

Etude conduite par ALCOM Consulting et Newton.Vaureal Consulting
pour le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Direction
Générale des Entreprises

Etude sur les étiquettes électroniques et la traçabilité des objets

Panorama Stratégique

Version 3.1

Révision 1 du 31 octobre 2007

SOMMAIRE

1 Avant-propos	6
1.1 Contexte du panorama	6
1.2 Périmètre du panorama	7
2 Enjeux	8
3 Technologies	9
3.1 Technologie RFID	9
3.1.1 Généralités	9
3.1.1.1 Schéma de principe	9
3.1.1.2 Quelques points clés de la technologie RFID	10
3.1.2 Etiquettes	12
3.1.2.1 Le circuit électronique	12
3.1.2.2 Filières électroniques	13
3.1.2.3 L'antenne	13
3.1.2.4 Le packaging	14
3.1.2.5 Eléments de coûts	14
3.1.3 Interrogateurs	15
3.1.3.1 Electronique	15
3.1.3.2 Antennes externes et portiques	15
3.1.4 Acteurs industriels	16
3.1.4.1 Historique	16
3.1.4.2 Chaîne de valeur RFID et Traçabilité	16
3.1.4.3 Fragmentation de l'offre	17
3.1.4.4 Recensement de l'offre	17
3.2 Télécommunications	26
3.2.1 Le champ électromagnétique	26
3.2.2 L'interface air	26
3.3 Logiciels d'acquisition et de traitement	27
3.4 Architecture réseau	28
3.4.1 Principe de l'architecture OSI* de référence (ISO 35100. x)	28
3.4.2 Organisation habituelle sur la base de RFID normalisée ISO	29
3.4.3 Organisation sur la base du concept RFID standardisé EPC	29
3.5 Dimension réseaux et infrastructures	31
3.6 Technologies émergentes	32
3.6.1 Mémoires non volatiles	32
3.6.2 Technologie faible consommation (SOI)	32
3.6.3 Micro-sources d'énergie	32
3.6.4 Micro-capteurs	33
3.6.5 Electronique polymère	33
3.6.6 Electronique poly-SI souple	33
3.7 Liens avec d'autres technologies complémentaires	34
3.8 Technologies concurrentes	34
3.8.1 Code à barres 1D et 2D	34

3.8.2 Technologie SAW (Surface Acoustic Wave)	34
4 Etat actuel des normes et réglementations	35
4.1 Règlements	35
4.1.1 La Compatibilité Electro Magnétique	35
4.1.2 Fréquences de communication	36
4.1.3 Sécurité des personnes vis-à-vis des rayonnements	37
4.1.4 Environnement électromagnétique	39
4.1.5 Impact de la réglementation sur la portée de détection des RFID	39
4.2 Les normes génériques des RFID	40
4.2.1 Les normes ISO	40
4.2.1.1 Protocoles régissant les communications puce / interrogateur	40
4.2.1.2 Identifiant unique de la puce	41
4.2.1.3 Syntaxe et identifiant de familles d'applications	41
4.2.1.4 Conformité	42
4.2.1.5 Performance	42
4.2.1.6 Capteurs	42
4.2.1.7 Recyclage des puces	42
4.2.2 Normes d'infrastructures de réseaux et leur adaptation à la RFID	42
4.2.2.1 Situation actuelle	42
4.2.2.2 Projets en cours	44
4.3 Les normes et les standards d'application sectorielle	44
4.3.1 Secteur animalier	44
4.3.2 Tri postal	45
4.3.3 Carte à puce sans contact	45
4.3.4 Lutte contre la contrefaçon	45
4.3.5 Les standards de EPC Global	46
4.4 Standardisation des technologies alternatives sans fil	47
4.5 Enjeux à venir pour la normalisation	47
4.5.1 Les Identifiants, leur attribution, le contrôle de leur usage	47
4.5.2 La sécurité des données	49
4.5.3 La protection des données personnelles et de la vie privée	49
4.5.4 Les tests et certification des produits et services	50
5 Etat actuel des politiques publiques	50
5.1 En France	50
5.2 En Europe	50
5.2.1 Royaume-Uni	50
5.2.2 Pays nordiques	51
5.3 Hors Europe	51
5.3.1 Etats-Unis	51
5.3.2 Japon	52
5.3.3 Corée	53
5.3.4 Chine	54
5.3.5 Singapour	54
5.3.6 Australie	55
5.3.7 Mexique	55
6 Déploiement et projets : enjeux, attentes, état actuel et résultats	55

6.1 Bilan général	55
6.2 Première approche par secteur	57
6.2.1 Automobile	58
6.2.1.1 Contexte actuel des activités du secteur automobile	58
6.2.1.2 Enjeux pour le secteur	58
6.2.1.2.1 Economiques	58
6.2.1.2.2 Sécurité	58
6.2.1.2.2.1 Finalité / vocation sécuritaire de la RFID	58
6.2.1.2.2.2 Sécurité des informations et libertés individuelles	59
6.2.1.3 Maturité et difficultés rencontrées	59
6.2.1.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur	59
6.2.1.5 Initiatives mutuelles enclenchés dans le secteur	61
6.2.1.6 Fréquences et technologies utilisées	61
6.2.2 Santé	62
6.2.2.1 Contexte actuel des activités du secteur	62
6.2.2.2 Enjeux pour le secteur	62
6.2.2.2.1 Economiques	62
6.2.2.2.2 Sécurité	62
6.2.2.3 Premiers exemples d'entreprises du secteur	62
6.2.2.4 Initiatives mutuelles enclenchés dans le secteur	63
6.2.2.5 Fréquences et technologies utilisées	64
6.2.2.6 Freins et problèmes identifiés	64
6.2.3 Commerce (hors agro-alimentaire)	64
6.2.3.1 Contexte actuel des activités du secteur	64
6.2.3.2 Enjeux pour le secteur	64
6.2.3.3 Premiers exemples d'entreprises du secteur	65
6.2.3.4 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur	65
6.2.4 Industrie agro-alimentaire	65
6.2.4.1 Contexte actuel des activités du secteur	65
6.2.4.2 Enjeux pour le secteur	65
6.2.4.3 Maturité et difficultés rencontrées	66
6.2.4.4 Premiers exemples d'entreprise du secteur	66
6.2.4.5 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur	66
6.2.4.6 Fréquences et technologies utilisées	66
6.2.4.7 Freins et problèmes identifiés	66
6.2.5 Logistique	67
6.2.5.1 Contexte actuel des activités du secteur	67
6.2.5.2 Enjeux pour le secteur	67
6.2.5.3 Maturité et difficultés rencontrées	67
6.2.5.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur	67
6.2.5.5 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur	68
6.2.5.6 Fréquences et technologies utilisées	69
6.2.6 Grande distribution	69
6.2.6.1 Contexte actuel des activités du secteur	69
6.2.6.2 Enjeux pour le secteur	69
6.2.6.2.1 Economiques	69
6.2.6.2.1.1 Performance	69
6.2.6.2.1.2 Sécurité	69
6.2.6.2.2 Technologiques	69
6.2.6.2.3 Liberté individuelle	70
6.2.6.3 Maturité et difficultés rencontrées	70
6.2.6.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur	70
6.2.6.5 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur	70

6.2.6.6	Fréquences et technologies utilisées	71
6.2.7	Produits électroniques	71
6.2.7.1	Contexte actuel des activités du secteur	71
6.2.7.2	Enjeux pour le secteur	71
6.2.7.3	Maturité et difficultés rencontrées	71
6.2.7.4	Premiers exemples d'entreprises du secteur	71
6.2.8	Maintenance et pièces de rechange	72
6.2.9	Lutte contre la contrefaçon (et le marché gris)	73
7	Freins et problèmes identifiés	74
7.1	<i>Les performances techniques</i>	74
7.2	<i>Freins réglementaires et normatifs</i>	75
7.3	<i>Freins économiques</i>	75
7.4	<i>Obstacles liés à la sécurité des informations</i>	76
7.5	<i>Freins psychologiques</i>	77
7.6	<i>Freins environnementaux</i>	77
8	Impact et évolution prévisible	78
8.1	<i>Impact</i>	78
8.2	<i>Evolution des technologies</i>	78
8.3	<i>Evolution réglementaire</i>	78
8.4	<i>Evolution des normes et des standards</i>	78
	Sommaire des annexes	80
	<i>Annexe 1 – Exemple de grille d'information</i>	81
	<i>Annexe 2 – Bibliographie</i>	82
	<i>Annexe 3 – Sitographie</i>	85
	<i>Annexe 4 – Glossaire</i>	86

1 Avant-propos

Il paraît maintenant acquis que la technologie RFID représente une innovation majeure et nouvelle permettant la « gestion de l'objet », dont l'ampleur et les conséquences sont au moins comparables à celles de la micro informatique, d'Internet ou de la téléphonie mobile.

Bien que les étiquettes RFID fassent déjà partie du quotidien d'un nombre croissant d'entreprises et de filières (élevage, antivol textile, transport public, construction automobile, etc.) depuis près de 20 ans (en boucle dite fermée), on entame de fait la seconde phase de maturité technologique (normalisation, puissance, fréquence, fiabilité), de baisse des coûts et surtout de généralisation massive (en boucle ouverte) de ces technologies dans les entreprises et dans le grand public.

L'identification par étiquette RFID peut apporter bien plus qu'une amélioration des méthodes de marquage des objets. Elle ouvre sur une nouvelle approche de gestion de l'information offrant un gisement de productivité et de différenciation inédits (services associés, personnalisation, etc.). Dès lors, évoquer l'Internet des objets ne paraît plus exagéré. Les opérateurs Télécoms considèrent d'ailleurs que la gestion des objets – après les entreprises et les individus – est l'avenir de leur activité de fournisseur d'infrastructures et de bande passante. Cela concernera d'une part des applications évidentes avec le remplacement du code-barres dans la logistique, la distribution, la santé. Cela concernera surtout des opportunités considérables de *création de valeur* dans l'industrie, l'énergie, le transport et plus généralement dans l'ensemble de l'économie.

1.1 Contexte du panorama

Le Ministère de l'Industrie, Direction Générale des Entreprises (DGE), Service des Technologies et de la Société de l'Information (STSI) a lancé une étude fin 2005 ayant trois objectifs principaux :

- Dresser un panorama destiné à une diffusion large, et qui pourra contribuer à une meilleure visibilité pour les parties prenantes, voire à une meilleure concertation ;
- Proposer quelques scénarii et des actions appropriées qui pourraient être prises au niveau des pouvoirs publics, proposées au niveau des acteurs, voire relayées au niveau européen ;
- Assister la DGE dans la définition et la pré-validation auprès des acteurs-clé, en tant que de besoin, d'actions s'appuyant sur ses leviers habituels :
 - réglementation,
 - soutien à l'innovation,
 - communication,
 - animation de groupes de travail,
 - concertation.

Elle s'inscrit dans la lignée d'une étude réalisée par le Conseil Général des Technologies de l'Information (CGTI) en janvier 2005.

Un comité regroupant des experts des ministères concernés et des spécialistes reconnus du monde de la recherche a été constitué pour piloter et enrichir les travaux confiés à un consortium connaissant parfaitement le domaine des étiquettes électroniques et neutre par rapport aux grands acteurs économiques du secteur.

Il regroupe deux cabinets de conseil – ALCOM Consulting, Newton.Vaureal Consulting – et trois organismes reconnus pour leur haut niveau de connaissances techniques dans le domaine de la traçabilité et des étiquettes électroniques – AFNOR Standardmedia, le CEA-LETI et le Pôle Traçabilité de Valence.

ALCOM Consulting et Newton.Vaureal Consulting apportent leurs connaissances approfondies des organisations industrielles et professionnelles, leurs pratiques des instances de normalisation et d'échanges ainsi que leur vision des enjeux de la RFID dans des secteurs clés.

AFNOR Standardmedia fait autorité en matière de normalisation et de standardisation aussi bien dans le domaine de la RFID que dans le domaine de la traçabilité en général.

Le CEA – LETI (Laboratoire d'Electronique de Technologie de l'Information) maîtrise l'état de l'art technologique, les perspectives des recherches en cours et des nouvelles pistes de développement.

Le PÔLE TRACABILITE (Technosite de Valence) se positionne comme l'organisme de référence en matière de traçabilité pour les utilisateurs, les offreurs et les consultants.

Le présent panorama stratégique, élaboré dans le cadre de ces travaux, vise notamment à préciser les points suivants :

- Position et initiatives des acteurs les plus significatifs,
- Feuille de route technologique et industrielle,
- Facteurs d'incertitudes sur les déploiements,
- Analyse stratégique de la position nationale et européenne,
- Tendances.

Destiné à une très large diffusion, il pourra contribuer à une meilleure visibilité pour les parties prenantes, voire à une meilleure concertation.

1.2 Périmètre du panorama

Quelques définitions sont nécessaires avant de préciser le périmètre de ce panorama.

L'acronyme anglais RFID (Radio Frequency IDentification) désigne l'utilisation d'une fréquence radio pour identifier automatiquement un objet ou une personne à travers un objet identifiant physique (tel qu'une carte d'identité, un badge d'accès ou une étiquette de produit) ; par extension, il désigne tout procédé permettant de solliciter et d'alimenter une puce électronique par induction électromagnétique, ainsi que l'équipement correspondant.

Un système RFID s'articule autour :

- de puces électroniques autonomes, à mémoire ou à processeur, voire dotées de capteurs (pression, température, etc.), reliées à une antenne qui leur permet de communiquer par radiofréquence ;
- de lecteurs radio reliés à un système de traitement d'information ou un réseau informatique.

Les technologies RFID sont tout à fait adaptées aux traitements automatiques, puisqu'elles ne requièrent potentiellement aucun contact ni champ de vision particulier, et peuvent fonctionner dans de multiples environnements, tout en apportant un haut niveau d'intégrité des données. Actuellement deux applications génériques se dégagent :

Les cartes à puce sans contact, qui peuvent être utilisées dans les transports (télébilletique), pour le paiement, l'accès à des bâtiments ou à des services de santé par exemple ;

Les étiquettes électroniques, utilisées pour identifier des objets et véhiculer des informations les concernant (éventuellement, à l'aide de capteurs intégrés).

Le présent panorama concerne les étiquettes électroniques (on écrira aussi : étiquette RFID) pour identifier des objets. Il ne recouvre pas les applications des technologies RFID à l'identification des personnes. Il faut cependant remarquer que la limite entre traçabilité des objets et traçabilité des personnes est parfois ténue et pourrait le devenir de plus en plus.

2 Enjeux

Les technologies et les outils de traçabilité, notamment les étiquettes RFID¹, sont au cœur d'enjeux forts, en particulier dans le contexte de la mondialisation des échanges et des flux matériels et immatériels.

De nombreux projets industriels d'intégration des étiquettes RFID dans les chaînes de traçabilité des objets se précisent, sous la pression combinée de plusieurs facteurs tels que, en particulier :

- la maturation rapide des technologies,
- les attentes de consommateurs devenus plus sensibles aux incidents sanitaires (dont certains se sont même traduits par de nouveaux règlements),
- l'intérêt des grands éditeurs de logiciels.

Les principaux enjeux repérés sont d'ordre :

- Economique : les étiquettes (et plus généralement les technologies) RFID suscitent un intérêt fort dans le cadre de l'informatisation et la mise en réseau des entreprises, avec des conséquences économiques potentiellement considérables. Des initiatives en matière de déploiement de cette technologie se cristallisent, principalement aux Etats-Unis, pour des applications de logistique et distribution. Portées par des acteurs influents, qu'ils soient industriels (Procter & Gamble, IBM, HP, Intermec, ...), distributeurs (Wal★Mart) ou institutionnels (Department of Defense, MIT², ...), elles ont suscité en particulier le lancement d'une initiative de standardisation nommée EPC Global³. Au-delà des applications qui paraissent à la portée de ces grands acteurs, se profile bien entendu la vision de l'entreprise virtuelle.
- Industriel : les marchés liés à l'intégration d'étiquettes RFID dans les processus et applications d'entreprises est appelé à devenir important. L'état actuel de ces marchés, en maturation rapide, paraît être dans une situation cruciale pour l'avenir, notamment sur le volet des normes et standards qui revêt un enjeu de leadership industriel. On peut faire le constat qu'en France, les utilisateurs potentiels se sont encore peu impliqués dans des projets industriels d'intégration. Or, de tels projets sont susceptibles d'avoir un impact très important au plan économique comme de la construction de normes et standards, sans doute appelés à durer plusieurs décennies.
- Juridique : par exemple, quel est l'impact des réglementations liées au déploiement des RFID (fréquence) et celles relatives à la traçabilité ou la surveillance de systèmes (178/2002 en agro-alimentaire, Tread Act dans le secteur automobile) ? Quel est et quel devrait être le rôle d'accompagnement des autorités publiques dans la mise en place effective de ces réglementations, et dans leurs liens avec les enjeux précédents ?
- Sécuritaires : prévention des risques sanitaires dans le domaine de la santé publique, lutte contre le terrorisme, etc.

L'importance de ces enjeux justifie des initiatives concertées au niveau national et européen.

¹ Radio Frequency Identification Device

² C'est à partir de 1998 que des chercheurs du centre d'auto-identification du MIT ont travaillé sur les moyens de déployer cette technologie. Le transfert de leur recherche a donné naissance à EPC Global.

³ Voir chapitre 4.3.5

3 Technologies

Cette partie présente un aperçu des technologies actuelles et futures des systèmes étiquette-lecteurs RFID.

Les dispositifs d'identification sans contact des objets sont des systèmes complexes dont la partie la plus connue du grand public est l'étiquette. Celle-ci peut être soit passive, soit active. Il est nécessaire de définir des protocoles permettant de garantir la lecture correcte de toutes les étiquettes présentes par le lecteur (anticollision et traitement des collisions). L'étiquette électronique sans contact actuelle dispose d'une mémoire non volatile. Elle hérite de plusieurs avancées technologiques dans le domaine de la micro électronique, et son évolution sera marquée par d'autres, à venir.

On traitera successivement des points suivants :

- la technologie RFID (les généralités, les tags, les interrogateurs, les acteurs industriels) ;
- les télécommunications ;
- les logiciels d'acquisition et de traitement ;
- l'architecture ;
- les dimensions réseau et infrastructures ;
- les technologies émergentes ;
- les liens avec d'autres technologies.

3.1 Technologie RFID

3.1.1 Généralités

3.1.1.1 Schéma de principe

Le schéma 1 présente le principe du fonctionnement d'une étiquette RFID et de son lecteur. Il illustre les deux types d'échanges de puissance et d'information d'un système RFID entre l'interrogateur et l'étiquette.

Ces échanges sont réalisés par l'établissement d'un champ électromagnétique entre l'antenne de l'étiquette et celle du lecteur.

❑ Couplage inductif

- Champ Magnétique (Champ proche)
- 125 kHz ou 13,56 MHz
- Antenne = Bobine

Sans Contact : 2 fonctions de base

1- Transfert de puissance

2- Transfert de données bi-directionnel

❑ Couplage électrique

- Champ électrique (Champ lointain)
- 860-950 MHz ou 2,45 GHz
- Antenne = Conducteur filaire

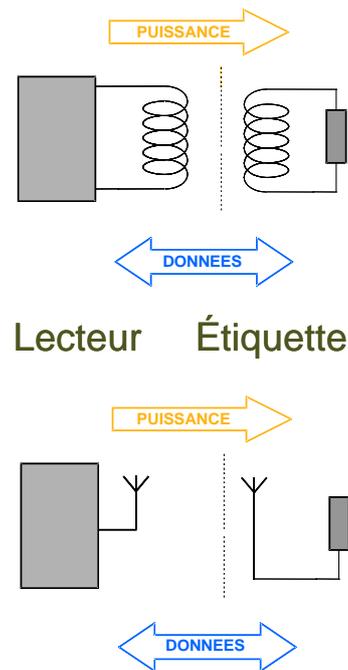


Schéma 1 : couplage inductif et couplage électrique des systèmes RFID

3.1.1.2 Quelques points clés de la technologie RFID

Un système RFID est caractérisé par les quelques points clés fonctionnels ou technologiques qui suivent :

Micro électronique :

L'arrivée de technologies micro électroniques « faible consommation » de type CMOS, a permis la réalisation de circuits intégrés mixtes Radio Fréquence et numériques. Elle a rendu possible la télé alimentation de microcircuits très simples tels que ceux nécessaires aux tags RFID. La possibilité de les produire en grande quantité à bas prix (quelques centimes d'euro) et leur faible taille (1mm²), les rendent potentiellement attractifs sur le plan économique.

Système :

La technologie RFID fait intervenir deux composants électroniques principaux : le tag et le lecteur (ou interrogateur).

L'interrogateur alimente le tag à l'aide d'un champ radioélectrique.

Les échanges de données sont généralement bidirectionnels.

Dans la grande majorité des cas, l'interrogateur est le maître de la transaction. Il existe toutefois une catégorie de tags (TTF, Tag Talks First et TTO, Tag Talks Only) qui transmettent leur code d'identification dès leur entrée dans le champ électromagnétique et sans requête de la part de l'interrogateur. Par ailleurs, l'interrogateur est connecté par câbles ou par radio à un système informatique plus ou moins centralisé dans l'entreprise, voire à l'extérieur.

Electromagnétisme :

Pour des raisons de contraintes de coûts de fabrication et de maintenance, une étiquette classique ne possède pas de source d'énergie : on dit qu'elle est passive. Elle tire en général son alimentation en énergie du seul champ électromagnétique auquel elle est soumise. Ceci a un impact considérable sur les performances du système. En particulier, les réglementations d'émission radio font peser une contrainte technique très forte tant en terme de performances que d'interopérabilité mondiale. En effet, pour être performante en distance de lecture, la télé alimentation nécessite de se mettre aux limites des puissances d'émission autorisées. Cet aspect est la différence fondamentale entre les systèmes RFID, dits sans contact, et les transmissions radio sans fil.

Fréquences d'utilisation :

Pour des raisons historiques et de produits préexistants, différentes bandes de fréquences ont été retenues dans des zones fréquentielles libres de licences d'utilisation : <135 kHz (BF), 13,56MHz (HF), 433MHz (VHF), 850-960 MHz (UHF) et 2,45GHz (SHF). Le 5,8 GHz, retenu dans un premier temps, n'a pas été normalisé.

On peut regrouper les deux premières fréquences (BF & HF) du fait qu'à ces fréquences les distances de fonctionnement sont très inférieures au sixième de la longueur d'onde. C'est donc le champ proche et sa composante magnétique qui sont utilisés. Les antennes sont des bobines.

Pour les fréquences les plus hautes (VHF, UHF, SHF), c'est le champ lointain qui est utilisé. Les antennes sont plutôt de type filaire ou très proches des antennes radio classiques.

Le 433MHz correspond à une application particulière (conteneurs) dans laquelle les étiquettes sont actives pour obtenir des distances de lecture de plusieurs dizaines de mètres.

Couplage électromagnétique :

Les performances d'un système RFID dépendent essentiellement de la qualité du couplage entre l'antenne de l'interrogateur et celle de l'étiquette. Ce couplage est, soit magnétique lorsque l'on utilise des bobines comme antennes, donc à basses et hautes fréquences, soit électrique lorsque que l'on travaille à plus haute fréquence en mode propagatif. Un couplage capacitif a été développé par Motorola pour créer des antennes résistant à des conditions physiques sévères (chocs, pliage, etc.) mais cette approche ne semble pas pouvoir présenter des performances satisfaisantes. Notons qu'en UHF et SHF, les fabricants proposent différents types d'antennes afin de compenser des contraintes environnementales telles qu'objets métalliques, liquides, objets disposés en vrac.

Étiquettes passives/actives :

Une étiquette est dite passive si elle ne possède pas de source d'énergie à bord ou si elle se contente de répondre à une sollicitation extérieure. Elle est alimentée par le champ électromagnétique émis par l'interrogateur. Les étiquettes dites actives embarquent une source d'énergie (certaines sont appelées « assistées par batterie »). Si cette énergie est utilisée pour l'émission radio de la voie retour, on se retrouve dans le cas de communications radio numériques classiques.

Identifiant unique :

Chaque étiquette doit contenir un identifiant unique stocké dans une mémoire non volatile. Il est écrit soit à la fabrication en usine, soit par l'utilisateur au moment de l'initialisation de son système. Par principe, cet identifiant ne doit pas être modifié. La mémoire de stockage est verrouillée en écriture, soit par construction, soit par configuration. Lors du verrouillage par construction, l'identifiant est gravé dans la mémoire au moment de la fabrication de la puce et la zone de stockage n'est plus accessible pour quelque modification que ce soit. Lors du verrouillage par configuration, c'est lors de l'initialisation du système que la zone mémoire est rendue inaccessible par verrouillage logiciel immédiatement après l'enregistrement de l'identifiant.

Un exemple d'identifiant inscrit par l'utilisateur est celui défini dans le standard EPC Global.

Il comporte:

- | | |
|---|---------|
| - Un en-tête | 8 bits |
| - Un identifiant de l'utilisateur qui code l'étiquette | 28 bits |
| - La classe d'objet (sur lequel sera fixée l'étiquette) | 24 bits |
| - Un N° de série | 36 bits |

La garantie de l'unicité de cet identifiant et sa protection par les verrouillages cités plus haut contre des attaques visant à le modifier contribuent à la sécurité globale du système.

Mémoires non volatiles :

Différents types de mémoires non volatiles sont utilisés : programmée et figée à la fabrication (PROM), en écriture une seule fois et en lecture multiple (OTP ou WORM), en lecture et écriture.

La mémoire non volatile à bord de l'étiquette a parfois une capacité supérieure à la taille du code d'identification. Cela permet de stocker des informations complémentaires sur l'objet au cours de son cycle de vie. Cette partie de la mémoire est en lecture et écriture (technologie EEPROM) et peut être verrouillée en écriture sur commande de l'interrogateur. A ce jour, cette partie n'est pas prise en compte par la standardisation.

Anticollision ou lecture multi étiquettes :

En général, plusieurs étiquettes se trouvent simultanément dans le champ de l'interrogateur. Afin de pouvoir les lire toutes correctement, des protocoles adéquats, appelés anticollision, ont été développés. Ils reposent, soit sur une technique issue des technologies d'accès aux réseaux d'ordinateurs, soit sur des parcours d'arbres binaires de recherche. Dans le premier cas, le temps de lecture de toutes les étiquettes n'est pas connu d'avance. Les premiers protocoles ont des performances satisfaisantes et des développements sont en cours pour améliorer ces performances. C'est un des points clés des systèmes de lecture qui sera une caractéristique discriminante lors du choix des systèmes.

Protection de la vie privée et fonction d'inhibition de l'étiquette :

Pour répondre aux utilisateurs inquiets d'être tracés ou surveillés en permanence par des systèmes RFID, une fonction d'inhibition de l'étiquette a été introduite dans le protocole de commande de l'interrogateur. Par exemple, des commandes de type « Kill » ou « Destroy » sont disponibles dans le jeu de commandes des systèmes RFID les plus récents. A la réception de ces commandes, la puce de l'étiquette s'inhibe immédiatement et définitivement, en général par destruction de la connexion entre l'antenne et la puce, de sorte qu'elle ne répond plus à aucune autre commande. Le code devient inaccessible au lecteur. L'utilisation de cette possibilité est du ressort de propriétaire de l'application. Elle peut par exemple être proposée au client au moment du paiement d'un achat dans un magasin. Notons toutefois que la suppression de l'accès au code d'identification pourrait avoir des conséquences négatives comme dans le cas de la maintenance d'appareils.

Par ailleurs, des concepts plus sophistiqués (blocker tag, étiquette « fédératrice », etc.) sont à l'étude. Le blocker tag, développé par RSA Security, est un leurre qui empêche la lecture de tags RFID spécifiés par des interrogateurs non autorisés en simulant une infinité d'étiquettes, ce qui « aveugle » l'interrogateur. L'étiquette fédératrice est une étiquette qui filtre les autorisations d'accès (en lecture et en lecture-écriture) à un ensemble prédéfini de tags RFID.

3.1.2 Etiquettes

3.1.2.1 Le circuit électronique

Par principe, le circuit électronique d'une étiquette RFID possède trois fonctions :

- une interface Radio Fréquence pour récupérer l'énergie d'alimentation et échanger des messages et des données avec l'interrogateur ;
- un séquenceur numérique pour interpréter les commandes reçues de l'interrogateur et retourner l'information demandée ;
- une mémoire non volatile de stockage de l'identifiant unique sur 96 ou 128 bits.

La principale contrainte qui pèse sur ce circuit est celle du coût.

En première approximation, le coût d'un circuit est linéaire en fonction de la surface de la puce.

En deuxième approximation, il dépend du nombre d'étapes technologiques de fabrication. Notons qu'un circuit plus petit devient plus cher à manipuler, la perte liée à la surface sciée devenant relativement plus importante et le temps de sciage augmentant d'autant.

On estime aujourd'hui que l'asymptote du coût de revient minimal d'une puce à base de silicium sera de 0,05 €.

