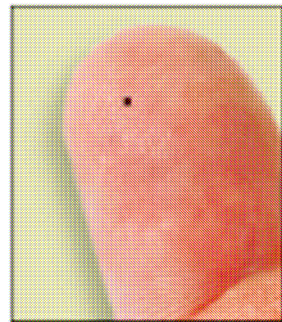


LA RFID

(Radio Frequency Identification)



Master MALO

BAKA Anastasia
D'AGOSTINO Aurore
DUZENLI Selim
MO Xi Yun
MOOTHEN Meeneeaindee
TCHOUANE Willy

Date: 31/01/2006

Introduction

Le marché des étiquettes RFID, ces merveilles miniaturisées permettant de suivre la traçabilité des objets va connaître d'ici 2016, une croissance à trois chiffres.

D'ici 10 ans, les étiquettes RFID (Radio Frequency Identification) feront bel et bien partie de notre quotidien. Jusqu'à quel point ? Si leur utilisation dans un premier temps sera limitée aux marchandises, aux passeports, aux outils de paiement... rien ne nous interdit d'imaginer leur présence pour d'autres usages. On parle déjà d'insérer des étiquettes pour les billets de banques, les véhicules, les animaux et les gens.

En attendant, les analystes se contentent de nous dévoiler des chiffres qui donnent le vertige: de 2,7 milliards de \$ en 2006, la RFID générerait ainsi un revenu de 12,3 milliards de \$ en 2010 et de 26,2 milliards de \$ en 2016. C'est donc une véritable explosion des ventes à laquelle il faut s'attendre. Rien que pour l'année 2006, 1,3 milliards d'étiquettes RFID devraient être vendues. Et ce chiffre serait, toujours selon l'étude, multiplié par 450 d'ici 2016.

L'étiquette RFID est une technologie utilisée pour reconnaître ou identifier à plus ou moins grande distance et dans un minimum de temps, un objet, un animal ou une personne porteuse d'une étiquette capable d'émettre des données en utilisant des ondes radio, par exemple, lors du passage d'une palette de marchandises sous un portique. Il est alors inutile de faire défiler les articles un à un devant un lecteur de code-barres. Ainsi, distributeurs et industriels disposent d'une quantité infinie d'informations et sont en mesure de suivre avec précision le mouvement des marchandises dans leurs usines, leurs entrepôts et leurs magasins.

Grâce à une précision sans précédent, à sa capacité à recueillir les informations tout au long de la chaîne logistique et au partage collaboratif des informations entre distributeurs et fournisseurs, la RFID dispose de formidables atouts pour réduire les coûts de mise à disposition des produits aux consommateurs. La technologie RFID a pour vocation de remplacer les codes à barres par des puces électroniques minuscules, lisibles par onde radio et non plus par faisceau laser.

Ce dossier aura donc pour but de présenter la RFID, ses avantages et ses freins, dans un contexte logistique. Nous avons écarté volontairement certaines applications des puces RFID qui ne relèvent pas de la Supply Chain (carte de transport, passeports, identification etc.)

Pour ce faire nous allons dans une première partie décrire ce qu'est la RFID, son histoire, ses principes de fonctionnement et ses diverses applications. Ensuite nous nous pencherons sur ses incidences sur la gestion de la Supply Chain, en insistant sur les améliorations qu'elle procure aux différents intervenants ou étapes de la chaîne logistique globale, tout en essayant de savoir pourquoi et dans quelles conditions elle peut être ou sera considérée comme une révolution pour certains acteurs de la logistique.

I. La RFID

A. Définition et spécificités

A.1. Historique : La RFID est un principe ancien

La technologie RFID (Radio IDentification) ne constitue pas une nouveauté puisque sa première utilisation remonte à la seconde guerre mondiale par la Royal Air Force pour la reconnaissance à distance des avions « Friend or Foe » (ami ou ennemi).

A partir de ce moment une succession d'événement se sont produits pour conduire à la RFID que nous connaissons aujourd'hui :

En 1969 : Le premier brevet lié à la technologie RFID est déposé aux Etats-Unis par Mario Cardullo qui l'utilise pour l'identification des locomotives.

Années 70 : La technologie RFID est encore utilisée de manière restreinte et contrôlée, comme pour la sécurité des sites nucléaires.

Années 80 : En Europe, l'identification du bétail est la première application de la technologie RFID dans le secteur privé. S'ensuivent de nombreuses utilisations commerciales, notamment dans les chaînes de fabrication des constructeurs automobiles.

Années 90 : miniaturisation du système RFID : IBM intègre la technologie dans une seule puce électronique

En 1997 : Les secteurs produits frais de plusieurs hypermarchés Carrefour sont certifiés ISO 9002 (norme d'assurance qualité), ainsi qu'un magasin Auchan. Les enseignes mettent en place des filières qualité-traçabilité sur les viandes, certains fromages, les pommes de terre. Promodès met à la disposition de sa clientèle une borne interactive d'identification et de suivi des viandes vendues par Soviba, service doublé d'un site Internet

En 1998 : Casino et Leclerc testent l'étiquette intelligente (avec puce électronique).

En 2003 : Carrefour lance une plate-forme Internet pour gérer la traçabilité des 8000 produits à sa marque propre fabriqués par 700 fournisseurs : ce système, élaboré par la société Trace One et 15 industriels, permet d'accélérer la recherche des substances ou des produits défectueux, bientôt suivi par Auchan et Casino. Grâce aux étiquettes passives, le coût des étiquettes intelligentes est divisé par 3 ; Wal-Mart impose à ses plus gros fournisseurs cette technologie RFID et en janvier 2005 les grands distributeurs démarrent des pilotes.

En 2004 : Carrefour, Metro, Tesco et Intel s'associent pour le développement de la nouvelle technologie d'étiquettes radiofréquences EPC, qui devrait succéder au code-barre.

A.2. Description

Le projet Auto-ID (Automatic Identification) est né en 1999 au Massachusetts Institute of Technology (MIT) auquel se sont joints de grands acteurs de l'industrie et de la distribution. Partant du principe que pour identifier un objet, il est plus simple que celui-ci annonce son identité plutôt que de chercher à le reconnaître, les chercheurs eurent l'idée d'associer une « mini carte d'identité » à chaque objet sous la forme d'une étiquette. Cette dernière devait répondre à plusieurs contraintes : identifier un objet physique de façon unique dans le monde, pouvoir facilement être lu dans des contextes variés : à travers un emballage, résister à certaines conditions climatiques..., et, enfin, être de taille et de coût réduits.

L'étiquette radiofréquence (ou RFID pour *Radio Frequency Identification*) est une technologie déjà largement utilisée pour reconnaître, identifier ou échanger des données à plus ou moins grande distance (du contact à plusieurs mètres) et dans un minimum de temps, un objet, un animal ou une personne porteuse d'une étiquette capable d'émettre des données en utilisant les ondes radio. On peut citer par exemple, la carte à puce sans contact, les systèmes de péages d'autoroute sans arrêt, les contrôles d'accès de parking ou d'immeuble, etc. Elle se range dans la catégorie des technologies d'identification automatique (AIDC, *Automatic Identification and Data Capture*), au même titre que le code à barres, la reconnaissance de caractères, la reconnaissance de formes, ou les cartes à pistes magnétiques.

Un système d'identification par radio-fréquences (RFID) se compose d'étiquettes, de lecteurs et d'applications logicielles qui suivent, contrôlent, répertorient et gèrent des objets (colis, produits...) pendant leurs déplacements entre points de production, de stockage, de vente,

aires de transit, etc. Afin de parvenir à un flux de données cohérent, la collecte et la distribution des informations s'effectuent en temps réel, au travers d'architectures logicielles sophistiquées.

Une étiquette RFID contient ainsi un numéro d'identification unique, appelé EPC (*Electronic Product Code*, code produit électronique). Elle intègre également des informations complémentaires susceptibles d'intéresser tous ceux ayant besoin de connaître à tout instant l'emplacement physique de biens ou d'équipements. Cette technologie a déjà été mise en oeuvre pour le tatouage des animaux, le télé-péage sur les autoroutes, le contrôle d'accès à des bâtiments surveillés, ou encore le paiement électronique dans certaines stations-service.

L'ensemble des informations stockées sur une étiquette RFID accompagne l'objet lors de tous ses déplacements, que ce soit pendant sa livraison ou lors d'un processus métier. Ces données (par exemple les caractéristiques du produit, ses dimensions physiques, son prix ou ses conditions de maintenance) peuvent être captées à plusieurs mètres de distance par un lecteur radio à haut débit.

L'étiquette RFID (ou *tag*, en anglais) s'appose sur des produits de consommation de toute nature, ainsi que sur les cartons et palettes permettant d'assurer leur transport, afin d'en assurer l'identification et la traçabilité.

Physiquement, les étiquettes RFID se composent d'une puce qui contient 2 Mbits d'informations et dont la taille peut être désormais réduite jusqu'à la taille d'un point sur une feuille de papier et d'une antenne qui constitue pour l'essentiel la partie la plus visible.

Le dispositif est le plus souvent passif et cette antenne capte certaines fréquences qui lui fournissent suffisamment d'énergie pour lui permettre d'émettre à son tour son code d'identification unique. On comprend intuitivement que, de la taille et la forme de cette antenne, dépendront souvent la sensibilité et la fiabilité des lectures. Certains dispositifs sont plus sophistiqués et disposent de capteurs leur permettant d'identifier des variations physiques comme la température (on pense aux produits surgelés, par exemple) ou le franchissement d'un seuil (comme le niveau liquide d'un flacon). Certains tests ont été faits avec une encre magnétique qui joue le rôle d'antenne pour le point évoqué plus haut et transforme ainsi une anodine feuille de papier en dispositif émetteur. Il s'agit là davantage d'applications très

spécifiques de sécurisation de documents (authentification, lecture automatique, traçabilité...) qui intéressent les documents officiels comme les passeports ou les documents sensibles.

Dans tous les cas, ce qui caractérise les tags RFID, c'est :

- leur petite taille (jusqu'à 1 mm)
- leur prix souvent modeste (quelques centimes d'euros pour les moins coûteux)
- la présence d'une antenne relativement grande
- la possibilité éventuelle d'être mise à jour en cours de processus.

A.3. Composants de base

Un système RFID inclut plusieurs composants de base :

- les **étiquettes**, ou, *transpondeurs* qui peuvent être actives (elles émettent alors d'elles-mêmes un signal) ou passives (elles se contentent de réagir à la présence d'un lecteur);
- les **données** enregistrées sur l'étiquette : il peut s'agir d'un simple numéro d'identification, ou bien d'informations plus complexes comme une date de fabrication, un numéro de lot, un numéro de série, etc.;
- les **lecteurs**, qui servent à identifier l'ensemble des étiquettes situées dans leur aire de couverture et qui agrègent les données recueillies. Ce sont des dispositifs actifs, émetteurs de radiofréquences qui vont activer les marqueurs qui passent devant eux en leur fournissant à courte distance l'énergie dont ceux-ci ont besoin ;
- les **marqueurs**, qui sont des dispositifs passifs, ne nécessitant aucune source d'énergie en dehors de celle fournie par les lecteurs au moment de leur interrogation.

Outre de l'énergie pour le marqueur, le lecteur envoie un signal d'interrogation particulier auquel répond le marqueur. L'une des réponses les plus simples possibles est le renvoi d'une *identification numérique*, par exemple celle du standard EPC-96 qui utilise 96 bits. Une table ou une base de données peut alors être consultée pour assurer un contrôle d'accès, un comptage, ou un suivi donné sur une chaîne de montage, ainsi que toute statistique souhaitable.

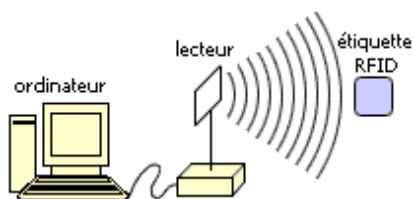
Le marqueur est extrêmement discret par sa finesse (parfois celle d'un morceau de *rhodoïd*), sa taille réduite (quelques millimètres), et son poids négligeable. Son coût étant devenu minime, on peut envisager de le rendre jetable, bien que la réutilisation soit plus « écologiquement correcte ».

Il se compose :

- d'une antenne
- d'une puce de silicium
- d'un substrat et/ou d'une encapsulation
- d'une infrastructure informatique qui collecte les données RFID et les exploite.

