

PAULIN ILUNGA KATAMBA

**TECHNOLOGIE RFID (RADIO FREQUENCY
IDENTIFICATION) : CONCEPTS ET STRATÉGIE DE
MISE EN OEUVRE**

Mémoire présenté
à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval
dans le cadre du programme de maîtrise en génie mécanique
pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M. Sc.)

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE
UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC

2007

RÉSUMÉ DE MÉMOIRE DE MAITRISE.

Dans ce travail, nous traitons de différentes questions relatives à la technologie RFID (Radio Frequency Identification). Compte tenu de préoccupations du moment, nous abordons les concepts généraux et la stratégie de la mise en régime. Dans les concepts généraux, nous donnons les différentes définitions, le principe de base, le fonctionnement, les avantages et inconvénients, un large éventail des applications dans plusieurs domaines, la standardisation, la normalisation, la traçabilité, la mise en régime et l'analyse de rentabilisation. La deuxième partie du travail est consacrée à l'application de la technologie RFID au domaine de la maintenance. Nous présentons dans cette partie, les documentations et activités de la maintenance d'une manière générale. Nous donnons de modèles de configurations de la technologie RFID applicables au domaine de la maintenance. Nous proposons pour illustrer les différents concepts, de configurations permettant l'identification, la localisation et la traçabilité.

PREFACE

Nous remercions messieurs le professeur titulaire Daoud Aït-Kadi et le professeur Angel Ruiz respectivement directeur et codirecteur pour avoir accepté de diriger cette thèse de maîtrise malgré leurs multiples occupations.

Nos remerciements vont aussi tout droit à tous les miens ainsi qu'à Suzanne et Richard Shular pour le soutien.

Paulin I. Katamba

TABLES DE MATIERES

PREFACE	2
TABLES DE MATIERES	3
INTRODUCTION	7
PREMIERE PARTIE : QU'EST-CE QUE LA TECHNOLOGIE RFID	11
CHAPITRE 1: LE CONCEPT DE LA TECHNOLOGIE RFID	12
1.1 HISTORIQUE.....	12
1.2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE TECHNOLOGIES D'IDENTIFICATIONS AUTOMATIQUES...	13
1.3 BREF APERÇU SUR LES CODES A BARRES	14
1.3.1 LECTURE D'UN CODE À BARRES	15
1.3.2 IMPRESSION D'UN CODE À BARRES.....	15
1.3.3 NORMALISATION EAN	15
1.3.4 TYPES DE CODE À BARRES LES PLUS UTILISÉES	16
1.3.5 QUELQUES EXEMPLES DE CODES À BARRES	18
1.3.6 AVANTAGES	19
1.3.7 INCONVÉNIENTS.....	19
1.4 QU'EST CE QUE LA TECHNOLOGIE RFID.....	19
1.4.1 DÉFINITION	19
1.4.2 FONCTIONS FONDAMENTALES DE LA TECHNOLOGIE RFID	20
1.5 EQUIPEMENTS.....	21
1.5.1 SCHÉMAS ET PRINCIPES.....	21
1.5.2 LES RÔLES DES ÉLÉMENTS.....	22
1.6 CARACTÉRISTIQUES DES ÉTIQUETTES RFID.....	24
1.6.1 LES TYPES DES ÉTIQUETTES SELON LES POSSIBILITÉS	24
1.6.2 LES TYPES DES ÉTIQUETTES SELON LES FONCTIONS	25
1.7 FONCTIONNEMENT	27
1.7.1 FONCTIONNEMENT PROPREMENT DIT	27
1.7.2 LES PARAMÈTRES FONCTIONNELS D'UN LOGICIEL DE LA TECHNOLOGIE RFID	28
CHAPITRE 2 : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA TECHNOLOGIE RFID	30
2.1 AVANTAGES	30
2.1.1 POSSIBILITÉ DE MODIFICATION DE DONNÉES.....	31
2.1.2 GRAND VOLUME DE DONNÉES.....	31
2.1.3 LA VITESSE DE MARQUAGE	31
2.1.4 PROTECTION DES CONTENUS.....	32
2.1.5 DURÉE DE VIE	32
2.1.6 MEILLEURE ACCESSIBILITÉ ET RÉSISTANTE AUX EFFETS EXTÉRIEURS.....	32
2.2 INCONVENIENTS	32
2.2.1 PRIX.....	33
2.2.2 INTERFÉRENCE DES ONDES.....	34
2.2.3 PERTURBATIONS MÉTALLIQUES	34
2.2.4 MANQUE DE STANDARDS UNIVERSELS.....	34
2.2.5 INTERCHANGEABILITÉ	35
2.2.6 IMPLANTATION	35
2.2.7 FIABILITÉ DE LECTEURS.....	36