Le schéma 2 présente les différentes fonctions électroniques intégrées dans la puce de l'étiquette RFID :

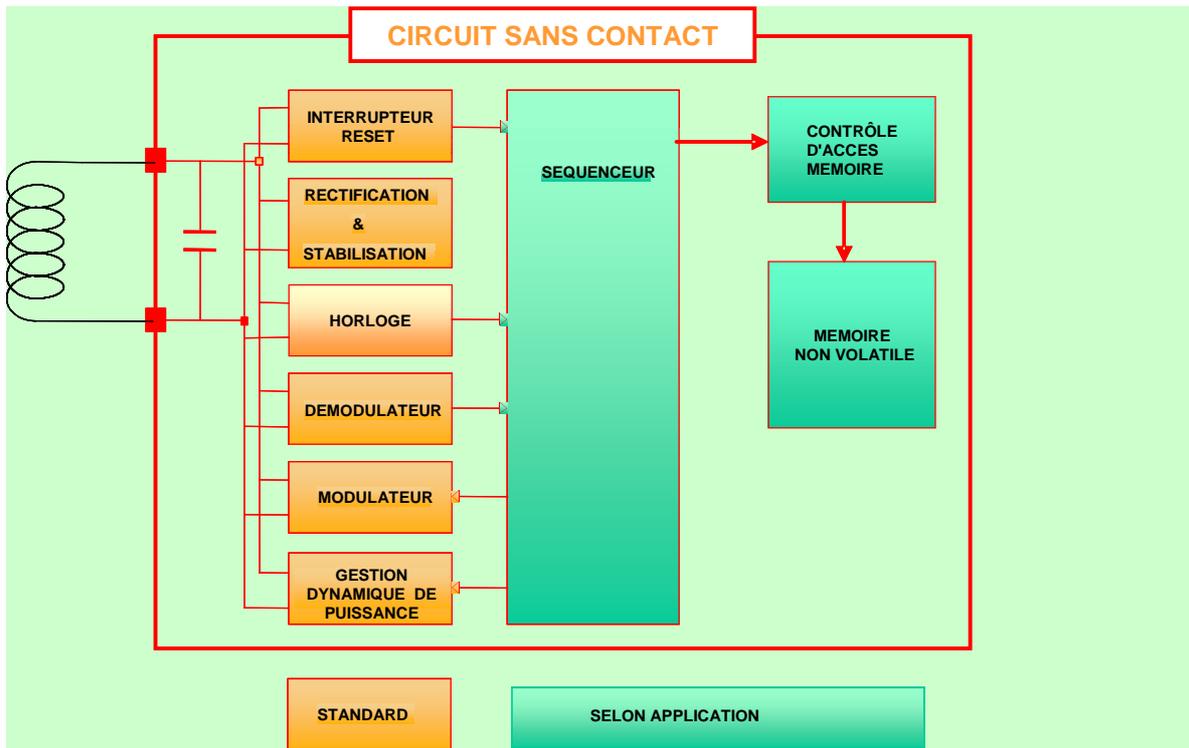


Schéma 2 : Fonctions électroniques de la puce RFID

3.1.2.2 Filières électroniques

Les puces RFID sont généralement fabriquées avec une technologie CMOS basse puissance.

Les puces en lecture et écriture utilisent principalement la technologie EEPROM pour la mémoire non volatile.

Pour des raisons de coût, de disponibilité de bloc mémoire non volatile et de consommation statique, les filières utilisées ne sont pas les plus récentes. Il y a généralement une à deux générations de retard par rapport aux derniers modèles de circuits utilisés dans les appareils électroniques les plus récents (ordinateurs, téléphones mobiles, etc.).

3.1.2.3 L'antenne

Selon la fréquence porteuse, deux types d'antennes sont principalement utilisés :

- les antennes de type bobine pour les basses (BF) et hautes fréquences (HF) ;
- les antennes de type filaire, voire « patch » pour les hautes fréquences (UHF et SHF).

En BF, compte tenu de la faible fréquence, on a besoin d'une bobine ayant de nombreuses spires (quelques centaines), donc d'une technologie relativement chère. Pour certaines applications, un solénoïde à noyau de ferrite est employé pour améliorer entre autres, les performances de propagation à travers des matériaux conducteurs (métaux).

La HF nécessite de l'ordre de cent fois moins de tours et on peut ainsi utiliser des antennes de quelques spires (moins d'une dizaine, parfois une seule) que l'on peut sérigraphier sur un support plan rectangulaire et éventuellement souple. Dans le cas de communications interrogateur/étiquette de l'ordre de quelques millimètres, on peut intégrer l'antenne sur la puce. Ces quelques spires de conducteurs qui entourent la partie active de la puce, réalisées

au niveau des couches métal du procédé micro électronique, sont communément appelées « coil on chip ».

Les plus hautes fréquences (VHF, UHF, SHF) utilisent des antennes filaires de type « fouet ». Rappelons que la longueur d'onde est d'environ 33 cm en UHF et d'environ 12 cm en SHF. On utilise aussi des antennes « patch », à fente ou en ligne brisée afin de compenser les pertes dues à un environnement difficile.

3.1.2.4 Le packaging

En général, la puce est connectée à l'antenne extérieure à l'aide de deux plots. Le tout est souvent monté sur un premier support en général souple appelé inlay ou inlet. Selon l'utilisation, cet inlay est ensuite intégré dans un support plastique ou sur un support papier.

On note cependant des packagings spécifiques à certaines applications comme les gélules en verre pour le tatouage du bétail ou la forme jeton utilisée en particulier pour les applications de suivi des articles textiles.

Le schéma 3 montre très synthétiquement les trois éléments constitutifs d'une étiquette RFID ainsi que les deux types d'opérations à réaliser pour l'assemblage.

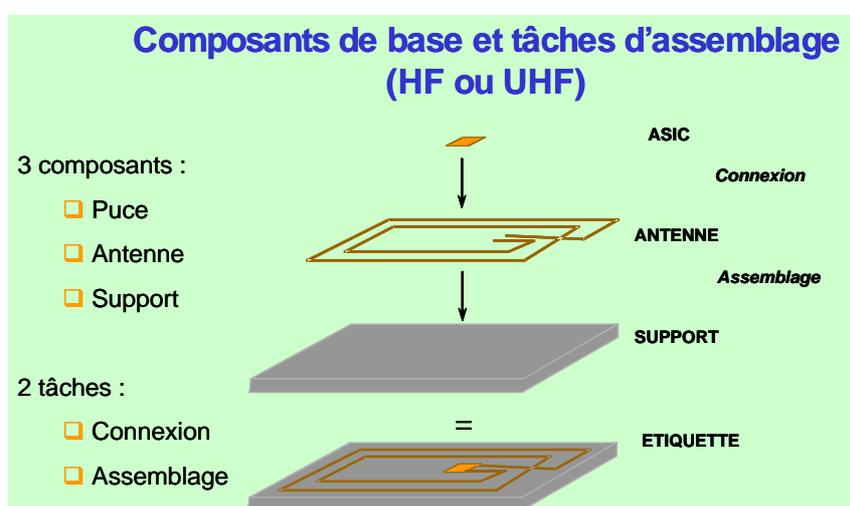


Schéma 3 : éléments constitutifs du tag

3.1.2.5 Eléments de coûts

Sur les applications actuelles, on a une idée assez précise de la répartition des coûts entre les différentes composantes d'une étiquette. Si le coût de la puce est fonction de la surface de silicium utilisée, les autres coûts – antenne, liaison puce-antenne, packaging – sont davantage fonction des technologies utilisées et des applications envisagées.

A titre d'exemple, une antenne de quelques spires découpée dans une plaque de cuivre, aura un coût considérablement plus élevé qu'une antenne de même taille sérigraphiée avec une encre conductrice.

Aujourd'hui on constate que les coûts se répartissent plus ou moins de la façon suivante :

- 25% pour la puce de silicium ;
- 35% pour l'inlay qui comprend la puce, l'antenne et leur connexion ;
- 40% pour le support et le packaging (plastique, carton, papier, ...) de l'étiquette.

En première approximation, le coût de la puce dépend de sa surface puis, en deuxième approximation du nombre de niveaux technologiques. Une puce trop petite diminue le rendement surfacique du wafer et coûte cher à manipuler. Notons que le coût des puces

bénéficie nettement des techniques de « fabrication collective », ce qui est moins vrai pour les autres postes de coût de l'étiquette.

On peut citer différentes techniques de connexion antenne-puce : wire bonding, flip-chip, colle conductrice. Celles qui nécessitent de la manipulation de type « pick and place » sont lentes et donc potentiellement onéreuses. Des technologies innovantes du type « Fluidic Self Assembly » développée par Alien Technologies ont pour objectif de réduire le coût de manipulation des puces. Hitachi avec son μ -chip dont les deux faces servent de plots de connexion, propose une solution alternative. Ces technologies sont sorties des laboratoires de développement pour des premiers essais industriels

En ce qui concerne l'antenne, les techniques d'impression par encres conductrices sont moins coûteuses mais les antennes en métal (cuivre, aluminium, etc.) présentent des performances meilleures.

Notons que les procédés de fabrication, plus que les matériaux utilisés, représentent le point clé qui permettra une baisse des coûts de fabrication. A moins qu'une autre technologie telle que l'électronique organique, une fois mise au point, ne l'emporte grâce à la possibilité de « fabrication collective » à grande échelle issue des techniques d'impression.

Il est raisonnable d'envisager pour les étiquettes RFID une évolution du couple coûts/performances analogue à celle des mémoires des ordinateurs. On devrait assister à une convergence des tailles des puces et des technologies qui conduiront à imposer quelques standards de fait peu onéreux, voire à terme bon marché, alors que les étiquettes "hors standards" resteront coûteuses.

Par exemple, le prix objectif visé par le standard EPC Classe 1, est de 0,05 €. Aujourd'hui, cet objectif est très ambitieux. Certains fabricants proposent actuellement des inlays minces sur substrats polymères aux environs de 0,10 € par grandes quantités. Cela paraît très proche des prix de revient, si ce n'est en deçà. De façon générale, les réductions de coût sont à faire au niveau de l'assemblage en favorisant les procédés de fabrication collective. Le prix plancher de 5 centimes d'euros reste cependant un formidable défi compte tenu des technologies actuellement employées. Notons aussi que le circuit intégré fabriqué déjà par des procédés éminemment collectifs n'a que peu de marge de réduction.

Un autre élément à prendre en compte dans le coût des étiquettes est l'impact des brevets. Si ces derniers sont bien identifiés – leur liste est annexée à chacune des publications ISO – l'évolution des coûts de redevance de ces brevets est actuellement difficile à appréhender.

3.1.3 Interrogateurs

3.1.3.1 Electronique

La partie électronique des interrogateurs est généralement réalisée en composants discrets. On commence à voir apparaître des composants intégrés qui regroupent une partie plus ou moins importante des discrets. Même dans les cas les plus intégrés, il y a toujours besoin de composants externes, en particulier passifs.

Les interrogateurs se présentent généralement sous la forme d'un boîtier électronique que l'on relie à l'antenne externe, mais aussi au système informatique par liaison filaire ou radio.

Certains interrogateurs sont portables et autonomes et se présentent sous la forme de « douchette ». En cas de lecture proche, l'antenne est interne et intégrée sur le circuit imprimé de l'électronique de l'interrogateur.

3.1.3.2 Antennes externes et portiques

On trouve toutes les formes d'antennes externes. Elles sont en général reliées par un câble de 50 Ohms à l'électronique du lecteur. Les lecteurs bien conçus ont des performances indépendantes de la longueur de ce câble.

Des assemblages d'antennes, généralement appelés « portiques », permettent la lecture volumétrique (étiquettes réparties dans un grand volume). Elles sont alimentées par plusieurs voies gérées par l'électronique de l'interrogateur.

Certains systèmes UHF ou SHF utilisent deux antenne distinctes en émission et en réception afin d'éviter l'éblouissement du récepteur dû à une très forte puissance d'émission.

3.1.4 Acteurs industriels

3.1.4.1 Historique

Historiquement, les offreurs de système RFID ont plusieurs types d'origine :

- des bobineurs (Sokymat, MBBS, etc.) ;
- des spécialistes de la carte sans contact (ASK, Tagsys, etc.) ;
- des fabricants de composants (Texas Instruments, Philips, ST Microelectronics, EM Marin, etc.) ;
- des électroniciens automaticiens (Siemens, Thales, Omron, Tracetel, I2E, etc.).

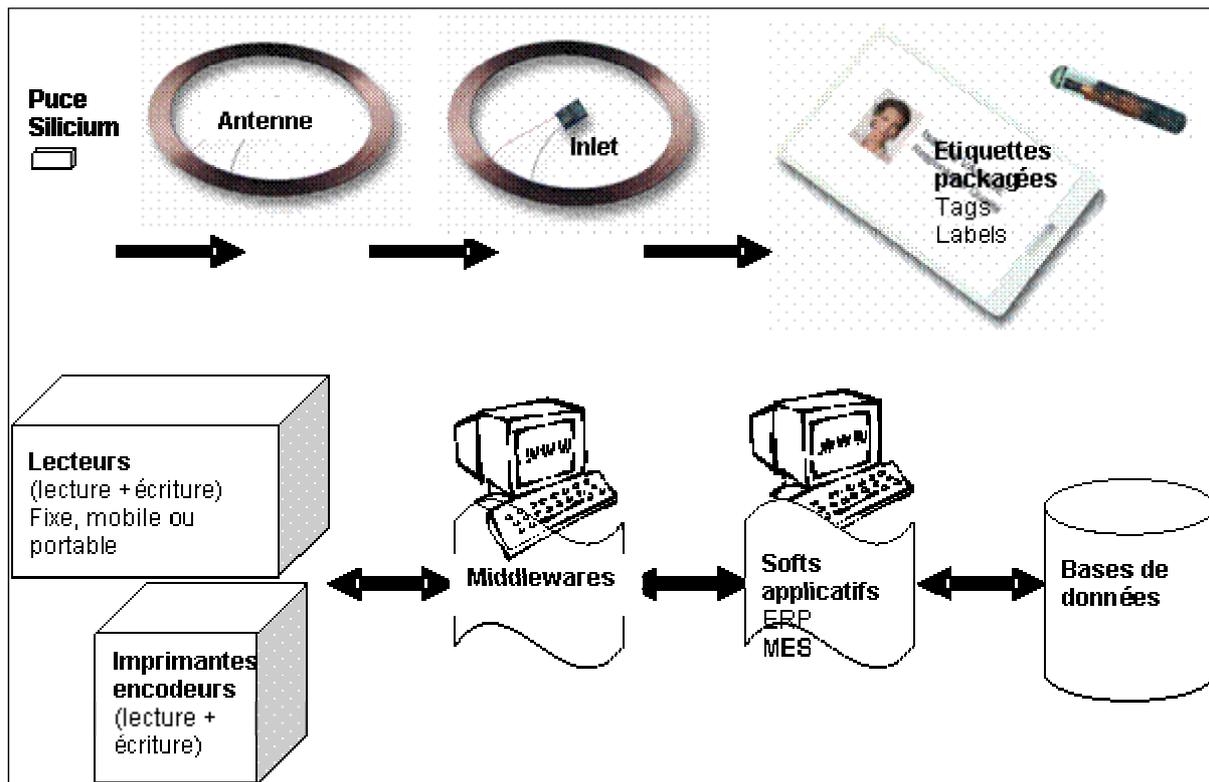
L'industrie européenne de la RFID s'était développée essentiellement en HF, du fait de ses racines historiques dans le contrôle d'accès, la télébilletique et la monétique sans contact. Elle s'est aussi développée en BF sous l'impulsion des applications en automobile et des contraintes réglementaires dans l'animalier.

Sous la pression de Wal★Mart et du fait de la réglementation relative au spectre électromagnétique dans cette bande de fréquences, l'offre américaine se développe actuellement en UHF. En Europe, les applications UHF tardent à venir du fait de la réglementation des fréquences et des puissances autorisées. En Asie, aucune bande de fréquence UHF n'était réservée jusqu'à très récemment.

3.1.4.2 Chaîne de valeur RFID et Traçabilité

Le positionnement des acteurs au sein de la chaîne de valeur de l'industrie RFID est difficile à cerner avec précision car le recours à la sous-traitance est difficile à évaluer.

On peut cependant accepter le concept qui définit que le fabricant est celui qui assume les responsabilités techniques et commerciales d'un produit.



3.1.4.3 Fragmentation de l'offre

L'offre est très fragmentée et peu d'offres maîtrisent l'ensemble de la chaîne de valeur. Même si certains proposent plusieurs briques de solutions RFID, souvent par regroupement de compétences, on distingue essentiellement :

- Fondateurs et concepteurs de puces ;
- Concepteurs et fabricants d'étiquettes packagées : antennes, inlays, labels, tags ;
- Concepteurs et fabricants d'interrogateurs (antennes, électronique, informatique) ;
- Intégrateurs de solutions matérielles ;
- Concepteurs de logiciels d'interface de communication (Middleware) ;
- Concepteurs de logiciels (software) de traitement applicatifs ;
- Intégrateurs de solutions informatiques.

Peu d'intégrateurs du marché ont une compétence globale sur les systèmes RFID et leur déploiement, ce qui rend une consolidation inévitable. Ce seront vraisemblablement les intégrateurs des flux de données informatiques qui maîtriseront par regroupements, rachats et alliances, la chaîne de valeur pour apporter des solutions globales de traçabilité quelles que soient les technologies de capture de l'information.

Actuellement, la situation financière de la plupart des acteurs du matériel électronique RFID paraît incertaine, car les grands marchés envisagés dans leurs business plans ne sont pas aux rendez-vous, surtout en Europe. Cette situation favorisera la maîtrise du marché de l'offre hardware par les grands du software dont les activités sont par ailleurs pérennes.

3.1.4.4 Recensement de l'offre

En regardant de près l'offre des fabricants, on constate qu'il y a deux approches principales :

- Soit l'offre répond à un problème spécifique d'une entreprise et on est sur un marché de niches

- Soit l'offre cherche à remplacer le code-barres et on se place d'emblée sur un marché mondial

Dans le premier cas, l'objectif recherché est la performance du système, la contrainte de coût n'étant pas forcément très forte. Des sociétés telles que Athélia, Pygmalyon, Spacecode, Savi, se sont développées sur des niches et des marchés très ciblés.

Dans le deuxième cas, les deux principales contraintes sont l'interopérabilité mondiale et le coût unitaire du tag. La standardisation est un élément indispensable de cette offre.

Le Pôle Traçabilité (www.poletracabilite.com), très actif en normalisation et en animation du marché français, recense plus de 130 intervenants avérés en France.

En matière de recensement, l'exhaustivité ne peut être atteinte.

En conséquence, ne sont retenus que les offreurs présents directement ou indirectement en France et proposant des matériels typiquement RFID. Par exemple, sont exclues les entreprises qui fabriquent des imprimantes thermiques et proposent accessoirement des modèles RFID.

Les principaux intervenants sont recensés ci-après.

Fabricants de composants électroniques

PRODUITS Légende: C concepteur F fabricant R revendeur	Puces	148 kHz	125 kHz	13,56 MHz	400 MHz	8-900 MHz	2,45 GHz
Atmel	F	★		★		★	
EM Microelectronic Marin	F	★		★		★	★
Hitachi	F						★
ID3 Semiconductors	C	★		★		★	★
Infinéon	F			★			
Inside Contactless	C			★		★	
Philips Semiconductors	F	★		★		★	★
ST Microelectronics	F			★		★	
Tagsys	C			★		★	
Texas Instruments, TIRIS	F	★		★		★	

Hitachi (Japon) :

A développé un « µchip » SHF 0,3 mm x 0,3 mm antenne comprise.

Il vient de sortir une nouvelle puce de 0,15mm x 0,15mm et de 75 µm d'épaisseur proposée en UHF.

Infineon (ex Siemens) (D) :

Etudie et développe des technologies en électronique polymère associées à de l'impression grande échelle pour baisser à terme les coûts incompressibles du couple Silicium/Packaging. Pour mémoire, Infineon a été l'un des leaders de la BF en applications animalières.

NXP (ex Philips Semiconductors) :

A été un des premiers à s'investir dans le domaine de la RFID.

Le rachat de la société autrichienne Mikron en 1995 a conforté son positionnement dans la bande HF. Philips a été très moteur dans les comités de normalisation « Cartes à puces sans contact » puis RFID. Les produits de cette société sont à l'origine des normes ISO/IEC 14443 type A et ISO/IEC 15693 (ISO/IEC 18000-3).

Propose des circuits pour tags dans quasiment toutes les bandes de fréquence.

µEM – EM Microelectronic – Marin SA :

Filiale du groupe suisse SMH (Swatch), leader mondial de l'horlogerie électronique.

Les acquis en conception et fabrication de composants pour montres électroniques à grande autonomie ont permis une diversification précoce dans les puces télé alimentées de type RFID.

Propose des circuits pour tags dans quasiment toutes les bandes de fréquences.

TIRIS – Texas Instruments Radio frequency Identification System :

Branche RFID de Texas Instruments.

A démarré avec des produits BF, puis a couvert peu à peu toutes les gammes de fréquences. A été actif au niveau normalisation, en particulier sur la norme ISO/IEC 15693 (ISO/IEC 18000-3) en partenariat avec Philips.

Fabricants de tags

PRODUITS Légende: C concepteur F fabricant R revendeur	Inlays	Tags	148 kHz	125 kHz	13,56 MHz	400 MHz	8-900 MHz	2,45 GHz
			★	★	★	★	★	★
AGID		R	★	★				★
ASSA ABLOY (ACG+Sokymat+ex Metget+ex Cubit)	F	F	★	★			★	
ASK	F	F			★		★	
Athélia		F/R	★	★				
Balogh		F	★	★				★
Deister Gmbh	F	F	★	★	★	★	★	★
EMS Datalogic (USA)		F	★	★	★	★	★	
I S R A		F			★			
I2E Stella	R	R			★		★	
ID.E.A		R	★	★				
Identec Solutions GmbH		F	★	★			★	
IER (Idéal Tag)		F			★		★	
Inside Contactless		F			★		★	
Intermec Technologies Corporation		F					★	★
iPICO		F					★	
KSW-Microtec (All)	F				★		★	
Matrics	F						★	
MBBS (CH)	F	F	★					
Metget (Suède)	F	F	★	★				
Nagra ID (CH)	F	F	★	★				
Philips Semiconductors	F		★	★			★	★
Pygmalion (FR)	F	F			★			
Rafsec (UPM)	F				★		★	★
Réseumatique (ADC Groupe)		F	★	★				
Sefea (Swatch, CH)		F	★	★				
Siemens AG	F	F	★	★	★			★
Smart Tracing	R	R			★			
Space Code Intercode	F	F	★					
ST Microelectronics	F	F			★		★	
STID	R	R	★	★			★	
TagProduct	R	R	★	★			★	
Tagsys	F	F	★	★			★	
Texas Instruments TIRIS	F	F			★			
Tracetel (FR)	R	F	★	★			★	
X-Ident (ALL)	F	F			★		★	

Alien Technology (USA) :

Puces UHF - Spin-off du MIT.

Activités de développement innovantes (Liquid Self-Assembly notamment).

Financements importants du DoD.

Sous-traitance d'une partie de sa conception et de ses fabrications (ST micro).

ASK (F) :

Pionnier dans le domaine des titres de transport sans contact.

Diversification du ticket de transport sans contact à usage unique bas coût vers le tag d'identification C.Ticket vers C.Label en HF.

Diversification en étiquettes UHF.

Matrics (USA, entité de Symbol Technologies) :

Fabrique des antennes et des tags en UHF.

PygmaLyon (F) :

Spécialiste mondial du chronométrage d'événements sportifs par dossards électroniques en HF.

SAVI (USA) :

Spécialiste des tags actifs à 433 MHz pour la traçabilité des conteneurs en particulier pour le DoD.

SpaceCode (F) :

Positionné sur des produits BF.

Thales Communications et CS Systèmes d'info :

Proposent dans un segment proche des badges de télépéage à 5,8 GHz.

Fabricants d'interrogateurs

PRODUITS Légende: C concepteur F fabricant R revendeur	Interrogateurs	148 kHz	125 kHz	400 MHz	8-900 MHz	2,45 GHz
		13,56 MHz				
ACREON (FR)	F	★	★		★	★
AGID	R	★	★			★
ASK	F		★		★	
Athélia	F/R	★	★			
Atmel	F	★	★			
AXIOME	F	★	★			
AWID	F	★	★		★	★
Balogh	F	★	★			★
Deister GmbH	F	★	★	★	★	★
FEIG Electronic GmbH	F	★	★		★	
I2E Stella	F		★		★	
ID.E.A	R	★	★			
ID3 Semiconductors	C	★	★		★	★
IDENTEC Solutions GmbH	F	★	★		★	
IER (Idéal Tag)	F		★		★	
Intermec Technologies Corp	F				★	★
iPICO	F				★	
Magellan Technology	F		★			
Matrics	F				★	
MBBS	F	★				
Philips Semiconductors	F	★	★		★	★
Psion	F		★			
Pygmalyon	F		★			
Réseautomatique	F	★	★			
SAMSys	F	★	★		★	★
Siemens AG	F	★	★	★		★
Smart Tracing	R		★			
Space Code Intercode	F	★				
STID	F	★	★		★	
TagProduct	R	★	★		★	
Tagsys	F/R		★			
Tracetel	F	★	★		★	

Quelques intégrateurs et fournisseurs d'applications métiers en France

PRODUITS	148 kHz 125 kHz	13,56 MHz	400 MHz	8-900 MHz	2,4 GHz
AGID	★	★			★
Athélia	★	★			
I2E Stella		★		★	
ID.E.A	★	★			
IER (Idéal Tag)		★		★	
Infologic		★			
Intermec Technologies Corporation				★	★
iPICO				★	
Pygmalyon		★			
Pyrescom					
Réseumatique	★	★			
Smart Tracing		★			
STID	★	★		★	
TagProduct	★	★		★	
Tracetel	★	★		★	

Athelia : filiale de l'Air Liquide. Très spécialisé à l'origine sur l'équipement RFID des bouteilles de gaz.

IER (Groupe Bolloré) : intégrateurs de solutions, devenus offreurs de produits grâce au rachat de Idéal Tag.

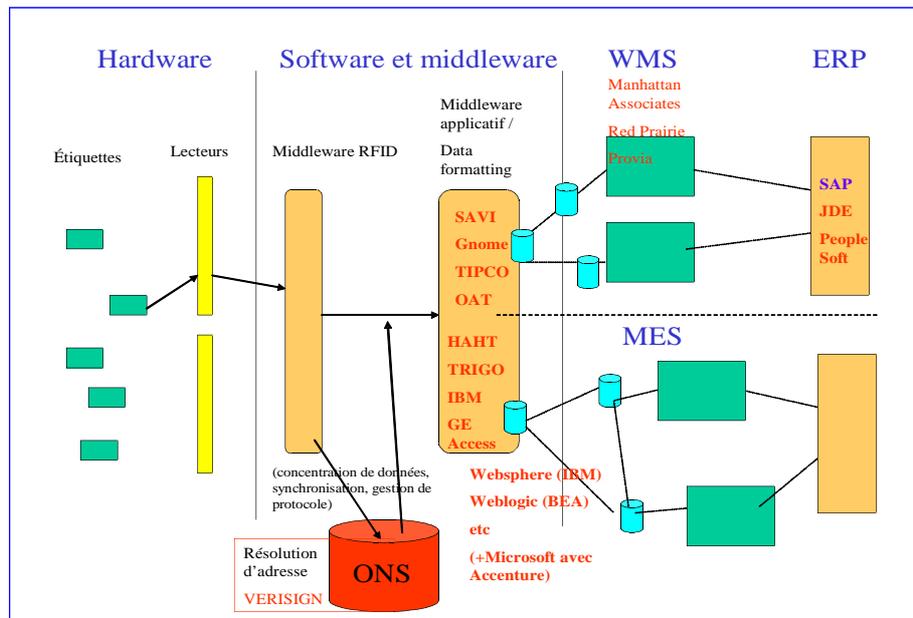
Infologic : offreur de solution complète dans les filières Poisson et surtout Fromagerie.

Réseumatique : offreur de solution complète dans le monde de la traçabilité animale.

Offreurs de Middleware applicatif spécialisé

Le schéma suivant d'architecture générique pour les entreprises de production et de grande distribution présente les principaux acteurs et illustre bien la domination nord-américaine dans les logiciels associés, sur les volets logistique (WMS) et production (MES).

Architecture type pour la logistique et la gestion de production



La société SAVI, leader en middleware applicatif pour la logistique, est née de la politique de subventions du DoD.

Quelques Français (Baracoda, Tracetel, ...) travaillent sur des middlewares spécifiques aux applications RFID.

L'enjeu clé réside dans l'intégration des données RFID et des systèmes d'information d'entreprises.

De ce fait, le développement de la RFID présente des enjeux forts pour les grandes sociétés de services, qu'elles soient principalement américaines (IBM GS, EDS, Accenture) ou européennes – CapGemini (accord de partenariat avec SUN) ou Steria (déploiement d'un système de gestion de flotte de taxis à l'aéroport d'Heathrow).

Si des extensions middleware adaptées au matériel RFID et aux applications logistiques sont nécessaires, l'intégration s'appuiera aussi sur du middleware générique autour de technologies comme les services Web, J2EE ou .NET : ce secteur est largement dominé par des acteurs américains (Microsoft, IBM, BEA, SUN, etc.) mais l'Europe y est aussi présente au travers d'initiatives comme ObjectWeb (consortium fondé par France Télécom, Inria et Bull).

Enfin, la quantité importante d'informations générée par la RFID ne pourra être pleinement exploitée que par des outils d'analyse adaptés, pour lesquels les grands éditeurs de l'informatique décisionnelle, comme le français Business Objects, sont les mieux positionnés.

Les nombreuses informations véhiculées par la RFID doivent être agrégées, formatées et synchronisées en amont des systèmes :

- WMS (Warehouse Management Systems) : Manhattan Associates, Red Prairie, Provia, etc.
- MES (Manufacturing Execution Systems) : Courbon, Sydel, etc.
- EDS : Elan, Camstar, etc.

Le classement suivant répartit les acteurs selon leurs implications en termes de supports et de situation géographique :

Editeurs de plateformes logicielles pour l'intégration de systèmes RFID	Fabricants RFID + solutions complètes	Intégrateurs
HP	IER	A-SIS (Logarithm)
IBM	Intermec	CapGemini
Microsoft	OATSystems	Catalyst
Oracle	RFCODE	ConnecTerra(BEA)
SAP (auto-ID)	RFID Newaves	Datalogic
Siemens	Savi Technology	Elite (gp Mory)
SUN Microsystems	Symbol Technologies	Ellipse Industrie
	Tag Product	Hardis
	Tagsys (Agrostar ...)	Manhattan Associates
		OATSystems
		OrdinalTechnologies
		Silicomp
		Smart Tracing
		TXT e-solutions

SAP, SUN et IBM (Websphere) se sont mobilisés pour être en mesure de répondre aux attentes du marché dans leur domaine d'intervention, mais les leaders technologiques sur les aspects spécifiques sont de jeunes sociétés américaines comme :

SAVI

Concepteur de puces, d'interrogateurs y compris pour containers, et leader pour ce type de middleware. Créée en 1989, elle a bénéficié de l'impulsion du DoD souhaitant ne pas renouveler les difficultés logistiques rencontrées lors de la première intervention US en Irak.

L'industrie européenne est quasiment absente sur les aspects système, mis à part SAP, SUN et IBM Europe qui s'impliquent à fond sur les grands projets en cours. Ils s'impliquent de manière à intégrer la chaîne informatique complète et être en mesure d'apporter des solutions globales, sauf (pour l'instant) le sous-système tag-interrogateur.