A.4. Principe de fonctionnement

L'ensemble de l'étiquette est activé par un signal radio fréquence variable, émis par un lecteur composé lui-même d'une carte électronique et d'une antenne. Le lecteur peut être fixe ou mobile, et son antenne peut prendre plusieurs formes, et par exemple s'intégrer dans le cadre d'une porte, pour une application de contrôle d'accès. Le lecteur ou interrogateur transmet un signal selon une fréquence donnée vers une ou plusieurs étiquettes radio situées dans son champ de lecture.



Lecture d'une étiquette RFID

Celles-ci transmettent un signal en retour. Lorsque les étiquettes sont "éveillées" par le lecteur, un dialogue s'établit selon un protocole de communication prédéfini, et les données sont échangées.

L'étiquette va exécuter les fonctions pour lesquelles elle a été conçue. Pour transmettre les informations qu'elle contient, elle va créer une modulation d'amplitude ou de phase sur la fréquence porteuse. Le lecteur reçoit ces informations et les transforme en binaire (0 ou 1). Dans le sens lecteur vers étiquette, l'opération est symétrique, le lecteur émet des

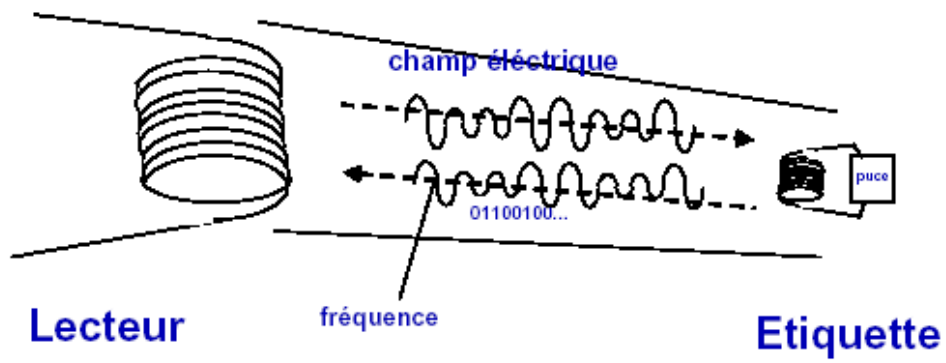
informations par modulation sur la porteuse. Les modulations sont analysées par la puce et numérisées.

Les étiquettes RFID fonctionnant à basse ou moyenne fréquence utilisent un champ électromagnétique créé par l'antenne du lecteur et l'antenne de l'étiquette pour communiquer. Le champ électromagnétique alimente l'étiquette et active la puce. Cette dernière va exécuter les programmes pour lesquels elle a été conçue. Pour transmettre les informations qu'elle contient, elle va créer une modulation d'amplitude ou de phase sur la fréquence porteuse. Le lecteur reçoit ces informations et les transforme en code binaire. Dans le sens lecteur vers étiquette, l'opération est symétrique, le lecteur émet des informations par modulation sur la porteuse. Les modulations sont analysées par la puce et numérisées.

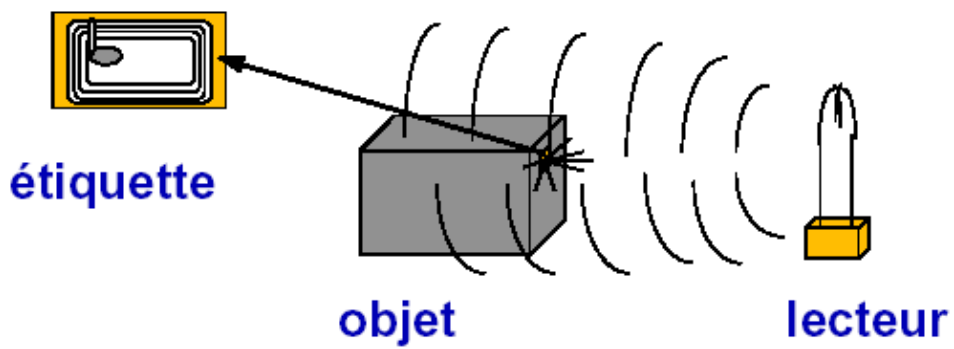
Une des particularités de ce principe est que plus la fréquence porteuse est basse plus le nombre de tours de l'antenne de la puce doit être important pour créer un voltage suffisant pour alimenter la puce. L'étiquette peut être apposée, portée, insérée dans un objet (colis, carte, véhicule...).

Pour dialoguer avec plus d'une étiquette, il est nécessaire d'adopter une stratégie permettant d'identifier toutes les étiquettes présentes (inventaire), avant de pouvoir lire successivement les données contenues dans chacune d'entre elles, ou de transmettre un ordre global (par exemple, activation ou désactivation d'un antivol).

Principe de fonctionnement

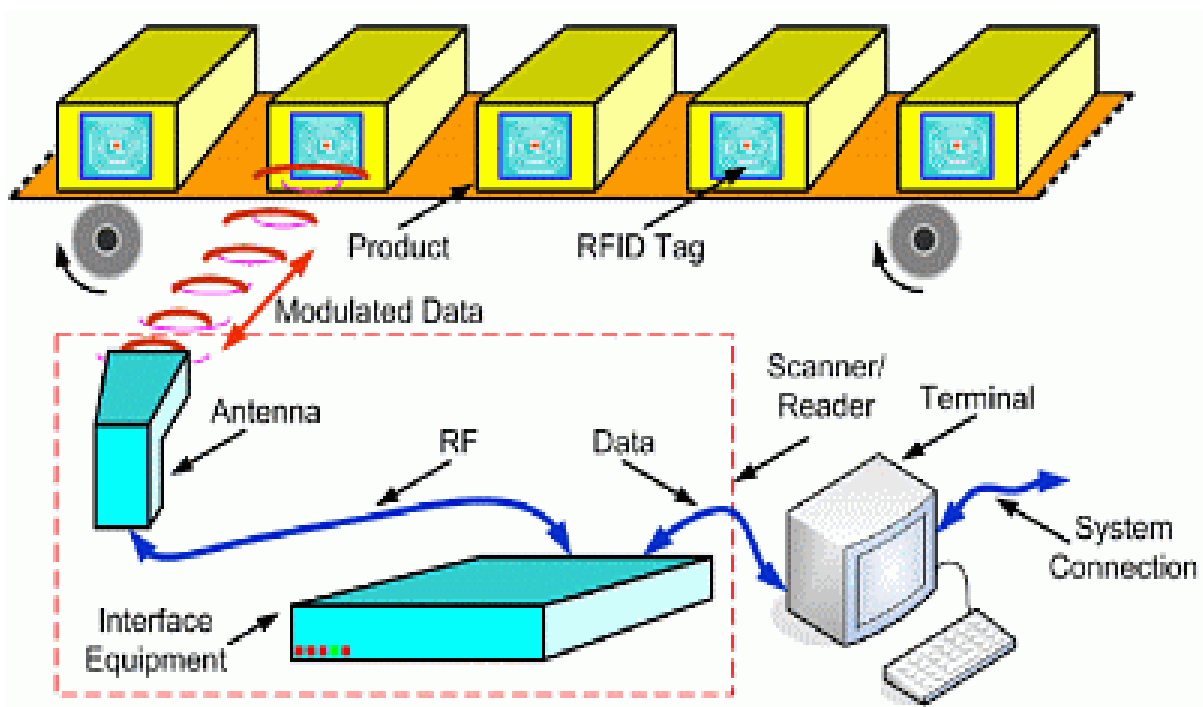


Le principe de la RFID



Une solution complète de RFID comprend les étiquettes, les lecteurs et encodeurs et l'intergiciel (*middleware*). Ce dernier permet d'intégrer le flux des données dans le système d'information de l'entreprise. Les étiquettes et les encodeurs sont construits par des entreprises comme Philips, Texas Instruments (TI), Toshiba, Printronix, ASK, Intermec ou Tagsys. Les intergiciels sont proposés des entreprises comme Oracle, Sun, IBM, Axway ou Microsoft.

Le format des données inscrites sur les tags fait l'objet d'une standardisation sous l'égide de EPC Global (Electronic Product Code), organisme représenté en France par GS1. Il a spécifié la structure des données identifiant chaque objet produit dans le monde, ainsi que les protocoles de communication entre lecteur/encodeur et tags. Il planche encore sur les standards de publication sur le web. Toute entreprise concernée, par exemple par son transport ou sa distribution, pourra ainsi y accéder.



Source : www.zdnet.fr

A.5. Les briques d'applications de la RFID

Une application RFID se compose de trois éléments :

a) l'**équipement embarqué**, c'est à dire les données, les fonctions et les caractéristiques physiques de l'étiquette ; l'étiquette est constituée d'un support (une carte ou un conditionnement de protection autre), d'une puce électronique, d'une bobine / antenne et éventuellement d'une pile d'alimentation. Cette dernière caractéristique permet de différencier des étiquettes dites passives, sans pile, de celles actives, avec pile. Les étiquettes passives utilisent des fréquences dans les plages exprimées en kilo Hertz ou Méga Hertz. Le lecteur fournit la puissance électrique nécessaire au fonctionnement de la puce. Les étiquettes se situant dans les Giga Hertz utilisent souvent de l'énergie embarquée pour permettre une communication à longue distance.

Le système embarqué dans la puce se décompose en trois sous-systèmes :

- le module de gestion du transport des données, c'est à dire la ou les fréquences utilisées, la ou les vitesses de transfert, la modulation, etc... correspondant à l'instrument de lecture ;
- le module de gestion de la communication compatible avec celui du lecteur ;
- le module applicatif correspondant aux données stockées, à leur mode de codage, à leur structure et à la syntaxe compatibles avec l'application agissante sur l'équipement fixe.

L'ergonomie et l'adaptation à l'environnement de l'étiquette font également partie intégrante de l'application, comme le poids, la résistance, la durée de vie, la taille, la température, etc.

b) l'**équipement de lecture**, qu'il soit fixe ou portable, avec ses fonctions et ses caractéristiques physiques ; il est composé d'une antenne. Ce dernier se compose de trois sous-systèmes communiquant entre eux :

- un système local, dont la fonction sera de coder / décoder les données, de les contrôler, de les stocker, et de les transmettre à l'équipement fixe ;

- le module de gestion de la communication avec la ou les étiquettes, activation de l'étiquette, ouverture de session d'échange, lecture, écriture, autorisation, intégrité des données ;
- le module de gestion du transport des données, c'est à dire les fréquences et les caractéristiques physiques comme la vitesse de transfert, la modulation, la puissance de l'émission.

Au-delà de ces aspects, l'utilisateur se préoccupera également de l'aspect ergonomique. L'adaptation à l'environnement de l'étiquette font également partie intégrante de l'application, comme le poids, la résistance, la durée de vie, la taille, la température, etc.

c) **l'équipement fixe** ou **système hôte**, c'est à dire les machines, les fonctions, et les processus agissant ou utilisant les données échangées avec l'étiquette. Ce composant de l'application radio fréquence est le centre de gestion de l'application, intégrée au système d'information de l'entreprise utilisatrice des étiquettes. Son influence sur l'utilisation des radios fréquence se situe au niveau des données échangées pour gérer les procédures d'affaires, qu'ils soient logistiques ou commerciaux. Celles-ci définissent le dictionnaire des données utilisées en fonction de l'objet support de l'étiquette. Le système hôte est relié à l'équipement de lecture par une interface locale, dont les caractéristiques sont celles d'un réseau local de télécommunication d'entreprise.

Chacun de ses éléments communique entre eux via des interfaces qui peuvent être qualifiées de la façon suivante :

- **l'interface air**, (ou *air interface*), c'est à dire le lien de communication hertzien entre l'étiquette et le lecteur, ses caractéristiques physiques, et en particulier la fréquence utilisée, mais aussi les règles régissant le déroulement de la communication, le protocole ;
- **l'interface locale**, entre le lecteur et les applications informatiques utilisatrices des données de l'étiquette, dans le cadre d'un système centralisé ou non.

