arrêté du ministre chargé des communications électroniques fixant les conditions d'utilisation des fréquences radioélectriques (art. L 42-1).

Les dispositifs d'identification de type RFID entrent dans la catégorie des AFP. La seule bande de fréquences spécifiquement désignée pour ces dispositifs est la bande 2446-2545 MHz avec une PIRE limi-

tée à 500 mW. Cependant de nombreuses bandes de fréquences désignées pour des équipements non spécifiques ou pour des systèmes de boucle à induction peuvent également être utilisées par ces dispositifs à condition de respecter les restrictions réglementaires correspondantes. Les équipements UHF RFID dans la bande 865 – 868 MHz prévue par la recommandation 70-03, ne sont pas autorisés en France en raison de son usage par les systèmes militaires (cf. TNRBF, annexe 7).

## Les problèmes de santé publique :

Le déploiement de systèmes RFID dans les entreprises relance le débat sur les risques d'exposition des êtres humains aux radiations. Ce dossier a déjà été traité par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), World Health Organisation en Anglais. Cette organisation a créé une commission appelée ICNIRP (Internatioanl Commission on Non Ionizing Radiation Protection) qui a produit des textes précisant les normes d'exposition aux radiations. Ils définissent un taux d'absorption maximum, le SAR (Specific Absorption Rate), de 2W/kg. Il est clair que le déploiement de systèmes RFID devra respecter ces taux. En juillet 1999, une recommandation européenne (1999/519/CE/12.07.99) a été adoptée et est fondée sur la recommandation de l'ICNIRP de 1998 ; mais finalement il y a la **directive 2004/40/CE du parlement et du conseil** en date du 29 avril 2004, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques), qui devra être transposée dans la législation française avant 2008.

Enfin pour la protection des travailleurs, c'est le CENELEC qui est en charge de ces questions : CEN ENV 50166. Le ISO/IEC/JTC1 ne travaille pas à l'heure actuelle sur ce sujet qui est traité par d'autres instances. En France il y a finalement la loi n° 2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique. Cette loi crée, dans le code de la santé publique et dans le code des postes et des communications électroniques, des dispositions complétant le dispositif législatif relatif à la protection du public contre l'exposition aux champs électromagnétiques afin de favoriser une concertation plus large des intéressés.

## Les problèmes de liberté individuelle

Un certain nombre d'instances existent dans certains pays pour légiférer ou réglementer le traitement des données individuelles. En France en particulier, la CNIL (Commission Nationale Informatique et Liberté) a été associée aux travaux de normalisation de la commission CN31 de l'AFNOR qui est le miroir national du ISO/IEC/JTC1/SC31.

La CNIL a publié l'an dernier (6/2/2004) un document qui traite de la radio-identification.

## LES NORMES TECHNIQUES

Afin de bien comprendre l'articulation entre l'ensemble des normes publiées ou en voie de l'être, nous distinguerons les normes dites "techniques" des normes dites "applicatives".

Par normes "techniques", nous entendons toutes les normes qui concernent la communication entre lecteurs et étiquettes ainsi que la gestion des données contenues dans ces étiquettes. Les normes "applicatives" sont des normes fixées par des catégories d'utilisateurs qui utiliseront ou non ces normes techniques.

Pour être précis et complet, il faut distinguer les normes concernant la traçabilité des personnes et des transactions financières qui sont dérivées de l'utilisation des cartes à puces sans contact, et les normes qui concernent exclusivement la traçabilité des objets.

## Instances de normalisation

Précisons qu'en ce qui concerne ces normes techniques, l'instance normative n'est pas l'ISO, mais un Joint Technical Committee (JTC) constitué à partir de l'ISO et de l'IEC. Il s'agit du ISO/IEC/JTC1. Au sein de ce JTC, deux sub-committees se répartissent les tâches : Le Sub-committee SC17 gère les premières (traçabilité des personnes) et le Sub-Committee SC31 gère les secondes (traçabilité des objets). Pour ce qui concerne la traçabilité des objets par RFID, le Sub-Committee 31 a réparti les tâches entre quatre Working Groups :

- le WG2 : Work Group on Data Structure,
- le WG3 : Work Group on Conformance,
- le WG4 : Work Group on RFID Item Management,
- le WG5 : très récemment créé (fin 2004), il s'occupe de géolocalisation en temps réel, ou Real time Locating System (RTLS).

<sup>1</sup> source : Angélique Rocher-Bedjoudjou, Agence Nationale des Fréquences - Adjointe au Responsable des Affaires juridiques.

### La traçabilité des personnes

La traçabilité des personnes est gérée au sein de l'ISO par le sub-committee ISO/IEC/JTC1/SC17, et en France au niveau de la CN17 de l'AFNOR.