3.2 Télécommunications

Dans la majorité des applications actuelles, l'un des deux éléments communicant -en l'occurrence le tag - est passif et ne possède donc pas d'énergie propre. Cette caractéristique induit plusieurs particularités :

- Le champ électromagnétique émis par l'interrogateur doit aussi assurer la fonction de télé alimentation ;
- Le tag ne rayonne pas de puissance électromagnétique dans l'environnement ;
- Il doit donc, pour être « vu » de l'interrogateur, modifier l'énergie qu'il absorbe ou qu'il renvoie (modulation de charge en HF et rétro diffusion en UHF) ;
- Au premier ordre, c'est donc uniquement la puissance émise par l'interrogateur que l'on doit prendre en compte au niveau des autorisations de puissance d'émission ;
- Du fait de la dissymétrie d'alimentation, les fonctions d'émission et de réception du tag doivent consommer peu pour assurer une bonne performance en distance de fonctionnement et simples en implémentation pour respecter des contraintes de coût ;
- Le tag étant la plupart du temps en déplacement relatif par rapport à l'interrogateur, il doit aussi gérer des variations d'amplitude du champ électromagnétique qui peuvent être très importantes en BF ;
- L'antenne de l'interrogateur doit avoir une dimension suffisante pour ne pas perdre le contact pendant toute l'opération de lecture-écriture (analogie avec les cartes sans contact).

3.2.1 Le champ électromagnétique

Le champ électromagnétique, comme on vient de le voir, est une composante essentielle d'un système d'étiquettes RFID. Généralement, il est constitué essentiellement d'une fréquence pure modulée plus ou moins faiblement en phase ou en amplitude. C'est cette fréquence porteuse qui, une fois redressée à bord de la puce, assure son alimentation.

Ce champ électromagnétique peut subir des déformations, des atténuations voire des annulations locales en fonction de la nature des matériaux qu'il rencontre. La conductivité des matériaux est un paramètre potentiellement très perturbant. En cas de matériaux réfléchissant, à très hautes fréquences (UHF et SHF) et compte tenu des distances de fonctionnement qui peuvent représenter plusieurs fois la longueur d'onde, on peut avoir des phénomènes de trajets multiples avec des zones d'annulation locale du champ (cf. Swiss Cheese Effect).

Rappelons que c'est la composante magnétique du champ qui est utilisée en basse fréquence et en haute fréquence, et la composante électrique à très haute fréquence, UHF et SHF. Les conséquences pratiques sont une très grande différence de sensibilité à l'influence de l'environnement électromagnétique.

3.2.2 L'interface air

Les normes actuellement disponibles (ISO/IEC18000-x) définissent l'interface air, c'est-à-dire le protocole de communication entre interrogateur et étiquette(s) tant du point de vue des commandes que des échanges de données.

Une autre série de normes complémentaires (actuellement sous forme de « Technical Report » - ISO/IEC18047-x) – explicite les conditions de vérification de conformité des produits aux normes de base ISO/IEC18000-x.

Enfin une norme spécifique - ISO/IEC18046-1, 2, 3 explicite les conditions de tests visant à vérifier les performances. Le « Technical Report » 18046 va être prochainement transformé en norme internationale (IS).

Voir tableau au § 4.5.1

3.3 Logiciels d'acquisition et de traitement

Les logiciels d'acquisition sont dédiés à un type de capture de l'information (code-barres, RFID, codes 2 D, etc.). Ils résident principalement dans les outils de capture (interrogateurs physiques) et servent à comprendre les données, voire à dialoguer avec les supports de données RFID.

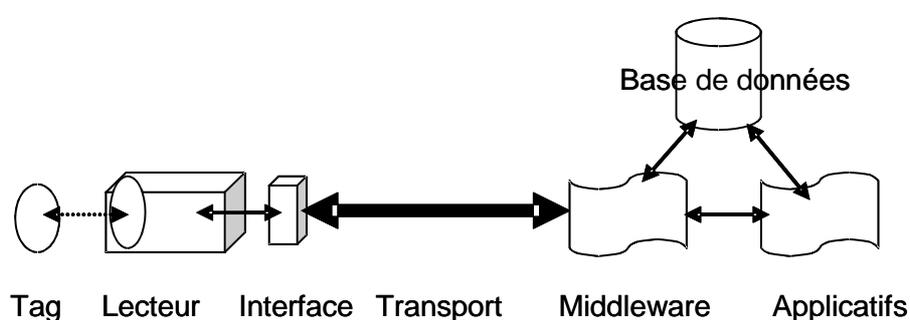
Les **logiciels de traitement** ont pour vocation de trier, d'organiser, de structurer et de traduire si nécessaire les informations en langage exploitable vers les autres logiciels.

Les **logiciels applicatifs** sont ceux qui permettent d'utiliser les données précédemment traitées pour réaliser des travaux de prise de décision et d'exploitation par d'autres systèmes.

Il n'y a pas de standard identifié (voir §4.2.2.1).

Les fournisseurs habituels de solutions pour les systèmes d'information semblent tous avoir, lorsqu'ils ont une offre « système d'identification automatique par RFID », un « middleware » disponible.

Selon le niveau que l'on considère dans l'architecture informatique, on peut faire les remarques suivantes :



- Au niveau du micro-code (firmware) incorporé au matériel et qui assure la gestion locale du système électronique, chaque offreur d'interrogateur RFID met en œuvre son propre micro-logiciel pour satisfaire aux contraintes liées au micro-processeur du commerce utilisé et aux impératifs de communication avec les tags à lire en conformité avec les normes ISO 18000.
- Au niveau du micro-logiciel intégré à l'interface (interne ou externe à l'interrogateur) dont le rôle est de configurer correctement les données transmises afin de les rendre compatibles avec les moyens de transport adoptés (bus, Internet, etc.), c'est souvent l'offreur d'interrogateur ou l'intégrateur de solutions RFID qui met en œuvre son propre micro-logiciel pour satisfaire aux fonctions de traduction attendues.
- Au niveau du « middleware », logiciel intermédiaire entre d'autres logiciels (intergiciel), dont la fonction est d'opérer la mise en forme des données et leur traitement (dédoublonnage, organisation, contrôle, reconnaissance, comptabilisation, etc.) pour fournir aux systèmes applicatifs des données correctes, plusieurs typologies d'offeurs sont concernées :
 - Les offeurs d'interrogateurs qui intègrent cette fonction « middleware » dans l'interface incorporée à l'interrogateur ;
 - Les offeurs de « middleware » (WMS WCS) dédiés à une fonctionnalité (process, logistique, stock, etc.) ;
 - Les offeurs de solution informatique complète (IBM, HP, SUN) comprenant les logiciels « middleware ».

Les logiciels concernés sont souvent des développements spécifiques et propriétaires, mais des logiciels libres (Open source) se développent fortement à ce jour, ce qui favorise des bases communes de traitements standardisés.

- Au niveau des logiciels applicatifs de gestion dédiés (ERP, facturation, statistique, etc.) ce sont des standards propriétaires qui s'imposent (ORACLE, SAP). Dans le cadre du

traitement des données, des logiciels d'archivage permettent de rechercher, traiter, trier et restituer les données stockées. Ce sont des standards propriétaires qui s'imposent (Google, etc.).

3.4 Architecture réseau

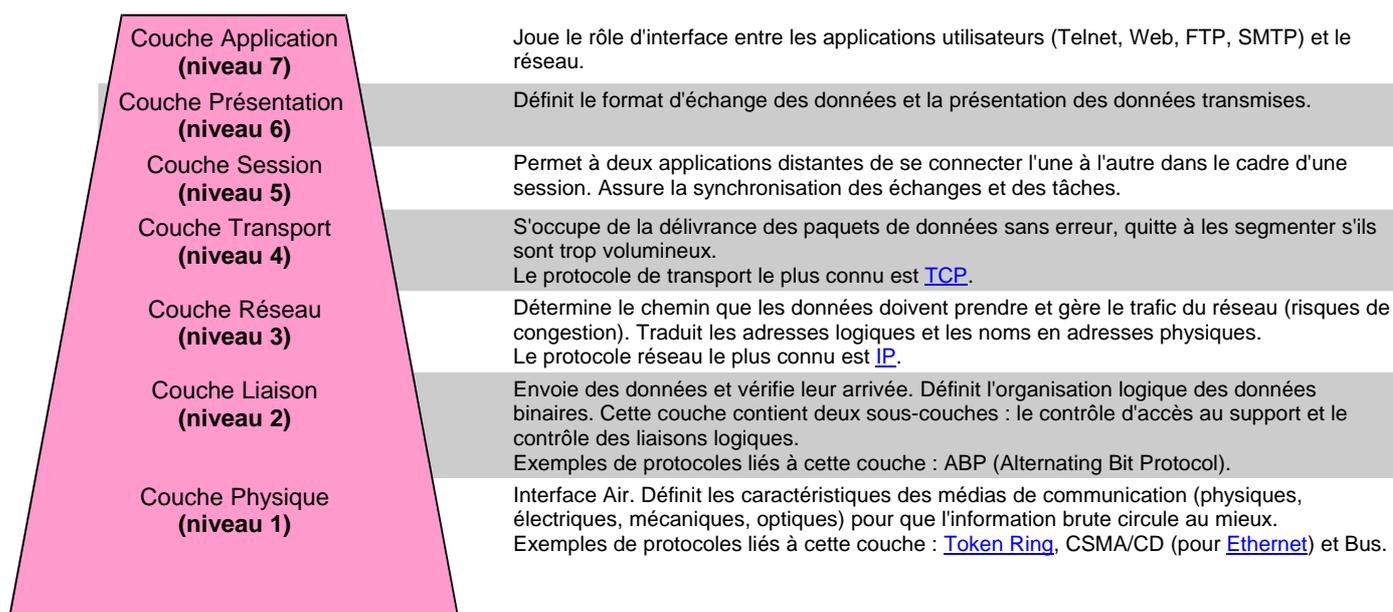
L'architecture réseau est une représentation de l'organisation et de l'interdépendance entre différents systèmes informatiques appelés à communiquer entre eux.

Les architectures utilisées pour l'exploitation des données issues des moyens de capture RFID, devraient peu différer des architectures utilisées pour l'exploitation des données code-barres. Mais en réalité, le volume et l'organisation des données, ainsi que les possibilités d'échanges avec les étiquettes électroniques RFID (appliquées à la traçabilité des objets) conduisent à des nouveaux concepts (EPC).

On distingue des architectures en réseau fermé interne aux entreprises et en réseau ouvert entre différentes plateformes informatiques, voire entre différents serveurs Internet.

3.4.1 Principe de l'architecture OSI* de référence (ISO 35100. x)

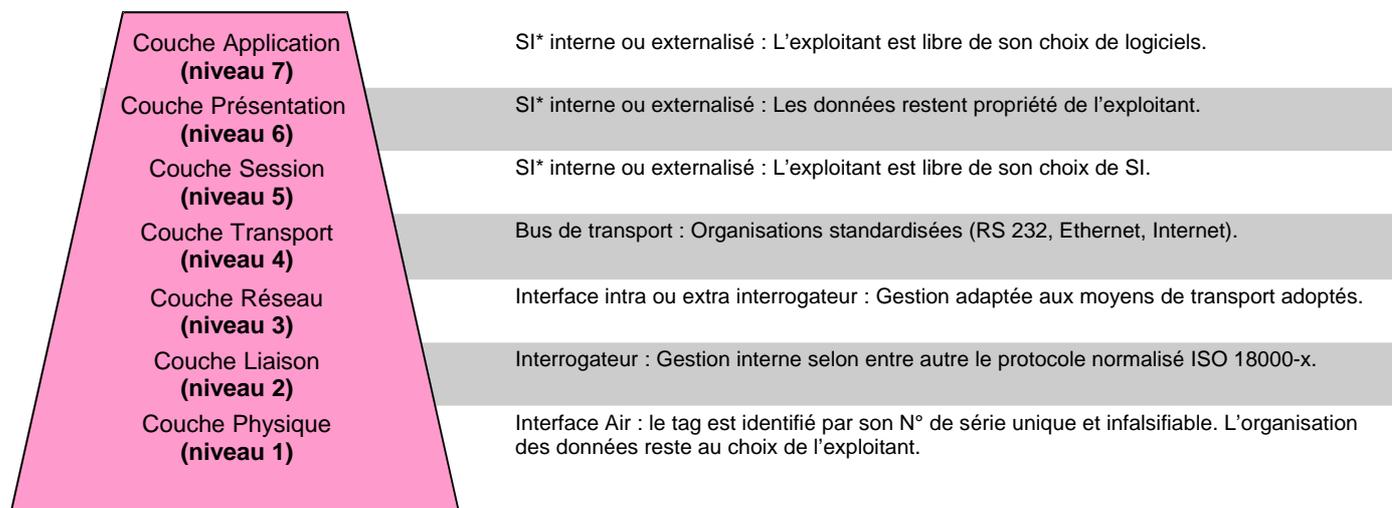
L'organisation et le mode de traitement adopté selon chaque couche, conditionnent le degré de vulnérabilité et donc de sécurité des données.



Source : Fabrice DEBLOCK, JDN Solutions

*OSI : Open System Interconnections

3.4.2 Organisation habituelle sur la base de RFID normalisée ISO

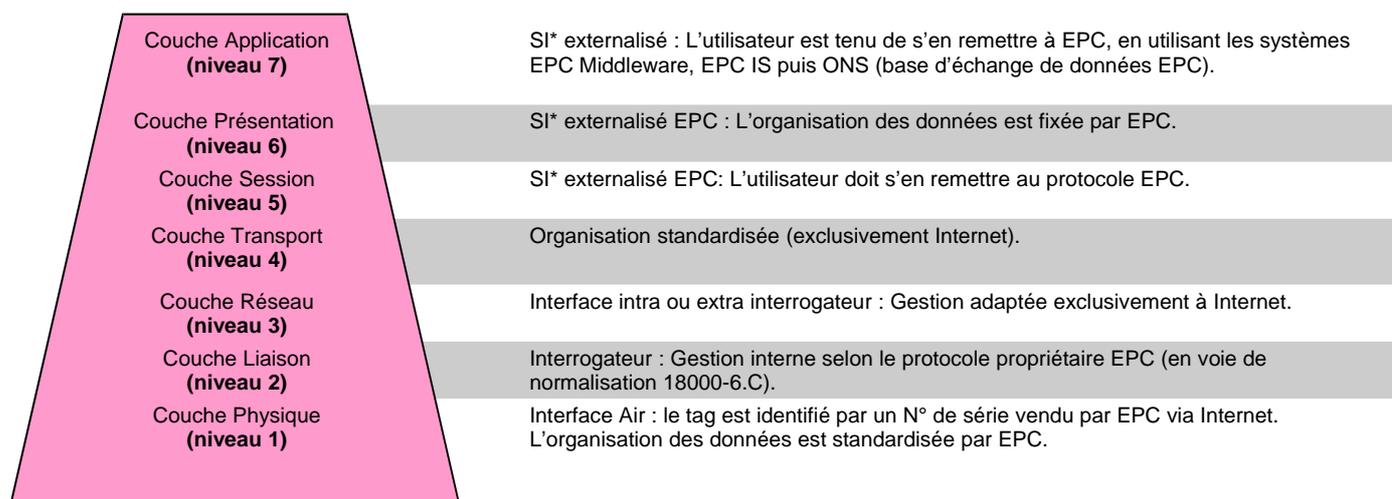


* SI Système informatique

En parallèle de cette organisation, l'archivage dans le but de traçabilité reste la propriété de l'exploitant. Hormis l'exploitant ou ses sous-traitants informatiques, personne ne peut posséder toute l'information sur les mouvements et les caractéristiques des produits en mouvement.

3.4.3 Organisation sur la base du concept RFID standardisé EPC

Le concept d'architecture EPC est fortement médiatisé. Il s'appuie sur Internet comme moyen de communication entre toutes les composantes du système de traçabilité, et sur une organisation standardisée des données destinée notamment à permettre aux utilisateurs d'interroger, à partir du monde entier, les données attendues.



*SI Système informatique

Ce concept souvent perçu comme très centralisé repose en pratique sur une localisation des bases de données chez les partenaires, qui restent maîtres de leurs données et choisissent celles qu'ils souhaitent échanger (principe de l'EPC IS).

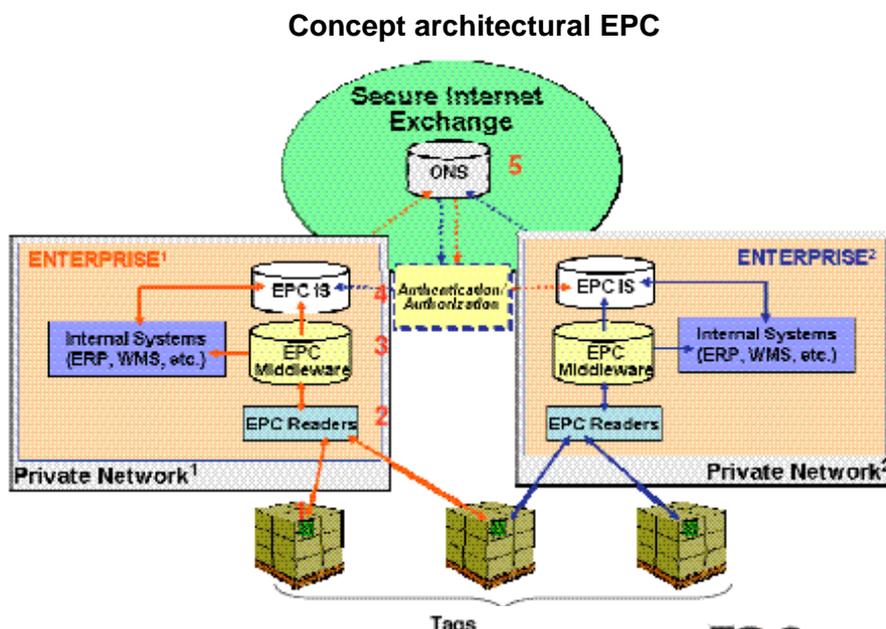
Par ailleurs, des questions ont été posées en ce qui concerne le rôle de VeriSign dans ce concept. D'une part, VeriSign est un acteur clé pour la tenue (sécurisée) des registres de codes d'identification attribués aux membres adhérents au réseau EPC Global (c'est une composante du service rendu par GS1 en échange du paiement d'une cotisation). D'autre part, à l'instar du rôle qu'elle joue dans le DNS, VeriSign joue pour l'ONS le rôle d'autorité de certification racine pour les identifiants objet permettant de relier un code EPC (attribué à un objet) à une page Web (contenant des informations sur cet objet). Cette situation confère à cette société un pouvoir sur les membres du réseau GS1 inscrits au titre de la codification EPC Global, du fait de l'accès et du traitement de certaines informations relatives à ses affiliés et à leurs activités, voire de l'éventuel archivage centralisé des transactions pour raison de sécurité.

Certains membres du réseau auront certainement la possibilité et se donneront les moyens de décider de manière rationnelle, en fonction du degré de sensibilité des informations concernées, de la manière la plus appropriée de :

- gérer leur implication dans le schéma d'architecture EPC Global et par rapport aux services commerciaux qui leur seront inévitablement proposés en complément (y compris par la société VeriSign et ses alliés stratégiques) ;
- structurer leurs systèmes informatiques de manière à éviter de perdre une partie de leur autonomie face à un grand donneur d'ordre.

A contrario, les petits acteurs membres n'auront certainement pas cette possibilité. Ils ne seront donc en mesure ni de gérer, ni même de qualifier les menaces auxquelles ils pourraient s'exposer.

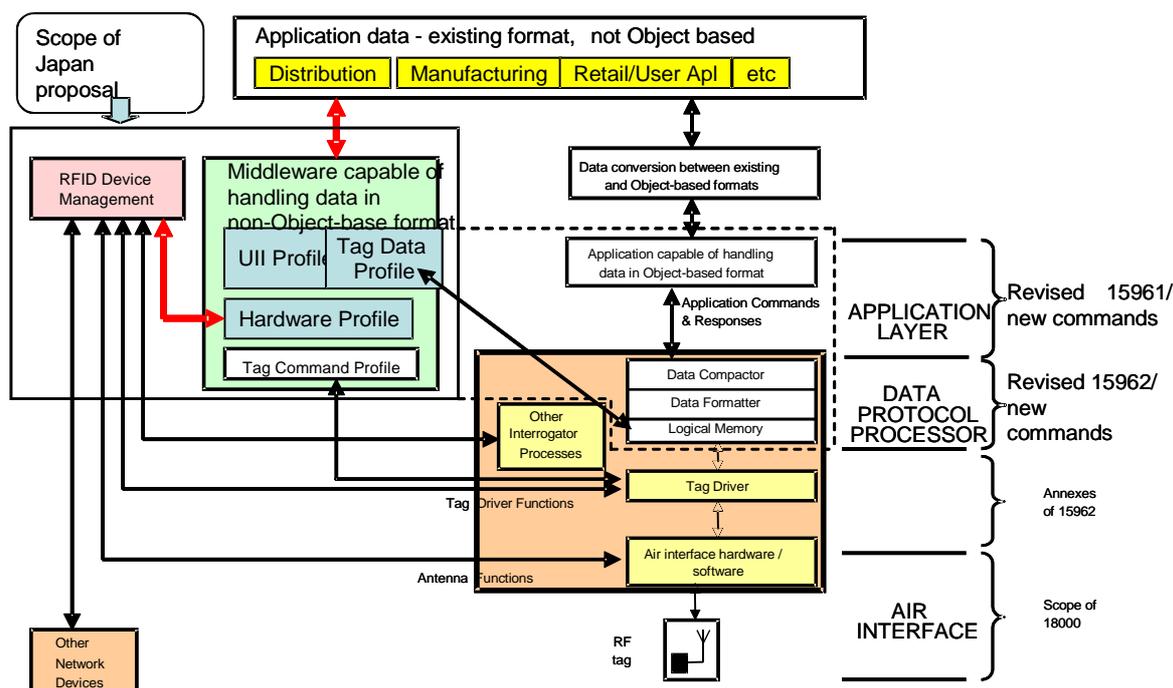
Cette analyse, qui demande à être précisée, appelle à un positionnement des pouvoirs publics relativement aux gouvernances mises en place dans ce type d'architecture.



Source : Communications EPC

Un tel constat semble avoir constitué une motivation forte pour inventer d'autres concepts, comme notamment au Japon et en Corée, dont l'architecture et la gouvernance restent

cependant à analyser en termes de centralisation et de neutralité. Le Japon a même présenté une proposition à ce sujet à l'ISO (cf. schéma ci-dessous).



En Europe, aucune décision de nature politique ou réglementaire n'a été prise, à ce stade.

Cependant, la pertinence d'une telle décision, ou d'une initiative pourrait soulever débat et la question pourrait devenir à l'ordre du jour.

Le dossier parfois épineux de l'attribution et de la gestion des DNS et des noms de domaines, le fait que les enjeux de l'ONS seront probablement bien plus importants, paraissent attester que l'Europe et les états membres doivent anticiper l'avenir et adopter une position résolue.

3.5 Dimension réseaux et infrastructures

Dans l'état actuel de développement des réseaux, il n'y a pas eu création de nouveaux réseaux pour exploiter les possibilités des étiquettes électroniques. Cependant, il faut suivre les recherches en cours sur les « mesh networks »⁴ et sur les réseaux permettant des communications de tag à tag.

Le principal problème qui risque de se présenter sera un problème de capacité des moyens de communication. En effet, si les réseaux envisagés se développent effectivement, on assistera à la circulation d'information d'un volume considérablement plus important que le volume actuellement traité.

Deux standards précurseurs illustrent ce que pourront faire les futures étiquettes électroniques

- Zigbee, <http://www.zigbee.org/en/index.asp> ;

⁴ Mesh network : réseau maillé auto-configurant

- Aeroscout (société qui propose des systèmes et un standard propriétaire basé sur les réseaux Wi-Fi) : <http://www.aeroscout.com/> .

3.6 Technologies émergentes

Plusieurs technologies émergentes vont affecter à plus ou moins long terme les procédés de fabrication et les performances des étiquettes RFID. On peut les regrouper en deux grandes catégories :

- évolution des technologies traditionnelles à base de puces Silicium (mémoires non volatiles, micro-batteries, micro-capteurs, SOI (faible consommation)) ;
- nouveaux procédés de fabrication de circuits électroniques (électronique polymère) ;
- une catégorie « divers » : SAW (Surface Acoustic Wave).

3.6.1 Mémoires non volatiles

Par construction, la mémoire non volatile est un bloc électronique important de la RFID puisque c'est lui qui stocke l'identifiant.

Ses principales limitations actuelles sont : les temps d'écriture trop longs (quelques ms pour une EEPROM) et les tensions de programmation non directement compatibles avec la contrainte de télé-alimentation (1 à 2 V), ce qui nécessite un élévateur de tension.

Différentes technologies sont actuellement développées avec un transistor et un matériau de mémorisation comme élément de base : FeRAM, MRAM, PC-RAM.

Une technologie différente à base de MEMS (Microsystèmes électromécaniques) est aussi proposée avec ses avantages et ses inconvénients potentiels : insensibilité aux rayonnements EM, grosse taille du point mémoire.

3.6.2 Technologie faible consommation (SOI)

De nouvelles technologies microélectroniques développées ces vingt dernières années peuvent être pertinentes pour la fabrication de puces RFID. C'est le cas de la technologie (SOI-Silicium sur isolant) qui possède par construction un substrat de plus haute résistivité que le silicium bulk classique. Cela diminue favorablement les interférences entre la partie RF et la partie numérique des circuits.

Cette caractéristique permet aussi de réduire les courants de fuites et les capacités de couplage transistors/substrat ce qui a pour effet de diminuer la consommation statique et la consommation dynamique des circuits. Enfin, elle autorise une vitesse de fonctionnement plus importante. Cette plus forte résistivité évite l'emploi de caissons autour des transistors ce qui augmente la densité d'intégration.

Cette technologie est beaucoup utilisée à présent par AMD pour réaliser ses processeurs 32 et 64 bits de la famille Athlon afin de diminuer la puissance dissipée et permettre des vitesses plus rapides. Elle est aussi utilisée par l'industrie horlogère pour réaliser des montres électroniques à plus grande autonomie. Elle peut apparaître pertinente en terme de consommation et d'isolation des parties RF et numérique d'une puce RFID. Notons cependant que le coût du wafer SOI est plus cher que celui du silicium classique (environ 10%). La puce μ -chip d'HITACHI est en technologie SOI.

3.6.3 Micro-sources d'énergie

Trois raisons majeures contribuent à l'ajout de micro-sources d'énergie sur une étiquette RFID : la communication robuste à plus grande distance, la sécurité active contre la fraude et la traçabilité d'une grandeur physique entre deux passages devant un interrogateur.

On distingue deux types de sources d'énergie miniaturisées :

- Les mini-batteries en couches minces qui peuvent être déposées sur l'ensemble de la surface de l'étiquette fournissent environ 5 mA.h/cm² pour 500 μ m d'épaisseur ;

- Les micro-batteries, directement déposées sur le circuit intégré par des procédés similaires à ceux de la microélectronique, fournissent de 100 à 200 $\mu\text{A.h/cm}^2$ pour 10 μm d'épaisseur.

3.6.4 Micro-capteurs

Afin d'étendre la fonction de traçabilité à certaines grandeurs physiques, l'utilisation de micro-capteurs est envisageable.

Ici, on vise plus particulièrement dans un premier temps des « micro-stations » de type météo enregistrant des paramètres tels que la température, la pression et l'humidité ou la mesure des chocs/vibrations, et autres informations pertinentes relatives aux conditions de la vie d'un produit.

Des approches capacitives ou haute impédance permettent de minimiser la consommation. Selon les performances requises, on peut envisager l'intégration sur la puce RFID ou l'utilisation de micro-capteurs réalisés avec une technologie spécifique et montés en modules multi-puces.

3.6.5 Electronique polymère

L'objectif est d'utiliser les techniques additives d'impression pour fabriquer l'électronique de la puce à l'aide de matériaux polymères semi-conducteurs, conducteurs et isolants. Ce procédé permettrait de réduire notablement les coûts de fabrication et d'atteindre l'objectif de moins de 5 centimes d'euro par étiquette.

Outre la mise au point du procédé de fabrication collective sur grands rouleaux de supports souples, papier ou plastique, les principales limitations actuelles sont les suivantes :

- Faible mobilité des électrons (1000 à 10000 fois moins rapide que l'électronique monocristalline) ;
- Très fortes tensions de seuil, donc alimentation à fort voltage (10-40V) ;
- Stabilité des composants organiques dans la durée ;
- Non disponibilité de mémoires non volatiles réinscriptibles.

Cependant, on note des progrès significatifs ces derniers temps, en particulier sur la mobilité grâce aux molécules à base de pentacène qui approchent les performances du silicium amorphe.

Compte tenu des performances actuelles en vitesse, des démonstrateurs de laboratoire en BF et HF seront possibles dans un futur proche. Il restera encore à valider le procédé de fabrication et la stabilité dans le temps.

En Europe, des sociétés comme Philips, Siemens (via PolyIC) ou ST Microelectronics travaillent sur le sujet et commencent à montrer des premiers dispositifs fonctionnels.

3.6.6 Electronique poly-Si souple

La technologie silicium polycristallin (poly-Si) est une technologie couches minces (TFT) permettant la réalisation de transistors déposés sur de grandes surfaces (verre, plastique). Le silicium polycristallin est réalisé par recuit d'une couche de silicium amorphe à l'aide de lasers à excimères⁵. Cette technologie est en particulier beaucoup utilisée aujourd'hui pour réaliser des écrans plats ou des cellules photovoltaïques. Elle est adaptée à un dépôt sur une surface souple et possède une mobilité électronique meilleure que celle de la technologie polymère, conduisant à des performances en vitesse relativement satisfaisantes pour une étiquette RFID.

Récemment, TDK et « Semiconductor Energy Laboratory Co Ltd » au Japon ont développé une étiquette Poly-Si souple à 13,56 MHz. Elle possède un microcontrôleur 8 bits travaillant à 3,39 MHz. On peut la plier jusqu'à un rayon de courbure de 10 mm.

⁵ Les excimères ioniques ont été proposés comme nouvelle classe de molécules susceptibles d'engendrer un effet Laser dans le domaine spectral de l'ultraviolet du vide (VUV).