2.2.8 LA SÉCURITÉ	36
2.2.9 LES PRÉOCCUPATIONS SUR LA SÉCURITÉ ET LA VIE PRIVÉE.....	36
CHAPITRE 3 : LA STANDARDISATION ET LA NORMALISATION.....	38
3.1 LA STANDARDISATION	38
3.2 LA NORMALISATION ISO DE LA RFID	38
3.3 LES PROTOCOLES ET FREQUENCES.....	39
3.3.1 LES PROTOCOLES	39
3.3.2 LA TECHNOLOGIE RFID ET LE SPECTRE DE FRÉQUENCE.....	41
3.3.3 LES FRÉQUENCES DE TRANSFERT DE DONNÉES.....	42
3.3.4 COMMENT CHOISIR LES FRÉQUENCES	47
3.4 LES ASPECTS JURIDIQUES DE LA TECHNOLOGIE RFID	47
3.4.1 PROTECTION DES DONNÉES ET VIE PRIVÉE DU CONSOMMATEUR.....	48
3.4.2 L'ÉTIQUETTE ET L'ACHETEUR.....	48
3.4.3 LA SURVEILLANCE DE PERSONNES PAR LES PUCES RFID.....	48
3.4.4 LES PROBLÉMATIQUES	49
CHAPITRE 4: LES APPLICATIONS	50
4.1 LISTE NON EXHAUSTIVE DE QUELQUES DOMAINES D'APPLICATIONS.....	50
4.1.1 SÉCURITÉ.....	50
4.1.2 VÉHICULE	50
4.1.3 AGROALIMENTAIRE	51
4.1.4 INDUSTRIE	51
4.1.5 LOISIRS	51
4.1.6 LOGISTIQUE	51
4.1.7 MÉDICAL	52
4.1.8 DIVERS	52
4.2 QUELQUES APPLICATIONS CONCRETES CIBLÉES TRAVERS LE MONDE.....	52
4.2.1 TRANSPORT	52
4.2.2 LA GESTION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE.....	52
4.2.3 SANTÉ.....	53
4.2.4 PHARMACIE	56
4.2.5 SÉCURITÉ ET CONTRÔLE DES ACCÈS.....	57
4.2.6 SÉCURITÉ DES PERSONNES	57
4.2.7 BIBLIOTHÈQUE.....	58
4.2.8 SPORT ET LOISIRS.....	58
4.2.9 BEACH CLUB (LES PUCES IMPLANTABLES).....	58
CHAPITRE 5 : LA TRAÇABILITÉ	60
5.1 ENJEUX, DEFINITIONS ET PRINCIPES DE LA TRAÇABILITÉ.....	60
5.1.1 ENJEUX.....	60
5.1.2 DÉFINITIONS (DUNOD 2006-TRAÇABILITÉ-BENJAMIN FARAGGI).....	61
5.1.3 PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA TRAÇABILITÉ	63
5.2 OBJECTIFS ET APPORTS DE LA TRAÇABILITE	65
5.2.1 OBJECTIFS DE LA TRAÇABILITÉ.....	65
5.2.2 APPORTS DE LA TRAÇABILITÉ	67
5.3 DIAGNOSTIC, MISE EN PLACE ET SECTEURS D'UTILISATION DE LA TRAÇABILITE	68
5.3.1 DIAGNOSTIC	68
5.3.2 LES SECTEURS D'UTILISATION DE LA TRAÇABILITÉ.....	69
5.4 APPLICATIONS DES STANDARDS DE LA TRAÇABILITE ET LA TECHNOLOGIE RFID.	71
5.4.1 L'EPC (ELECTRONIC PRODUCT CODE) ET LA CONNEXION INTERNET DES OBJETS.....	71
5.4.2 RÉSEAU EPC.....	72
5.5 LE RESEAU DE LA TRAÇABILITE ET LES STANDARDS EAN ET UCC (BERNARD SION). 74	
5.5.1 PRINCIPE	75
5.5.2 CODIFICATION ET MARQUAGE DES PRODUITS	76
5.5.3 DIFFÉRENTS NIVEAUX DE CODIFICATION	78