Deux normes produites par le ISO/IEC/SC17/WG8 (Working Group n°8) existent depuis plusieurs années et concernent les cartes à puce dites "sans contact": la 14443 pour les lectures à quelques mm "vicinity" et la 15693 pour les lectures à quelques centimètres "proximity". Toutes deux utilisent la fréquence 13,56 MHz et les étiquettes ont le format "standard" des cartes à puces.

### La traçabilité des objets

La traçabilité des objets est gérée au sein de l'ISO par le sub-committee ISO/IEC/JTC1/SC31 (JTC1/SC31/WG2 - Data ; JTC1/SC31/WG3 - tests ; JTC1/SC31/WG4 - protocoles ; JTC1/SC31/WG5 - RTLS); et en France au niveau de la CN31 de l'AFNOR. La CN31 regroupe 25 membres qui représentent des offreurs, des représentants d'utilisateurs, des laboratoires, des organismes spécialisés et des experts indépendants.

### Les fameuses normes dites "18000"

Présentées comme LA solution au problème d'interopérabilité, elles ne suffisent pas en réalité à elles seules à atteindre cet objectif. Deux conditions doivent en effet être remplies, d'une part utiliser un protocole de communication entre lecteur et étiquette commun, c'est le rôle des normes 18000, mais aussi organiser de façon unique la structure des données contenues dans les puces. Les normes 18000 font donc partie d'un groupe de normes aujourd'hui publiées et qui, prises dans leur ensemble, permettent d'obtenir l'interopérabilité. Voici donc l'ensemble des normes qui sont aujourd'hui publiées.

#### 1°) Protocoles de communication :

Le protocole de communication est le langage utilisé par les lecteurs et les étiquettes pour se comprendre. Comme tout langage, il comprend un vocabulaire et une syntaxe couvrant les commandes et les données contenues dans les étiquettes.

On distingue trois couches principales :

- l'application, c'est-à-dire les données et les messages concernant le processus de l'utilisateur,
- la communication, c'est-à-dire com-

ment étiquettes et lecteurs se comprennent,

- le transport, c'est-à-dire la gestion de l'interface air, autrement dit la gestion de la propagation des ondes dans l'air.

La couche "application" concerne le processus métier qui est du seul ressort de l'entreprise, ainsi que le traitement informatique correspondant et les données échangées avec l'étiquette qui peuvent être individuelles ou codifiées dans des applications en boucle fermée ou ouverte (transport ou commerce)

La couche "communication" devra gérer la reconnaissance et l'identification d'une ou plusieurs étiquettes entrant dans le champ du lecteur, ainsi que l'algorithme d'anticollision permettant de dialoguer avec plusieurs étiquettes dans le même champ.

La couche "transport", concerne les caractéristiques des étiquettes et des lecteurs qui devront être identiques pour permettre le dialogue.

#### De toutes ces caractéristiques dépendent :

- la distance de lecture,
- le volume du champ de lecture,
- le volume d'informations échangées,
- la pollution électromagnétique des équipements environnants (en particulier d'autres étiquettes et lecteurs).

Les normes ISO/IEC 18000 : Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques – RFID for item Management – Air Interface sont déclinées par fréquence.

On distinguera donc :

*ISO/IEC 18000-1 Part 1 – Generic Parameters for Air Interface – Communication for Globally Accepted Frequencies*

*ISO/IEC 18000-2 Part2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 KHz*

*ISO/IEC 18000-3 Part3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz*

*ISO/IEC 18000-4 Part4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz*

*ISO/IEC 18000-6 Part6 – Parameters for Air Interface Communications at UHF (from 860 to 960 MHz)*

*ISO/IEC 18000-7 Part7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz*

Toutes ces normes sont publiées depuis septembre et octobre 2004 et donc disponibles auprès de l'AFNOR en France et/ou auprès de l'ISO à Genève.

#### 2°) Tests de conformité :

La publication de ces normes 18000 ne suffit pas à garantir l'interopérabilité, encore faut-il mettre en place des tests visant à vérifier la conformité des produits mis sur le marché. L'ISO a donc produit à cet effet les normes 18047 qui se déclinent comme les normes de base, c'est-à-dire par fréquence. Pour être précis, il faut dire qu'il s'agit pour le moment de "Technical Reports = TR" et non de "Normes Internationales = IS". Il s'agit donc plus de "recommandations" que de véritables "normes". Cependant leur transformation en IS est inéluctable.