A.6. Modes de diffusion des tags

Les étiquettes (tags) sont diffusées schématiquement de trois façons :

1. en *circuit fermé*, c'est-à-dire qu'un industriel ou un groupe d'industriel utilise une quantité limitée de tags sur un parcours déterminé. Les lecteurs, les process, sont bien connus et parfaitement adaptés. Par exemple, la logistique de Geodis.
2. pour un *usage spécifique*, par exemple la carte Navigo, les tags sont émis et distribués au public à usage unique. Par contre, les lecteurs sont spécifiques.
3. pour un *usage ouvert*, différentes sortes d'étiquettes sont positionnées sur divers articles (par exemple les produits exposés dans un magasin) et ils doivent être lus par différents types de lecteurs.

Bien sûr, les 2 premières situations sont plus faciles à mettre en oeuvre, et c'est le 3^e cas qui pose le plus de problèmes tels que:

- mise au point du process,
- standardisation des données à transmettre,
- fiabilité des informations traitées,
- performance de la lecture malgré les aléas.

A.7. Protocoles de communication

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

La description d'une application radio fréquence peut être résumée en référence avec le modèle OSI en couche de l'ISO, en 3 couches principales :

- l'**application**, c'est à dire les données et les messages échangés pour satisfaire le processus industriel, commercial ou autres ;

- la **communication**, c'est à dire comment les étiquettes et le lecteur dialoguent et se comprennent ;
- le **transport**, c'est à dire la gestion de l'interface air, fréquence, vitesse, modulation, autrement dit la gestion de la propagation des ondes dans l'air.

Pour assurer une rapide diffusion de la technologie radio fréquence tout ou partie de ces trois couches doivent faire l'objet d'une normalisation.

A.7.1 La couche « application »

La couche « application » comprend :

- a) le processus métier lui-même, dont la définition et la mise en œuvre sont du ressort de l'entreprise ou d'un corps de métier, par exemple la gestion des réceptions marchandises par lecture des étiquettes radio sur les palettes ;
- b) le traitement informatique correspondant à ce processus métier est également du ressort de l'entreprise, il est lié au logiciel utilisé, au système d'exploitation de l'ordinateur, et au réseau local de télécommunication ;
- c) les données échangées avec l'étiquette embarquée, celles-ci peuvent être définies par l'entreprise dans un processus purement interne, mais dès que l'application radio fréquence s'inscrit dans un univers à multiples acteurs, comme le transport, ou le commerce, elle doit faire l'objet d'une normalisation sous forme d'un dictionnaire des données communs ;
- d) la syntaxe utilisée pour structurer les données lors de l'échange, la normalisation s'y impose dans un contexte d'acteurs multiples.

Des dictionnaires et des syntaxes existent déjà pour des applications dans des environnements ouverts comme le code à barres (avec les AI -Identifiants d'application- définis par GS1 ou les DI – Identifiants de Données– définis par FACT, tous deux repris par la norme ISO/IEC 15418) ou l'EDI - Echange de Données Informatisé (avec EDIFACT). La similarité entre RFID et Codes à Barres en terme d'utilisation incite les acteurs à se tourner plutôt vers les premières cités.

A.7.2 La couche « communication »

Le dialogue entre étiquettes et lecteur a des contraintes liées à la technologie RFID, la couche «communication» a pour objet de définir les règles utilisées pour en garantir l'efficacité. Il s'agit de gérer :

- a) la reconnaissance et l'identification d'une ou plusieurs étiquettes dans le champ du lecteur
- b) l'algorithme d'anticollision (ou tout autre mécanisme) permettant de dialoguer avec plusieurs étiquettes dans un même champ
- c) la présentation des données dans l'étiquette
- d) la taille mémoire de l'étiquette
- e) la lecture de tout ou partie du contenu de l'étiquette
- f) l'écriture sur l'étiquette pour en modifier le contenu ou ajouter de l'information
- g) la sécurité de l'échange :

- intégrité des données échangées ;
- autorisation de lecture ou d'écriture ;
- protection des données contenues ;
- protection lors du transfert des données ;
- la fin du dialogue.

Ces éléments doivent être standardisés pour permettre à tout lecteur de dialoguer avec toute étiquette, indépendamment du constructeur de l'un ou de l'autre.

A.7.3 La couche « transport »

Pour que le dialogue soit ouvert avec une étiquette, ses caractéristiques physiques doivent correspondre à celles reconnues par le lecteur :

- a) la fréquence
- b) la vitesse
- c) la modulation
- d) la capacité de transmission.

De ces caractéristiques dépendent la distance de lecture, le volume d'information échangée, le volume du champ de lecture, la pollution électromagnétique des équipements électroniques avoisinant, et en particulier d'autres étiquettes radio fréquence.

La fréquence est l'élément clé de l'aspect transport. A la question, quelle fréquence utilisée ? La réponse est d'abord de nature réglementaire et ensuite en terme de performance, et enfin de coût.

B. La technologie

B.1. L'étiquette RFID

B.1.1 Les différents types d'étiquettes

a) Les étiquettes passives fonctionnent en lecture seule (comme les codes à barres linéaires). Dans ce cas, l'antenne capte certaines fréquences qui lui fournissent suffisamment d'énergie pour lui permettre d'émettre à son tour son code d'identification unique. Ces étiquettes passives sont programmées avec des données non modifiables, pour une capacité de 32 à 128 bits. Elles sont fournies vierges à l'utilisateur. Dans la majorité des cas, le fournisseur l'a déjà munie d'une identification. Lors de sa pose sur l'objet à tracer, l'utilisateur va écrire les données qui lui seront utiles par la suite. Lors de la vie ultérieure de l'étiquette, cette information pourra être lue mais ne pourra être ni modifiée ni complétée. Certains dispositifs plus sophistiqués disposent de capteurs leur permettant d'identifier les variations physiques comme la température (produits surgelés par exemple). Certains tests ont été faits avec une encre magnétique qui joue le rôle de l'antenne.

Les étiquettes passives sont bon marché et ont une durée de vie quasi illimitée. Elles constituent le gros du marché, et plus encore dans le futur pour les applications logistiques en circuit ouvert, où la puce est perdue dès la vente du produit. En effet, au-delà de l'acte d'achat cette étiquette se désactive.

Les étiquettes passives les plus utilisées actuellement sont les EPC (Code Produit Electronique) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- fréquence de 13.56 MHz
- fonctionnement en lecture seule
- codage sur 96 bits

Ces EPC représentent un nouveau produit qui peut être employé pour détecter, dépister, et commander une variété d'articles en utilisant la technologie RFID. La structure d'EPC peut distinguer les articles uniques du même type. Par exemple, deux vidéos de DVD ont le même code produit universel normalisé (UPC : ce code est strictement réservé au code à barres). Ce dernier permet aux systèmes informatiques de déterminer le fabricant du DVD, le titre du film et facilite le commerce ou la vente. EPC prolonge le code UPC et fait en sorte que deux vidéo du même type soient distinguées l'une de l'autre : chaque article est individuellement identifié.

b) Les étiquettes semi-passives sont similaires aux étiquettes passives à l'exception de l'utilisation d'une batterie de petite taille. Cette batterie permet à l'étiquette IC (Integrated Chip) d'être constamment chargée. Cela élimine le besoin pour l'antenne d'être conçue pour récupérer la puissance provenant du signal. Les étiquettes semi-passives sont plus rapides et donc plus fortes dans la lecture par rapport aux étiquettes passives.

c) Les étiquettes actives sont alimentées par une pile interne extra plate, et permettent autant la lecture que l'écriture de données, avec une mémoire allant jusqu'à 10 Kbits. Ces étiquettes actives ne dépassent pas 10 ans d'âge. Elles sont fournies vierges et pourront être écrites plusieurs fois, effacées, modifiées et lues. Le nombre de répétition de ces opérations peut dépasser les 500 000 ou 1 million.

Les tags actifs sont équipés d'une batterie leur permettant d'émettre un signal. De ce fait, ils peuvent être lus depuis de longues distances, comparés aux tags passifs. Mais, une émission active d'informations signale à tous la présence des tags et pose des questions quant à la sécurité des marchandises.

d) Les étiquettes semi-actives n'utilisent pas leur batterie pour émettre des signaux. Ils agissent comme des tags passifs au niveau "communication". Mais leur batterie leur permet, par exemple, d'enregistrer des données lors du transport. Ces tags sont utilisés dans les envois

de produits sous température dirigée et enregistrent la température de la marchandise à intervalle régulier.

B.1.2 L'écriture et la lecture des étiquettes RFID

a) Lecture seule

Les données sont inscrites dans l'étiquette par le fabricant de composants, et ne peuvent être modifiées ni complétées par la suite. Les utilisateurs ne peuvent que lire les données inscrites. Ces étiquettes, dont les fonctions peuvent sembler réduites, sont néanmoins sans doute promises à un grand avenir. Leur prix est plus faible que celui de leurs consœurs offrant des fonctions plus complexes. Et, dans de nombreuses applications un simple numéro d'identification, si son unicité est garantie, peut suffire à tracer un objet. Les données complémentaires sur l'objet n'ont pas besoin d'être stockées dans l'étiquette, mais peuvent être mise à disposition, échangée ou retrouvée dans les bases de données des systèmes d'information.

b) Ecriture une fois, lecture plusieurs fois

L'étiquette est fournie, à l'utilisateur, vierge. En fait, dans la majorité des cas le fondeur ou le fournisseur l'a déjà munie d'une identification unique. Lors de sa pose sur l'objet à tracer, l'utilisateur va écrire les données qui lui seront utiles par la suite. Lors de la vie ultérieure de l'étiquette, cette information pourra être lue, mais ne pourra être ni modifiée ni complétée.

c) Lecture / Ecriture multiples

L'étiquette est fournie, vierge, dans les mêmes conditions que les WORM, mais elle pourra être écrite plusieurs fois, effacée, modifiée, complétée, et lue. Le nombre de répétitions de ces opérations peut dépasser les 500 000 ou 1 million.

On peut stocker de l'information de deux façons différentes :

- L'application centralisée : on mémorise un "pointeur" (une clé d'accès) dans l'étiquette, en indiquant ainsi un chemin vers une base de données où trouver cette information nécessaire au traitement.

- L'application décentralisée: on mémorise l'information elle-même dans l'étiquette.

Les systèmes centralisés utilisent des étiquettes à lecture seule permettant la réalisation de systèmes. Les étiquettes à écriture unique et lecture multiples permettent la réalisation de systèmes appartenant aux deux catégories : systèmes centralisés ou décentralisés. Les étiquettes à écriture et lecture multiples permettent la réalisation de systèmes appartenant plus avantageusement à la deuxième catégorie : systèmes décentralisés.

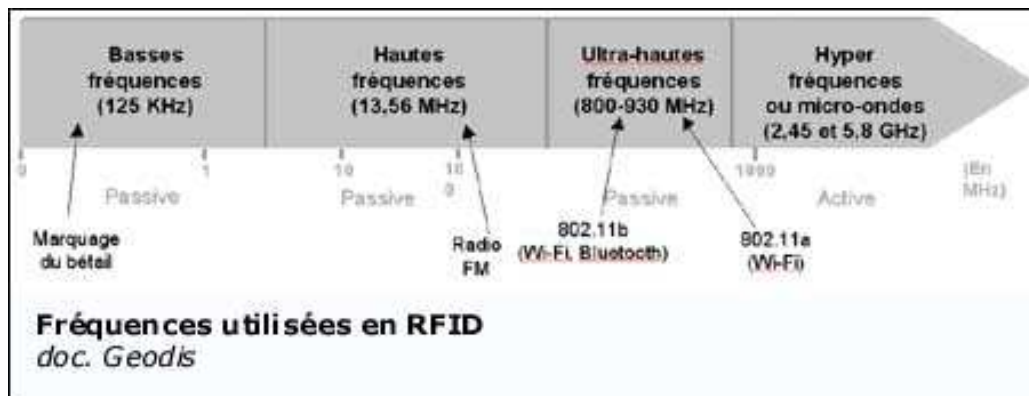
B.2. Les différents types de fréquences

En confrontant les décisions de ces différents organismes, les étiquettes diffèrent par leur fréquence :

- a) **basse fréquence** 9 kHz jusqu'à 135 kHz ; elles se lisent à quelques mètres de distance ;
- b) **haute fréquence** dite ISM 13,56 kHz (bande ISM : bande Instrumentation, Scientifique et Médicale) ; elles coûtent au moins 50 centimes d'euros. Elles sont jetables ou réutilisables selon le cas. La distance de lecture est inférieure à un mètre ;
- c) **ultra haute fréquence (UHF)** 433 MHz et 860 à 960 MHz ; elles coûtent 15 à 25 centimes d'euros. La distance de lecture est de deux à quatre mètres. Par contre, la tolérance aux obstacles est moins bonne ;
- d) **hyper fréquence** (micro onde) 2,45 GHz et 5.8 GHz.