CHAPITRE 6 : MISE EN REGIME ET ANALYSE DE RENTABILISATION DE LA TECHNOLOGIE RFID	81
6.1 ETAPES D'ANALYSE ET RENTABILISATION	81
6.1.1 ÉVOLUTION DU MARCHÉ.....	81
6.1.2 FORMATION DE L'ÉQUIPE DU PROJET.....	83
6.1.3 DÉTERMINATION DES CAPACITÉS ET ÉVALUATIONS DES BESOINS.....	83
6.1.4 DÉTAILS TECHNOLOGIQUES EXISTANTS ET ADMINISTRATIFS	84
6.1.5 ANALYSE DES CONTRAINTES (ÉVALUATION DES PROBLÈMES).....	84
6.1.6 LA MISE SUR PIED DE LA PERFORMANCE.....	85
6.1.7 LE CALCUL DE DÉPENSES (ESTIMATION DE RENDEMENT DU CAPITAL INVESTI ; RCI).....	85
6.1.8 SEGMENTATION EN SOUS PROJETS ET POINTS DE CONTRÔLE (ÉLABORATION D'UNE CARTE ROUTIÈRE RFID).....	85
6.2 LA MISE EN REGIME ET LE DEPLOIEMENT DE LA TECHNOLOGIE RFID	86
6.2.1 LES QUATRE PS DE LA MISE EN RÉGIME D'UN RÉSEAU DU SYSTÈME RFID.....	86
6.2.2 LE DÉPLOIEMENT DE LA TECHNOLOGIE RFID	91
DEUXIEME PARTIE : LA TECHNOLOGIE RFID DANS LES APPLICATIONS DU DOMAINE DE LA MAINTENANCE	92
CHAPITRE 7 : DOCUMENTATIONS ET ACTIVITÉS DE LA MAINTENANCE	93
7.1 DOCUMENTATIONS	94
7.1.1 DOCUMENTATION GÉNÉRALE	94
7.1.2 NOMENCLATURE.....	95
7.1.3 DOCUMENTATION DU MATÉRIEL.....	96
7.2 LES ACTIVITES DE LA MAINTENANCE	98
7.2.1 LA MAINTENANCE PRÉVENTIVE SYSTÉMATIQUE	99
7.2.2 LA MAINTENANCE PRÉVENTIVE CONDITIONNELLE.....	99
CHAPITRE 8 : LES POSSIBLES APPLICATIONS DE LA RFID DANS LES ACTIVITÉS DE LA MAINTENANCE	101
8.1 INTRODUCTION	101
8.2 LA GESTION DES ACCES ET SÉJOUR DANS DES ENCEINTES (IDENTIFICATION, LOCALISATION, ET SUIVI INTERNE DES ENTREPÔT).....	103
9.2.1 CONFIGURATION SLAP-AND-SHIP.....	103
8.2.2 CONFIGURATION SLAP-AND-SHIP ET CONTRÔLE DES ENTRÉES.....	104
8.2.3 CONFIGURATION SLAP-AND-SHIP, CONTRÔLE DES ENTRÉES ET SYSTÈME MOBILE INTERNE DE CONTRÔLE	105
8.2.4 CONFIGURATION DE CONTRÔLE COMPLET	106
8.3 MÉTHODES DE LOCALISATIONS.....	107
8.3.1 INTRODUCTION	107
8.3.2 STRUCTURE DE BASE.....	109
8.3.3 DIAGRAMMES DE CONFIGURATION	110
8.3.4 ZONAGE PAR GÉNÉRATEUR DE CHAMP (FGEN)	111
8.3.5 GÉNÉRATEUR DE CHAMP (FGEN) TRIANGULATION	112
8.3.6 SMART GÉNÉRATEUR DE CHAMP (FGEN) TRIANGULATION	113
8.3.7 READER ZONING (ZONAGE PAR LE LECTEUR)	114
8.3.8 READER TRIANGULATION.....	115
9.3.9 READER TRIANGULATION AVEC RSSI	115
8.3.10 LA MÉTHODE HYBRIDE.....	116
8.4.11 MÉTHODES DE DÉLIMITATIONS DE CONTOURS	117
CHAPITRE 9 : UN MODELE DE CONFIGURATIONS DE LA TECHNOLOGIE DU SYSTÈME RFID APPLIQUÉ À LA MAINTENANCE	120
9.1 INTRODUCTION	120
9.1.1 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE	121