3.7 Liens avec d'autres technologies complémentaires

Les technologies RFID auront certainement toute leur place dans le développement des communications M2M (Machine to Machine). Elles seront alors un des éléments contribuant à la généralisation de la mise en réseau des objets communicants.

Un autre domaine, qui sera développé au chapitre 6.2.9 est l'association des RFID avec d'autres technologies pour participer à la lutte contre la contrefaçon et le marché gris.

Dans la pratique, on voit les technologies RFID dédiées à l'identification automatique et associées aux technologies « code numérique » ou « système hybride » ou autres en ce qui concerne l'authentification.

La gestion et la protection des œuvres d'art reposent sur une utilisation mixte de technologies.

3.8 Technologies concurrentes

3.8.1 Code à barres 1D et 2D

Historiquement, les codes à barres 1D sont la première technologie concurrente des étiquettes RFID. Ils bénéficient d'au moins deux atouts : ils sont déjà largement utilisés et sont très bon marché. Ils sont lus à distance par un rayon laser et nécessitent donc une vue directe entre le code à barres et le lecteur et ne sont pas modifiables (lecture seule).

Un code à barres 1D comporte un certain nombre de caractères. Le type le plus utilisé dans le monde est le standard EAN 13 qui comporte 13 caractères.

Actuellement deux grandes techniques de codes 2D sont proposées : la technique d'empilement de codes 1D et la technique matrice de points.

Le premier code à barres 2D (Code 49) a été introduit par Intermec en 1987. C'est une suite de codes 1D empilés verticalement. Les codes à barres 2D peuvent contenir plusieurs centaines de caractères et s'adapter à une surface de 1 à 14 pouces carrés (Data Matrix). Les lecteurs utilisent une caméra CCD associées à un scanner.

Cette technologie a été très largement normalisée (voir www.afnor.org).

3.8.2 Technologie SAW (Surface Acoustic Wave)

Il s'agit d'une technologie utilisant les ondes acoustiques de surface. Le dispositif comprend une antenne et un capteur interdigité de deux rangées de doigts montées sur un substrat de Quartz ou en Nobiote de Lithium ainsi que des réflecteurs. En réponse à une sollicitation (impulsion) produite par un interrogateur, ce dispositif renvoie une information codée sous la forme d'un « train d'échos » dépendant de la disposition géométrique des réflecteurs. Il utilise en général la bande UHF.

Le principal avantage de ce dispositif est la très grande rapidité de réponse à l'interrogation, ce qui permet une utilisation sur des systèmes à déplacement rapide avec une grande fiabilité.

4 Etat actuel des normes et réglementations

4.1 Règlements

Dans le but d'assurer la compatibilité électromagnétique entre les différents utilisateurs du spectre radioélectrique, la réglementation se rapporte aux éléments suivants :

- La fréquence d'émission ;
- La sécurité des personnes ;
- La pollution électromagnétique.

4.1.1 La Compatibilité Electro Magnétique

L'électronique et la microélectronique sont sensibles aux rayonnements électromagnétiques. L'émission d'un champ électromagnétique par un appareil est donc réglementée en Compatibilité Electro Magnétique (CEM) pour ne pas perturber le bon fonctionnement d'autres appareils éventuels à proximité.

Les règlements de la CEM ayant été conçus pour des émetteurs-récepteurs RF, ils sont par conséquent défavorables à la RFID passive qui n'a pas été prise en considération initialement.

La compatibilité électromagnétique d'équipements radio est fixée en Europe par la conférence des postes et télécommunications européennes (CEPT). La CEPT, depuis l'Assemblée de Weimar en 1995, traite exclusivement des questions réglementaires et de compétence nationale. Elle a émis les **recommandations** ERC 70-03, T/R 60-01 et T/R 22-04.

Aux États-Unis, les textes sont édités par la FCC (*Federal Communications Commission*)

Série de normes correspondante est la FCC 47.

Au sein des équipements radio, la RFID entre dans le cadre plus strict des SRD (*Short Range Devices*). Les textes dans ce domaine fixent les limites des puissances d'émission des champs électromagnétiques. Ils font l'objet d'une déclinaison différente selon les pays ou les régions (au sens zones géographiques du monde).

Le 9 mars 1999, le Parlement européen a adopté une directive définissant les règles de mise sur le marché et de mise en service d'équipements radio et de terminaux de télécommunication. Cette directive, la **1999/5/EC** remplace la directive 1998/13/EC et les réglementations nationales.

Au niveau européen, l'ETSI est en charge de la partie compatibilité électromagnétique (CEM) sous un angle technique et normatif. Cette activité comprend notamment la définition des limites des rayonnements électromagnétiques des équipements RFID en fonctionnement ainsi que des moyens à mettre en œuvre pour le contrôle du respect de ces règlements.

L'organisme de normalisation ETSI intervient donc également dans ce domaine avec la série des **normes européennes** 300-220, 300-330, et 300-440, puis plus récemment la 302-208 spécifiquement dédiée à l'UHF. Il faut y ajouter la norme **EN 301 489 ERM** *Electro-Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services (Part 3: Specific requirements for Short-Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 25 GHz*). Ces normes sont citées dans ce chapitre en raison de leur association avec la réglementation.

→ Les pays restent souverains en Europe et en France, c'est le gouvernement qui prend les décisions en matière d'autorisation et de réglementation. L'ARCEP est chargée d'administrer la réglementation et de rédiger / vérifier l'application ou de faire appliquer les décisions quant à la définition des limites de rayonnements à condition qu'elles ne dépassent pas celles définies par l'Europe.

4.1.2 Fréquences de communication

La RFID correspond à des applications dites SRD pour *Short Range Devices* (applications en faible puissance et courte portée).

En matière de spectre électromagnétique, la Communauté européenne a publié une décision (http://europa.eu.int/information_society/policy/radio_spectrum/index_en.htm) dans le but d'harmoniser les disponibilités et l'allocation de bande du spectre radioélectrique pour favoriser le marché intérieur.

Cette décision appelée « spectre radioélectrique » 676/2002/EC est relative au cadre réglementaire pour la politique en matière de spectre radioélectrique dans la Communauté Européenne ».

Les bandes de fréquences retenues par la normalisation pour l'utilisation de la RFID sont données de manière schématique dans le tableau 5 :

	BF Basse fréquence-	HF Haute fréquence-	UHF Ultra haute fréquence-	SHF (micro ondes) Super haute fréquence, ou « micro ondes »
Région 1 Europe et Afrique	< 135 kHz	13,56 MHz	865,0 - 868,0 MHz	2,446 – 2,454 GHz
Région 2 Amérique du Nord et du Sud	< 135 kHz	13,56 MHz	902 - 928 MHz	2,4 – 2,4835 GHz
Région 3 Asie et Océanie	< 135 kHz	13,56 MHz	En cours	2,427 - 2,47 GHz

Tableau 5 : bandes de fréquences retenues

La situation réelle est un peu plus compliquée pour la bande UHF (Japon, Inde, Chine, en particulier, où chacun a ou aura sa propre réglementation).

Les tableaux en annexe détaillent ces disparités pour quelques pays.

Les réglementations sont différentes suivant les pays et le niveau d'information disponible n'est pas homogène ou bien les réglementations sont en cours d'élaboration avec un calendrier qui n'a qu'une valeur prévisionnelle (cas de la Chine en UHF par exemple)

A titre d'exemple, le tableau ci-dessous présente pour quelques pays de différentes zones la complexité de la situation pour l'UHF.

Pays	Utilisation autorisée	Bande RFID	Situation actuelle	Puissance Max	Normes	Protocole
USA	oui sans licence, avec restriction	902-928 MHz	Approuvé	4 W EIRP	FCC Part 15 Sect 247 (canaux de 500 kHz définition de 20 dB)	FHSS
Europe CEPT/ETSI	oui + réglementations nationales	865.6 867.6 Mhz	Approuvé	2 W ERP	EN 302 208	LBT
CANADA	oui, sans licence	902-928 MHz	Approuvé	1 W EIRP		FHSS
CHINE		917-922 MHz	Bande provisoire, avec licence, réglementation en cours d'étude	2 W ERP		
COREE du SUD		908,5-910 MHz 910-914 MHz	Approuvé	4 W EIRP 4 W EIRP		LBT FHSS
HONG-KONG	Telecommunications apparatus	865,6-867,6 MHz 920-925 MHz	Approuvé (modif à Telecom Order)	2W EIRP 4W EIRP	ETSI EN 302 208 pour bande 2W	FHSS pour bande 4 W
JAPON	Cellulaire, RFID	952-954 MHz	Rapport remis au ministère, études à poursuivre	4 W EIRP	ND	à définir
TAIWAN		922-928 MHz	Approuvé	1 W ERP (indoor) 0,5 W ERP (outdoor)		FHSS FHSS

Attention : 1W ERP (Effective Radiated Power) = 1,62W EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power). Ainsi, les 4W aux USA sont à comparer aux 3,24W en Europe.

Pour mettre en place une application RFID, il est donc indispensable de disposer d'informations précises obtenues auprès de contacts locaux (le régulateur dans la plupart des cas), bien que celles-ci ne soient pas toujours disponibles. Il apparaît cependant que les autorités responsables ne sont pas toujours identifiables dans certains pays (zone Afrique par exemple), et lorsqu'elles le sont, que les réponses ne sont pas toujours aisées à obtenir, ni à interpréter.

En matière de contraintes réglementaires sur les fréquences et les puissances d'émission, il est à souligner que :

- Les pays restent souverains pour la réglementation des fréquences et des puissances d'émission et l'allocation des bandes de fréquences par type d'application se fait au niveau régional et national ;
- La fréquence 13,56 MHz apparaît la plus universelle en termes de réglementation dans le monde pour ce qui est de la RFID ;
- Pour ce qui est de l'UHF dans la gamme 860-960 MHz préconisée pour la distribution, on constate que la situation mondiale est loin d'être figée aujourd'hui.

4.1.3 Sécurité des personnes vis-à-vis des rayonnements

L'identification radiofréquence doit nécessairement satisfaire aux exigences concernant l'exposition du corps humain aux champs électromagnétiques.

En juillet 1999, une recommandation européenne (1999/519/CE/12.07.99) relative à l'exposition du public aux champs électromagnétiques a été adoptée fixant les restrictions de base pour les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques.

La limite maximum acceptable de puissance de rayonnement absorbée par les tissus humains s'exprime en Débit d'Absorption Spécifique (*DAS*) dont la traduction en anglais est *SAR* (*Specific Absorption Rate*). Elle est exprimée en watts par kg et est fixée par l'ICNIRP

(International Commission on Non-Ionising Radiation Protection) à 2 W/kg pour la tête et le tronc.

Les textes fixant les limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques sont issus respectivement de l'ICNIRP (1998), de l'IEEE (C95.1-1999) et de la Commission Européenne (recommandation du conseil 1999/519/CE) reprise dans la réglementation française par le décret de 3 mai 2002.

Pour la protection des travailleurs, 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) s'applique. Elle devra être transposée dans la législation française avant 2008.

L'IEEE travaille à l'établissement de la spécification Std 1528-200X qui spécifie des recommandations pour déterminer le DAS dans le corps humain dû aux équipements de communication sans fils par une méthode expérimentale.

Pour ce qui est des équipements fonctionnant dans la gamme 300 MHz à 3 GHz, plusieurs normes sont à considérer (s'appliquent aux téléphones mobiles) :

- En Europe, établi par le CENELEC : EN 50361 relative à la mesure du débit d'absorption spécifique pour les champs magnétiques émis dans la gamme (300 MHz-3 GHz) ;
- A l'International, établie par la CEI : CEI 62209 relative à une procédure pour la détermination du taux d'absorption spécifique.

Par ailleurs, l'OMS mène une étude à long terme sur les effets des faibles doses de radiation sur la santé.

La situation est actuellement la suivante :

L'ICNIRP (International Committee for Non-Ionising Radiation Protection) a établi des guides pour limiter les temps d'expositions aux rayonnements (EMR).

Ces guides sont généralement acceptés dans le monde mais avec cependant quelques différences qu'illustrent les tableaux ci-dessous :

Guides ICNIRP Limites SAR (mesurée dans 10g de tissu)

SAR Limits	Occupational Workers	Non-occupational workers
Corps entier	0.4 W/kg	0.08 W/kg
Exposition locale		
Tête et tronc	10 W/kg	2 W/kg
Main et pied	20 W/kg	4 W/kg

I
Limites SAR - Résidentiel

	Australia	USA	Europe	Japan	New Zealand
	ACA	ANSIC95.1	ENV50166	TTC/MPT	NZS2772
Corps entier	0.4 W/kg	0.4 W/kg	0.4 W/kg	0.4 W/kg	0.4 W/kg

Pic spatial	10 W/kg	8 W/kg	10 W/kg	8 W/kg	10 W/kg
Temps moyen d'exposition	6 min	6 min	6 min	6 min	6 min
Poids moyen	10g	1g	10g	10g	10g
Forme	Cube	Cube	Cube	Cube	Cube

Limites SAR – Non résidentiel

	Australia	USA	Europe	Japan	New Zealand
	ACA	ANSIC95.1	EN50166	TTC/MPT	NZS2772
Corps entier	0.08 W/kg	0.08 W/kg	0.08 W/kg	0.04 W/kg	0.08 W/kg
Pic spatial	2W/kg	1.6 W/kg	2 W/kg	2 W/kg	2 W/kg
Temps moyen d'exposition	6 min	30 min	6 min	6 min	
Poids	10g	1g	10g	10g	10g
Forme	Cube	Cube	Cube	Cube	Cube

4.1.4 Environnement électromagnétique

Malgré la conformité des équipements à la réglementation en matière de Compatibilité Electro Magnétique, il arrive des situations où une forte densité d'équipements conformes opère simultanément dans un espace donné. Dans ces conditions, la performance réelle d'un équipement peut s'avérer notoirement en deçà de la performance de cet équipement opérant de façon isolée.

Les différentes approches règlementaires n'ont pas le même impact sur ce phénomène.

Le dispositif « Saut de fréquence automatique » (Frequency Hopping) pratiqué en Amérique du Nord avec de nombreux canaux disponibles serait susceptible d'augmenter le taux de non-communication dans le cas des RFID. En effet, les interrogateurs n'étant pas synchronisés entre eux, il y a des risques de tentatives d'occupation simultanée d'un canal par plusieurs interrogateurs.

A l'inverse, le dispositif « Ecoute avant émission » (Listen Before Talk - LBT) décrit dans la norme européenne EN 302-208⁶ spécifique à la RFID ne travaille qu'avec 10 canaux de 200KHz. Cela devrait permettre d'éviter les occupations simultanées d'un même canal par des interrogateurs distincts mais cela risque de conduire à une saturation rapide des capacités de communication.

4.1.5 Impact de la réglementation sur la portée de détection des RFID

La portée théorique de détection des tags RFID est fonction de la fréquence et de la puissance d'émission de l'interrogateur fixée par la réglementation. On peut espérer atteindre de l'ordre de 1,20 m en BF et en HF et plusieurs mètres en UHF.

En fonction des réglementations actuelles, la distance réelle de détection est variable suivant les pays mais dépend également fortement de l'environnement.

⁶ Cette norme a été définie en septembre 2004 par le comité ETSI TG 34

4.2 Les normes génériques des RFID

Les normes sont des documents élaborés par consensus au sein d'organismes reconnus. Elles sont en général d'application volontaire.

Exemple: les normes ISO/IEC 18000-x décrites ci-après.

Elles peuvent parfois être référencées par la réglementation et donc devenir obligatoires⁷.

Exemple : les normes européennes de compatibilité électromagnétique.

Les standards sont des spécifications ne répondant pas à cette définition. Ils peuvent être issus d'organisations variées notamment en termes d'ouverture de fonctionnement et de politique de propriété industrielle.

Exemple : les standards décrits par le consortium EPC Global.

Certains standards ont été imposés par une seule entreprise.

Exemple: le tag de suivi des conteneurs développé par SAVI.

Les normes internationales génériques aux RFID se rapportent aux éléments suivants :

- le mode de codage de l'information, d'émission et de radiocommunication (spectre, codage, éventuellement protocoles dont anticollision) ;
- l'identification ;
- la sécurité des personnes ;
- la compatibilité électromagnétique (cf. ci-dessus au chapitre réglementation) ;
- les protocoles de communication entre la puce et l'interrogateur ;
- les architectures et infrastructures de réseau ;
- la conformité (en cours d'élaboration) ;
- les RFID avec capteurs (en cours d'élaboration) ;
- le recyclage et la mise en œuvre.

De ces caractéristiques dépendent notamment la distance de lecture, le volume d'informations échangées, le volume du champ de lecture.

Cette volonté de référence exclusive à des normes internationales doit être pondérée :

- la Chine a annoncé (été 2004) qu'elle allait travailler à une norme nationale chinoise de RFID⁸ ;
- d'abord américaine puis mondiale par la cession de sa propriété intellectuelle à EAN et UCC, l'initiative Auto-ID Center avait pour but de concevoir un système global de traçabilité sur la base de la technologie RFID. Ce standard porté par GS1 est développé au sein d'un consortium 'EPC Global' regroupant utilisateurs et fournisseurs de solutions.

4.2.1 Les normes ISO

C'est au sein du comité ISO/IEC/JTC1/SC31 que sont effectuées les normalisations pour une parfaite interopérabilité des différents systèmes RFID.

Deux autres comités de l'ISO sont également concernés :

- Le comité ISO/IEC/JTC1/SC17 « cartes à circuits intégrés », et plus précisément son groupe de travail relatif au « sans contact » ;
- Le comité ISO/IEC/JTC1/SC6 « réseaux » pour les aspects infrastructure de communication électronique.

4.2.1.1 Protocoles régissant les communications puce / interrogateur

Le comité ISO/IEC/JTC1/SC31 travaille essentiellement sur le couple tag /interrogateur.

⁷ D'où la citation de certaines normes au chapitre réglementation

⁸ La Chine a d'ailleurs proposé à l'international en 2005 une norme d'origine nationale (WAPI) sur la sécurité du Wi-Fi qui s'est avérée incompatible avec les propositions de l'IEEE soumises également à la normalisation.

Les normes actuellement disponibles (ISO/IEC 18000-x) définissent l'interface air, c'est-à-dire le protocole de communication entre interrogateur et tag tant du point de vue des techniques de modulation et de codage utilisées que des commandes pour les échanges de données.

La série de normes ISO/IEC 18000-x, relatives à l'interface air (entre l'interrogateur et le(s) tag(s)) définissent donc 3 éléments :

- la couche physique ;
- les protocoles ;
- l'anticollision et le traitement des collisions.

L'*Item Management* recouvre l'ensemble des applications d'identification d'objets et est suivi par le comité ISO/IEC/JTC1/SC31.

4.2.1.2 Identifiant unique de la puce

La norme ISO/IEC 15963 traite de l'identification permanente des tags par la programmation d'un numéro garanti unique lors de la fabrication.

Le fabricant de circuit intégré doit s'enregistrer auprès d'un organisme auquel ISO a délégué l'attribution des numéros d'identifiant unique. Quatre organismes sont actuellement habilités à délivrer ces numéros :

- APACS Association for Payments Clearing Services.
Association basée en Grande-Bretagne et assurant la sécurité des paiements par moyens électroniques (transferts, cartes de paiements, etc.).
- INCITS T6 InterNational Committee for Information Technology Standards.
INCITS est l'organisme US en charge de la normalisation pour les technologies de l'information et de la communication. Le comité technique T6 est chargé de la normalisation de la RFID.
- NEN NEderlands Normalisatie instituut.
Organisme de normalisation des Pays-Bas.
- EAN.UCC Efficient Article Numbering Association - Uniform Code Council.
Ancienne dénomination de GS1.

4.2.1.3 Syntaxe et identifiant de familles d'applications

Si l'interopérabilité des systèmes RFID passe par l'harmonisation des fréquences et des protocoles, l'interopérabilité des applications nécessite un langage commun avec un vocabulaire commun pour l'échange de données et l'enregistrement de familles d'applications (AFI) à travers un OID (Object Identifier).

Des travaux ISO en cours sur ce point sont les projets de normes ISO/IEC15961 et 15962, EPC Global définissant de son côté ses propres spécifications.

Le projet ISO15961-1 définit une syntaxe de transfert de données entre la puce et l'application et vice et versa.

Le projet ISO15961-2 définit notamment une procédure d'enregistrement de famille d'identifiants d'applications pour s'assurer que le protocole de communication entre la puce et l'interrogateur est adapté (suivant l'ISO 15961-1).

Le projet ISO15962 spécifie le processus complet et les méthodologies pour formater les données d'application dans une structure permettant l'écriture dans la mémoire de l'étiquette RFID.

On conçoit aisément que les éléments relatifs à la syntaxe et à la codification soient l'objet d'enjeux importants, notamment pour l'enregistrement des AFI. Une agence unique devrait voir le jour. Trois organismes nationaux, NEN aux Pays-Bas, DIN en Allemagne et DS au Danemark sont candidats à cette fonction.

4.2.1.4 Conformité

Parallèlement aux normes des protocoles de communication (interface air), l'ISO développe également des rapports techniques permettant, une fois publiés, de certifier les équipements comme conformes à la série ISO/IEC 18000-x et de garantir ainsi l'interopérabilité de ces équipements.

Ces rapports techniques (TR ISO/IEC 18047-x) concernent d'abord les fournisseurs. Cependant, les utilisateurs auront une garantie d'interopérabilité en acquérant des équipements certifiés.

4.2.1.5 Performance

L'ISO prépare également une norme (ISO/IEC 18046) qui définit les procédures de tests visant à vérifier les performances des systèmes RFID et des produits RFID. La première partie, couvrant les tags devrait être publiée avant la fin de l'année 2006. Elle permettra aux fabricants de garantir un niveau minimum de performance. Elle permettra surtout aux utilisateurs d'acquérir des équipements ayant le niveau de performance requis sans surpayer des équipements capables de hautes performances inutiles.

4.2.1.6 Capteurs

Ces travaux viennent de s'engager et visent la normalisation de dispositifs RFID intégrant des capteurs (températures, pression, etc.).

Ces travaux portent sur les normes 24753 et sont conduits par le sous-groupe WG4/SG1 du comité ISO/IEC/JTC1/SC31. Ils auront un impact sur les normes ISO/IEC 18000-x si de nouvelles fonctions s'avèrent nécessaires pour la commande des capteurs via l'interface air.

4.2.1.7 Recyclage des puces

Des guides d'implémentation sont développés par l'ISO (comité JTC1/SC31) et portent sur la question du recyclage des puces après usage. En particulier, le programme technique ISO/IEC NP TR 24729-2 doit définir les conditions dans lesquelles les tags doivent être retirés des emballages avant recyclage ainsi que les conditions de recyclage des composants électroniques des tags.

4.2.2 Normes d'infrastructures de réseaux et leur adaptation à la RFID

4.2.2.1 Situation actuelle

La traçabilité d'objets mobiles et communicants conduit à envisager l'intégration des RFID dans le cadre d'architectures de télécommunications locales (LAN) ou étendus (WAN).

Cette question se pose aujourd'hui dans le contexte de Systèmes d'Information d'entreprise (Intranet), mais également dans une perspective de couplage avec des réseaux publics ou privés : Internet, VPN, etc.

Il n'est pas du ressort de ce panorama de décrire en détail les champs de travail de l'ISO, l'UIT et de l'IETF sur les réseaux. Toutefois, pour une bonne compréhension des enjeux, il convient de considérer les éléments suivants :

- ***L'ISO JTC 1 SC 6 est l'instance ISO qui travaille sur certains aspects de réseaux de données.***

Ce comité ne développe pas à proprement parler de travaux techniques, mais a établi un ensemble de liaisons avec différentes instances de standardisation dont l'UIT et l'IEEE. La normalisation procède par des soumissions accélérées de projets basés sur des spécifications développées par ailleurs, notamment par l'IEEE.

Des acteurs institutionnels et privés coréens et japonais proposent de travailler sur la communication machine vers machine (M2M) dans un projet « d'Internet des objets » avec

une orientation s'adressant au consommateur « *Business to Consumer* », afin de se différencier d'EPC Global censé se limiter à l'aspect « *Business to Business* ».

Ces propositions ne font pas l'unanimité et posent par ailleurs des questions de frontière avec l'UIT, les coréens ayant également déposé des propositions de sujet de travail apparemment proches à cet organisme.

Les finalités de ces propositions restent à décrypter en l'état des connaissances, sachant que les asiatiques (Japon et Corée) se sont organisés sur la RFID avec d'importants projets.

➤ ***L'UIT-T est un organisme intergouvernemental qui établit des recommandations pour les télécommunications.***

Cette organisation est plus particulièrement en charge d'établir des architectures pour la téléphonie fixe (transport de la voix) fonctionnant encore aujourd'hui essentiellement sur un principe de commutation pour synchroniser une liaison point-à-point (entre 2 postes téléphoniques). Les règles fixant la numérotation téléphonique sont établies par l'UIT.

L'UIT s'engage dans un vaste programme appelé « Réseaux de Nouvelle Génération ».

Ce sujet embrasse des évolutions telles que la téléphonie sur IP, la mobilité en intégrant des problématiques telles que l'ubiquité. L'enjeu essentiel de ce concept d'ubiquité est une intégration la plus transparente possible pour l'utilisateur de réseaux de natures différentes : téléphonie, WIFI, Bluetooth, etc. Au concept d'ubiquité, on associe quelquefois celui d'intelligence ambiante.

Les RFID participent au concept d'intelligence ambiante car ils permettent le couplage d'objets mobiles dans des environnements réseaux variés (suivant leur localisation).

L'UIT a annoncé que la RFID entrait largement dans son champ de développement sous l'axe de la communication Machine vers Machine. L'UIT a produit un rapport sur la RFID et deux propositions de travail (Japon et Corée) a priori assez proches des propositions faites à l'ISO/IEC/JTC1/SC6 y sont en cours d'analyse.

➤ ***L'IETF est l'organisme qui s'est saisi de la standardisation d'Internet pour son aspect réseau.***

Cet organisme définit notamment le protocole IP - Internet Protocol - ainsi que tout un ensemble de protocoles associés tels que TCP aussi bien qu'une application telle que le DNS – Domaine Name Serveur – qui permet d'affecter un nom de domaine Internet à une adresse IP.

IETF ne fait pas à proprement parler des normes, mais des standards (Internet Standards).

Il existe deux versions du protocole IP :

- **IPv4** – Le protocole IPv4, finalisé en 1983, s'adressait alors à une communauté restreinte. Ainsi, l'adressage d'IPv4 est-il prévu sur 32 bits, ce qui permet de disposer d'un "stock" de 4,3 milliards d'adresses IP environ. Il présente plusieurs limitations dont notamment un nombre limité d'adresses et pas de possibilité de réservation de bande passante.
- **IPv6** a été défini à partir de 1993 pour combler ces lacunes. Ce n'est cependant qu'à partir de 1999 que sa standardisation par l'Internet Engineering Task Force (IETF) a débuté. IPv6 est un candidat naturel pour les tags RFID en réseau lorsque ceux-ci se seront enrichis de fonctionnalités leur permettant d'être connectés comme des objets M2M. Le nombre d'adresses IP nécessaires pour repérer tous ces objets est en effet un facteur important en faveur d'IPv6.

On constate toutefois que la spécification IPv6 n'est que peu utilisée aujourd'hui sur Internet alors que cette norme a été définie il y a déjà quelques années. La Corée a décidé un déploiement systématique et la Chine pourrait suivre. Les experts sont partagés sur les chances de ce standard dans la mesure où des palliatifs ont été développés aux limites d'IPv4, notamment relativement à la limitation du nombre d'adresses. C'est le cas en particulier du NAT (Network Address Translation) qui permet de traduire l'adresse interne de la machine souhaitant se connecter en une adresse IP reconnue grâce à une passerelle.

Mais ces palliatifs se paient par une complexité accrue de la gestion du réseau, de possibles failles de sécurité et une limitation des performances.

Le « nommage » Internet fait appel à un ensemble de protocoles connu sous le nom de DNS. Le DNS fonctionne avec une architecture centralisée dont la description détaillée sort du champ de ce panorama.

Les racines génériques de noms de domaines sont gérées au plus haut niveau de la racine par un organisme – ICANN – sous contrôle de l'administration américaine. Dans la pratique, ICANN sous-traite la gestion technique des DNS racine à quelques sociétés privées, dont la société VERISIGN.

Pour les tags RFID, l'ONS de l'architecture EPC Global emprunte beaucoup au standard DNS utilisé pour le « nommage » Internet, et présente donc des avantages et inconvénients similaires (architecture avec arborescence centralisée). La gestion de l'ONS a été confiée à VERISIGN par EPC Global en 2004.

4.2.2.2 Projets en cours

Plusieurs propositions de travail sur des architectures réseaux pour la RFID viennent tout juste d'être soumises pour discussion dans ces différentes instances de normalisation : ISO/IEC/JTC1/SC6, UIT et IETF (management des puces par le réseau, cette dernière proposition étant arrêtée à la suite des pressions d'EPC Global).

La proposition de loin la plus avancée concerne aujourd'hui l'architecture EPC Global qui fait l'objet d'un chapitre à part.

Les autres propositions citées ne sont aujourd'hui (mars 2006) qu'à l'état très embryonnaire, les instances de normalisation concernées hésitant à s'engager pour travailler sur ces sujets.

Si des décisions en ce sens étaient prises, ceci entraînerait l'arrivée de nouveaux acteurs sur le marché des RFID (opérateurs de télécommunications, assembleurs, fabricants de terminaux,...) et donc vraisemblablement des changements de la chaîne de valeurs dans les modèles économiques.

4.3 Les normes et les standards d'application sectorielle

Profitant de l'expérience du code-barres et de l'existence de comités de normalisation sectorielle, un grand nombre d'acteurs européens et mondiaux se sont penchés sur une utilisation concertée de la RFID dans leurs domaines respectifs.

De nombreux secteurs travaillent sur la normalisation de techniques RFID et nous ne citons ici que les plus avancés. Outre le secteur animalier décrit ci-dessous, des secteurs tels que le transport, le secteur postal, les pneumatiques, la blanchisserie, la gestion des déchets établissent des normes sectorielles à base de RFID.

4.3.1 Secteur animalier

Le secteur animalier est un précurseur et l'un des plus avancés dans l'adoption et la normalisation de la technologie RFID. Les premières demandes remontent à la deuxième moitié des années 1980 pour les animaux d'élevage et pour les animaux domestiques. Les premières applications industrielles au début des années 1990 ont concerné les poissons, les bovins et les animaux exotiques.