En règle générale, plus la fréquence est basse moins le débit de données transmises est important et plus la fréquence est haute, plus les distorsions et les difficultés pour traverser les milieux sont importantes.

Ce sont les fréquences choisies par ISO/JTC1/SC31/WG4, pour la normalisation des applications RFID. Concernant la régulation, trois régions sont à distinguer, l'Europe (2 organismes : ETSI, European Télécommunications Standard Institut, et CEPT), les Etats Unis (FCC) et le Japon.



| Caractéristiques/Fréquences | 125 à 150 kHz | 13,56 MHz | 800 à 900 MHz | 2,45 GHz |
|--|---|---|---|---|
| Type de fréquence | Basse | Haute | Bandes UHF | Hyper |
| Technologie d'antenne | Bobine aérienne ou boucle sur ferrite (*) | Boucle imprimée, perforée ou gravée (**) | Boucle imprimée, perforée ou gravée (***) | Antenne imprimée ou gravée (***) |
| Distance de lecture et d'écriture | > 1 m (**) | Europe et France : 1 m et volume 1 m ³ (**) USA > 0,8 m | Europe et France : pour le moment limitation d'utilisation en puissance USA de 1 m à 10 m | France < 0,5 m (*) (> 1 m avec dérogation) USA > 1 m (***) |
| Vitesse théorique de transfert des données | < 10 Kb/s (*) | < 100 Kb/s (**) | < 200 Kb/s (**) | < 200 Kb/s (***) |
| Influence du métal | Perturbation (*) (Espace > 50 mm = 90 % Pref.) | Perturbation (*) (Espace > 50 mm = 90 % Pref.) | Atténuation (**) (Espace > 10 mm = 90 % Pref.) | Atténuation (**) (Espace de 5 à 7 mm = 100 % Pref.) |
| Influence de l'eau | Aucune | Atténuation | Atténuation | Perturbation |
| Influence du corps humain | Aucune | Atténuation | Atténuation | Perturbation |

(Source : ABC de la RFID, Décembre 2003, Jeanne Baylot)

Performances : * médiocres, ** bonnes, *** excellentes

Une fréquence plus élevée présente l'avantage de permettre un échange d'information (lecteur \Leftrightarrow marqueur) à des débits plus importants qu'en basse fréquence. Les débits importants permettent l'implémentation de nouvelles fonctionnalités au sein des marqueurs (cryptographie, mémoire plus importante, anticollision).

La détection de la collision est en fait une détection d'erreur de transmission, à l'aide d'un bit de parité ou d'un hachage (CRC...). Dès qu'une erreur est détectée, l'algorithme d'anticollision est appliqué. Lorsque plusieurs marqueurs se trouvent dans le champ d'un même lecteur, les communications sont brouillées par l'activité simultanée des marqueurs.

L'*anticollision* est la possibilité pour un lecteur de pouvoir dialoguer avec un marqueur lorsque plus d'un marqueur se trouvent dans son champ de détection. Les algorithmes d'anticollision sont décrits par les normes (ISO 14443 et ISO 15693). On évite bien entendu toute fréquence qui serait en résonance avec celle des molécules d'eau contenues entre autres dans le corps humain pour des raisons de sécurité.

Il existe plusieurs méthodes d'anticollision. Les quatre principales sont :

- **Méthode fréquentielle** : Chaque marqueur communique sur une plage de fréquence différente avec le lecteur. En pratique, c'est inutilisable à grande échelle.
- **Méthode spatiale** : Avec une antenne directionnelle et à puissance variable, le lecteur va couvrir petit à petit chaque partie de l'espace pour communiquer avec chaque marqueur et l'inhiber, en attendant de le réactiver pour ensuite communiquer avec. En pratique, la présence de deux marqueurs à faible distance l'un de l'autre rend cette méthode inefficace.
- **Méthode temporelle** : Le lecteur propose aux marqueurs une série de canaux de temps dans lesquels ils peuvent répondre. Les marqueurs choisissent de façon aléatoire le canal de temps dans lequel ils vont répondre. Si un marqueur est le seul à répondre dans ce canal de temps, il est détecté et inhibé par le lecteur. S'il y a plusieurs marqueurs qui répondent en même temps, il sera nécessaire d'effectuer à nouveau cette méthode. Petit à petit, tous les marqueurs sont connus et inhibés, il suffit alors au lecteur de réactiver le marqueur avec lequel il souhaite communiquer. En pratique, le côté aléatoire fait que la durée de cette méthode est inconnue. Avec de la malchance, cette méthode peut même être infinie (si deux marqueurs répondent toujours dans le même canal de temps).

- **Méthode systématique** : Il existe de nombreux brevets décrivant des méthodes systématiques. Cette méthode consiste à détecter puis inhiber tour à tour tous les marqueurs en parcourant l'arbre de toutes les possibilités d'identifiants (Par exemple, le lecteur envoie une requête du type « Tous les marqueurs dont le 1er bit d'identification est 1 doivent se manifester ». Si un seul marqueur se manifeste, le lecteur l'inhibe, et s'intéresse ensuite aux marqueurs avec pour 1er bit 0, et ainsi de suite...). En pratique, cette méthode peut parfois s'avérer longue.

B.3. Technique autour de l'étiquette RFID

B.3.1 Collage du transpondeur sur l'étiquette

Le collage du transpondeur sur l'étiquette comprend deux cylindres. Sur le premier sont enroulés les transpondeurs (antenne + puce) sur un support plastique. Le deuxième sert de rembobinage des mauvais transpondeurs et du plastique.

Un **encodeur** permet d'encoder le transpondeur et de vérifier sa validité. Un demi cylindre dirige les transpondeurs sur les étiquettes si elles sont valables et vers le rembobinage si elles sont mauvaises. Une toile permet l'acheminement des étiquettes autocollantes.

Le collage des étiquettes RFID sur le support est effectué par différents types de machines. Par exemple, chez *Bielomatik* la machine TSL-100 est utilisée et une fois cette opération terminée, un test de validité des étiquettes RFID est réalisé par la machine TCT-100¹.

B.3.2 Impression des encres conductrices

Le fait d'imprimer les antennes réduit le coût des étiquettes. On utilise alors des encres conductrices qui permettent d'assurer la connexion entre la puce et l'antenne. Ces encres contiennent un métal précieux (comme de l'argent) ou du graphite à l'intérieur d'un film polymère épais.

¹ www.bielomatik.com

Pour se faire, la sérigraphie est déjà largement utilisée dans la fabrication de circuits imprimés et se trouve donc bien placée pour l'impression des antennes. De plus, la sérigraphie rotative améliore les cadences et offre une bonne compatibilité avec des encres spéciales (thermochromes par exemple).

B.3.3 Intégration du transpondeur dans l'emballage

Le premier bénéfice lié aux étiquettes intelligentes est la possibilité de les dissimuler à l'intérieur des emballages. Cela rend alors très difficile la falsification et le vol.

Indépendamment des difficultés techniques qu'elle soulève, la dépose d'une étiquette au sein des emballages se heurte à une limite : elle ne peut précéder la connaissance des découpes à venir. La solution serait le contre collage de papiers filigranes pour limiter la tentation de frauder. Cependant, l'épaisseur de la puce (350 microns) représente un obstacle : le laminage d'un circuit intégré entre deux films entraîne une surépaisseur incompatible avec le bobinage des films plastiques par exemple. En ce qui concerne le carton ondulé, le problème n'existe plus du fait de son épaisseur naturelle.

B.4. Normes

La normalisation joue un rôle important car elle permet :

- la coexistence des étiquettes entre elles, c'est à dire permettre que plusieurs objets porteurs d'une étiquette, présents dans un même champ de lecture ne se polluent pas entre eux,
- l'interopérabilité des systèmes RFID, c'est à dire permettre que plusieurs étiquettes utilisant la même fréquence, provenant de fabricants différents, puissent dialoguer avec tout lecteur fonctionnant à cette même fréquence.

La normalisation ISO concerne ce qu'on appelle le protocole « air », c'est à dire le protocole technique qui définit la communication par radiofréquences entre l'étiquette et le lecteur.

Lorsque la technologie RF est utilisée pour les cartes d'identification, l'ISO fait le distinguo entre :

- proximité : 0 à 10 cm
- voisinage : entre 10 et 70 cm

Les normes concernant la technologie RF sont les suivantes :

- **ISO 11784** : identification des animaux par radiofréquence.
- **ISO 10536 et ISO 14443 (A & B)** : norme générale pour les cartes d'identification (cartes à circuit intégré sans contact) dites cartes de proximité. Précise notamment les mécanismes d'initialisation et d'anticollision.
- **ISO 10536 et ISO 15693** : pour les cartes de voisinage,
- **ISO 18000** : pour les tags RFID.

Ces normes définissent:

- les fréquences radio (la fréquence conditionne la portée),
- la phase d'initialisation de la puce (écriture),
- les méthodes de dialogue utilisées entre le lecteur et tag RFID,
- l'anticollision qui vise à éviter les erreurs lorsque plusieurs tags sont lus en même temps.

La norme ISO 18000 est structurée en plusieurs niveaux :

- ISO 18000-1 : le vocabulaire
- ISO 18000-2 : pour des fréquences de communication inférieures à 135 KHz
- ISO 18000-3 : pour des fréquences de fonctionnement à 13,56 MHz
- ISO 18000-4 : pour une fréquence de 2,45 GHz
- ISO 18000-5 : pour une fréquence de 5,8 GHz (arrêtée)
- ISO 18000-6 : pour des fréquences comprises entre 860 et 930 MHz
- ISO 18000-7 : pour un fonctionnement en 433 MHz

D'autres normes complètent la série des 18000 :

- 15963 : identification unique des étiquettes RFID
- 15961 ,15962 : syntaxe des données
- 19762 : vocabulaire

Des travaux complémentaires sont en cours sur la conformité des solutions aux normes 18000 (Rapport Technique ISO 18047) et sur l'évaluation des performances de ces solutions (Rapport Technique ISO 18046).

Système EPC (Electronic Product Code)

EPC global est une joint venture entre EAN International et l'Uniform Code Council. Le système EPC est un système de codification international, analogue à la codification EAN. Il associe la technologie RFID à un réseau de bases de données accessibles par Internet. Chaque objet est identifié par un code (dit EPC) et toutes les informations relatives à l'objet sont retrouvées grâce au réseau.

Gen 2 (EPC Class 1, Generation 2)

Gen 2 est la future évolution d'EPC proposée par HP et Philips. Son but est d'assurer l'interopérabilité des produits RFID et l'harmonisation des standards, notamment entre Europe et USA.

C. Domaines d'application

La RFID est déjà mise en pratique dans plusieurs domaines. Voici quelques exemples d'applications :

C.1. Classement basé sur la fréquence des étiquettes

a) Les versions basses fréquences (125 à 135 kHz) sont utilisées pour l'identification des animaux de compagnie et la traçabilité des fûts de bière ou tout simplement pour le contrôle d'accès par badge proximité ou mains libres. Ce sont également cette classe de marqueurs qui sont à la base des systèmes de clés électroniques « sans serrures » que l'on voit apparaître sur certains modèles automobiles. Les badges mains-libres, suivant le type d'antenne utilisée, permettent une utilisation jusqu'à 150 cm.

b) les versions hautes fréquences (13,56 MHz) est utilisée pour la traçabilité des livres dans les librairies et les bibliothèques et pour la localisation des bagages dans les aéroports. Le contrôle d'accès à des bâtiments sensibles est également un domaine où le système RFID remplace les badges magnétiques, permettant l'authentification des personnes sans contact. En revanche, les badges de contrôle d'accès à cette fréquence ne permettent pas une utilisation à plus de quelques centimètres. Ils ont l'avantage de permettre les opérations de lecture/écriture dans la puce, pour stocker des informations biométriques, par exemple.

c) Les versions UHF (Ultra Haute Fréquence) sont utilisés pour la traçabilité des palettes et conteneurs dans les entrepôts et sur les docks. À cette fréquence, la lecture n'est pas possible à travers l'eau (et donc le corps humain).

d) Les versions hyper fréquences (micro-ondes 2.45 GHz) pour le contrôle d'accès à longue distance des véhicules, comme par exemple sur les grandes zones industrielles.