*ISO/IEC 18047 : Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques – RFID Conformance Test Methods*

*ISO/IEC 18047-2 Part2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 KHz*  
Publication prévue en Janvier 2006

*ISO/IEC 18047-3 Part3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz*  
Publiée en Septembre 2004

*ISO/IEC 18047-4 Part4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz*  
Publiée en Novembre 2004

*ISO/IEC 18047-6 Part6 – Parameters for Air Interface Communications at UHF (from 860 to 960 MHz)*  
Publication prévue en Janvier 2006

*ISO/IEC 18047-7 Part7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz*  
Publication prévue en Octobre 2005

#### 3°) Gestion des données :

Trois normes publiées en Septembre et Octobre 2004 assurent la cohérence des commandes de lecture et de la gestion des données :

*Les normes ISO/IEC 15961 : Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques – RFID for item Management – Host Interrogator – Tag functional commands and other syntax features*

*ISO/IEC 15962 : Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques – RFID for item Management – Data Syntax*

*ISO/IEC 15963 : Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques – RFID for item Management – Unique identification of RF Tags and Registration Authority to manage the Uniqueness*

Cette dernière norme s'assure que toute puce constitutive d'une étiquette radiofréquence aura un numéro unique, et crée un organisme chargé de gérer cette unicité. Cette unicité permet une identification et une traçabilité de chacune des étiquettes.

#### 4°) Tests de Performance :

Un "Technical Report" a été publié en Février 2005. Il permet aux "intégrateurs de solutions RFID" de trouver les systèmes adaptés aux besoins de leurs clients sur la base de performances vérifiées et qui peuvent constituer un référentiel même si les tests ne sont pas pratiqués "in situ". Il permettra également aux utilisateurs de choisir parmi plusieurs solutions. En effet l'interopérabilité permet d'affirmer que tout lecteur conforme à la norme 18000 pourra lire toute étiquette RFID également conforme à la même norme. Mais cette interopérabilité ne signifie nullement que tous les systèmes disponibles sur le marché auront les mêmes performances toutes choses égales par ailleurs. Dans tous les cas la capture de l'information sera certes garantie... mais... pas la distance et la rapidité de lecture par exemple... ou

pas le même taux de lecture dans un environnement électromagnétique donné.

Le TR actuel définit les procédures de tests d'un système. Un nouveau projet a été lancé sur proposition de la France pour transformer ce TR en IS. La future "Norme" intégrera également les tests des étiquettes et des lecteurs, puis des systèmes complets. Cette norme est un outil indispensable pour une bonne vision des performances des systèmes RFID. Comme il a été dit plus haut, la RFID est soumise aux lois physiques de la transmission par ondes radio électriques. Il est donc nécessaire de vérifier que les performances sont bien celles attendues...

*ISO/IEC 18046 : Information Technology – Automatic Identification and Data Capture Techniques – RFID Performance Test Methods  
Publiée le 1<sup>er</sup> Février 2005*

#### LES NORMES APPLICATIVES

Contrairement aux normes techniques qui ont été bâties sur des propositions de fournisseurs de technologie, les

normes applicatives, qu'elles soient faites dans le cadre d'institutions normatives reconnues (telles que l'ISO) ou d'autres, relèvent de la volonté d'un certain nombre d'utilisateurs de créer un outil commun pour gérer leurs relations professionnelles.

Je me contenterai donc de lister un certain nombre d'instances ayant intégré la RFID dans leur réflexion. Il est toutefois conseillé aux intéressés de se rapprocher des groupements qui les concernent afin de connaître la liste exhaustive des normes déjà publiées ou en voie de l'être.

A signaler que la filière agro-alimentaire et notamment l'élevage des bovins et ovins qui utilise depuis fort longtemps la RFID (essentiellement en basse fréquence) a concrétisé un certain nombre de normes.

A signaler également que les deux "Technical Committee" de l'ISO, le TC 104 et le TC 122, ont créé un Joint Working Group (JWG) pour élaborer un ensemble de normes relatives à la logistique (Emballage et Transport); Il s'agit des normes ISO 17363 à 17367. Elles ne concernent hélas que la fréquence UHF...

## COMMITTEE

## SUBJECT

CEN TC 224	Machine readable Cards, related device interface & Operations
CEN TC 23 / SC 3 / WG 3	Identification of cylinders and contents
CEN TC 278	Road transport & traffic telematics
CEN TC 183	Waste management
ISO/IEC JTC 1 / SC 17	Cards and personal identification
ISO/IEC JTC 1 / SC 2	Coded character sets
ISO/IEC JTC 1 / SC 32	Data management services
ISO/IEC JTC 1 / SC 6	Telecommunications and information exchange between systems
ISO TC 154	Documents and data elements in Administration, commerce & industry
ISO TC 204	Transport information & control systems
ISO TC 215	Health informatics
ISO TC 23 / SC 19 / WG 3	Identification (Agricultural electronics)
ISO TC 37	Terminology and other language resources
ISO TC 46 / SC 4	Information and documentation
ISO TC 122	Packaging
ISO TC 104	Freight containers

Instances ayant intégré la RFID dans leur réflexion