Cette normalisation devait répondre aux exigences de traçabilité suivantes : un animal identifié doit pouvoir être lu par tout interrogateur avec des performances identiques quel que soit son environnement, et cette information doit être exploitable par tous.

Cette exigence implique la normalisation du protocole de communication, de la signification des données, de la structure de la mémoire, du type de tag et d'interrogateur, de certaines caractéristiques (performances), tout en assurant une compatibilité avec les identifiants existants.

Ces travaux sont effectués au niveau de l'ISO au sein du comité ISO/IEC/TC23/SC19.

Le cadre de ces travaux est aujourd'hui plus large que l'interface entre la puce et l'interrogateur. Il concerne ainsi une architecture de communication du Système d'Information en Agriculture s'appliquant à l'ensemble de l'amont agricole : identification des animaux, bus de données entre les équipements agricoles avec notamment l'implantation envisagée de la technologie Bluetooth en parallèle des RFID, définition de dictionnaires de données et d'un schéma XML pour la communication et l'échange des informations, etc.

La portée des travaux de l'ISO dépasse le périmètre initial qui lui a été fixé. En effet, les normes sur l'identification par radiofréquence concernent aussi les animaux de compagnie.

Elles sont reprises par la réglementation (CEE, ICAR, etc.).

4.3.2 Tri postal

Dans le cas du tri postal, la RFID prend en charge plusieurs applications :

- le suivi des bacs en boulisterie en centre de tri ;
- le suivi des godets de carrousel dans une machine de tri ;
- le suivi du courrier dans son parcours de distribution.

L'UPU (*Universal Postal Union*) est l'organisme responsable de l'harmonisation de l'usage de la RFID pour ces applications.

La Poste finlandaise a développé un pilote dont les résultats sont en cours de validation afin de vérifier sur le terrain l'applicabilité des recommandations de l'UPU.

4.3.3 Carte à puce sans contact

Dans ce domaine, la normalisation est mondiale et est effectuée au niveau de l'ISO au sein du comité SC 17 "*Cards and personal identification*" dans un groupe de travail dédié au sans contact (ISO/IEC/JTC1/SC17/WG8).

La notion de sans contact est ici déclinée en fonction de la distance de communication entre le tag et l'interrogateur. Ces distances sont très inférieures à ce qui est considéré classiquement dans le cas de la RFID (1m à 10m environ).

→ Travaux en cours intéressant la RFID

Ces travaux concernent des applications particulières des tags RFID et l'architecture d'exploitation des données stockées dans ces tags :

- Architectures techniques des documents de voyage (passeport et visa sur la base des recommandations ICAO). Cette mobilisation de l'activité autour de ces sujets se traduit par la mise en place d'une forte activité sur les méthodes de test ;
- Titres de transport sans contact à usage unique ;
- Le haut débit qui conditionne l'usage de systèmes biométriques et de processeurs cryptographiques au sein des cartes.

4.3.4 Lutte contre la contrefaçon

La RFID est susceptible de contribuer à la lutte contre la contrefaçon par la traçabilité des produits depuis leur origine.

Le consortium EPC Global travaille à des applications pour ce besoin poussé par l'administration US FDA. Si EPC Global est au départ une démarche initiée par le marché et les producteurs de produits de la FMCG (Fast Moving Consumer Goods), l'administration américaine dans son ensemble, et pas seulement la FDA, a intégré cette initiative et cherche à l'imposer aujourd'hui pour ses propres besoins.

La France se positionne également de façon originale sur ce dossier avec la publication début 2006 d'un accord sur un cadre technique pour la prévention et la dissuasion technique de la contrefaçon qui ne préconise pas l'utilisation des RFID dans ce cadre, au moins dans un premier temps. Cette proposition d'architecture orientée « application » préconise un marquage par des étiquettes mettant en œuvre des méthodes optiques avec signature électronique. Contrairement à des étiquettes RFID, elles doivent être difficiles voire impossibles à reproduire,

afin de constituer non seulement un outil de détection de flux de produits contrefaisants, mais aussi une preuve du caractère licite, ou contrefaisant, du produit. Le coût de ces étiquettes sera très modique (inférieur à 5 centimes d'euro).

4.3.5 Les standards de EPC Global

Le cahier des charges du système envisagé est à l'origine de définir ce que sera la traçabilité par RFID en remplacement de celle assurée aujourd'hui par le code-barres dans la chaîne d'approvisionnement du secteur de la distribution.

Le concept EPC Global définit la structure des données qui seront partagées entre utilisateurs (standard EPC IS) et le mode de « résolution » du code EPC par l'ONS, dans le cas où il s'agit de retrouver l'EPC IS du fabricant du produit identifié.

Orienté vers la grande distribution, ce système est un standard d'utilisation qui s'étend du producteur jusqu'au consommateur. Mais ce dispositif est également susceptible de s'appliquer à d'autres secteurs, par exemple la traçabilité des médicaments (appui de la FDA – *Federal Drugs Administration*), l'approvisionnement de la logistique militaire (appui du DoD – *Department of Defense*).

Le support d'information commun aux différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement est l'étiquette radiofréquences.

Le consortium EPC Global, implanté aux Etats-Unis, a dans un premier temps fait le choix de ne pas avoir recours aux protocoles établis au sein de l'ISO et a donc développé son propre système comprenant 6 classes de tags et d'interrogeurs auxquelles correspondent des standards décrivant le protocole :

- Class 0 : Read Only Passive
- Class 1 : Write Once Read Many
Class 1 Gen 2 protocol – 2^{ème} génération, en cours d'élaboration, inclut des éléments tels que le cryptage, le blocage de lecture, des prescriptions sur le recyclage, le support de capteurs et la structure d'une mémoire pour l'utilisateur
- Class 2 : Rewritable Passive
- Class 3 : Rewritable Semi-Passive
- Class 4 : Rewritable Active
- Class 5 : Readers Active.

La volonté d'EPC Global de faire entrer une partie de ces standards dans l'ISO a porté ses fruits : l'UHF étant la fréquence préconisée pour la gestion des palettes et des cartons, le protocole correspondant à la classe 1 deuxième génération dite Classe1 Gen2 a été présenté à l'ISO en janvier 2005 et intégré dans les normes 18000-6, pour devenir la norme 18000-6c. Son acceptation définitive a eu lieu en juillet 2006.

Au printemps 2006, EPC a décidé de proposer également un standard dans la bande HF (13,56MHz), pour traiter les problèmes rencontrés lors d'expérimentations faites en UHF sur certaines applications (réalisées par GS1 entre autres dans le domaine pharmaceutique) à la fois sur le plan technique (comportement et contraintes du champ électromagnétique fonction de la nature des objets (eau, métal, etc.)), mais aussi sur le plan réglementaire (grande disparité mondiale des limites de puissance d'émission dans certaines bandes de fréquence et en particulier en UHF).

Ces propositions seront elles aussi soumises à l'ISO (18000-3) dès que le groupe de travail mis en place par EPC sur le sujet aura finalisé sa proposition.

Des travaux sur la bande LF sont également en cours.

L'originalité du système EPC Global tient dans l'intégration de l'étiquette dans une infrastructure complète de gestion de l'information de bout en bout s'appuyant sur le réseau Internet et en calquant certains aspects pour l'adapter à l'identification d'objets. La solution EPC repose donc sur la mise sur Internet des informations de traçabilité des produits et unités logistiques pour un accès permanent à tous les intervenants.

4.4 Standardisation des technologies alternatives sans fil

Les RFID ne sont pas les seules technologies sans fils permettant d'*identifier*, de *localiser*, donc de tracer un objet, voire de *communiquer* avec lui. Les technologies dites « *pervasives* » (« pénétrantes ») représentent plusieurs classes de technologies sans fils. Un simple téléphone portable entre évidemment dans cette catégorie d'objets.

Certaines pourraient offrir une alternative à des technologies de RFID active.

ZigBee semble un candidat intéressant en premier lieu la RFID. Issu de travaux sur des réseaux locaux à usage personnel (Bluetooth), ZigBee vise des architectures arborescentes en étoile ou maillées bien adaptées aux échanges entre capteurs ou machines. Ce standard travaille dans des débits de 20 kbps à 250 kbps aux fréquences de 2,4 GHz (16 canaux), 868 MHz (1 canal) et 915 MHz (10 canaux), sur des largeurs de bande étroites. ZigBee possède un mode de transition actif/passif avec des délais de transition de 15ms, permettant d'économiser les batteries.

Les estimations de prix pour un nœud de réseau sont autour de 3 \$, peut-être moins (sous la barre de 0,5 €), d'où une compétition avec la RFID sur certaines applications (capteurs).

Par ailleurs, la société Aeroscout⁹ propose des systèmes de traçabilité et géolocalisation à base d'étiquettes électroniques de technologie Wi-Fi.

4.5 Enjeux à venir pour la normalisation

4.5.1 Les Identifiants, leur attribution, le contrôle de leur usage

Pour que la RFID puisse être le support d'une traçabilité le long de chaînes d'approvisionnement dans différents secteurs d'activité, et plus spécialement dans le cas de l'utilisation de tags en lecture seule, le tag a besoin d'un identifiant unique ou de désigner son support de manière unique.

L'identification unitaire d'un tag ou de son support peut se faire de différentes manières grâce notamment aux informations embarquées, aux fonctionnalités du tag, etc.

Ces techniques font appel à la définition d'un code d'identification, plus simplement appelé identifiant, qui suppose la mise en place éventuelle d'une agence/autorité chargée de garantir les conditions d'attribution et d'usage de cet identifiant, son unicité, etc.

Il va de soit que ces questions font l'objet d'enjeux importants et de luttes d'influence entre les tenants de telle ou telle solution ou/et de pouvoir pour le contrôle de ces solutions.

Le tableau ci-dessous résume quelques types d'identifiant susceptibles de s'appliquer à la RFID et fait un parallèle avec d'autres systèmes d'enregistrement et d'identification.

⁹ AeroScout's enterprise visibility solutions use standard Wi-Fi wireless networks to accurately locate and manage assets and people in multiple environments. The AeroScout system includes indoor and outdoor real-time asset location (RTLS), long range Active RFID, choke-point visibility and telemetry, enabling over 100 customers in numerous industries to drive revenues and cut costs.

Référence et Nom	Origine	Autorité d'attribution	Autorité de gestion	Associé aux RFID	Type d'application spécifiée	Application dérivée possible
ISO 15963	ISO (JTC1 SC31)	Fabriqueur de l'étiquette	-	Spécifique RFID	Générique Identification physique permanente de l'étiquette	Toute application de traçabilité ne demandant pas la réécriture de l'identifiant
Famille d'identifiants ISO 15961-2	ISO (JTC1 SC31)	?	AFI	Spécifique RFID		
Famille EPC, dont Tag Data Standard d'EPC global	EPC Global	Autorité déléguée : GS1 pour les codes pays, l'organisation nationale membre de GS1 pour le préfixe entreprise, les entreprises utilisatrices pour les codes produits et les codes série	ONS (Verisign choisie pour la gestion globale)	Spécifique RFID	Orientée Distribution et Supply Chain Identification avec écriture et effacement possible des données	Applications de traçabilité
ISO 11784	ISO TC 23	-	-	Spécifique RFID	Sectorielle uniquement (animaux)	Traçabilité des animaux
Propriétaire UID (Ubiquitous Identifier)	Japon (présenté à l'UIT en mars 2006)	?	Pas nécessaire Séquence aléatoire avec correspondance dans une base de données (pas de champ identifiable)	Applicable aux RFID	-	-
Accord du GELAC AFNOR AC Z 60-100	AFNOR	Fabricant de produits – (possibilité de générer des séquences aléatoires avec correspondance dans une base de données (pas de champ identifiable))	A définir (agence nationale qui serait en charge de la gestion de la base de données sécurisée?)	Non applicable aux RFID (codage optique)	Spécifique : uniquement lutte contre la contrefaçon	Traçabilité des produits (détection des contrefaçons, en association avec d'autres technologies)
Nom de domaine Internet (pour mémoire)	ICANN	Gestionnaire de racine DNS	DNS (la société Verisign est l'un des gestionnaires de DNS racine)	Non applicable aux RFID	Nommage Internet	Corrélation avec l'Internet des objets ?

Numéro de téléphone	UIT	Autorité déléguée par l'UIT (plan de numérotation ISDN E.164 mondial) aux régulateurs nationaux	Opérateurs de téléphonie pour le numéro final	Non applicable aux RFID	Commutation des téléphones y compris portables	Corrélation avec l'Internet des objets via les RGN ?
OID	ISO (à l'origine pour la racine des OID)	Schéma de nommage OSI	UIT ?	Réseaux et signature électronique-applicable aux RFID ?	Variés (sécurité, adressage ATM, etc.)	Corrélation avec l'Internet des objets?
DOI	IDF International DOI fondation	Objets immatériels et matériels (œuvres...)	IDF International DOI fondation – se positionne sur tout marché	Non applicable aux RFID ?	Sectorielles (exemple bibliothèques médiathèques qui utilisent déjà des RFID)	Corrélation avec l'identification des œuvres?

Il n'est pas sûr que les systèmes éventuellement applicables aux RFID soient tous pertinents à mettre en œuvre pour les tags RFID. En particulier, OID est utilisé au départ pour la délivrance de certificats électroniques (peu nombreux et avec de fortes exigences de sécurité). L'utilisation pour des tags RFID (très nombreux et avec des exigences de sécurité moindre), même si elle est techniquement possible, ne semble par conséquent pas appropriée.

4.5.2 La sécurité des données

La préoccupation portant essentiellement sur les tags passifs à très bas coût, la sécurité n'a pas été considérée comme une exigence essentielle pour la normalisation jusqu'à présent.

La sécurité des tags n'est pas prise en compte pour le moment dans les normes de protocoles du JTC 1 SC 31.

EPC Global indique cependant que la sécurité rentre dans le champ de ses préoccupations, en particulier, pour protéger les données inscrites sur les tags contre les perturbations électromagnétiques et, si possible, les protéger également des tentatives d'intrusions. EPC Global entend agir à la fois sur des solutions techniques de protection des tags RFID et sur des recommandations de mise en œuvre des systèmes afin d'assurer une sécurité maximale (type « Best Practices » de sécurité).

4.5.3 La protection des données personnelles et de la vie privée

La CNIL s'est inquiétée de cette question en raison de la possibilité de relier les informations contenues dans les tags RFID à des bases de données nominatives.

Une recommandation¹⁰ demande de garantir la **possibilité de suppression des données, ou de désactivation des puces**, voire de leur destruction à la sortie du magasin. EPC Global indique que cette possibilité de "tuer" les puces est prise en compte au niveau du cahier des charges de ses spécifications.

Il y a très peu d'activité en Europe sur ce sujet. Contrairement aux Etats-Unis et aux pays d'Europe du Nord, la France se caractérise par une très faible activité de réflexion des pouvoirs

¹⁰ Résolution Sydney de la 25^{ème} conférence des Commissaires à la vie privée

publics puisque la CNIL est le seul cadre ouvert à cette réflexion si l'on excepte les groupes de travail organisés par la FING.

4.5.4 Les tests et certification des produits et services

En matière de test de conformité de produits, des travaux internationaux sont engagés au sein de l'ISO/IEC/JTC1/SC31 et visent à normaliser les techniques d'évaluation de la conformité à l'ISO 18000 correspondant.

L'organisation d'un dispositif d'évaluation et/ou de certification adaptée sera sans doute une question importante.

Sur ce point, l'initiative ETSI « plug test » mérite d'être notée dans la mesure où un « plug test » EPC Global a été réalisé en 2004.

5 Etat actuel des politiques publiques

Les états ne sont pas au même état de la réflexion et les politiques publiques peuvent être plus ou moins avancées et plus ou moins teintées d'enjeux autour des technologies RFID : enjeux stratégiques (on peut même parler d'enjeux de pouvoir), économiques (les attentes sont très supérieures à ce qu'a permis le code-barres) et technologiques.

5.1 En France

La technologie suscite beaucoup d'intérêt dans le monde de la grande distribution et un intérêt certain dans d'autres domaines d'activité.

En termes de santé publique, le déploiement de systèmes RFID dans les entreprises relance le débat sur les risques d'exposition des êtres humains aux radiations électromagnétiques. La loi n° 2004-806 du 9 août 2004 complète le dispositif législatif relatif à la protection du public contre l'exposition aux champs électromagnétiques et contribue à faciliter une plus large concertation des intéressés.

Pour les libertés individuelles, la Commission Nationale Informatique et Liberté a publié en 2004 un document qui traite de la radio identification et qui considère que les informations contenues dans les étiquettes RFID sont des données personnelles au sens de la loi Informatique et Liberté comme de la directive 95/46.

Enfin, une prise de conscience s'effectue sur les risques d'intelligence économique pouvant s'exercer sur des données partagées ou « prélevées » car mal protégées.

5.2 En Europe

L'identification des risques en matière de santé publique et de protection des libertés individuelles est la même partout en Europe. Cependant, les contextes réglementaires et culturels diffèrent d'un état à l'autre et conduisent à proposer des solutions différentes.

5.2.1 Royaume-Uni

Un membre du DTI participe aux plénières ISO SC 31 et à certains groupes de travail associés.

Le Home Office a lancé en 2000 l'initiative « chips and goods initiative » (budget officiel de 5 m£, officieusement de l'ordre de 60 m£) pour marquer des vêtements (Marks&Spencer), voitures, caravanes, bateaux de plaisance et de nombreux autres objets avec des transpondeurs noyés dans la masse pour lutter contre le vol de ces objets.

En Ecosse, la principale organisation de développement économique a ouvert un « laboratoire » de démonstration des nouvelles technologies de communication sans fil. Ce « laboratoire » est situé à Glasgow. Le but principal de cet investissement financé à 100% par le gouvernement Ecossais est de former les entreprises à la RFID et de faciliter leurs contacts avec les fournisseurs de solutions.

5.2.2 Pays nordiques

Les pays scandinaves mènent une politique volontariste d'implantation de la technologie RFID. Ils insistent en particulier sur l'utilisation de la RFID dans les services publics.

La Finlande est en pointe dans ce domaine comme le montre l'initiative de la Poste finlandaise pour le suivi des conteneurs de manutention.

5.3 Hors Europe

5.3.1 Etats-Unis

L'administration américaine a mis en place un « RFID intra-gouvernement council » et organisé des ateliers afin d'appréhender toutes les opportunités et les défis posés par cette technologie.

Voir par exemple pour l'année 2004 :

http://www.ntia.doc.gov/forums/sensors/panelistsprogram_03302004.pdf

<http://www.ftc.gov/bcp/workshops/rfid/>).

En mai 2005, le GAO (Government Accounting Office) a recensé 28 projets RFID actifs ou planifiés dans les 15 Départements Fédéraux suivants :

DoA (Agriculture)	Programme d'identification animale
DoD (Défense)	Support logistique et tracking des containers
DoE (Energy)	Détection des articles prohibés et tracking des expéditions
DHHS (Santé et Services)	Contrôle d'accès
DoL (Travail)	Tracking et localisation des dossiers administratifs
DHS (Sécurité Intérieure)	Contrôle aux frontières et contrôle de l'immigration
	Conteneurs intelligents
	Traçabilité des investissements et des bagages
	Traçabilité des armes
DoS (Affaires Etrangères)	Passeport électronique
DoT (Trésor)	Contrôle d'accès et traçabilité des dossiers administratifs
DoT (Transport)	Contrôle électronique des véhicules
DVA (Anciens combattants)	Traçabilité des conteneurs sur convoyeurs
EPA (Environnement)	Traçabilité des matériaux radioactifs
FDA (Médicaments)	Traçabilité des médicaments et lutte anti-contrefaçon
GSA (Services Généraux)	Identification des expéditions et suivi des investissements
SSA (Sécurité Sociale)	Management des centres de stockage des documents
NASA (Aérospatial)	Suivi des matériaux dangereux

La Social Security Administration a cherché à diminuer sa consommation de fournitures. Les résultats sont probants : chaque commande est traitée en moins de 8 heures au lieu de 5 jours. Le temps de traitement complet de chaque dossier est passé de 45 jours à 3 jours et surtout la zone de stockage des fournitures a été réduite de plus de 6000 m² suite à l'optimisation des stocks. Un gain total de plus de 700 000 US \$ a été constaté.

La NASA utilise de son côté la RFID associée à des capteurs pour sécuriser le transport des matières sensibles et dangereuses. Elle va mettre en service plus de 100 000 « smartcards » pour le contrôle d'accès et des mouvements de son personnel.

L'US NAVY utilise la RFID pour la traçabilité des blessés sur les différents champs d'intervention de l'armée américaine et notamment pour le conflit au Moyen-Orient.

La TSA (Transportation Security Administration) a lancé des projets et la mise en place d'une infrastructure pour la sécurité des containers, sur les budgets très importants votés suite aux attentats du 11 septembre 2001.

A signaler également qu'un très grand nombre de bibliothèques publiques utilisent également la RFID et que certaines cours de Justice localisent leurs dossiers administratifs grâce à la RFID.

Au delà des actions très médiatisées du DoD (qui est le premier donneur d'ordre en utilisation de la RFID), c'est toute l'administration américaine qui utilise la technologie RFID permettant ainsi aux entreprises nationales fournisseurs de solutions de profiter de l'effet de masse pour conquérir les marchés étrangers.

Quelques hommes politiques militent en faveur d'une politique plus ambitieuse (cf. article au sujet du sénateur Dorgan, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1115/1/1/>).

Signalons le soutien financier du Department of Defense à l'innovation, en particulier pour deux sociétés bien positionnées au niveau international :

- SAVI (étiquettes et intégration) : cette société créée avant 1990 a bénéficié d'un soutien important pour proposer des réponses aux difficultés logistiques de la première guerre du Golfe. Certains de ses produits bénéficient d'une forte promotion auprès des groupes de normalisation de l'OTAN, ce qui suscite des réserves de certains pays européens, sans contre-proposition.
- ALIEN Technology : vente de RFID fabriqués sous licence par ST Microelectronics.

5.3.2 Japon

Le Japon considère au plus haut niveau politique, la RFID comme une opportunité pour assurer la satisfaction des clients et pour le développement économique des entreprises et plus particulièrement des PME-PMI.

C'est donc très normalement que le METI a fédéré des actions et des regroupements d'entreprises pour assurer le déploiement de cette technologie. Il a également apporté son soutien à une série de projets pilotes (4 en 2003, 7 en 2004 et 8 en 2005) destinés à évaluer le potentiel des RFID dans différents secteurs de l'industrie et à diffuser cette technologie. Ces pilotes reçoivent environ 30 M USD par an. Le METI participe également activement aux travaux de normalisation de l'ISO.

Ces initiatives seront approfondies dans le cadre du plan stratégique « u-Japan » (u pour ubiquitous), lancé par le MIC (fait suite à « e-Japan », lancée en 2001, et « e-Japan II », qui se terminera fin 2006). La stratégie sera déclinée selon trois volets complémentaires :

- développer des réseaux ;
- développer les usages (applications à la réforme du système social/santé, incitation au développement de contenus numériques, promotion du développement de designs standards, améliorer l'efficacité de la force de travail) ;
- créer un environnement favorable (identification et clarification des aspects négatifs et points d'ombre, 21 stratégies pour la sûreté et la sécurité, charte « pour une société en réseau » (« charter for a ubiquitous network society ») ;

d'où trois axes d'effort :

- « basic ubiquitous network technologies » : R&D sur les technologies d'ubiquité (2003-2007) – dont 2,6 milliards de Yens en 2005 pour des démonstrateurs en amont de la phase pilote (environ 18 millions €) ;
- “Basic technologies for safety and society : R&D on ubiquitous sensor network technologies” (2005-2007) – budget 2005 : 400 mY soit 2,8 m€ ;
- “Advances utilization technologies : R&D on technologies for the advances utilization of RFID (2004-2007) and network-robot technologies” (2004-2008) – budget 2005 : 630 MYen soit 4,5 M€.

Participation aux travaux de normalisation de l'ISO :

Il se concrétise sur trois niveaux prioritaires :

a) Normes applicatives	17363 à 17367	Supply Chain Management
	18185	Electronics seals for containers
	24729	Implementation guidelines
b) Normes de codification	15693	Unique ID for RF tags
	15459-1/-4	Transport items
	15434	Data syntax

c) Normes techniques	18000-X	Air interface
	15961-15962	Data construct & data syntax
	19789	Application protocol interface
	18046-18047	Performance & conformance

L'action normative est menée par JEITA (Japan Electronics and Information Technology Industries - www.jeita.or.jp/english/) et par JAISA (Japan Automatic Identification Systems Association - www.jaisa.or.jp/english/index.html).

Le METI a créé un « Comité Stratégique pour la Standardisation » qui regroupe toutes les forces en présence et qui coordonne les actions menées. Notons enfin que JEITA abrite également le REG (Radiofrequency Expert Group) qui a rejoint en 2005 l'initiative américaine.

Le METI envoie régulièrement des émissaires assister aux réunions internationales de l'ISO.

Le Projet HIBIKI :

Le projet Hibiki, qui vise à produire des étiquettes électroniques à bas coût (5 cents USD pièce) à l'horizon 24 mois soit mi-2007, bénéficie d'un fort soutien financier du METI, qui soutient également sa promotion auprès des groupes concernés de l'ISO. Un petit groupe de sociétés a été formé autour d'Hitachi qui comprend des fabricants d'antennes, d'inlays et un imprimeur.

Mise en place de pilotes :

Une feuille de route précise les étapes et les échéances.

Conteneurs et palettes constituent le premier objectif sur les périodes 2000 à 2005 et 2006 respectivement.

Viennent ensuite les emballages perdus et recyclables de 2002 à 2006. Puis le textile, les livres, CD et DVD et la joaillerie jusqu'en 2007. Les équipements électroniques jusqu'à fin 2008 et enfin les produits de consommation courante jusqu'en 2010.

En 2004, 7 projets concernant l'industrie ont été réalisés et ont testé systématiquement la technologie UHF pour en apprécier les limites.

En 2005, ce sont 8 projets qui ont été sélectionnés. Ils concernent les produits électroniques grand public, la pharmacie, la supply chain de la défense nationale, la robotique, les livres, CD et DVD, la grande distribution dont le « magasin du futur japonais », et enfin les pièces automobiles et les équipements de bureau en liaison avec la Chine et la Corée du Sud.

Certains résultats obtenus dans les projets initialisés en 2004 ont été publiés : 2 milliards de Yens (14M€) économisés dans la construction de machines, 10 milliards (70M€) dans la distribution du textile, et 20 milliards (140 M€) dans la logistique.

5.3.3 Corée

L'ETRI (Electronic and Telecommunications Research Institute) considère la RFID du point de vue plus large de la collecte automatique de données. Il estime que les efforts de standardisation relatifs aux questions de sécurité sont très insuffisants et que rien n'a été fait en ce qui concerne les étiquettes au standard EPC. La Corée revendique le fait d'avoir cependant lancé avec le Japon une initiative de normalisation relative aux containers, dans le cadre du projet de norme ISO 18 185.

De manière analogue au Japon, la Corée met en place une stratégie « u-cluster » (u pour « ubiquitous »), qui place la RFID au centre de la construction de la « société de l'information ubiquiste » (ubiquitous information society). Un projet de ville nouvelle de 250 000 habitants, située à proximité de l'aéroport d'Incheon, est en cours. Celle-ci inclura des zones de vie, des centres de R&D et des entreprises consacrées aux technologies communicantes distribuées. Une coopération avec l'institut John Hopkins a été lancée.

La Corée va dépenser 800 millions de dollars sur cette technologie.

Selon un article du 24 juin 2005 en ligne sur

<http://networks.silicon.com/mobile/0,39024665,39131408,00.htm>

“The South Korean government is ploughing \$800m into RFID research and development. Daeje Chin, the Korean Minister of Information and Communication, said after several pilot projects the government believes RFID to be as important as the mobile phone business. Chin said: “This will be very important for us in the next 10 years. The handset business is very big but RFID will be as important. We are trying to procure a number of goals with RFID and the application of new technology brings benefits in all social systems including the individual family.” The Korean government, which said RFID will replace barcodes, is building several research and development centres in the country for different technologies. RFID production is planned for next year in the northern city of Songdo and will receive funding between 2005 and 2010.”

ETRI est partie prenante dans plusieurs projets de la grande distribution, de la traçabilité des patients et des médicaments dans les hôpitaux, et de celle des bagages de certains aéroports.

Il participe également à l’élaboration de règles d’utilisation de la fréquence UHF (908-914 MHz).

Enfin il coordonne le projet d’utilisation des téléphones mobiles comme interrogateurs RFID appelé « Mobile RFID phone as a ubiquitous device »

5.3.4 Chine

Les administrations chinoises se sont concertées et ont préparé une politique ambitieuse dans le cadre de leur plan quinquennal, qui vise plusieurs objectifs, dont :

- poursuivre et approfondir une politique industrielle de très longue haleine dans le domaine de la carte à puce, en visant à devenir leader mondial de la carte sans contact pour l’identification et les transactions financières (suite aux programmes Golden Card, de cartes SIM et de cartes de paiement) ;
- améliorer les performances des outils de production par l’intégration massive de toutes les technologies disponibles ;
- intégrer la RFID dans la supply-chain pour maintenir son leadership de fournisseur de la grande distribution mondiale (40% des achats de Wal★Mart par exemple¹¹).

La Chine a fait son apparition récente aux réunions ISO et a présenté en 2005 son organisation nationale pour la normalisation de la RFID. Elle pourrait maintenir l’exploitation d’un système de codification national nommé le NPC (National Product Code, http://www.chinapt.com/CptNpc/CptNpc_main_e.aspx) qui a été étendu aux articles individuels. Le contrôle sur des informations stratégiques est un motif invoqué, selon la presse (source : CRM buyer).

5.3.5 Singapour

Le gouvernement de Singapour subventionne, par le biais de l’équivalent de SPRING (équivalent de l’AFNOR), 50 % des frais totaux des activités de normalisation des experts nationaux.

Singapour va investir 12 millions de Dollars Singapour soit la moitié en Euros pour des projets pilotes. Le projet phare (pratiquement achevé) est la bibliothèque de Singapour, qui a été étiqueté 10 millions de livres et de CD-Rom dans 23 établissements dont le dernier équipé sera entièrement géré à l’aide de cette technologie.