C.2. Classement basé sur l'usage

C.2.1 La chaîne logistique

Les étiquettes RFID intéressent tous les marchés, puisqu'elles permettent de suivre les matières semi-ouvrées ou manufacturées :

- tout au long de la chaîne de production,
- dans les différentes phases de stockage,
- lors des transports,
- pour faciliter l'entretien et la maintenance (avec toutefois des limites de pérennité),
- pour limiter les risques de fraude.

On peut donc prévoir facilement leur essor rapide au détriment du code-barres, moins cher certes, mais beaucoup moins performant.

C.2.2 Suivi des biens

Les compagnies aériennes étudient actuellement le remplacement des étiquettes code à barres par des étiquettes RFID pour le suivi et le tri des bagages.

Dans les systèmes de tri postal, l'étiquette RFID peut être utilisée dans plusieurs applications.

| Applications | Distance | Accès | Nbr de cycles | Capacité | Conditionnement |
|--|-------------------------------|--------|---------------|--------------|-----------------------|
| Suivi des bacs en boulisterie dans un centre de tri. Avantages : Pas d'étiquetage des bacs Facilité de lecture Ecriture à chaque cycle | quelques cm ou dizaines de cm | R/W | < 1 million | < 1Kbits | Enchâsser dans le bac |
| Suivi des godets de carrousel dans une machine de tri Avantage : Facilite la synchronisation | = 3 cm | R only | | < qq. octets | Inclus dans le godet |
| Courrier Test Avantage : Vérification de l'efficacité du système de tri et de distribution | Quelques cm | R/W | 1 | < 1 Kbits | Faible épaisseur |

Pour connaître à tout moment la nature du chargement d'un camion, l'étiquette radiofréquence de chaque palette est interrogée par un lecteur situé en haut du camion ou de la remorque qui communique avec le transmetteur radio du tracteur. Les données transmises sont :

- le nombre et l'identité des colis,
- leur destination,
- la nature éventuellement dangereuse de leur contenu,

- la position du véhicule (liée à une application GPS).

Par l'intermédiaire d'une liaison radio-satellitaire, le chargeur peut à tout moment avoir communication de ces données pour renseigner le chargeur et optimiser la rotation des véhicules. Pour le transport ferroviaire, chaque triage est équipé en entrée comme en sortie, d'un lecteur (balise) et chaque wagon d'une étiquette radiofréquence. La balise identifie ainsi chaque wagon passant devant elle. L'application permet de savoir la position d'un wagon (entre tel et tel triage ou point du réseau ferré, ou à l'intérieur de tel triage) et par conséquent des marchandises qu'il contient, grâce au lien informatique fait entre véhicule et chargement.

C.2.3 Suivi des êtres vivants

Des applications de plus en plus nombreuses de traçabilité des animaux se développent, que ce soient les étiquettes auriculaires sur les animaux d'élevage ou les étiquettes sous cutanées pour les chevaux, les poissons de reproduction (turbots) ou les animaux domestiques. Dans tous les cas, il s'agit d'assurer une traçabilité des animaux dans un but de contrôle sanitaire ou de la qualité des cheptels.

Les étiquettes RFID sont déjà utilisées pour le contrôle d'accès des immeubles ou des parkings. Les RFID sous-cutanées, conçues dans un premier temps pour la traçabilité des animaux, peuvent sans aucune contrainte technique être utilisées sur des humains. La société Applied Digital Solutions propose par exemple ses marqueurs sous-cutanés destinés à des humains comme une solution pour identifier les fraudes, assurer l'accès protégé à des sites confidentiels, le stockage des données médicales et aussi comme un moyen de résoudre rapidement des enlèvements de personnalités importantes. Combinés avec des capteurs sensibles aux fonctions principales du corps humain, ces systèmes sont aussi proposés comme une solution intégrée de supervision de l'état de santé d'un patient.

L'utilisation de ces puces a d'ores et déjà commencé. Ainsi le Baja Beach Club, une boîte de nuit située à Barcelone, utilise ce genre d'implants pour identifier ses clients VIP, qui utilisent en retour la RFID comme un moyen de paiement. De même, la ville du Mexique a implanté 170 de ces tags RFID sur ses officiers de police afin de contrôler l'accès aux bases de données et aussi dans le but de mettre en œuvre des moyens de localisation en cas de kidnapping.

C.2.4 Transport en commun

- billetterie : par exemple, la carte de transport sans contact Navigo de la RATP.

Le marché, maintenant mature, est évalué entre 300 et 400 millions d'étiquettes par an, en croissance de 10 à 15%.

- paiements automatiques : par exemple, les badges de télépéage d'autoroute Liber-t.

Le marché, maintenant mature, est évalué entre 200 et 300 millions d'étiquettes par an, en croissance de 10 à 15%.

C.2.5 Les bibliothèques

Les grandes bibliothèques gèrent de nombreux ouvrages papier et audiovisuels, les manipulations d'emprunt et de retour génèrent une main d'œuvre occupée à des tâches administratives. Celle-ci peut se recentrer sur sa fonction de conseil aux lecteurs et autres publics, améliorer la rentabilité de la bibliothèque en exploitant les statistiques de fréquence d'emprunt ou de taux de demande pour un ouvrage par exemple grâce aux étiquettes RFID apposées sur les livres, cassettes vidéo, CD et DVD. Les abonnés bénéficient de plages horaires plus larges pour les emprunts et retours grâce à des automates d'emprunt et à leur carte d'abonné qui enregistre toutes leurs transactions. Le système RFID rend également possible la gestion des inventaires sur étagère ainsi que la recherche d'ouvrage. Une seule étiquette électronique RFID sert à la fois d'identifiant et d'anti-vol. Flexible et adhésive, elle est collée sur l'ouvrage et peut être recouverte d'une étiquette papier imprimée (avec le logo de la bibliothèque par exemple).

Grâce à la RFID, il n'est pas nécessaire d'ouvrir le livre, de rechercher le code barre et enfin de désactiver le système de sécurité traditionnel, puisque tout est fait automatiquement en une seule et unique opération. La transaction de prêt ou retour est instantanément enregistrée dans le logiciel de la bibliothèque, et l'anti-vol est activé ou désactivé automatiquement.

II. LA RFID EST UNE AMELIORATION DE LA TRAÇABILITE OU UNE INNOVATION DE RUPTURE ?

A. Les enjeux de la RFID et l'apport théorique

A.1. Enjeux de la RFID

Des enjeux macroéconomiques expliquent la vague d'intérêt pour la RFID.

Selon le rapport de *A Workshop Report from the Staff of the Federal Trade Commission*, l'industrie de la distribution fait des pertes de l'ordre de 180 et 300 milliards de dollars par an dues à une mauvaise vision sur la supply chain. Cela fait ressortir l'incapacité de tracer la localisation des produits lors du transport entre le producteur et le distributeur. Les ruptures de stock et en linéaire entraînent des pertes de CA et de marge. Elles sont estimées de 3 à 6% des ventes totales de produits finis alors qu'un tiers des ruptures disposent de stock en réserve que la surface de vente ignore. Ce ratio évolue fortement pour les articles unitaires de forte valeur.

De plus, d'après Auto ID Center², les réseaux de vente font face à des pertes résultant de la contrefaçon ou des marchés parallèles, notamment la disparition de 20% des biens de grande consommation entre l'usine et la surface de vente, soit 60 milliards \$ par an dont 18 milliards \$ pour l'Europe.

D'autre part, un enjeu majeur s'ajoute à ces facteurs économiques : la traçabilité, avec ses contraintes de réglementation et de localisation lors de rappels en urgence de produits (traçabilité descendante). En effet, ces rappels surveillés par la FDA³ ont augmenté de 1 500 en 1988 à 4 500 en 2001. D'autres organisations américaines ont également observé une forte hausse, comme par exemple le ministère de l'agriculture +24% entre 2001 et 2000. On

² L'identification automatique (Auto-ID) : technologie aidant les machines à identifier les biens physiques

³ La Food and Drug Administration (abréviation : FDA) est l'administration américaine des denrées alimentaires et des médicaments.

fr.wikipedia.org/wiki/FDA

constate également la mise en application de nouvelles règles aux Etats Unis et en Europe ajoutant des fortes contraintes sur les données relatives à la traçabilité ascendante (capacité, en tout point de la chaîne d'approvisionnement, à retrouver l'origine et les caractéristiques d'un produit à partir d'un ou plusieurs critères donnés).

L'impact de la RFID sur les flux physique de produits à travers des chaînes de distribution a des implications non seulement pour les manufacturiers, fournisseurs, distributeurs mais aussi pour les consommateurs.

Selon certains rapports, par une pratique de distribution plus efficiente grâce à l'utilisation de la RFID, les consommateurs trouveront ce qu'ils désirent dans les étagères des magasins quand ils le désirent et peut être à un coût inférieur.

La technologie RFID déployée en réponse à des besoins de traçabilité peut se caractériser par une capacité optimale à retracer un produit au moyen d'identifications enregistrées en offrant la possibilité de suivre un produit aux différents stades de sa production et de sa consommation en retraçant l'historique, l'utilisation ou la localisation de ce même produit. La RFID réussira-t-elle donc par ses apports à combler les manquements des technologies précédentes en terme de traçabilité ? C'est la question à laquelle nous tenterons de répondre dans la partie qui suit.

A.2. Apports théoriques

L'article publié en 2001 par Nathalie Fabbe-Costes et Christelle Lemaire⁴ met bien en relief le caractère essentiel d'une traçabilité totale des flux à l'intérieur d'une supply chain : « Les parties prenantes de nombreuses supply chains, notamment de l'agroalimentaire, considèrent qu'il est désormais indispensable d'assurer une traçabilité totale des flux, seule jugée apte à garantir l'origine des produits et à attester de la qualité des processus industriels et logistiques ».

De plus dans un contexte où les activités industrielles et logistiques sont largement sous-traitées, l'accès rapide aux informations de la traçabilité qui permet la **transparence** de l'ensemble de la supply chain devient cruciale.

⁴ « La traçabilité totale d'une supply chain : principes, obstacles et perspectives de mise en œuvre », 2001

Au chapitre « Le brouillard de la guerre » de son célèbre ouvrage « De la guerre » (1950), Carl von Clausewitz fait valoir combien l'absence d'information en temps réel peut avoir des conséquences désastreuses sur la prise de décision militaire. L'opacité des chaînes logistiques empêche toute planification et exécution en temps réel. Ces tâches ne peuvent être menées que sur les bases de données datées et abstraites, et entraînent inévitablement bien des imprécisions. Ce sont les chargés de la planification qui le disent eux-mêmes : « tout planning devient erroné dès l'instant où il est arrêté et diffusé...une replanification est nécessaire pour prendre en compte les événements réels » (cf article N°197 Logistiques Magazine)

L'article de 2001 sur la traçabilité totale ajoute que le suivi des flux et des activités, si possible réalisé en temps réel, fait en effet partie des fondements de la démarche logistique car il permet :

- d'exercer un contrôle sur la circulation physique et d'évaluer la **fiabilité** de la chaîne en même temps que celle du dispositif logistique support,
- de pouvoir **réagir rapidement** (répondre à des demandes et faire face à des aléas) et en cela faire montre de réactivité,
- d'acquérir de la **flexibilité**, capacité d'adaptation,
- de favoriser un apprentissage organisationnel et de contribuer à **la gestion des connaissances** en exploitant les données de suivi.

Il en ressort qu'une technologie permettant de réunir toutes ces caractéristiques serait la bienvenue.

Or on peut noter que les technologies les plus répandues, tel que le code à barres, ont bien vite montré leur limite et leur lacune dans ces différents domaines.

Une technologie qui répondrait à ces attentes apporterait une réelle révolution en matière de traçabilité et permettrait de réaliser des gains de productivité bien supérieurs à ceux offerts par les applications actuelles.

La RFID est-elle la solution tant attendue, qui permettrait la traçabilité optimale d'un bout à l'autre de la chaîne logistique ?

La partie qui suit répondra à cette question en détaillant les avantages uniques qu'apportent la RFID et les bénéfices qui en découlent.

B. La RFID : avantages (par rapport au code barre) ; exemples d'application ; inconvénients et conditions de réussite

Les événements dramatiques de ces dernières années ont permis à une technologie répondant à ces impératifs d'arriver à maturité.

La guerre en Irak, les politiques internationales menées contre le terrorisme ou l'épidémie due au virus SARS (Syndrome d'Anomalie Respiratoire Sévère) ont décuplé le rythme de développement de la technologie RFID d'identification sans contact. Par exemple, le Ministère américain de la Défense a mis en œuvre des systèmes de suivi RFID lors de ses campagnes en Afghanistan et en Irak, afin de réduire les pertes ou les délais d'acheminement de stocks essentiels sur le champ de bataille, et a économisé de cette façon des milliards de dollars.

La partie qui suit détaillera les nombreux avantages qui découlent de ce bond technologique.

Les caractéristiques techniques des étiquettes RFID, offrent de nombreuses possibilités logistiques, c'est ce que nous illustrerons dans un premier temps en présentant les avantages et les bénéfices qui découlent de cette technologie, puis nous donnerons des exemples d'applications possibles dans le domaine de la Supply Chain et enfin nous nous pencherons sur les freins au déploiement des puces RFID.

B.1. Les nombreux avantages de la RFID et les bénéfices qui en découlent

La technologie RFID (*Radio Frequency Identification* ou identification par ondes radio) est-elle en passe de révolutionner le monde de la distribution en remplaçant le code à barres ? En équipant les produits d'une étiquette dite intelligente, également appelée tag ou transpondeur, on est aujourd'hui en mesure d'assurer une traçabilité satisfaisant des marchandises. En effet, comme nous l'avons vu dans la première partie de ce devoir, les étiquettes RFID ne se contentent pas de renfermer les informations relatives au produit mais sont également capables de recevoir et d'émettre un signal radio.

Nous détaillerons lors de cette partie quels sont ces avantages ainsi que les bénéfices attendus et réels qui en découlent.

B.1.1 Les avantages de la RFID

La technique d'identification automatique utilisée dans la chaîne logistique globale aujourd'hui est principalement le code à barres. C'est donc par rapport à cette technique que seront analysés les atouts et par la suite les limites de la RFID (cf Annexe 1).

Les avantages des étiquettes radio fréquence par rapport au code à barres sont :

❖ **Les systèmes RFID sont omnidirectionnels : lecture sans nécessité de localiser l'étiquette**

La lecture des étiquettes se fait sans contact et sans visée, les informations peuvent donc être lues sur des objets en vrac, dans n'importe quelle position, dans des conditions de visibilité réduite voire nulle.

Cet avantage induit une plus grande souplesse de positionnement par rapport aux codes à barres. En effet, pour permettre l'automatisation de la lecture des étiquettes code à barres logistiques, les organisations professionnelles, ont défini des règles de positionnement sur les unités logistiques. Avec l'étiquette radio fréquence, il est possible de s'affranchir des contraintes liées à la lecture optique : elle n'a pas besoin d'être vue. Il lui suffit d'entrer dans le champ du lecteur pour que sa présence soit détectée. La présence de certains milieux (par exemple métaux et/ou de liquide) peut cependant nécessiter une analyse quant au meilleur emplacement pour l'étiquette sur l'objet.

❖ **Portée**

Selon le type d'étiquette utilisé, les systèmes RFID sans contact ont une portée pouvant aller jusqu'à 100 m.

❖ **La capacité de mise à jour du contenu par les intervenants**

A la différence du code à barres pour lequel les données sont normalement figées une fois imprimées ou marquées, le contenu des données stockées dans une étiquette radio fréquence va pouvoir être modifié, augmenté ou diminué par les intervenants autorisés (étiquettes en lecture et écriture multiple). Par exemple, pour la traçabilité des températures de conservation

des surgelés. Cela donne à la RFID une plus grande flexibilité et réactivité aux nouvelles informations.

❖ **Une plus grande capacité de contenu**

Certes des codes à barres susceptibles de stocker des contenus importants de données sont apparus ces dernières années (les codes à barres bidimensionnels ou matriciels). Cependant leur utilisation dans des univers industriels ou logistiques reste peu répandue car ils nécessitent des conditions d'impression et de lecture particulières. Les codes à barres linéaires couramment utilisés se limitent à des contenus de données inférieurs à une cinquantaine de caractères et nécessitent dans ces cas extrêmes une étiquette de grande taille.

Dans une étiquette radio fréquence une capacité de 1.000 caractères est aisément stockable sur 1 mm² de silicium, et peut atteindre sans difficulté particulière 10.000 caractères. Dans une étiquette logistique apposée sur une palette, les différentes unités contenues et leurs quantités respectives pourront être enregistrées et lues.

❖ **Vitesse de lecture**

Les systèmes RFID autorisent la lecture simultanée de centaines d'étiquettes, pour une accélération radicale du traitement. Toutefois nous verrons dans la partie qui traitera des inconvénients qu'il peut exister des problèmes d'interférences et de précisions. Toutefois ceux-ci sont circonscrits par l'apparition de lecteurs à grande vitesse et de logiciels d'anticollision.

❖ **La vitesse de marquage**

Le code à barres dans un contexte logistique nécessite le plus souvent l'impression d'un support papier. La manipulation et la pose des étiquettes restent une opération manuelle ou mécanisée. Les étiquettes radio fréquence peuvent être incluses dans le support de manutention ou dans les conditionnements dès l'origine. Les données concernant les objets contenues ou transportées sont écrites au moment de la constitution de l'unité logistique ou de transport, sans manipulation supplémentaire. Elles peuvent aussi s'apposer ou s'insérer plus facilement dans le produit.

❖ **Une sécurité d'accès au contenu**

Comme tout support numérique, l'étiquette radio fréquence peut être protégée par exemple par un mot de passe en écriture ou en lecture. Les données peuvent être chiffrées. Dans une même étiquette, une partie de l'information peut être en accès libre et une autre protégée. Cette faculté fait de l'étiquette radio fréquence un outil adapté à la lutte contre le vol et la contrefaçon.

❖ **Une plus grande durée de vie**

Dans les applications où un même objet peut être utilisé plusieurs fois, comme l'identification des supports de manutention, ou la consignation du contenant, une étiquette radio fréquence peut être réutilisée 1.000.000 de fois.

❖ **Une moindre sensibilité aux conditions environnementales**

Les étiquettes RFID n'ont pas besoin d'être positionnées à l'extérieur de l'objet à identifier. Elles peuvent donc être mieux protégées des agressions liées aux stockages, aux manutentions ou au transport.

Contrairement aux technologies optiques telles que le code à barres, les étiquettes RFID peuvent être lues dans n'importe quel environnement brouillard, neige, peinture ou dans des températures variantes.

❖ **Robustesse**

Leur principe de fonctionnement ne les rend pas sensibles aux souillures ou taches diverses qui nuisent à l'utilisation du code à barres. Ainsi, on voit même apparaître des étiquettes RFID lavables dans certaines applications pour produits de grande consommation.

❖ **Taille**

Les investissements réalisés dans la technologie des étiquettes ont permis de réduire leur taille, ce qui accroît le nombre de leurs applications potentielles.

❖ **Intégrité et exactitude des données**

L'identification automatisée élimine quasiment tout risque d'erreurs dans le traitement de la chaîne logistique. Même si elles ne sont pas encore parfaites les installations RFID bénéficient d'une plus grande exactitude des données que les technologies existantes.

❖ **Flexibilité**

Les systèmes RFID sont flexibles dans le sens où ils autorisent le recours à des technologies mixtes mises en œuvre en différentes couches ou par emboîtement (nesting).

Ces possibilités d'emboîtement reposent sur la coexistence de technologies RFID de base et de systèmes très riches en fonctionnalités.

Ces avantages apportent de manière pratique de nombreux bénéfices :

B.1.2.Bénéfices et attentes des utilisateurs

Les apports de la RFID dans la supply chain sont multiples et prometteurs. L'application de la technologie engendre une modification des processus d'exécution en remplaçant le code à barres, mais ouvre la porte à une réelle supply chain étendue et collaborative. L'adoption de cette technologie implique de multiples conséquences, comme par exemple :

- la traçabilité sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. Le meilleur suivi de l'information garantit l'optimisation des campagnes de rappel ainsi qu'un meilleur repérage des colis égarés. La RFID est une nouvelle arme d'authentification renforçant le contrôle des réseaux de distribution parallèle et limitant la contrefaçon et le vol à l'étalage.

L'étiquette RFID peut servir d'identifiant unique de l'objet marqué, contrairement au code à barres (qui permet d'identifier une famille de produits) ;

De plus, toute perte ou vol de la puce est quasi impossible ;

- la gestion de stock en participant à la réduction du niveau de stock. La meilleure visibilité des stocks associée à une fiabilisation de l'inventaire permet de déclencher immédiatement les réapprovisionnements. Cela permet une diminution des ruptures en linéaire. De plus, les opportunités de cross docking s'avèrent plus importantes.

Exemple : **Mise en rayon**

Une fois les palettes réceptionnées par le magasin débute un processus de planification de la mise en stock. Cette application connaît en permanence les niveaux de stock dans le magasin, et organise la mise en rayon en conséquence. La marchandise volumineuse ou difficile à manipuler sera planifiée pour une mise en stock pendant les heures de fermeture du magasin, ou dans les plages horaires de moindre fréquentation. Les marchandises sont placées dans les rayons selon une séquence qui répartit le travail dans tout le magasin. À chaque élément sont associées sa position sur la palette et celle qu'il doit occuper dans les rayons du magasin. Lorsque le magasinier indique que le rayon est plein, une application RFID vérifie le rayon et contrôle le stock. Puisque certains magasins sont en outre équipés d'une réserve, le processus de mise en rayon en tient compte, et sait également gérer les flux depuis cette réserve vers les rayons.

- l'optimisation des coûts opérationnels par une meilleure utilisation des ressources. L'utilisation de la RFID dans le monde de la supply chain permet le mouvement des produits dix fois plus rapidement que le code à barres. L'application de la RFID laisse entrevoir une augmentation de la productivité des process par une automatisation plus avancée (moins de ressaisie dans le système). Concernant le temps de traitement avec des tris plus rapides et plus fiables, la balance penche également en faveur de la RFID, avec des temps de lecture divisés par 10 ou 20 dans le cas de conteneurs, de palettes ou de colis multiples.
- La possibilité de différencier plusieurs objets simultanément grâce à un système d'anticollision. La radio-fréquence et la lecture des informations sans contact qu'elle permet présentent des atouts indéniables dans le cas de balayages rapides des informations relatives à des produits stockés en entrepôts ou sur des linéaires. (Par exemple, lecture simultanée de plusieurs articles possible, jusqu'à 200 par secondes).
- l'amélioration de la qualité de service client à tous les niveaux de la chaîne d'approvisionnement. En effet, l'automatisation des contrôles, la fiabilisation des opérations et des enregistrements dans le système diminuent le risque de litige (diminution des avoirs) favorise naturellement le service au client, la fidélisation et la conquête de nouveaux clients; cette amélioration de la qualité de l'information engendre une accélération des temps de cycles.
- la sécurité en magasin via la combinaison des fonctionnalités antivols. Le magasin peut prévoir la mise en place d'un système qui désactive les étiquettes RFID des produits

lorsque ceux-ci quittent le point de vente. Afin de détecter toute tentative de vol et de réduire le coulage, les appareils chargés de cette tâche vérifieront que les produits sont bien passés en caisse au préalable.

- Les étiquettes RFID changent radicalement la façon dont les marchandises sont approvisionnées et mises en place : la réduction du cycle d'approvisionnement et du temps de manipulation des palettes.
- service rendu au client : Le vendeur peut également utiliser les étiquettes pour localiser rapidement un produit dans le magasin ou dans la réserve, ce qui a pour effet d'améliorer son efficacité opérationnelle et le service rendu au client. Résultat : plus d'appels téléphoniques et de temps perdu à chercher au milieu des cartons.
- Cette technologie fiabilise et abaisse considérablement le coût des inventaires:
 - suppression des inventaires physiques et amélioration de l'inventaire en cas d'intégration d'un logiciel de gestion ;
 - De plus, la RFID permet de donner une information plus précise que le code à barres, qui est plus vulnérable à l'erreur humaine : les informations peuvent être doublées, munies de codes de correction d'erreur, d'identifiants de sécurité.