L’autorité gestionnaire du port de Singapour (PSA) s’est associée à son homologue hongkongais (HPH) pour développer toute application de la RFID susceptible d’améliorer les

¹¹ Ce chiffre doit être considéré avec un certain recul. En effet, le magazine Newsweek admet avoir publié en mai 2005 certaines inexactitudes, et précisé en présentant ses excuses que « *Less than 6 percent of the \$137.5 billion Wal-Mart spent last year with suppliers went to China* » (<http://www.msnbc.msn.com/id/7693580/site/newsweek/>). L’auteur de l’article s’était semble-t-il inspiré du China Daily du 2004-11-29 : “The world’s largest retailer, Wal-Mart Stores Inc, says its inventory of stock produced in China is expected to hit US\$18 billion this year, keeping the annual growth rate of over 20 per cent consistent over two years. The trend is expected to continue, company officials revealed”.

performances des activités portuaires. Ces deux autorités étant les n° 1 et 2 mondiaux du secteur portuaire, les applications qu'elles retiendront deviendront vraisemblablement des standards mondiaux.

5.3.6 Australie

L'état de Victoria affirme vouloir être le leader australien de la RFID. Il a créé un cluster pour développer la recherche et le déploiement de solutions RFID, adossé à l'Université d'Adélaïde, et qui comprend un centre de démonstration.

Une structure analogue au Pôle Traçabilité de Valence a également été mise en place, mais avec des financements différents et comparativement plus importants.

5.3.7 Mexique

Au Mexique, il convient de signaler un projet particulier dans lequel, l'Attorney General ainsi que 160 Procureurs Généraux se sont fait implanter des tags RFID sous-cutanés afin de sécuriser l'accès au tout nouveau « Centre Fédéral d'Information Anti-criminalité ».

Ce « marquage particulier » s'étend à certains membres de l'Armée Mexicaine et du Cabinet Présidentiel.

6 Déploiement et projets : enjeux, attentes, état actuel et résultats

6.1 Bilan général

Les initiatives les plus nombreuses et les plus médiatisées ont été prises aux Etats-Unis.

On peut citer par exemple :

- L'initiative TSA (Transportation Security Administration) sur le contrôle des conteneurs annoncée dans l'intervention du secrétaire Tom Ridge le 12 juin 2003 et dotée d'un budget de 170 millions de \$;
- L'initiative Wal★Mart ;
- L'initiative DoD sur l'ensemble de ses achats commentée dans le communiqué de l'AFIS (American Forces Information Service) du 7 octobre 2005 ;
- L'initiative d'industriels (HP) utilisant la RFID pour leur logistique interne.

En Europe, on peut observer les initiatives de Metro (D), de Tesco (UK), de Marks&Spencer (UK), de Sernam (France).

Ces initiatives s'appuient en majorité sur le standard EPC au niveau du support de l'identifiant mais ne mettent pas encore en œuvre l'architecture de réseau qui l'accompagne. La médiatisation importante de ces initiatives contribue à mettre en avant ce que les médias appellent « le standard EPC ».

Un écart existe parfois entre les annonces et la réalité de ces initiatives telles que présentées par les médias.

Chez Wal★Mart l'objectif est bien sûr de faire des gains de productivité importants, mais aussi et peut être surtout, d'organiser la gestion des biens qui sont installés dans ses magasins et qui juridiquement appartiennent aux fournisseurs jusqu'à leur vente (Wal★Mart ne paie que les biens vendus). Le contour de l'initiative Wal★Mart porte bien comme annoncé sur les 100 fournisseurs les plus importants mais ne met en œuvre que le dixième du nombre d'étiquettes communément annoncé.

La dynamique créée par la mobilisation de l'industrie américaine autour du « standard EPC » est importante. Le secteur de la grande distribution est le plus sensible à cette dynamique et entraîne ses fournisseurs les plus importants.

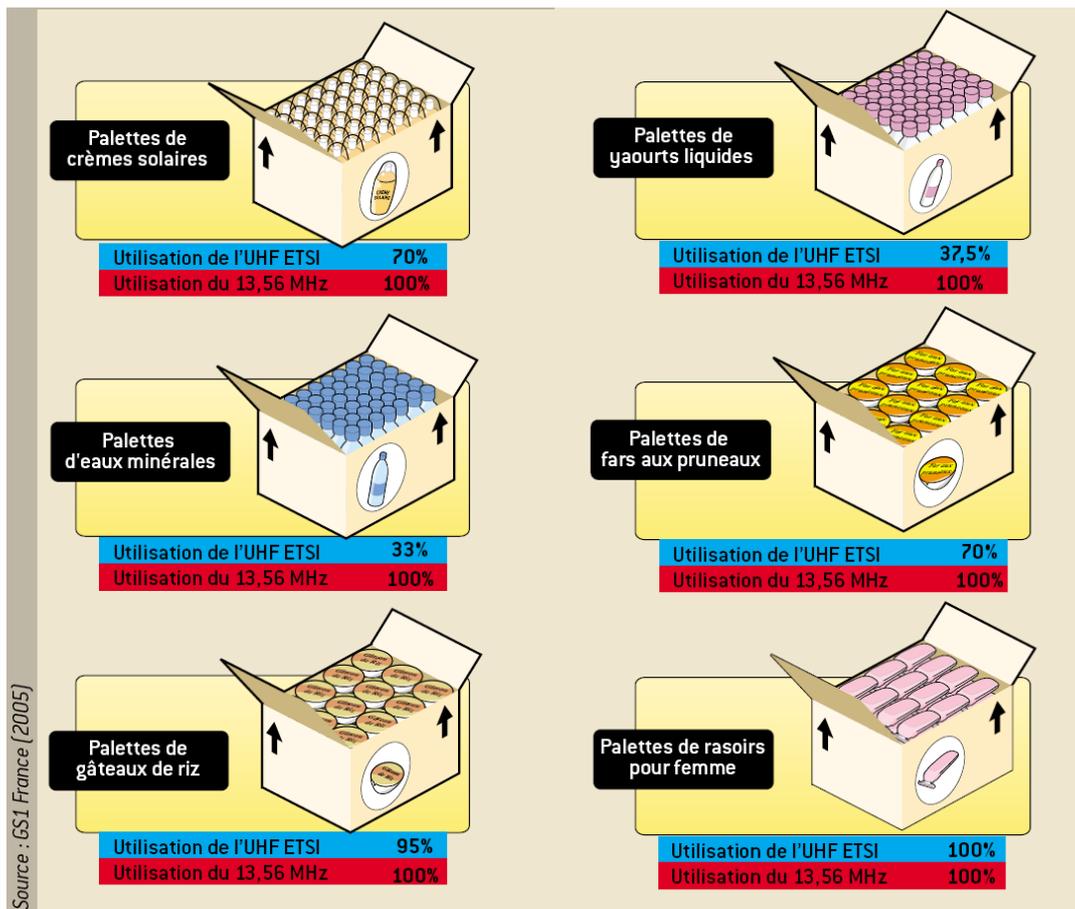
S'agissant de déploiements, on peut remarquer un certain nombre de situations qui renseignent sur les évolutions possibles :

- la disponibilité de composants du standard EPC incite certains domaines d'activité à les retenir comme brique de solution dont l'architecture est par ailleurs spécifique au domaine. IATA a choisi la fréquence et le protocole préconisé par EPC mais met en œuvre une codification spécifique plus adaptée aux exigences du contrôle des bagages en aéroport.
- le prix unitaire réel (hors effets d'annonce) du support de l'identifiant, semble avoir heurté un plancher résistant autour de 0,12 €¹² qui contribue à ce que des déploiements soient différés pour cause de ROI insuffisant. C'est notamment le cas dans le domaine transport – logistique (tag non réutilisé). A cela, s'ajoutent d'autres incertitudes, celles des coûts de refonte de l'organisation en particulier, ainsi que la rareté des vendeurs suffisamment qualifiés.
- Des disparités importantes existent dans le domaine agro-alimentaire où des industriels importants veulent « coller » aux exigences de la grande distribution et où, en même temps, des acteurs de moindre importance suivent difficilement les obligations nées de l'application de la réglementation européenne 178-2002 en matière de sécurité alimentaire.

Certains pilotes ont d'abord montré des résultats décevants puis en amélioration après des apports en ingénierie. La médiatisation importante de ces « pilotes », parfois décalée par rapport aux retombées réelles (cas des retours d'expérience des sous-traitants de Wal★Mart) a contribué à développer un certain attentisme chez des utilisateurs potentiels.

Les résultats des tests effectués par GS1 France sur des produits types de la grande distribution sont donnés ci-dessous. Il convient de souligner que les solutions utilisant l'UHF permettent une distance de lecture plus grande que celles utilisant la HF.

¹² Une offre a récemment été faite à 0,06€. Comme il s'agit d'un exemple unique, il faut le considérer comme un épiphénomène et non comme l'amorce d'une tendance de fond.



D'autres sources (rapport OCDE notamment) mettent en avant des inefficacités liées à une mauvaise intégration de l'utilisation des RFID dans le système d'information et pas seulement à des performances insuffisantes du système tag-interrogateur.

Il faut cependant remarquer que des déploiements sont opérationnels dans plusieurs secteurs détaillés ci-après.

La généralisation des déploiements se fera au fur et à mesure de la maturité du marché. Comme pour bien d'autres technologies innovantes, cette maturité sera accélérée et plus fructueuse si tous les acteurs s'accordent sur quelques points essentiels, en particulier :

- maîtrise de la technologie RFID et en particulier réalisme par rapport à ses limites ;
- définition d'un ROI réaliste ;
- maîtrise de la conduite des projets et des compétences clés.

Les attentes sont importantes et elles ne doivent pas être déçues.

Tous les acteurs ont leur rôle à jouer : les fabricants, les intégrateurs et les sociétés de conseil doivent promouvoir les solutions RFID dans des domaines d'applications réalistes pour que les utilisateurs puissent mener à bien des réalisations opérationnelles rentables.

6.2 Première approche par secteur

Neuf secteurs ou applications ont été retenus eu égard à leur dynamique ou aux enjeux en matière de RFID :

- l'automobile
- la santé
- le commerce (hors grande distribution)
- l'industrie agro-alimentaire

- la logistique
- la grande distribution
- les produits électroniques
- la maintenance
- la lutte contre la contrefaçon

6.2.1 Automobile

6.2.1.1 Contexte actuel des activités du secteur automobile

Le secteur automobile connaît actuellement trois grandes évolutions :

- De son système productif et supply chain : il est, avec la grande distribution, un des secteurs de pointe en termes de logistique étendue. Le concept du « supply chain management » n'a jamais eu autant de sens que dans ce secteur. Il est donc normal de voir des précurseurs de la RFID parmi les constructeurs automobiles. Cette technologie est utilisée essentiellement pour la traçabilité des produits en cours de production et/ou de leurs contenants, facteur fondamental dans un contexte de production en flux tendu. Des technologies RFID sont utilisées depuis plusieurs décennies par les fabricants automobiles les plus performants au plan économique, pour la gestion de la production et la logistique, dans des applications en circuit fermé pour lesquelles la rentabilité économique est souvent évidente. Il s'agit de dispositifs précurseurs. Compte tenu de la pression concurrentielle, ces constructeurs sont en tête des efforts de sophistication de la « supply-chain ».
- Du produit lui-même et de son usage : le produit automobile aussi évolue. D'une technologie mécanique, il devient de plus en plus un concentré de technologies électroniques, et la RFID a sa place dans ce contexte. Par exemple, l'ouverture automatique des portes ou le contrôle de pression des pneus sont directement concernés. Enfin, l'utilisation de la « puce » est envisagée en toute situation où le repérage du véhicule est un facteur crucial de productivité (sociétés de location).
- Du service après-vente et du cycle de vie complet du véhicule : les prochaines applications de la RFID devront s'orienter vers le pilotage de la maintenance, la gestion des rappels de produits et le recyclage.

6.2.1.2 Enjeux pour le secteur

6.2.1.2.1 Economiques

Il est encore trop tôt pour avoir des études définitives sur les performances associées à l'usage de la RFID. Mais l'usage de cette technologie est doublement pertinent dans cette industrie.

D'une part, une meilleure traçabilité du produit permet une amélioration du fonctionnement en flux tendu qui constitue un des ultimes leviers de performance industrielle du secteur.

D'autre part, le coût du produit (plusieurs milliers d'euros) ne rend pas prohibitif l'usage des étiquettes électroniques.

Le secteur automobile est habitué à réaliser des économies importantes grâce à l'évolution des technologies de traçabilité. GM estime que la mise en place du code-barres et des standards associés a permis de réduire ses frais logistiques de 100 millions de dollars par an sur la période 1999-2001.

6.2.1.2.2 Sécurité

6.2.1.2.2.1 Finalité / vocation sécuritaire de la RFID

L'identification des véhicules et/ou des pièces détachées (lutte contre la contrefaçon) revêt un aspect essentiel. Selon DaimlerChrysler, 10% de toutes les pièces de rechange

vendues sont contrefaites entraînant une perte de 12 milliards de dollars par an. L'identification de pièces contrefaites est une activité complexe et le secteur attend des gains substantiels grâce à une identification immédiate et simplifiée de ces pièces qui les rendrait invendables et diminueraient grandement les risques de vols. Pour autant, Daimler Chrysler par exemple, n'attend pas de l'introduction de la RFID une solution définitive au problème de contrefaçon (Voir §6.2.9 ci-dessous) mais peut contribuer à détecter des réseaux de commercialisation de ces pièces contrefaites.

Enfin, les rappels de produits, ciblés sur les seuls véhicules concernés et non sur des lots complets, seraient plus efficaces, et moins coûteux (le rappel des pneus Firestone sur les véhicules Ford a coûté 2,6 milliards de dollars - 1,70 \$ par action).

6.2.1.2.2 Sécurité des informations et libertés individuelles

Dans le cadre de l'utilisation de puces RFID fonctionnant en écriture, chaque intermédiaire sera susceptible d'y ajouter des données. Il alimentera le contenu de la puce RFID qui sera accessible par d'autres et notamment par le dernier maillon de la chaîne, tel que les grandes enseignes de distribution.

Bien que chacun soit a priori propriétaire de ses informations, le dernier maillon pourra exploiter, notamment dans le cadre de bases de données, toutes les informations insérées dans la puce tout au long du parcours du produit.

Un constructeur automobile pourra avoir accès aux données figurant sur les puces associées à des pièces détachées destinées à l'assemblage des véhicules comme au service après-vente.

6.2.1.3 Maturité et difficultés rencontrées

L'identification des ensembles de pièces métalliques pose problème du fait de leur effet limitatif sur la diffusion des ondes. Afin d'être convenablement lues, les tags RFID doivent se situer sur une partie des pièces ayant sa façade à « l'extérieur » du lot. Des travaux sont en cours à ce sujet.

D'autres difficultés sont liées à l'inertie, normale dans ce type de technologie multi-utilisateurs : lenteur dans le développement de standards communs, adaptation très progressive des éditeurs de logiciels de gestion d'entrepôt à la technologie RFID, usage privilégié des codes-barres.

Enfin, le coût des puces rend encore prohibitif leur usage sur des éléments à faible valeur ajoutée (exemple : traçabilité en logistique des bacs de type « petits contenants »).

6.2.1.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur

Exemple 1 : Michelin

Michelin s'est préparé très tôt à l'usage de la RFID en raison notamment de sa forte implantation aux Etats-Unis et est reconnu dans l'industrie automobile mondiale comme leader dans la RFID. Ford avait en effet envisagé de mettre des puces dans tous les pneus de ses véhicules afin d'en améliorer la traçabilité et les rappels. Bien que le passage à l'acte ait été différé, Michelin a mis au point sa propre solution RFID adaptée aux contraintes du pneu et a participé à l'élaboration d'un standard propre aux constructeurs de véhicules et aux manufacturiers de pneumatiques.

Michelin estime en outre que les applications de la RFID iront au-delà de la logistique ou de la traçabilité. En effet, le pneu sera capable de s'identifier auprès du reste du véhicule et participera à un meilleur fonctionnement des divers systèmes électroniques embarqués.

La valeur de la RFID réside donc pour Michelin en majeure partie dans son utilisation après vente. Par ailleurs, Michelin a trouvé une solution simple permettant de concilier les circuits

de la grande distribution, qui recourent à une codification EPC Global, avec ses points de vente et affiliés, qui utilisent un autre système de codification.

Exemple 2 : Goodyear.

Le fabricant de pneus développe, avec Wal★Mart et quelques fournisseurs-clés du distributeur, une solution de traçabilité logistique via une identification RFID de ses palettes livrées sur des sites Wal★Mart. Le fabricant de pneus mène aussi depuis 2001 des projets de recherche visant à utiliser la RFID pour faire de la lecture temps-réel de pression de pneus.

Exemple 3 : Parker Hannifin (équipementier)

L'équipementier a lancé un projet d'étude afin de tester la faisabilité de la localisation en temps réel des pièces au sein d'une de ses usines, qu'elles soient au niveau de la réception/expédition ou en stock. Ce système a pour vocation de se substituer à terme aux lecteurs utilisés pour gérer le kanban électronique.

Exemple 4 : BMW

BMW a également développé un système de localisation temps réel de ses véhicules sortant d'usine. Cela permet un repérage immédiat du véhicule sur le site (via un navigateur Web), notamment pour les opérations de retouches à effectuer sur des véhicules précis. Cela permet aussi d'améliorer le processus commercial grâce à une meilleure visibilité des produits sortant d'usine. Les tags sont des tags UHF actifs.

Exemple 5 : Volkswagen

Volkswagen a développé un système d'identification de ses véhicules pour son point de vente « Autostadt », tour de verre de 48m de haut où sont exposés les véhicules. Ce système permet de repérer rapidement les produits sur la tour, pour des opérations de maintenance ou de nettoyage ou pour une livraison client.

Exemple 6 : General Motors

Le système OnStar, actuellement livrable sur plus de 50 modèles de véhicules GM, est reconnu comme étant la référence de l'industrie automobile en matière de services de sécurité et d'information. Il est réputé avoir sauvé nombre de vies. Ce système procure aux clients des services tels l'avis aux services d'urgence lors du déploiement du sac gonflable, le repérage de véhicule volé et le télé-déverrouillage des portes lorsque le conducteur enferme ses clés dans le véhicule.

Exemple 7 : Renault

Dans le cadre d'une expérience de suivi par RFID des moteurs en retouches à Choisy-le-Roi, le démonstrateur permet :

- l'association automatique de plusieurs moteurs à un rack lors d'un passage d'un car à fourche avec un rack et 6 moteurs équipés d'un tag RFID¹³ sous un portique ;
- les déclarations d'entrées simultanées et en temps réel des 6 moteurs dans la gestion de production locale ;
- l'identification « en aveugle » des 6 moteurs.

Les principaux enjeux éclairés et envisagés dorénavant sont :

- la réduction d'achat des vieilles matières ;
- l'optimisation de la gestion du parc ;
- la suppression des écarts entre les flux physiques et les flux administratifs ;
- la suppression des saisies d'événements « entrée/sortie des moteurs sur parc » ;
- la simplification d'identification des différents moteurs.

Les premiers résultats très prometteurs permettent d'envisager une phase pilote dans le 2^{ème} semestre de 2005.

¹³ Puce radio fréquence équipée d'un microprocesseur interne de 1 millimètre

6.2.1.5 Initiatives mutuelles enclenchés dans le secteur

Plusieurs actions communes au secteur sont en cours ou ont été réalisées :

- Les projets de groupes ISO :
 - CN31 (identification automatique) : normes techniques RFID (ISO 18000-xx) ;
 - TC 204 : Projet « Electronic Recognition of Identity » (reconnaissance des véhicules par RFID) ;
- Les réglementations / projets d'organismes américains :
 - TREAD ACT et Standard 138 : réglementation rendant les TPMS (systèmes de surveillance de la pression des pneus) obligatoires sur les voitures et utilitaires légers aux USA ;
 - AIAG : Un GT permanent ; des applications RFID (ex : pneus) ;
- Les réglementations de l'Union Européenne:
 - Directive Sécurité ;
- Les projets du groupe ODETTE :
 - en phase exploratoire RFID, définition des besoins.

Les organismes pour l'élaboration de standards dans l'industrie automobile se sont emparés du sujet. En France, le Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile (GALIA), rattaché au réseau ODETTE, est en charge de ces thèmes.

JAI – Joint Automotive Industry – fédère les travaux des organismes pour l'élaboration de standards :

- | | | |
|----------|--|--------|
| - AIAG | Automotive Industry Action Group | USA |
| - JAMA | Japan Automotive Manufacturers Association | Japon |
| - JAPIA | Japan Auto Parts Industries Association | Japon |
| - ODETTE | | Europe |
| - STAR | Standard for Technology in Automotive Retail | USA |

GALIA ne participe pas *ès-qualités* à JAI mais contribue à ses travaux via ODETTE.

JAI vient de publier un communiqué précisant ses relations avec EPC. JAI admet que JAI et EPC ont un intérêt commun à promouvoir l'utilisation de la RFID. JAI annonce qu'il ne recommandera pas l'usage des codes EPC dans l'industrie automobile et qu'il développera son propre modèle d'identification des articles en s'appuyant sur les normes ISO. JAI pointe néanmoins le nécessaire travail en parallèle que doivent mener JAI et EPC auprès des utilisateurs et des instances de normalisation, en particulier l'ISO.

De son côté, GALIA a tenu une réunion avec GS1 dont les conclusions peuvent être consultées sur www.galia.com/bin/actualites_fiche.asp?id=40.

GALIA a également lancé l'initiative ALFA (Amélioration des Liaisons dans la Filière Automobile) qui concerne les sous-traitants de rang 2. Elle est menée dans deux régions pilotes : la Bretagne avec l'Institut Maupertuis et la Franche-Comté avec le CRITT d'Epinal.

6.2.1.6 Fréquences et technologies utilisées

A cause de l'environnement de cette industrie, la majorité des applications sont en HF.

Quelques applications utilisent des tags actifs en 433MHz ou en UHF.

Les étiquettes passives en UHF ne concernent pour l'instant que les tests avec la grande distribution (Wal★Mart).

Enfin, General Motors choisi le SHF pour son système OnStar.

6.2.2 Santé

6.2.2.1 Contexte actuel des activités du secteur

Tous les projets d'étude de RFID dans le monde de la santé, ont pour origine la volonté d'améliorer la sécurité et la traçabilité sanitaire. Les objectifs de la traçabilité dans le domaine du médicament sont de plusieurs ordres :

- garantir la qualité du produit ;
- pouvoir le localiser à tout moment ;
- permettre son retrait en cas de problème.

La traçabilité est une obligation réglementaire pour les laboratoires pharmaceutiques. Elle repose sur un référentiel européen : les BPF (Bonnes Pratiques de Fabrication pour les médicaments à usage humain) et les BPL (Bonnes Pratiques de Laboratoires). Selon ce référentiel, il incombe au fabricant de pouvoir retracer l'historique de fabrication de tout lot de médicament. Une fois le lot libéré, c'est à l'exploitant, responsable du retrait des lots, qu'il incombe de connaître à tout moment la localisation de chaque lot (dépositaire, grossiste répartiteur, visiteur médical, officine ou hôpital).

La santé humaine étant en jeu, la réglementation est particulièrement forte dans le domaine médical. Cette logique prééminente est une des conséquences de la tendance mondiale au tout sécuritaire (surtout dans les pays industrialisés). Elle concerne tous les domaines et la santé ne fait pas exception. L'application aux dispositifs médicaux se traduit par des textes relatifs à la matério-vigilance, à l'hémato-vigilance et à la cosméto-vigilance et bien sûr à l'assurance de la qualité.

6.2.2.2 Enjeux pour le secteur

6.2.2.2.1 Economiques

Toute la chaîne logistique pourra bénéficier de la technologie et les acteurs en charge de la distribution sont les moteurs de l'intégration de la technologie qui doit permettre des économies substantielles.

Grâce à la technologie RFID, la copie des médicaments deviendra extrêmement difficile et peu lucrative, ce qui diminuera mécaniquement l'attrait de la contrefaçon.

6.2.2.2.2 Sécurité

Les étiquettes électroniques assurent la traçabilité des produits et sont un des outils de lutte contre la contrefaçon qui engendre :

- perte financière pour les laboratoires pharmaceutiques ;
- tromperie sur la marchandise ;
- mise en danger des patients qui consomment des produits ne permettant pas de les traiter.

L'inclusion d'étiquettes électroniques dans les emballages permet de repérer rapidement des produits non étiquetés qui sont suspectés d'être contrefaits mais aussi de repérer des produits dûment étiquetés qui apparaissent dans un canal de distribution anormal.

Les données personnelles qui pourraient être stockées dans les tags sont à la limite entre la traçabilité des objets (médicaments) et la traçabilité des personnes (malades). Ce statut intermédiaire est un des principaux freins à la mise en place des dossiers médicaux personnalisés.

6.2.2.3 Premiers exemples d'entreprises du secteur

Dans le secteur de la santé, on distingue :

- les producteurs (industrie pharmaceutique, biotechnologique, gaz médicaux, accessoires pour médicaments, etc.) :
 - gestion de parcs de bouteilles de gaz médicaux (AIR LIQUIDE SANTE, AGA)
 - suivi des médicaments sous température contrôlée (vaccin, produits de biotechnologie)
- les entreprises assurant le stockage et la distribution des médicaments (dépositaire, répartiteur, groupement, etc.) :
- les établissements de santé pour leurs différentes fonctions logistiques :
 - Repas : suivi et traçabilité de la distribution des plateaux repas avec le bon régime aux bonnes personnes ;
 - linge : intégration dans le textile d'étiquettes RFID résistant aux lavages et aux chocs thermiques (séchage, repassage) pour assurer une gestion unitaire des équipements. ELIS a intégré des étiquettes électroniques sur les vêtements de travail, pour assurer une traçabilité fiable entre le loueur de linge et le client final ;
 - les médicaments, matériels et consommables : traçabilité et suivi des bouteilles de gaz médicaux, par exemple ;
 - les examens complémentaires réalisés ;
 - le stockage des échantillons biologiques – poches de sang, tissus, cellules, organes – traçabilité et bio-banque de tissus et organes réalisées dans 4 hôpitaux de la région PACA (identification sous ambiance de température en azote liquide) ;
 - la gestion de la localisation des personnes : localisation dans l'établissement et contrôle d'accès.
- les sociétés réalisant des essais cliniques.

L'identification de la personne et de son dossier médical fait l'objet de recherche mais le cas «Joseph Krull» qui porte sur lui une RFID passive indiquant qu'il est gravement allergique à deux médicaments, reste une exception.

Le suivi des instruments de chirurgie est en cours d'implantation malgré les réticences des intervenants en bloc opératoire qui craignent les conséquences des interférences électromagnétiques avec les appareils de suivi médical (pacemaker, moniteur, etc.). Cependant, tous admettent que cette traçabilité est un progrès déterminant pour garantir le strict respect des procédures de stérilisation. Le démonstrateur de suivi de la stérilisation des têtes d'endoscopes à l'Assistance Publique – Hôpitaux de Marseille a fait la preuve de son efficacité et le procédé est en cours d'extension à d'autres établissements.

En dentisterie, la société française DENTALAX commercialise un système d'identification des prothèses garantissant une traçabilité performante tout au long de la fabrication. Les caractéristiques techniques de la prothèse sont enregistrables sur une carte sans contact qui peut être remise au patient. Le surcoût lié à la RFID est de l'ordre de 2 euros.

La société RSA Technology commercialise une gamme d'étiquettes pour les médicaments.

6.2.2.4 Initiatives mutuelles enclenchés dans le secteur

En novembre 2004, Aegate et BT ont inauguré une expérience pilote de trois mois avec six laboratoires pharmaceutiques et 50 pharmacies. L'objectif était de tester une nouvelle méthode pour détecter les médicaments contrefaits. Parmi les laboratoires pharmaceutiques participant au projet : Merck Generics UK, Merck Pharmaceuticals, Novartis, Schering Healthcare et Solvay.

Quatre des plus prestigieux laboratoires publics français de recherche biologique ont décidé d'utiliser des systèmes RFID d'identification et de traçabilité : l'Institut Paoli Calmette (centre régional anticancéreux), l'Hôpital de la Timone, l'Hôpital de la Conception et l'Hôpital Nord à Marseille. L'étiquette ARIO SDM de Tagsys fonctionne en HF et permet un suivi et une gestion fiables, précis et sécurisés des échantillons biologiques en bio banques.

L'étiquette ARIO SDM de Tagsys a été conçue pour répondre aux besoins de l'industrie pharmaceutique et biomédicale en termes de sécurité, précision et rapidité de suivi de

prélèvements biologiques en laboratoire (ex : échantillons de tumeurs). Sa taille (8,9mm) permet son intégration dans les capuchons des tubes cryogéniques et elle supporte les variations brutales de température. En effet, les prélèvements biologiques sont stockés dans l'azote liquide à -196°C pendant plusieurs mois et subissent une hausse spectaculaire de 125°C en quelques secondes lors du contrôle des échantillons. Grâce à ce système, il est possible de contrôler les échantillons biologiques plus fréquemment et régulièrement, tout en augmentant la quantité d'information disponible et en améliorant la qualité et la rapidité des traitements.

Accenture a coordonné en octobre 2003 un pilote RFID qui a impliqué des fabricants – Abbott, Barr, Johnson&Johnson, Pfizer, Procter&Gamble -, des distributeurs – Cardinal Health, McKesson – et des détaillants – CVS, Rite Aid. Healthcare Distribution Management Association (HDMA) et la National Association of Chain Drug Stores (NACDS) ont coopéré pour étiqueter, embarquer, recevoir, manipuler et tracer près de 13 500 boîtes de médicaments. Le projet s'est achevé en avril 2004, et Accenture travaille désormais sur la RFID individuellement avec chacun des participants.

6.2.2.5 Fréquences et technologies utilisées

La plupart des applications utilisent la HF.

6.2.2.6 Freins et problèmes identifiés

Dans l'état actuel des volumes de diffusion des étiquettes électroniques, le coût d'une étiquette code-barres est plus de 10 fois moindre.

En revanche, la sécurité apportée par la traçabilité en milieu hospitalier justifie parfaitement les investissements RFID.