Autres domaines :

- **Réassort et commande**

Dans le futur, chaque produit aura sa propre étiquette RFID installée en usine. Le magasin connaîtra ainsi ses stocks en permanence, de façon précise. Cela permettra de relever tout écart entre les quantités apparaissant effectivement sur les rayons et l'inventaire du magasin. Puisqu'elle connaîtra en permanence les quantités en stock pour chaque produit, l'application sera à même de lancer une commande de réassort, sans requérir aucune intervention humaine.

- **Passage à la caisse**

L'utilisation d'un lecteur de code à barres fait d'ores et déjà partie du quotidien des hôtes et hôtesse de caisse. Si un club local de randonnée souhaite acquérir un lot de bicyclettes neuves, la caissière lit la première étiquette et multiplie le prix par la quantité achetée plutôt que de lire chaque étiquette.

Actuellement, le revendeur ne peut pas connaître certains détails, comme la taille ou la couleur du bien vendu. Pour améliorer cela, le magasin envisage d'équiper ses caisses de lecteurs RFID. Il devient alors possible de mettre en place une tenue d'inventaire de bout en bout, contrôlant l'ensemble des produits dans le magasin. Grâce à l'emploi de la technologie RFID, le système reconnaîtra chaque produit vendu, et gèrera l'inventaire en conséquence. Le code à barres servira quant à lui pour la vente. Encore au-delà, il est possible d'envisager que le lecteur RFID pourra reconnaître à distance les produits arrivant en caisse, sans intervention humaine. Cela accélèrera le passage en caisse, accroîtra la satisfaction des clients, et le revendeur pourra alors déployer son personnel vers des tâches plus valorisantes.

(cf annexe 2)

Les puces RFID offrent, comme nous venons de le voir, des bénéfices incontestables pour les acteurs de la chaîne logistique globale. Une étude réalisée à Chicago en 2003 (à l'occasion du symposium EPC) hiérarchise les principales attentes relatives aux puces à radio-fréquences.

Du point de vue des **distributeurs**, la RFID est une priorité pour :

- améliorer la gestion des inventaires (100 % de suffrages) ;
- éviter les ruptures de stock (90 %) ;
- lutter contre le vol (50 %) ;
- optimiser la gestion des entrepôts (46 %) ;
- faciliter le paiement automatique en caisse (30 %) ;
- favoriser la traçabilité des produits (25 %) ;
- renforcer l'information auprès des clients (25 %).

Du point de vue des **fournisseurs**, la RFID est une priorité pour :

- améliorer l'inventaire (72 % des suffrages) ;
- optimiser la gestion des entrepôts (63 %) ;
- éviter la rupture des stocks (57 %) ;

- fluidifier la logistique (36 %) ;
- faciliter la planification des commandes (27 %) ;
- lutter contre le vol (24 %).

Ainsi, comme on peut le constater dans cette étude, on retrouve une adéquation forte entre les apports théoriques des puces dites « intelligentes » et les attentes des utilisateurs de ces dernières.

Les exemples d'applications qui suivent nous permettront de voir de manière plus concrète au sein de trois secteurs d'activités les apports découlant de la mise en pratique de la RFID.

B.2.Exemples d'applications

a) Secteur textile

Le textile est l'un des marchés les plus porteurs en France. De fait, de nombreux projets RFID ou d'étiquettes à radiofréquences ont déjà été lancés, le plus récent étant celui de Casino. L'identification se fait principalement dans un contexte logistique (Marks & Spencer, par exemple), puisqu'elle permet alors d'éviter le *picking*, de procurer un gain de temps substantiel (expédition plus rapide), et enfin de lutter contre le vol et la démarque.

L'identification individuelle des vêtements facilite la protection des marques, la lutte contre la contrefaçon et la diversion (éviter que les produits ne se retrouvent dans des lieux de vente non officiels et difficilement contrôlables, comme des marchés). La puce intégrée dans le vêtement permet une bonne traçabilité tout au long de la chaîne logistique, et éventuellement jusqu'au client final – en prenant alors en compte, naturellement, les aspects éthiques et juridiques.

L'identification au niveau du carton ou de la palette facilite le processus du *cross docking* : les kits (mixtes de vêtements) différents pour les petites, moyennes et grandes boutiques sont identifiés plus rapidement, comme chez Zara. La traçabilité est surtout intéressante pour des micro-séries saisonnières, qui requièrent un cycle d'approvisionnement court et rapide.

Avantages : Accélération des ventes, baisse des coûts logistique et d'inventaire et facilitation des réapprovisionnements (en flux tendus).

Standardisation : Elle est encore peu requise, car la boucle de réapprovisionnement reste fermée et les points de vente sont en interne – ce qui ne requiert pas l'intervention de nombreux fournisseurs.

Prix : Les projets en cours portent sur un grand nombre d'articles, ce qui a permis une baisse notable du prix des étiquettes.

b) Secteur alimentaire

L'identification RFID a pour objectif principal de rassurer les consommateurs, de garantir la santé publique et de rationaliser les chaînes d'approvisionnement. La directive européenne de traçabilité agro-alimentaire entend « *assurer la sécurité alimentaire et la traçabilité à toutes les étapes de la production, transformation et distribution, identifier tous les producteurs de matières premières et destinataires des produits...* »

Aucune véritable révolution n'est à prévoir suite à cette directive : la traçabilité alimentaire n'impose en effet aucune technologie, et le processus peut même se faire sur papier. Mais elle devrait permettre une homogénéisation des systèmes d'information intraentreprises, l'amélioration de la collaboration entre les différents acteurs de la chaîne et l'optimisation de la qualité de l'information transmise. Tout cela pourrait, à terme, conduire à une amélioration des systèmes d'information et à un passage à la RFID.

Les secteurs du transport et de la grande distribution sont touchés par la réglementation à travers des produits vendus sous leur label ; leur responsabilité est engagée en cas de manque de fraîcheur de ces produits.

Les principaux **avantages** pratiques sont :

- de marquer les palettes avec des étiquettes normalisées, qui peuvent être RFID. Cette traçabilité s'effectue principalement au sein des centres de distribution ou des entrepôts (en boucle fermée) ;
- de faciliter la gestion des liens entre les numéros de lots de matières premières et ceux des produits finis. D'ici 2 à 3 ans, on devrait ainsi observer une cohabitation entre étiquettes de

traçabilité EAN128 et puces RFID – qui seront principalement installées sur les palettes et les conteneurs.

Le “*self check out*” de l’intégralité du chariot reste pour le moment peu envisagé, du fait de la complexité technique inhérente à sa mise en oeuvre. Les étiquettes ne peuvent pas toujours être positionnées pour une lecture optimale. Bien sûr, il est toujours possible de scanner chaque produit individuellement, mais ceci est également le cas avec des codes à barres. En outre, l’identification des produits à faible valeur ajoutée (fruits...) n’est pas encore rentable, le prix de l’étiquette étant encore, pour l’heure, trop élevé.

c) Secteur produits spécialisés

Dans le secteur des produits spécialisés, l’étiquetage RFID est principalement utilisé au niveau de l’objet, pour les produits à forte valeur ajoutée : il offre une protection contre le vol, la diversion, la démarque de la source à la distribution... La traçabilité est en général effectuée par pièce, et non à la palette pour cause de petits volumes. Les marchés principalement concernés sont la hi-fi et la vidéo, la téléphonie mobile, et certains produits de luxe comme les parfums.

Dans la distribution de détail, la RFID devient intéressante si elle remplace le code à barres et l’étiquette magnétique antivol. Le retour sur investissement est évalué sur les gains de productivité, la baisse du taux de démarque et la réduction du temps supplémentaire passé auprès de la clientèle (et donc l’amélioration du taux de service client).

Le cas de Wal-Mart :

Wal-Mart est un des premiers grands acteurs de la distribution à s’être lancé dans le déploiement de la RFID dans sa chaîne logistique. Pour ce faire le distributeur américain a tenté de convertir ses principaux fournisseurs, les gains attendus à parvenir un suivi de flux optimal et une traçabilité précise des marchandises.

Des obstacles physiques à la bonne diffusion des radio-fréquences ont tout d’abord été constatés. Les produits contenant du liquide ou des pièces de métal absorbent ou déforment en effet les ondes, les détournant de leur destination finale, à savoir le ou les lecteurs RFID censés les répertorier.

De plus, le coût de mise en place des étiquettes chez certains fournisseurs de Wal-Mart était parfois prohibitif et pouvait atteindre jusqu'à 100 Millions de €. Des retards ont donc été constatés chez ses derniers.

Ajoutés à cela, Wal-Mart a été au centre d'un scandale aux Etats-Unis, car l'entreprise a été accusée de profilage de ses clients, qui n'étaient pas informés que des puces RFID avaient été insérées dans leurs produits.

Ce cas est une illustration pertinente des limites et contraintes liées à la RFID, tant en terme de coût de mise en place qu'en terme d'éthique.

La partie qui suit portera sur les inconvénients intrinsèques de la RFID ainsi qu'à l'existence de freins à sa mise en place.

B.3. Inconvénients et freins de la RFID

Après avoir suscité beaucoup d'espoir en matière de Supply Chain pour les apports et bénéfices qu'elles pouvaient engendrer, les puces RFID font tout de même l'objet d'un certain nombre de freins et contraintes non négligeables.

❖ Facteur économiques : Le coût

Les prix des étiquettes RFID dépendent beaucoup des fonctionnalités attendues. Comme nous l'avons mentionné dans la première partie de notre devoir⁵, en fonction notamment de la fréquence utilisée, de la capacité d'écriture, du volume d'informations à stocker et de la présence d'une source d'énergie, les prix peuvent varier de 0,20 € à plusieurs euros.

Des progrès radicaux en terme de fabrication, de conception, couplés aux investissements croissants dans ce domaine ont permis ces derniers mois de faire chuter les prix⁶. Toutefois ils restent nettement supérieurs à ceux des étiquettes code à barres pour les unités consommateurs. En effet, un code à barres inclu dans le conditionnement du produit ne coûte rien, une étiquette autocollante de même type revient à quelques centimes. Utiliser les étiquettes radio fréquence en lieu et place du code à barres sur les produits de grande consommation n'est donc pas aujourd'hui économiquement réaliste. Cela le devient pour

⁵ cf I.B.2

⁶ cf Annexe 3

lutter contre le vol ou la contrefaçon sur les produits à forte valeur ajoutée (parfumerie, produits de luxe, CD, automobile, produits bruns et blancs), ou pour tracer les produits dans le cadre du service après vente, comme l'électroménager ou la hi-fi.

Par contre au-delà du conditionnement unitaire, le coût de l'étiquette radio fréquence peut devenir marginal par rapport à la valeur des produits contenus. C'est pourquoi dans le domaine des produits de grande consommation, les premières applications de ces étiquettes peuvent voir le jour sur les cartons, sur les palettes et sur les unités de transport. Pareillement, dans le domaine industriel par exemple, les emballages réutilisables commencent à être munis d'une étiquette radio fréquence pour optimiser la gestion des parcs, réduire le nombre d'emballages immobiles et gérer les parcs automobiles.

Par ailleurs, si la comparaison se fait au niveau du système d'identification et de traçage, il faut prendre en compte les coûts lecteurs, favorables à la RFID, ainsi que le gain de temps venant de la non-obligation de manipuler les objets pour présenter le code à barres devant le lecteur.

❖ **Facteurs technologiques**

- La perturbation par l'environnement physique

L'utilisation de certaines gammes de fréquences est perturbée par la présence des métaux dans leur environnement immédiat. Des solutions existent, qui doivent être étudiées au cas par cas pour minimiser ces perturbations, comme cela a été fait par exemple pour l'identification des bouteilles de gaz.

Dans certaines gammes de fréquences, la présence de liquide peut perturber également le fonctionnement des systèmes RFID.

- Les perturbations induites par les étiquettes entre elles

Dans de nombreuses applications, plusieurs étiquettes radio fréquence peuvent se présenter en même temps dans le champ du lecteur, volontairement ou involontairement. Ceci peut être voulu en magasin, au moment du passage à la caisse ou entre les portiques antivol.

Dans ce dernier cas il suffit de détecter un objet volé, soit une étiquette non inhibée par la caisse. La technologie le permet aujourd'hui. Plus complexe est le besoin d'identifier et de lire le contenu de plusieurs étiquettes dans un champ donné sans en oublier. Pour ce faire, les lecteurs utilisent des algorithmes ou des techniques de gestion de collisions (souvent baptisés anticollision). Le temps de lecture est alors fonction du nombre d'étiquettes et du volume de données à transmettre. Néanmoins, cette question se pose également en matière logistique. Une des façons de détourner le problème est de limiter la lecture à une seule étiquette en la sélectionnant grâce à un champ particulier de son contenu, appelé « identifiant d'unité de manutention ». Ainsi sur une palette, une seule étiquette peut contenir sa description complète, la totalité des informations contenues dans les unités de niveaux inférieurs, cartons ou unités de base.

- **La sensibilité aux ondes électromagnétiques parasites**

Les systèmes de lecture RFID sont, dans certaines circonstances, sensibles aux ondes électromagnétiques parasites émises, par exemple, par des équipements, des moteurs ou des systèmes d'éclairage. Leur emploi doit donc être testé en tenant compte de l'environnement.

❖ **Facteurs normatifs et politiques**

L'article de recherche (de Nathalie Fabbe-Costes et Christelle Lemaire) évoqué en partie A.2 apporte une idée intéressante qui a toute son importance :

« Si le principe de la traçabilité est « simple », sa mise en œuvre se révèle complexe, notamment étendue à l'ensemble de la chaîne logistique. Elle exige en effet une continuité de la traçabilité qui suppose une communication entre les partenaires, un partage d'informations donc une compatibilité, sinon une homogénéité, entre les systèmes d'identification et de marquage, les langages de communication, etc. Idéalement, elle appelle l'interopérabilité voire l'interfonctionnement des systèmes d'information des partenaires de la chaîne ».

Emmanuel de La Gardette⁷, dans sa présentation de PML⁸ à Sparkling Point⁹ du 20 novembre 2003 reprend cette idée en soulignant le défi que représente le déploiement de cette

⁷ **Emmanuel de la Gardette** : travaille au sein du centre java chez Sun.

⁸ **PML** : Physical Markup Language () : Son but est de fournir un langage standard pour représenté et diffusé les informations sur l'Auto-ID

⁹ **SparkLingPoint** :

Communauté d'échange d'expériences sur les technologies de l'information

infrastructure à l'échelle globale, condition majeure de son succès. Emmanuel de La Gardette a ajouté : «une fois ces conditions de réussite atteintes, nous serons devant une nouvelle révolution technologique (disruptive technology) qui touchera rapidement les processus d'approvisionnement et, à terme, nos habitudes de vie domestique»¹⁰.

Dans ces conditions, il est indispensable de définir une série de normes d'application de la RFID pour permettre la diffusion de cette technologie.

L'adoption de standards RFID montre des carences, en effet, les applications de chaîne logistique à l'échelle mondiale se heurtent toutefois à l'absence de normes stables. L'usage des basses et hautes fréquences est certes harmonisé. Mais ce sont les très hautes fréquences (UHF) qui offrent le meilleur compromis entre coûts des tags et distance de lecture. Or, Europe, États-Unis et Asie ont adopté des fréquences légèrement différentes. De plus, il subsiste, notamment en France, des problèmes d'allocation de fréquences UHF et d'autorisation de puissance d'émission quant aux standards liés aux protocoles et formats de données qui ne sont pas encore finalisés. Notamment en ce qui concerne les mécanismes de désactivation d'un tag (par exemple après un passage en caisse), de protection et de chiffrement par mot de passe. Ou encore les dispositifs d'accès aux services web, qui permettront aux différents intervenants de la chaîne logistique de consulter les informations liées aux étiquettes.

Les spécifications des lecteurs et des étiquettes sont aujourd'hui définies par les offreurs de solutions. Les produits proposés par deux constructeurs différents ne peuvent inter-opérer entre eux. C'est l'objet du comité ISO/JTC1/SC31, et plus particulièrement du groupe de travail WG4, de définir une norme dans le domaine permettant d'assurer l'interopérabilité. Les travaux concernent en premier lieu la normalisation de l'interface radio entre le lecteur et l'étiquette, mais aussi celle des données, en s'appuyant sur l'expression des besoins des utilisateurs.

Les normes ISO 18000, publiées à l'automne 2004¹¹, ont apporté une réponse concrète aux besoins d'interopérabilité des solutions.

¹⁰ Copyright 2003, Michel Duperrier.

¹¹ cf partie 1.B.4

Elles sont complétées par les normes 18047 (Conformité) partiellement publiées et par la norme 18046 (Performance) publiée en Février 2005.

Ce comité est relayé en France par la Commission de Normalisation CGTI/CN 31 de l'AFNOR. Un certain nombre d'initiatives sectorielles ont également été prises, débouchant sur des standards sectoriels ou professionnels :

- GS1 (EAN international) a créé EPCglobal, regroupant des utilisateurs et des offreurs de solutions, ayant pour tâche d'élaborer un cahier des charges et des spécifications techniques des systèmes RFID dans le cadre de la chaîne d'approvisionnement.
- Les professionnels de la collecte des déchets ont constitué un groupe de normalisation dans le cadre du CEN TC 183.
- L'IATA (l'Organisation Professionnelle des Transporteurs Aériens) est en train de définir un standard pour la traçabilité des bagages.
- L'UPU (l'Organisation Internationale des Postes) a défini ses besoins et ses spécifications pour le tri et le suivi des colis.

❖ **Facteurs sociaux**

Le déploiement des puces RFID comme nous l'avons étudié plus haut passera par une bonne maîtrise des coûts et des technologies liés à l'utilisation des étiquettes électroniques tout au long de la Supply Chain. Ajoutées à ces freins, propres aux étiquettes, il existe d'autres contraintes qui sont issues de l'environnement réglementaire et social dans lequel la RFID évolue.

- RFID et Santé

La radio fréquence suscite des inquiétudes quant à l'incidence des radio-fréquences pour les individus.

Une réponse à ces interrogations peut être donnée, sachant que ces étiquettes ne sont actives que lorsqu'elles se trouvent dans le champ d'un lecteur et ce, quelque soit leur nombre. Les études portent donc essentiellement sur les lecteurs et visent à définir les critères de régulation de leur puissance d'émission afin d'éviter qu'ils ne créent des perturbations sur les équipements de santé tels que les pacemakers, mais aussi sur l'organisme humain.

- RFID et problèmes d'éthique et de confidentialité

En France, la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) a d'ores et déjà placé les étiquettes à RFID parmi les technologies à risques pour les libertés individuelles. En effet, la CNIL estime qu'elles constituent des données personnelles au sens de la Loi Informatique et Libertés de 1978. Certaines associations de défenses de consommateurs portent atteinte à la vie privée des individus et voient par le biais de ces puces électroniques un moyen de récupérer des informations sur les consommateurs à leur insu.

Certains facteurs concourent à sous-estimer les risques que présente cette technologie en matière de protection des données personnelles et de la vie privée, en effet : l'insignifiance apparente des données, non information des individus sur la technologie RFID et la logique de mondialisation qui consiste à une normalisation technologique basée sur un concept américain de « privacy » sans prise en compte des principes européens de protection de la vie privée.

Certaines entreprises très connues au grand public telles que le distributeur Wal-Mart, Gillette ou encore Benetton qui expérimentent l'étiquette RFID se confrontent aux réticences de l'opinion publique les forçant ainsi à limiter leurs ambitions dans l'utilisation de la technologie RFID.

C'est ainsi qu'en Juillet 2003 , suite à une expérience discrète menée en juillet 2003 dans un supermarché du géant américain de la grande distribution Wal-Mart, l'association CASPIAN (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering) a appelé au boycott de ce nouveau moyen d'intrusion et de surveillance de la vie privée des personnes. Les principales revendications portaient sur l'absence de marquage annonçant la présence d'étiquettes RFID dans les produits, le manque de transparence dans l'utilisation qui en est faite par le distributeur ainsi que sur l'impossibilité de déceler qu'une étiquette RFID reste active, au-delà de l'acte d'achat.

Le cadre éthique demeure encore très imprécis et quelques risques d'un usage détourné des étiquettes subsistent et donnent lieu à de vives inquiétudes de la part d'associations de consommateurs. Cependant, différentes réponses existent face à cette inquiétude des consommateurs, l'une réside dans la désactivation systématique de façon définitive ou temporaire ou neutralisation des étiquettes RFID sur les produits une fois achetés, l'autre consiste à mener des actions d'informations et d'éducatives visant à expliquer aux individus le mode de fonctionnement des étiquettes électroniques d'une part et les objectifs de mise en œuvre de la technologie RFID d'autre part.

B.4. Synthèse

Concluons sur l'idée que l'application de la technologie RFID ne s'impose pas comme un outil banal. Tant que sa généralisation ne sera adoptée en mode collaboratif par des secteurs d'activité entier, une démarche d'implémentation RFID constituera un projet d'entreprise isolé à ne pas considérer comme simple successeur, sans valeur ajoutée, comparativement à la technologie du code à barres dont les applications sont largement répandues et partagées.

Nous proposons donc ici une série d'initiatives et conditions à partir desquels une fois réalisés et respectés, la RFID ne se cantonnera pas à une innovation simple pour certains « créneaux » ou « étapes » de la Supply Chain.

Tout d'abord nous pensons que dans un premier temps l'entreprise se doit de définir ses besoins réels en matière de RFID et choisir la boucle « fermée » ou « ouverte » dans laquelle elle souhaite utiliser les puces radio.

Une harmonisation définitives des normes ISO aidera à l'interopérabilité des puces tout au long de la chaîne logistique internationale et ainsi obtenir les gains escomptés par tous les acteurs de cette dernière.

Il faudra aussi que les performances des puces s'améliorent et parviennent à des résultats quasi parfaits, cela passera par l'accroissement des rendements, de la fiabilité et des caractéristiques techniques actuelles.

Enfin la notion de coût devra être maîtrisée.

Toutes ces conditions permettront aux puces RFID d'évoluer dans un contexte ouvert comme le code à barre à l'heure actuelle. Ainsi, en vertu des nombreux avantages qu'elle procure, la RFID constituera réellement une révolution Supply Chain dans un contexte fortement globalisé.

Conclusion

Aujourd'hui, incontournable et indispensable, la traçabilité est un des enjeux majeurs en vue du déploiement des technologie RFID. En effet, **en améliorant la traçabilité à tous les niveaux** de la Supply-Chain, la RFID est une réponse efficace à de multiples questions que sont : la sécurisation des filières, la maîtrise de la qualité des process, l'optimisation de la chaîne logistique, le respect de la réglementation, l'amélioration des communications avec les différents partenaires commerciaux et le consommateur (rassure le consommateur), la lutte contre les marchés parallèles et la contrefaçon et bien d'autres...

Avec son utilisation grandissante dans la supply chain, la technologie RFID évolue **comme un outil révolutionnaire** pour la production et la gestion des opérations dans le monde entier. Néanmoins cette technologie a un coût conséquent de l'investissement mais qui s'amointrit au fil du temps. Toutefois les supports d'identification automatique de type code à barres ne sont pas pour autant obsolètes si l'on considère sa maturité technologique et leur généralisation d'utilisation (standardisation avancée et coût minimum). Comme le pensent certains analystes, les deux technologies seront donc amenées à cohabiter. Ils voient dans un premier temps la RFID comme une technologie complémentaire aux codes à barres, les secteurs impactés par la RFID seront d'abord la vente au détail, l'aéronautique et la défense, la santé, la logistique et la pharmacie.

Pour finir, l'application de la technologie RFID ne s'imposera pas comme un outil banal tant que sa généralisation ne sera pas adoptée en mode collaboratif par des secteurs d'activité entiers. Une démarche d'implémentation RFID constituera un projet d'entreprise isolé à ne pas considérer comme simple successeur, sans valeur ajoutée, comparativement à la technologie du code à barres dont les applications sont largement répandues et partagées. La banalité de cet outil se fera aussi par la baisse des coûts d'adoption de cette technologie, l'interopérabilité entre les différents matériels et l'évolution rapide de la normalisation.

RFID, amélioration ou révolution, les conséquences auront un impact différent selon les modalités d'utilisation de celle-ci dans les secteurs utilisateurs, et la généralisation de cette dernière chez tous les acteurs de la Supply Chain qui continuent à comparer et à évaluer la pertinence d'utilisation tant au niveau des coûts que des conditions de mise en oeuvre.