6.2.3 Commerce (hors agro-alimentaire)

6.2.3.1 Contexte actuel des activités du secteur

Les entreprises de ce secteur ne sont pas encore touchées par des contraintes réglementaires de traçabilité, comme peuvent l'être celles de l'industrie agro-alimentaire. De plus, elles ne subissent pas la pression de gros donneurs d'ordre demandeurs de cette technologie (grande distribution, industrie agro-alimentaire, automobile). D'après ZDNet France, seuls 20 % des responsables d'entreprises du secteur se déclarent « prêts à étudier ou à mettre en place » un projet autour des étiquettes électroniques.

Quelques entreprises, - CAMIF, Manutan, Européenne de Literie – sont en veille sur ce sujet. La Fédération des Industries de la chaussure, sans avoir pris encore d'initiative forte sur ce sujet, suit attentivement les retours d'expérience d'implantation des étiquettes électroniques dans des boutiques de chaussures japonaises.

6.2.3.2 Enjeux pour le secteur

Le premier enjeu est le besoin d'amélioration de la productivité du contrôle des flux logistiques, de la fiabilisation des inventaires en temps réel et plus généralement, de la fiabilisation des données.

La mise en œuvre de solutions RFID doit permettre :

- la réception automatique des palettes et des cartons ;
- le suivi des mouvements de produits au sein des dépôts ;
- le suivi des mouvements inter-dépôts.

Toutefois, une « identification visuelle » en complément de la puce reste indispensable et réglementaire. Cet aspect est surveillé de près par la DGCCRF.

L'autre enjeu le plus souvent cité est « la protection contre le vol ». La possibilité d'insérer des étiquettes électroniques invisibles peut constituer une protection efficace.

Toutefois, le prix des étiquettes reste un facteur bloquant, même s'il a baissé au cours des dernières années.

6.2.3.3 Premiers exemples d'entreprises du secteur

Le business model basé sur une offre large et la nécessité d'avoir à disposition l'ensemble des produits impose aux entreprises du secteur de gérer un portefeuille de plusieurs centaines de fournisseurs.

A l'heure actuelle, la mise en place de la technologie RFID n'est en cours qu'à la CAMIF. Le projet est mené en interne par l'équipe logistique et l'entreprise ne communique pas sur les résultats.

Pour les produits de luxe ou à forte valeur ajoutée, le coût de la puce est presque négligeable et les contraintes de sécurité sont importantes. La mise en place d'étiquettes électroniques devrait normalement être envisagée, mais les entreprises concernées sont muettes sur leurs projets et/ou leurs réalisations.

6.2.3.4 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur

Il est clair que les membres d'EFOVAD (organisme fédérant les échanges EDI pour les entreprises de vente à distance) ne seront pas moteurs sur ce sujet. Ils ne suivront que sous la pression éventuelle de donneurs d'ordres. L'AFNET se montre intéressée.

6.2.4 Industrie agro-alimentaire

6.2.4.1 Contexte actuel des activités du secteur

Les récentes crises alimentaires – vache folle, grippe aviaire, steaks hachés contaminés – ont mis en évidence le besoin d'une traçabilité renforcée voire exemplaire.

Si la responsabilisation des acteurs (tendance de long terme) les conduit au minimum à se sentir concernés - voire inquiets du fait du caractère diffus du risque et du volume important d'investissements à prévoir -, leur position relative aux enjeux et opportunités marketing de la traçabilité est extrêmement hétérogène. Elle dépend notamment de la proximité du client (amont-aval). Les problématiques de traçabilité sont extrêmement variées, voire complexes, ne serait-ce que du fait du caractère ambivalent de cette notion selon qu'elle s'adresse au consommateur ou au citoyen.

Depuis quelques temps, des acteurs de la grande distribution et de l'agro-alimentaire mènent des réflexions approfondies, voire des essais, relatifs à l'introduction de la technologie RFID dans leurs dispositifs logistiques à des fins de traçabilité et/ou d'amélioration de leur compétitivité.

6.2.4.2 Enjeux pour le secteur

Les enjeux techniques globaux pour le secteur sont :

- la meilleure traçabilité des colis,
- l'amélioration de la gestion des stocks,
- une meilleure qualité de service,
- une meilleure sécurité en magasin,
- une diminution des litiges,
- une optimisation des coûts.

En octobre 2005, une enquête menée par STEF-Agrostar et consultable sur www.lesclesdelarfid.com a permis d'apprécier la sensibilité des acteurs du secteur aux enjeux :

- 60 % des entreprises considèrent la RFID comme crédible, utile et prometteuse ;
- 56 % pensent que la RFID va connaître de grands développements technologiques dans les 3 ans à venir.

En première analyse, la pression viendra des distributeurs : plus des trois quarts croient en cette technologie, contre 50% des industriels. Malgré ces enjeux, 77 % des entreprises interrogées pensent que l'ensemble du secteur de l'agro-alimentaire ne généralisera pas la RFID avant 5 ans ou plus.

6.2.4.3 Maturité et difficultés rencontrées

Les entreprises agro-alimentaires n'ont pas encore toutes pris la mesure des implications industrielles et logistiques de la réglementation européenne sur la traçabilité applicable depuis le 1^{er} janvier 2005 (règlement 178-2002).

La majorité des entreprises du secteur sont des PMI qui ne disposent pas d'un business model leur permettant d'appréhender les bénéfices qu'elles pourraient retirer de l'usage des RFID. Elles invoquent le coût excessif des tags, les difficultés de mise en place des systèmes, l'absence de standard incontestable.

6.2.4.4 Premiers exemples d'entreprise du secteur

Si un tiers des distributeurs sont avancés sur le chantier RFID, moins de 15% des industriels du secteur ont lancé des études. Les tests effectués par Metro en Allemagne et par Auchan et Carrefour en France n'ont pratiquement concerné aucun produit alimentaire.

Il faut remarquer que tous les essais ont eu lieu selon le standard EPC Global en UHF et que les difficultés techniques rencontrées dans cette gamme de fréquence constituent un frein à sa généralisation, même si le coût reste un facteur déterminant.

GS1 France a réalisé une campagne de tests comparatifs entre HF et UHF. S'il est vrai que la portée de lecture est plus faible en HF, il est également vérifié que les performances sont beaucoup plus stables grâce notamment à une moindre sensibilité aux liquides, à l'humidité de l'air ainsi qu'à la présence de métaux.

Au printemps 2006, à la suite de ces tests, EPC a décidé de proposer un standard dans la bande HF (13,56MHz). Des travaux sur la bande LF sont également en cours. (cf. § 4.3.5)

6.2.4.5 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur

GS1 France poursuit au niveau RFID l'action entreprise par GENCOD au niveau des codes à barres.

La Chambre Régionale de Commerce de Bretagne et l'ABEA (Association des Entreprises Agroalimentaires Bretonnes) ont créé l'association "Un Monde d'Avance" qui développe dans les locaux de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Morlaix, un démonstrateur de la traçabilité par étiquettes électroniques appliquée à l'industrie agro-alimentaire.

6.2.4.6 Fréquences et technologies utilisées

Les applications opérationnelles ne sont pas suffisamment nombreuses pour que l'on puisse préciser les techniques les plus utilisées.

6.2.4.7 Freins et problèmes identifiés

Les utilisateurs les plus concernés détaillent les difficultés rencontrées dans la mise en place opérationnelle de la technologie RFID :

- portée trop réduite des puces les plus courantes et les moins chères,
- utilisation d'emballages métalliques qui perturbent le signal radio,

- utilisation en univers humide,
- interférences entre puces en environnement dense.

6.2.5 Logistique

6.2.5.1 Contexte actuel des activités du secteur

Les réflexions sur l'usage de la RFID ont deux objectifs :

- Satisfaire ou anticiper les demandes clients ou prospects : il s'agit alors d'avoir testé cette technologie afin de pouvoir la proposer à des clients existants.
- Améliorer les processus d'exploitation
 - Transport :
 - Suivi du parc automobile (reconnaissance aux entrées de sites, maintenance, disponibilité et affectation du matériel) ;
 - Suivi des colis en remplacement du code-barres.
 - Entreposage :
 - Suivi de flux logistiques ;
 - Qualité des préparations de commande ;
 - Limitation de la manutention des produits dangereux, sensibles ou lourds.

6.2.5.2 Enjeux pour le secteur

Un enjeu primordial est l'amélioration des processus d'exploitation – contrôles en entrées et sorties, inventaires fiscaux, mise à jour des stocks en temps réel, déclenchement plus rapide de facturation – entraînant une hausse de la productivité et une baisse du niveau de risques et de litiges.

Les acteurs ne mentionnent pas de barrières technologiques hormis le taux de lecture.

6.2.5.3 Maturité et difficultés rencontrées

En entreposage, les prestataires testant cette technologie (DHL, ACR, Sernam) sont limités par rapport aux possibilités de lecture simultanée, ce qui peut être un frein dans certaines typologies d'activité : préparation de palettes hétérogènes (multi-références et multi-produits).

Dans le cadre des suivis de camions en entrées de sites, le taux de lecture est directement lié à leur vitesse à proximité des bornes de lecture, ce qui implique que les transporteurs doivent inciter leurs chauffeurs à respecter des vitesses de circulation de 30 km/h.

6.2.5.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur

Groupe Alloin, en partenariat avec NBG ID, utilise le principe de « Track Truck® » : mémoire de 8000 caractères en lecture et écriture, lisible jusqu'à 30 mètres à une vitesse de 30 km/h. Les tags RFID « battery assisted » en HF sont installés sur chaque véhicule et lus à chaque mouvement en entrée et en sortie des agences (une borne de lecture est installée dans chaque agence).

Géodis exploite pour Alstom la plate-forme logistique de Tarbes dédiée à deux sites de production. Les tags RFID en HF sont positionnés sur des bacs en plastique circulant entre les sites Alstom et Géodis. La lecture et/ou la modification de ces tags peut être faite soit au moyen d'interrogateurs mobiles gérés par les opérateurs, soit au moyen de portique en entrée/sortie.

UPS teste cette technologie :

- En remplacement du code-barres pour le suivi des colis ;
- Sur ses camions dans une optique de réduction de coût ;
 - maximisation du taux d'utilisation ;

- automatisation des procédures d'arrivée et de départ.

ASK (étiquette électronique sur support papier), NBG ID (intégrateur de système d'information) et DHL Fashion (prestataire de service supply chain) ont implanté un système RFID fonctionnant en HF dans un centre de distribution de 18 000 m², traitant 70 millions de vêtements par an envoyés vers 15 plates-formes ou grossistes.

Enfin, Marks & Spencer, après une période de test (1 magasin en 2003, puis 6 en 2004), va étendre le déploiement de la RFID sur 53 magasins d'ici à mi-2006 et cela pour 6 départements d'habillement : cette décision a pour objectif d'améliorer la gestion des stocks dans un environnement composé d'un très grand nombre de références (liées aux différentes tailles et couleurs existantes). Marks & Spencer a par ailleurs indiqué que les étiquettes RFID sont apposées sur les étiquettes des habits, qui peuvent donc être enlevées par les clients. Marks & Spencer a opté pour l'UHF mais n'a pas adopté le standard EPC.

6.2.5.5 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur

Les initiatives lancées dans le secteur sont individuelles le plus souvent en réponse à une demande du client.

On peut noter qu'en France les fabricants et les distributeurs externalisent beaucoup leurs fonctions logistiques, sauf rares exceptions, contrairement à Wal★Mart par exemple, qui maîtrise une grande partie de sa chaîne logistique. Par conséquent, même si l'intégration bien ciblée de la RFID peut apporter des gains énormes en interne, sur quelques processus-clés, il est peu probable, dans le contexte d'une concurrence accrue entre prestataires logistique, qu'un projet d'intégration massif et précurseur émerge. Quelques acteurs sur des marchés de niche auront cependant peut-être intérêt à bien se positionner.

En France, La Fédération Française de la Chaussure suit depuis des années l'évolution des TIC et conduit des projets collectifs pour en faciliter l'utilisation et la diffusion dans les entreprises et plus particulièrement dans les PME.

Les étiquettes intelligentes sont aujourd'hui le vecteur principal sur lequel il apparaît nécessaire d'agir. La FFC en a fait un thème de travail dès juin 2004, dans le cadre d'une commission technique animée par le Centre Technique du Cuir. En 2006, la FFC, le Centre Technique du Cuir et différents industriels vont travailler sur les possibilités offertes par la RFID. En effet, au-delà de l'aspect purement matériel de l'étiquette électronique, c'est avant tout sa capacité à stocker des données qui est intéressante et qui permettra de mieux informer le consommateur et dématérialiser un certain nombre d'informations légales et réglementaires.

Sur ce dernier point, la FFC est très attentive à tout ce qui concerne l'environnement, la santé et la sécurité, la propriété intellectuelle et les conditions économiques et sociales de production. Plus globalement, la FFC, au-delà des projets UCIP pour lesquels elle a été soutenue par le Ministère de l'Industrie, souhaite faire des échanges électroniques et des nouvelles technologies un facteur de renforcement de la compétitivité des entreprises françaises qui, face à une concurrence internationale basée essentiellement sur le prix, doivent mettre en avant l'ensemble de leurs atouts. Ceux-ci sont bien évidemment la créativité et la qualité des produits, mais aussi la capacité des entreprises à donner une information complète sur les produits et à faciliter le travail de leurs clients par l'utilisation des techniques les plus modernes.

Il serait intéressant que la FFC suive les tests menés par son homologue japonais qui, avec l'aide des pouvoirs publics, envisage une généralisation du marquage RFID des boîtes de chaussures pour une maîtrise exemplaire de la chaîne logistique.

D'autres syndicats professionnels pourraient également examiner ce qui est opérationnel au Japon dans l'édition et la papeterie, où les puces RFID ont été généralisées dans toutes les couvertures de livres et de carnets.

6.2.5.6 Fréquences et technologies utilisées

Les applications recensées utilisent soit la HF soit l'UHF.

6.2.6 Grande distribution

6.2.6.1 Contexte actuel des activités du secteur

Dans le secteur de la grande distribution, comme pour celui de l'industrie agro-alimentaire, les contraintes réglementaires de traçabilité sont intégrées à la réflexion sur la RFID.

De plus, les acteurs de la grande distribution ayant en projet cette technologie le font aussi pour des questions d'optimisation des stocks (et donc des ventes), de suppression de goulots d'étranglement (caisses express) et de marketing (promotions en temps réel, identification des habitudes de consommation).

En France cependant, les acteurs de la grande distribution sont en général distincts de ceux de la logistique, de sorte que la naissance d'un précurseur disposé à intégrer massivement cette technologie sur ce type d'application paraît moins probable qu'aux Etats-Unis par exemple.

6.2.6.2 Enjeux pour le secteur

6.2.6.2.1 Economiques

6.2.6.2.1.1 Performance

Les tests effectués par METRO ont permis d'estimer que l'efficacité des processus avait été améliorée, en particulier la disponibilité des marchandises.

En revanche, dès lors que l'on descend au niveau de l'unité de vente – RFID directement sur les produits –, les tests ne sont pas assez concluants pour envisager un déploiement à court terme.

En France, la volonté et la démarche sont présentes. Carrefour et Système U sont les précurseurs, et les autres emboîtent le pas. La RFID permet des gains de productivité et de fiabilité et reste le préalable à la traçabilité. Si l'utilisation de la RFID dans les sites propres des enseignes de la grande distribution commence à se répandre, en particulier chez Auchan et Carrefour, son intégration à l'ensemble de la filière, des fournisseurs aux consommateurs, risque d'être long.

Carrefour attend beaucoup de la RFID en traçabilité et considère qu'elle remplacera avantageusement le code-barres pour obtenir des gains de compétitivité et pour améliorer sensiblement la traçabilité alimentaire.

6.2.6.2.1.2 Sécurité

Metro a constaté que les pertes et vols avaient été significativement réduits.

De son côté, Auchan a procédé avec Gilette à des tests d'utilisation de tags RFID comme antivols sur des produits de rasage Mach3. Si les résultats techniques ont été concluants, le modèle économique proposé n'atteignait pas le ROI de 18 mois fixé pour l'opération.

6.2.6.2.2 Technologiques

Une étude menée par Pierre Audoin Conseil pour Microsoft et HP a recueilli les avis de 240 responsables d'entreprises de la grande distribution et de produits de grande consommation.

Le passage au standard EPC Global entraînera des modifications de processus que les entreprises n'entreprendront que lorsque toutes les interrogations auront été levées. De plus, l'absence d'un business model de référence fait considérer le prix de cette technologie comme encore trop élevé.

6.2.6.2.3 Liberté individuelle

Les associations de consommateurs, notamment Caspian aux Etats-Unis (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering) et FoeBud en Allemagne, pointent du doigt le fait que les consommateurs pourront être tracés à l'intérieur des points de vente. Ces associations s'attaquent particulièrement à des sociétés comme Wal★Mart (avec produits équipés de RFID et couplés à des caméras, permettant de suivre le cheminement des consommateurs dans les rayons), Gillette (qui a testé dans un supermarché anglais un procédé permettant de photographier chaque client prenant dans un rayon un paquet de lames de rasoir Gillette Mach 3) ou Métro (qui a reconnu avoir distribué 10 000 cartes de fidélité équipées de RFID). Il faut cependant noter que dans le même temps, Marks & Spencer a négocié avec succès son projet RFID avec les associations de consommateurs.

La technologie RFID peut alors glisser d'un outil d'optimisation des processus au sein d'une entreprise vers un outil d'optimisation de la gestion de la relation du consommateur, afin, comme d'autres technologies le peuvent également, contribuer à cerner ses habitudes de consommation et à l'orienter vers des produits correspondant à ses besoins.

6.2.6.3 Maturité et difficultés rencontrées

Une des difficultés rencontrées concerne les coûts de mise en place dès lors que les puces RFID sont apposées directement sur chacun des produits et non plus sur les unités logistiques (caisses, cartons, rolls ou palettes).

Metro a constaté qu'il existe des angles morts sur les produits en rayon qui ne sont donc pas tracés. De plus, ces étiquettes sont difficilement applicables sur les produits métalliques et liquides qui dévient les ondes radio et perturbent la lecture.

Les taux de lecture constatés par Wal★Mart étaient de 75% en 2004, ce qui a décalé le projet de déploiement initialement prévu pour janvier 2005. Sa filiale anglaise Asda a elle aussi connu des difficultés en phase de test.

A titre d'exemple, des CD empilés tranche vers le haut sont lus convenablement lors du passage en caisse. En revanche, s'ils sont empilés à plat (cas usuel), ils seront enregistrés comme un seul exemplaire.

6.2.6.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur

Tesco (chaîne de supermarchés britannique) a décidé d'équiper 1300 supermarchés et 35 entrepôts au Royaume-Uni. Les puces RFID ne sont pas apposées sur les produits mais au niveau des quais de livraison, des palettes et des caisses. Tesco effectue aussi des tests de puces RFID à fonction antivol sur des produits comme les rasoirs ou les DVD dans deux de ses magasins.

Metro, après avoir testé cette technologie en logistique sur un site pilote en Allemagne pendant un an, prévoit maintenant de l'implanter à grande échelle sur sa chaîne d'approvisionnement en remplacement des codes-barres. Cela concernera 100 fournisseurs, 269 magasins et 8 centres de distribution.

Marks & Spencer, dans un communiqué de presse de juin 2005 annonce que le test qui a porté sur 9 magasins, sera étendu à 53 magasins au printemps 2006. Les puces RFID sont directement intégrées dans les étiquettes des articles (vêtements).

6.2.6.5 Initiatives mutuelles enclenchées dans le secteur

La société d'étude américaine Larstan Business Report, a interrogé 669 dirigeants de sociétés spécialisées dans la vente au détail, la fabrication et la logistique.

La société Wal★Mart, en partenariat avec les sociétés Gillette, Hewlett Packard, Kimberly-Clark, Kraft Foods, Procter & Gamble, Unilever, Johnson & Johnson et Nestlé Purina PetCare, a effectué un test grandeur nature en 2004 en appliquant des étiquettes RFID sur les palettes, les caisses et les produits isolés afin d'étudier les gains possibles dans l'éventualité d'un déploiement généralisé, mais aussi d'évaluer la performance technologique.

6.2.6.6 Fréquences et technologies utilisées

La grande majorité des applications recensées utilisent le standard EPC Global en UHF. Marks & Spencer se démarque en utilisant l'UHF mais pas le standard EPC.

6.2.7 Produits électroniques

6.2.7.1 Contexte actuel des activités du secteur

Tous les projets d'étude de RFID visent l'amélioration de la sécurité et de la traçabilité.

Les attentes majeures des entreprises du secteur sont les suivantes :

- identifier les objets ;
- gérer intégralement les flux amont et aval ;
- répondre aux contraintes de productivité ;
- disposer des informations en temps réel, couplé avec un système d'alerte ;
- satisfaire aux contraintes légales.

6.2.7.2 Enjeux pour le secteur

Amélioration des processus d'exploitation :

- contrôles des entrées et sorties ;
- mise à jour des stocks en temps réel ;
- déclenchement rapide de la facturation.

L'enjeu le plus important pour le secteur est de lutter contre la contrefaçon :

- identification du produit ;
- contrôle exhaustif dans le réseau ;
- suivi unitaire à chaque étape des mouvements de flux logistique.

Le SAV entraînera la création de nouveaux besoins.

6.2.7.3 Maturité et difficultés rencontrées

Les entreprises de haute technologie sont prêtes à utiliser les tags RFID mais le coût actuel ne justifie pas d'envisager rapidement le remplacement du code-barres. Cependant, cette réticence ne s'applique pas au SAV où la sécurité de fonctionnement justifie un investissement non négligeable.

6.2.7.4 Premiers exemples d'entreprises du secteur

Philips Semiconductors a annoncé dans un communiqué publié le 2 mars 2005 avoir déployé des étiquettes d'identification par radiofréquence sur sa chaîne logistique en Asie. Ce déploiement a été réalisé en collaboration avec IBM et couvre l'étiquetage et le pistage des caisses de plaquettes et des emballages carton pour la circulation des marchandises entre l'usine de fabrication de Kaoshiung (Taiwan) et le centre de distribution pour la région Asie-Pacifique à Hong Kong.

HP a annoncé un déploiement similaire pour sa production d'ordinateurs dans son usine de Sao Paulo (Brésil).

Des téléphones mobiles commencent à être équipés de puces RFID pour permettre leur suivi lors d'un cycle éventuel de réparation. Au Japon, Sony commercialise des modèles qui peuvent servir de lecteur incorporé pour les transactions sans fil. Ils intègrent des fonctionnalités qui permettraient en France d'embarquer sur son mobile son passe Navigo et sa carte Moneo.

6.2.8 Maintenance et pièces de rechange

La maintenance et le SAV sont certainement des domaines d'application privilégiés pour la RFID avec une forte mémoire embarquée afin d'assurer le suivi des événements intervenus sur les produits concernés.

Les premières applications annoncées concernent des produits à forte valeur ajoutée et des systèmes qui doivent subir des maintenances périodiques sur le site d'utilisation.

La constitution d'un carnet d'entretien sous forme de tag RFID est envisagée pour des chaudières de chauffage central chez des particuliers ainsi que pour les extincteurs dans les entreprises et les établissements recevant du public.

Pour les industries aéronautiques et automobiles, c'est le Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) qui est important. C'est également un objectif visé par les fabricants d'appareillage électronique sophistiqué.

L'embarquement de tags RFID actifs et munis des capteurs convenables constituera un outil efficace de maintenance prédictive.

Le suivi des pièces de rechange est déjà opérationnel chez Dassault Aviation pour le Rafale. Cette réalisation a été présentée au Salon Codexpo en 2005.

L'utilisation de tags RFID sur des pièces unitaires sera limitée par les contraintes physiques, en particulier de température élevée, que subiront ces pièces.

Cette installation relève davantage de la lutte anticontrefaçon.

6.2.9 Lutte contre la contrefaçon (et le marché gris)

Le cadre juridique de la lutte contre la contrefaçon impose de :

- démontrer la preuve de l'authenticité ;
- créer un "objet-preuve" de marquage anticontrefaçon ;
- légitimer l'objet-preuve.

Une polémique s'instaure actuellement entre les partisans de la RFID comme moyen de lutte anticontrefaçon et ceux qui considèrent que la technologie RFID n'est pas suffisamment sécurisante pour garantir une authentification.

Tous les participants au débat semblent d'accord pour considérer que le marquage par RFID ne peut servir, au mieux, que de moyen de présomption de produit original.

La RFID servira surtout de support d'information associé à d'autres technologies qui garantiront l'authentification, à l'image de la biométrie dans les passeports.

En revanche, l'utilisation de la RFID est beaucoup plus pertinente dans la lutte contre le marché gris puisque le suivi des tags électroniques devrait permettre de mettre à jour des réseaux de distribution des produits.

Un document ACCORD, publié par l'AFNOR en février 2006, fixe les cadres juridique, technique et organisationnel de la lutte anticontrefaçon. Ce document servira de base à la préparation d'une norme CEN au niveau international.

Cette démarche sera mise en place en France avec des fédérations industrielles volontaires dans le courant de 2006.

D'autres technologies que la RFID permettent de garantir l'impossibilité de cloner les identifiants, ce que les étiquettes électroniques ne permettent pas actuellement.

Par exemple, une technologie de génération aléatoire de bulles dans du matériau polymère transparent permet la réalisation de grandes quantités de marqueurs présentant un identifiant unique. C'est l'aléa dû à la configuration unique des bulles qui permet l'obtention de codes uniques et non reproductifs. Cette technique récente a été développée par la société Prooftag et paraît pertinente pour associer une signature unique à une très grande quantité d'objets. Ces identifiants sont a priori quasiment impossibles à cloner. La lecture se fait de manière optique et permet un très fort taux de discrimination. Aujourd'hui on pourrait tout à fait envisager de recourir à une technologie de type code à bulles, seule ou en association avec une puce RFID.

7 Freins et problèmes identifiés

Il y a essentiellement six catégories de problèmes qui constituent autant de freins au déploiement des solutions RFID pour la traçabilité des objets.

Des problèmes techniques et réglementaires existent dans la quasi-totalité des fréquences même si ce sont presque exclusivement ceux liés à l'exploitation des RFID en UHF qui ont été largement publiés et commentés.

Les freins économiques, les freins liés à la sécurité des informations, les freins psychologiques et les freins environnementaux sont relatifs à l'utilisation globale des tags électroniques sans qu'un domaine d'application soit plus particulièrement visé.

Il existe des incertitudes liées :

- aux limitations physiques et technologiques ;
- à la faible maturité des acteurs et de l'offre ;
- sans doute à la rareté d'acteurs pouvant faire état d'un niveau et d'un spectre de compétences suffisant pour accompagner des clients ;
- à la difficulté pour ces clients de bien identifier ces acteurs compétents.

En conséquence, il est souvent difficile de faire la part précise des choses entre freins techniques et freins économiques. D'autant plus que ces freins mis en avant peuvent aussi masquer des réticences psychologiques parfois plus difficilement formulables.

7.1 Les performances techniques

Les limitations liées à la physique (électromagnétique) sont parmi les plus palpables. Elles ont été présentées en détail au paragraphe 3.2, à laquelle le lecteur peut se reporter.

Par ailleurs, les équipements, s'ils resteront toujours soumis à ces règles de la physique, et les infrastructures, sont perfectibles.

On peut citer plusieurs pistes :

- Performances des composants hardware ;
- gestion des collisions et protocoles anticollision ;
- gestion fine du spectre (affinement des canaux, balayage en fréquence, etc.) en fonction des performances attendues en vitesse de lecture et du nombre de lecteurs proches ;
- intégration et environnement :
 - synchronisation de lecteurs ;
 - limitations des réflexions parasites, capots de protection ou systèmes d'absorption des ondes inutiles, etc. ;
 - isolation des radiations parasites d'origine externe ;
 - etc.

L'utilisation des RFID repose sur des émissions radio qui peuvent être brouillées soit par des éléments propres au système d'étiquettes électroniques (interrogeurs et tags), soit par des émissions radio extérieures.

C'est dans le cadre de l'utilisation de tags en UHF que les problèmes techniques ont le plus largement été diffusés.

Quand on veut opérer dans un environnement dense – plusieurs interrogeurs voisins travaillent simultanément – le niveau de performance se dégrade très rapidement et on est très loin des niveaux de performance attendus par la grande distribution. La différence de technique de lecture utilisée en Europe (LBT : Listen Before Talk) et dans le reste du monde (FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum) de même que les différences de puissance d'émission autorisées d'un pays à l'autre introduisent des paramètres qui ne facilitent pas la recherche de solutions.

Des tests sont actuellement en cours chez Metro en Allemagne et chez Wal★Mart aux Etats-Unis pour synchroniser les interrogateurs afin de réduire au maximum les interférences entre interrogateurs voisins. Mais cette synchronisation ne protège pas des interférences entre puces et entraîne une dégradation des performances qui deviennent alors incompatibles avec les exigences de rentabilité des systèmes RFID.

On rejoint là un frein économique dû au surcoût lié à l'installation éventuellement nécessaire de cages de Faraday à proximité des interrogateurs.

Enfin, les tags UHF sont extrêmement sensibles à l'humidité et à la présence de métaux. Il est maintenant admis que l'étiquetage des cannettes de boissons sera probablement impossible dans les conditions de rentabilité attendues. Les interférences et la mauvaise transmission des ondes dans le liquide et dans le métal ne permettent pas de lire sans erreurs les tags RFID. Les tests menés par le Pôle Traçabilité ont même démontré que l'hygrométrie des palettes en bois peut perturber considérablement la lecture des puces RFID.

En HF et en BF, ce sont les distances de lectures courtes qui peuvent poser problème quand les conditions d'utilisation des RFID – environnement métallique ou humide – conduiraient normalement à recommander ces fréquences.

7.2 Freins règlementaires et normatifs

Comme les freins techniques, les freins règlementaires concernant l'utilisation de l'UHF ont fait l'objet d'une large publicité. Mais les autres gammes de fréquence ne sont pas exemptes de ce type de freins.

A ce jour, moins de dix pays européens ont effectivement ratifié la norme européenne ETSI pour la bande UHF. Cette norme propose l'utilisation du LBT et une puissance d'émission limitée à 2W ERP (Effective Radiated Power), soit 3,24W EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) à comparer aux 4W EIRP en vigueur aux USA.

En Italie, la bande UHF (865,6 – 867,6 MHz) n'est pas libre d'utilisation. L'Espagne pourrait la libérer en 2006 ou début 2007. Parmi les nouveaux entrants dans l'Union Européenne, seules la Pologne et la Slovaquie annoncent une mise en conformité rapide avec la norme ETSI pour l'UHF. La France a procédé le 13 septembre 2006 à l'ouverture de cette bande.

Un groupe ad hoc constitué d'experts ISO et ETSI travaille à une révision de cette norme.

Il faut noter que, dans le cadre de cette norme, les freins règlementaires – non disponibilité de la bande UHF - ont souvent masqué des freins techniques réels, les performances effectives en LBT étant très en deçà des performances espérées.

Plusieurs acteurs justifient de retarder leurs projets RFID en évoquant la non disponibilité des normes de conformité et de performance dont la publication est annoncée pour fin 2006-début 2007.

De même, les tags avec capteurs, dont on peut prévoir le développement rapide dans un certain nombre d'applications logistiques, agroalimentaires ou de la santé, ne sont actuellement normalisés pour aucune gamme de fréquence.

7.3 Freins économiques

Quand on parle de l'aspect économique des étiquettes électroniques, c'est très souvent le coût unitaire du tag, toujours considéré a priori comme trop élevé, qui est présenté comme le frein principal à leur généralisation.

Pour sortir de cet a priori simplificateur, il est indispensable de fournir dans le cadre de cette étude une approche du mode de calcul du ROI d'un système RFID pour permettre aux utilisateurs potentiels de raisonner en termes de rapport coût/bénéfice.

Sans avoir la prétention de livrer une formule universelle de calcul du ROI valable pour toute application RFID, il faut au moins arriver à lister les facteurs de coûts d'un côté et les éléments de bénéfices attendus de l'autre, pour permettre aux utilisateurs d'être aussi exhaustifs et précis que possible dans la justification de leur projet RFID.

On retrouve avec 15 ans de décalage, les réticences exprimées lors des projets d'implantation de cartes à puce. Le coût unitaire de la carte à puce a souvent servi d'épouvantail alors que ce coût ne représente que 10% environ du projet de déploiement global.

Une diminution sensible du coût unitaire du tag sera atteinte mécaniquement lorsque l'on passera de quelques milliers de tags (niveau 2005) à quelques dizaines de millions (projection 2007). On peut aussi espérer pour les tags l'effet observé pour les barrettes mémoire. Des standards de taille et de présentation apparaîtront qui permettront de proposer des modèles à des prix très compétitifs alors que des tags de caractéristiques voisines resteront hors de prix car produits uniquement sur commande spéciale et en petite quantité.

Les initiatives de type HIBIKI au Japon permettent d'envisager raisonnablement des coûts unitaires de l'ordre de 5 centimes d'Euro pour la puce. HIBIKI a fixé l'objectif de 5 yens à l'horizon mi-2007. Les industriels européens s'accordent à considérer comme vraisemblable un coût de 10 à 15 centimes d'Euro pour le tag lorsque les productions annuelles atteindront les centaines de millions de tags nécessaires à la grande distribution. Ils s'accordent également pour considérer que ce plancher de 12 centimes d'Euro sera difficile à percer dans le cadre des technologies mises en œuvre dans les toutes prochaines années.

Cependant, le coût des tags ne représentera qu'une faible part (de l'ordre de 10% à 15%) du coût global des projets RFID.

7.4 Obstacles liés à la sécurité des informations

Le débat sur les possibles atteintes à la vie privée est fort en Amérique du Nord et en Europe. Le débat sur le partage ou la mise en réseau de certaines informations stratégiques des entreprises est beaucoup plus feutré.

Les tags RFID sont sensibles à plusieurs menaces :

- Les données inscrites sur les puces peuvent être effacées ou altérées volontairement ou accidentellement lors du passage de la puce dans un champ électromagnétique intense.
- Les tags peuvent être lus clandestinement et les données utilisées à des fins d'espionnage industriel.
- Les réseaux d'échanges de données, mondialisés, peuvent ne pas présenter les garanties de confidentialité du traitement et du stockage des données.

On peut admettre que seules les applications UHF ont une distance de lecture suffisante pour être lues clandestinement. Mais c'est précisément la gamme de fréquence retenue par EPC Global pour échanger ses informations. Si la lecture est possible, l'écriture l'est également, mais pas à la même distance. Ceci dit, l'accès aux informations stockées sur la puce (identifiant produit) n'a jamais eu pour vocation d'être plus sécurisé que le code-barres (accessible visuellement).

Le codage ou même le cryptage des informations sensibles sur les tags constituera une réponse. Mais, il n'est actuellement prévu, ni dans le cadre des applications EPC Global, ni dans le cadre des normes ISO. La confidentialité des informations transmises dans le cadre du réseau EPC Global n'est pas garantie de manière satisfaisante.

Dans le même domaine de préoccupation, la sécurité et la confidentialité des informations personnelles sont très loin d'être prises en compte convenablement.

Rappelons également que d'autres menaces planent sur la sécurité des tags. Dans le cadre de la lutte anticontrefaçon, le groupe de travail GELAC de l'AFNOR a recensé une quinzaine de sites industriels ayant la capacité de contrefaire des tags.

7.5 Freins psychologiques

La diffusion de scénarios de fiction a durablement ancré dans l'esprit du client final occidental, l'association « RFID = Big Brother ». En Asie, la faiblesse du débat public concernant les atteintes potentielles des technologies RFID pour la traçabilité n'empêche pas les autorités japonaises, par exemple, d'adopter une attitude prudente – peut-être davantage pour les applications aux personnes. Les impératifs de traçabilité des objets font craindre une dérive vers la traçabilité des personnes qui est très largement rejetée sauf dans le cas particulier des impératifs de sécurité (contrôle d'accès, passeport électronique).

Il faut reprendre à zéro l'éducation du consommateur pour lever ces craintes et le rôle des médias et des associations de consommateurs sera sans doute déterminant.

Une autre action déterminante sera la définition de la fin de vie ou de systèmes de désactivation fiables des tags afin que les consommateurs puissent être rassurés.

7.6 Freins environnementaux

Ils sont de deux ordres :

- Les étiquettes électroniques sont réputées contenir des éléments potentiellement polluants (cuivre, argent, colles...) ou qu'il serait économiquement intéressant de recycler (Ag, Cu). Cependant, la Commission Européenne, dans une mise à jour de la Directive 2002/95/EC portant sur la restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques, n'a pas retenu les tags RFID dans la liste des équipements à surveiller. Il faut noter que cette mise à jour a été soumise aux producteurs de matériels, aux recycleurs ainsi qu'aux associations écologiques et de consommateurs.

La pollution potentielle engendrée par une multiplication des tags relève-t-elle davantage du fantasme que d'une analyse raisonnée? Il n'est pas possible de répondre de manière définitive avec les connaissances actuelles. Il a cependant été évalué que le remplacement, en Allemagne, des codes à barres de tous les produits par des étiquettes RFID, générerait 23 000 tonnes de cuivre à recycler chaque année, sans parler des puces proprement dites

On peut penser que, lorsque les procédures de fin de vie des tags seront définies et normalisées, les réticences à la généralisation des tags disparaîtront.

- Il faudra attendre les conclusions des études menées par l'OMS pour connaître l'impact de l'environnement électromagnétique sur la santé. Mais il est d'ores et déjà admis par cette organisation – www.who.int – que l'impact de la RFID sera très inférieur à celui de la téléphonie mobile considéré comme extrêmement faible.

8 Impact et évolution prévisible

8.1 Impact

La généralisation des tags aura deux impacts, sur les organisations et sur les individus.

Les organisations industrielles et logistiques vont pouvoir utiliser cette technologie pour avancer encore dans la maîtrise en temps réel de leur chaîne logistique et de leur traçabilité. Il faut cependant remarquer que le plancher de 0,10 euro par tag pour plusieurs dizaines de millions de tags qui apparaît comme une limite vraisemblable pour encore plusieurs années, freinera durablement la généralisation des tags RFID pour le suivi des objets de faible valeur et de durée de vie courte.

Pour les individus, une fois assurée l'indispensable protection de la vie privée à laquelle concourront de nouvelles technologies (« tag killer », Clipped tag, mise en sommeil, blocker tag, étiquette fédératrice, cryptage, RFID Guardian), on peut attendre une simplification et un gain de temps important sur les opérations mettant en œuvre des technologies RFID : emprunt/restitution des ouvrages en médiathèque, maintenance des appareils domestiques, suivi de bagages lors de voyages aériens.

8.2 Evolution des technologies

Les évolutions technologiques vont fournir des tags durcis qui résisteront mieux aux agressions électromagnétiques et physiques. La protection des données embarquées dans la puce sera facilitée et la sécurité globale du système sera mieux assurée.

Une autre évolution prometteuse est le développement de micro-batteries qui pourront être incluses dans l'épaisseur du chip. On disposera alors de tags "batterie assistés" dont la portée de lecture pourra être notablement augmentée. Des démonstrateurs HF lisant à 2m sont déjà annoncés. Cela pourrait remettre en cause la suprématie de l'UHF pour la lecture à distance.

L'intégration de la puce et de l'antenne dans le produit lui-même pourrait permettre des réductions de coûts des étiquettes, en supprimant de fait certains composants constitutifs de l'étiquette (et représentant jusqu'à 40% du coût total) ainsi que les opérations de pose.

8.3 Evolution réglementaire

La principale évolution attendue est la libéralisation complète de la bande UHF dans tous les pays. Cette libéralisation interviendra certainement sans que l'on puisse actuellement fixer d'échéance certaine. Cependant, une directive européenne serait en préparation sur ce point.

Une autre évolution pourrait venir de l'ETSI pour la réglementation européenne concernant l'UHF. Le principe LBT (Listen Before Talk) retenu ne donne pas les résultats escomptés et des recherches sont en cours pour le faire évoluer.

Enfin, il faut probablement s'attendre à un durcissement des règles d'exposition des personnes aux rayonnements radioélectriques, ce qui conduira à une diminution de ces taux d'exposition. Les utilisateurs devront alors composer soit avec des puissances d'émission inférieures à celles actuellement admises, soit avec l'installation de protections pour les personnes les plus susceptibles de se trouver soumises à ces rayonnements. Toute la filière logistique sera concernée.

8.4 Evolution des normes et des standards

Les normes internationales sont déjà bien établies dans ce domaine.

Les plus prochaines évolutions concerneront la publication des normes ISO de conformité et de performance des tags RFID. Ces normes vont consacrer l'interopérabilité des systèmes RFID à l'échelon mondial.

Des travaux sont en cours pour normaliser les tags avec capteurs ainsi que les systèmes de localisation en temps réel (RTLS – Real Time Location Systems). La traçabilité sortira des limites

des étapes de la chaîne logistique pour être assurée tout au long du trajet d'un objet à l'échelon mondial.

Un bémol cependant : la Chine semble vouloir faire cavalier seul et ne pas accepter l'ensemble des normes ISO sur les tags RFID. Des aménagements sur les gammes de fréquence et sur les puissances d'émissions ont été demandés. On peut craindre que la Chine ne tente, comme avec le WIFI, d'imposer une norme spécifique sur son territoire.

Le standard EPC et les normes ISO ont convergé pour ce qui concerne le protocole de communication. On peut désormais considérer que le standard EPC est stabilisé. Il faudra cependant suivre sa diffusion auprès des utilisateurs. La principale évolution dont devra tenir compte EPC Global, sera la généralisation, si elle a lieu comme attendu, des tags avec capteurs permettant d'assurer la traçabilité des marchandises dans la chaîne du froid.

L'autre défi viendra d'Asie du sud-est où il faudra suivre l'évolution des projets lancés en Corée et au Japon (voir §5.3.2 et 5.3.3 ci-dessus).

Des applications impliquant des communications directes de tags à tags commencent à apparaître. On peut espérer que cela entraînera une convergence des différents standards.

Sommaire des annexes

Annexe 1 : Exemple de grille d'information

Annexe 2 : Bibliographie

Annexe 3 : Sites Internet

Annexe 4 : Glossaire

Annexe 1 – Exemple de grille d'information

Information en matière de réglementation de fréquences.

HONG KONG	
Sources: Office of the Telecommunications Authority (OFTA)	

Bande 433 MHz	Il n'y a pas de possibilité d'utiliser la bande 433 MHz à Hong Kong. Celle-ci est réservée à un service public
Puissance Max (erp/eirp)	
Largeur de canal	
Protocole	
Cycle de travail	
Norme applicable	
Autres contraintes techniques	
Autorisation/Licence	
Autres contraintes administratives	

Bande 900 MHz	865-868 MHz	
Puissance Max (erp/eirp)	2 W	
Largeur de canal	200 kHz	
Protocole		
Cycle de travail		
Norme applicable		Bande spécialement faite pour les équipements répondant à la norme ETSI EN 302 208
Autres contraintes techniques		HKTA 1049
Autorisation/Licence		Non nécessaire : Telecommunications Apparatus (exemption from licensing) Order 2005
Autres contraintes administratives		

Bande 900 MHz	920-925 MHz	
Puissance Max (erp/eirp)	4 W	
Largeur de canal	500 kHz	
Protocole	FHSS	
Cycle de travail		
Norme applicable		Non nécessaire : Telecommunications Apparatus (exemption from licensing) Order 2005
Autres contraintes techniques		HKTA 1049
Autorisation/Licence		Non nécessaire : Telecommunications Apparatus (exemption from licensing) Order 2005
Autres contraintes administratives		

Annexe 2 – Bibliographie

- RFID ÉTAT DES LIEUX : les technologies, les normes, les usages
AFNOR Standarmédia – Pôle traçabilité Janvier 2005
- Les Technologies de Radio-Identification (RFID) : Enjeux industriels et questions
sociétales
Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie – Conseil Général des Technologies de
l'Information Janvier 2005
- Sondage STEF-TFE / BVA sur les projets réels des entreprises agroalimentaires en
matière de RFID
BVA - Agrostar -STEF-TFE octobre 2005
- [RFID, IMPLANTS : Le meilleur des mondes ? \(Page 1\)](#)
[PC INpact](#) avril 2005
- La technologie RFID éclaire les zones d'ombre des données : le XXIème siècle sera celui
de la collecte et du traitement commercial de nouvelles données
BTglobalservices juin 2005
- Traçabilité : la RFID
<http://www.traceneews.info>
- Les enjeux de la traçabilité dans le domaine de la Santé
<http://www.traceneews.info>
- Les nouveaux modèles d'organisation de la logistique du médicament en France
Eurostaf
- Fiche de l'Agence Wallonne des Télécommunications : la RFID
www.awt.be février 2005
- 666 : Pucés RFID, implants : le meilleur des mondes ?
www.Pclmpact.com novembre 2005
- Avec VeriChip, Big Brother est en vous...
<http://www2.fulmedico.org> octobre 2004
- Traçabilité des productions pharmaceutiques hospitalières
Pascal BONNABRY octobre 2004
- La RFID s'invite dans les laboratoires de recherche médicale
<http://www.itrmanager.com> juin 2005
- Des hôpitaux marseillais mettent la RFID en tube
<http://www.zdnet.fr/> juillet 2005
- Après le code-barres, l'étiquette radiofréquence ?
<http://www.01net.com> février 2004

RFID, la superpuce qui colonise la planète L'Expansion	août 2005
RFID, projet de loi : un implant pour chaque citoyen http://www.pcinpact.com	août 2005
Qui a peur de la traçabilité? http://www.eannet-france.org	Gencod janvier 2004
Les micro-puces implantables à l'être humain http://infokiosques.net	octobre 2004
La stratégie RFID de Wal★Mart marque le pas http://www.ZDNet.fr	mars 2004
Les supermarchés Tesco dopent leur logistique aux RFID www.Silicon.com	janvier 2005
Metro met en place sa stratégie RFID www.Silicon.com	septembre 2004
Wal★Mart : les tests RFID grandeur nature ont commencé JDN Solutions	mai 2004
Le groupe Alloin développe une application concrète de la RFID avec NBG ID http://www.alloin.com	juillet 2005
RFID : logistique - Cas pratique Géodis www.guide-informatique.com	octobre 2005
DHL Fashion choisit l'étiquette RFID ASK pour sa traçabilité identech 2005	janvier 2005
Marks & Spencer étend son projet RFID JDN Solutions	février 2005
UPS pilots an RFID rollout InfoWorld	avril 2004
Géodis teste la RFID dans la chaîne logistique www.VNUnet.fr	juin 2005
RFID : la chaîne logistique, premier chantier technologique www.ZDNet.fr	janvier 2004
Les puces RFID ne sont pas encore prêtes pour investir les supermarchés www.ZDNet.fr	juin 2004
Des puces RFID basses fréquences pour moins de parasites www.ZDNet.fr	septembre 2004
Un standard pour faire décoller le marché de la RFID www.ZDNet.fr	décembre 2004

Les RFID intéressent 20% des entreprises du secteur du commerce www.ZDNet.fr	avril 2005
La RFID et vous www.01blog.fr	octobre 2005
Automotive Aftermarket RFID Motor Equipment Manufacturers Association	juin 1905
Les risques juridiques liés aux puces RFID Le Journal du Net	janvier 2005
RFID PR Newswire Europe Ltd. Publishing	septembre 2005
Vehicle tracking in the pre-delivery process Identec Solutions communications	juin 1905
La RFID et le secteur Automobile GALIA	juin 1905
The Promise of Auto-ID in the Automotive Industry Auto-ID Center	February 2003
Understanding RFID and Associated Applications Psion Teklogix Inc	mai 2004
Understanding RFID Tiko Computer Corporation	octobre 2004
OnStar en équipement de série sur tous les véhicules GM en 2007 Onstar	janvier 2005
Secretary Ridge Announces New Initiatives for Port Security TSA Press releases www.tsa.gov/public/display?content=0900051980030dfd	12 juin 2003
New Supply Tracking System Gets Items to Troops Faster American Forces Information Service www.defenselink.mil/news/Oct2005/20051007_2972.html	
AeroScout's Enterprise Visibility Solutions www.01net.com/editorial/274772/geolocalisation/aeroscout-piste-en-rfid/	
Séminaire GALIA – GS1 France www.galia.com/bin/actualites_fiche.asp?id=40	

Annexe 3 – Sitographie

Organisme	Adresse
AFNOR	www.afnor.org
AFNOR Standardmedia	www.standardmedia.com
Aheam & Soper Inc	www.advancedbarcodesystems.com
ALCOM Consulting	www.alcom-consulting.com
ANSI	www.ansi.org
Bell Canada	www.Enterprise.bell.ca
Department of Defense	www.dod.gov
EPC Global	www.epcglobalinc.org
GS1 France	www.gs1fr.org
LETI	www.leti.cea.fr/fr/index-fr.htm
Ministère de l'Economie	www.minefe.gouv.fr et www.telecom.gouv.fr/rfid
Newton.Vauréal Consulting	www.newtonvaureal.com
OMS	www.who.int
Pôle Traçabilité	www.poletracabilite.com
RFID Journal	www.rfidjournal.com
RSA Security	www.rsasecurity.com
Pôle de compétitivité Solutions Communicantes sécurisées	www.pole-scs.org
Transportation Security Authority	www.tsa.gov
GALIA	www.galia.com

Annexe 4 – Glossaire

AFI	Application Family Identifier Code permettant d'identifier la source des données
Air interface	Voir interface air
ANSI	American National Standards Institute. Organisation non gouvernementale américaine assurant la coordination des standards nationaux. http://www.ansi.org .
Antenne	Élément conducteur qui émet ou reçoit de l'énergie dans un spectre de fréquence radio, vers ou à partir de l'étiquette RFID.
Anticollision	Système de lecture qui permet de lire plus d'une étiquette dans un champ électromagnétique sans produire d'erreur ou interrompre la transmission. En fait ce système n'empêche pas les collisions mais les gère.
Baud	Unité de mesure de la vitesse de transfert de données. Le transfert est mesuré en bits par seconde (bps). Ce taux comprend également les données de début et de fin, ce n'est donc pas toujours la meilleure mesure du taux de transferts de données effectives, le DTR (Data Transfer Rate) est plus précis.
BF	Basse fréquence Pour la RFID, gamme de fréquence inférieure ou égale à 135 kHz
Binaire	Système de numérotation en base 2, dans lequel les nombres sont exprimés avec des combinaisons de 0 et de 1.
Bit	Unité d'information Abréviation de binary digit. Un élément (0 ou 1) dans un nombre binaire.
Capacité mémoire	Nombre de bits qui peuvent être programmés dans une étiquette.
CEPT	Conference of Posts and Telecommunications. Organisation responsable de la standardisation et de l'harmonisation des communications radio.
Champ de lecture	Région du champ électromagnétique généré par l'antenne de l'interrogateur, dans laquelle les tags fonctionnent.
CMOS	Complementary Metal Oxyde Semiconductor Type de composant électronique à faible consommation électrique
Couplage magnétique	Couplage entre deux antennes (ou éléments conducteurs) utilisant la composante magnétique du champ électromagnétique. Permet de transférer des données ou de la puissance électrique.
Couplage inductif	Les systèmes qui utilisent l'induction du courant dans une bobine pour transférer des données ou de la puissance électrique sont dits utilisant le couplage inductif (synonyme de couplage magnétique).
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory Technologie de mémoire non volatile à lecture et écriture électrique très répandue actuellement.
Écriture unique / lecture multiple	Une étiquette RFID programmable une fois par l'utilisateur et qui par la suite ne peut être que lue.

EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power. Gain maximum de puissance d'une antenne de transmission dans toutes les directions, multiplié par la puissance nette provenant de l'émetteur acceptée par l'antenne.
ERP	Effective Radiated Power. Puissance électrique effective émise par une source, exprimée en Watts.
EPCIS	EPC Information Services. Standard de publication des données sur le réseau EPC. L'EPCIS est la base de données qui contient les informations mises à disposition par l'entreprise sur le réseau EPC. (Source site Internet GS1 France)
Étiquette active	Étiquette qui utilise une pile pour assurer partiellement ou totalement son alimentation électrique. La pile peut être remplaçable ou non.
Étiquette semi-active	Étiquette qui embarque une source d'énergie pour améliorer la communication avec l'interrogateur
Étiquette passive	Étiquette RFID ne contenant aucune source de puissance électrique interne. Elle est alimentée par une source extérieure (généralement électromagnétique fournie par l'antenne de l'interrogateur).
Étiquette radiofréquence	Voir <i>transpondeur</i>
ETSI	European Telecommunications Standards Institute. Organisation qui recommande les standards de télécommunication pour adoption par les membres de l'Union Européenne.
Éveillé	Etat dans lequel une étiquette est active et capable de recevoir une transmission de la part d'un interrogateur compatible
Exahertz (EHZ)	Mesure de la fréquence égale à 10^{18} (1 000 000 000 000 000 000) cycles par seconde.
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum Technique d'émission utilisée en UHF qui consiste à émettre en sautant d'un canal à l'autre selon une séquence préétablie
Field Strength	Voir <i>intensité du champ</i>
Fréquence	Nombre de fois par seconde qu'un signal varie entre ses valeurs maximales et minimales et retourne à sa valeur initiale. Le spectre peut être divisé selon les bandes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 30 Hz à 3 GHz ondes radio, ▪ 3 GHz à 300 GHz micro ondes, ▪ 300 GHz à 428 THz ondes infrarouge, ▪ 428 THz à 750 THz lumière visible, ▪ 750 THz à 30 PHz radiation ultraviolet, ▪ 30 PHz à 30 EHz rayons X, ▪ 30 EHz à 3000 EHz rayons gamma. <p>La majorité des étiquettes radio fréquence travaillent dans les ondes radio et certaines dans les micro-ondes.</p>
Fréquence porteuse	Fréquence principale d'un émetteur qui est modulée pour transmettre des données. Constitue la base de la téléalimentation.
Gigahertz (GHz)	Mesure de la fréquence égale à un milliard (1 000 000 000) de cycles par seconde.

Hertz (Hz)	Mesure de la fréquence égale à 1 cycle par seconde.
HF	Haute Fréquence Pour la RFID, fréquence de 13,56 MHz. C'est la seule fréquence normalisée à l'échelon mondial pour les applications RFID
Identification	Processus qui permet de relever l'identité de ce que l'on a ou de ce qui est identifié.
Inlay	Etiquette électronique composée d'une puce, d'une antenne et d'un support
Inlet	Voir Inlay
Intensité du champ	Intensité d'un signal électromagnétique à une distance donnée de l'antenne de transmission. Les valeurs maximales des intensités des champs varient en fonction des réglementations des pays. Les différentes unités de mesures sont milliampère par mètre (mA/m), millivolts par mètre décibel (dBmV/m), microvolts par mètre (μ V/m), ampère par mètre (A/m).
Interface air	Support de l'échange entre l'étiquette / transpondeur et l'interrogateur. On considère que le signal radio entre interrogateur et transpondeur se propage le plus souvent dans l'air.
IS	International Standard / Norme Internationale
ISM	Equipement ISM (Industriel, Scientifique et Médical) qui utilise l'énergie radio fréquence pour fonctionner. Pour permettre à ces équipements de fonctionner sans interférer avec la communication radio, l'ITU (International Télécommunications Union) a défini certaines bandes de fréquences dans lesquels ces équipements peuvent fonctionner sans limitation. Les équipements radio peuvent également utiliser ces bandes mais les ISM ont la priorité en cas d'interférence. Ces bandes se situent entre 6,78 MHz et 2,45 GHz. Les plus utilisées sont 27,12 MHz pour les jouets téléguidés et 2,45 GHz pour les micro ondes. Le 13,56 MHz en fait partie.
kilohertz (kHz)	Mesure de la fréquence égale à 1 000 cycles par seconde.
Lecture seule	Etiquette radio programmée par son fabricant et qui ne peut ensuite être que lue sans aucune possibilité de modification.
LBT	Listen Before Talk. Mode de transmission utilisé en Europe dans la gamme UHF qui consiste à n'émettre qu'après avoir vérifié qu'aucun autre utilisateur n'utilise déjà le canal de fréquence envisagé.
lecture/écriture	Etiquette RFID dont les données peuvent être complétées et/ou modifiées par un signal radio fréquence.
MégaHertz (MHz)	Mesure de la fréquence égale à 1 million de cycles par seconde.
Modulation d'amplitude (AM)	Les données sont transmises par des changements d'amplitude du signal de la porteuse. ASK (Amplitude Shift Keying), en anglais.
NAT	Network Address Translation Palliatif utilisé en IPv4 pour gérer la pénurie d'adresses IP utilisables. Il remplace l'adresse interne de la machine par l'adresse de la passerelle de connexion à Internet

NCITS	National Committee for Information Technology Standards. Comité de développement des standards de technologies de l'information aux Etats Unis, connu aussi comme X3 au sein de l'ANSI. Le NCITS T6 est chargé de la RFID.
Octet	Groupe de bits (byte) représentant un caractère et constituant une unité de traitement. Un octet est constitué de 8 bits et est généralement encodé en ASCII quand il représente des caractères pouvant être lus.
OID	Object IDentifier Mécanisme de nommage permettant d'identifier un objet de manière unique
ONS	Object Name Service. Composant du réseau EPC permettant de retrouver l'EPCIS de l'émetteur du code EPC. L'ONS fonctionne sur le même principe que le DNS d'Internet. (Source site Internet GS1 France)
Payback Period	Durée de Remboursement Indicateur parfois noté PP définissant le délai au bout duquel un investissement est amorti. Il est exprimé en unité de temps – mois ou années. Il est l'inverse du ROI et se calcule par la formule: $PP = \text{Coût du projet} / \text{Economies annuelles}$.
Petahertz (PHz)	Mesure de la fréquence égale à 10^{15} (1 000 000 000 000 000) cycles par seconde.
Porteuse	Signal analogique d'amplitude et de fréquence fixes qui est combiné avec un signal de données pour produire une émission capable de transporter des informations. Transporte également la puissance de téléalimentation.
Protocole	Ensemble de règles gouvernant un flux d'information: format, séquençement, contrôle d'erreur, etc.
Radiofréquence	Emission électromagnétique ayant une fréquence comprise entre 30Hz et 3 GHz.
RAM	Random Access Memory. Mémoire volatile
Read Only (R/O)	Voir Lecture seule
Read/Write (R/W)	Voir Lecture/Ecriture
RFID	Radio Frequency IDentification. Système d'identification automatique dans lequel la communication et le transfert des données sont réalisés en utilisant l'énergie électromagnétique de fréquence inductive, radio ou micro onde.
ROI	Return On Investment – Retour sur investissement Indicateur définissant la rentabilité projetée d'un projet d'investissement. Normalement exprimé en pourcentage, il est défini par : $ROI = \text{Economies annuelles réalisées} / \text{Capital total investi}$. On lui préfère souvent la notion de Payback Period (voir ce terme) considérée comme plus parlante.
SAW	Surface Acoustic Wave Technologie à très grande rapidité de réponse utilisant des ondes acoustiques de surface.
SHF	Super Haute Fréquence Pour la RFID, gamme de fréquence supérieure à 2 GHz
SOI	Silicon On Insulator Procédé de fabrication des composants CMOS consistant à déposer une

couche de silicium sur un film isolant pour améliorer les caractéristiques techniques de ce type de composants.

Tag (Étiquette électronique) Ensemble constitué d'un inlay intégré dans un packaging

Térahertz (THz) Mesure de la fréquence égale à 10^{12} (1 000 000 000 000) cycles par seconde.

TR Technical Report
Document soumis à approbation pour donner une norme internationale.

Transmission asynchrone

Méthode de transmission non contrainte par une synchronisation entre l'émetteur et le récepteur. Le début et la fin des données sont indiqués par des bits de début et de fin.

Transpondeur TRANSmetteur/réPONDEUR électrique attaché à un objet et capable de répondre à un signal radio émis par un interrogateur.

Transpondeur actif

Voir étiquette active.

TTF Tag talks first

TTO Tag talks only

UHF Ultra Haute Fréquence

Quand on parle d'UHF pour les systèmes RFID, on fait référence à la gamme de fréquence comprise entre 850 et 960 MHz.

La fréquence 433 MHz devrait aussi être rattachée à l'UHF, mais on en parle toujours en citant la fréquence.

UID Unique IDentifier

Identifiant unique. Numéro inscrit sur la puce garantissant son identification de manière unique

Vitesse de transmission

Data Rate. Taux selon lequel les données sont transmises entre l'étiquette et l'interrogateur, exprimé en bits par seconde ou en octets par seconde.

Write Once/Read Many (WORM)

Voir écriture unique / lectures multiples