9.1.2 PROBLÉMATIQUES	123
9.1.3 MÉTHODOLOGIES.....	124
9.2 CONFIGURATIONS ET SOLUTIONS	126
9.2.1 CONTRÔLE DES ACCÈS	126
9.2.2 LA GESTION DE LA FLOTTE.....	127
9.2.3 SUIVI DES HISTORIQUES	129
10.2.4 OPÉRATIONS ET ACTIVITÉS DE LA MAINTENANCE	131
9.2.5 IDENTIFICATION, LOCALISATION ET TRAÇABILITÉ DANS L'ATELIER MACHINES OUTILS	134
9.2.6 LA GESTION DE STOCKS	136
CONCLUSION	140
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE	143
GLOSSAIRE.....	145

INTRODUCTION

Depuis la nuit de temps, il a toujours été une préoccupation pour l'homme d'identifier, de localiser et de suivre des objets en utilisant d'abord l'identification visuelle puis remplacée par des équipements électroniques. Plusieurs systèmes pratiques ont été utilisés au cours des années, de motifs uniques ont été placés sur des objets, et des appareils de reconnaissances pouvaient identifier ces codes et par la même voie l'objet sur lequel ils sont collés. De là est né le système de codes à barres qui, pendant plusieurs années, a permis de réaliser ce rêve d'identification des objets. Cependant les codes à barres présentent plusieurs lacunes, notamment le manque de stockage de données, la nécessité de scanner, ...etc. Ces déficits ont continuellement poussé l'homme à la recherche d'une meilleure solution pour pallier à ce manque, et voilà pourquoi est née très récemment la technologie RFID qui, à priori résolverait les problèmes d'identification, de localisation, de suivi et d'analyse de données.

Dans ce travail, nous aborderons LES CONCEPTS ET LA STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE DE LA TECHNOLOGIE RFID. Nous répondrons à un certain nombre de questions liées aux problématiques qui sillonnent les industries, la science et la vie de tous les jours, notamment :

- L'émergence d'une nouvelle technologie faisant partie des systèmes d'identification automatique basées sur les ondes de fréquence radio appelle à son exploration pour voir ses potentialités, ses limites et à son analyse afin d'évaluer comment elle pourrait s'appliquer aux applications sur les plans de l'identification, de la santé, la logistique, la maintenance des équipements, la sécurité ;

- L'information disponible sur la technologie RFID demeure peu consistante, complexe et parfois difficile à appréhender par les gens à ce jour, ce qui rend difficile la prise de décision pour son usage;

- Compte tenu de l'accroissement de plus en plus exponentiel des quantités des items dans tous les domaines, il se pose de problèmes liés à l'identification, au suivi, à la traçabilité, à la localisation. Ces préoccupations requièrent une nouvelle façon de faire, une nouvelle technologie qui pourra répondre à ces exigences ;

➤ Résoudre les problèmes de sécurité, de contrôle des accès dans les zones à risques pour différentes installations par les méthodes de traçabilité, d'amélioration des interventions, du suivi de l'historique et des activités des équipements dans la maintenance;

➤ Etablir un lien individualisé avec le produit pour en contrôler la provenance, la fabrication pour des raisons de sécurité ou pour l'intégrer plus intimement dans son quotidien en créant une plus grande interaction entre la chaîne logistique et le produit.

Eu égard à ces problématiques, l'objectif de ce travail sera de produire un document de référence sur la technologie d'identification par fréquence radio RFID, analyser ses potentialités et proposer une stratégie de mise en œuvre notamment dans les domaines de la maintenance et la sécurité des équipements par l'application de systèmes de traçabilité. Ce travail sera subdivisé en deux parties, dans la première partie nous présenterons la technologie RFID notamment l'historique, les définitions, les équipements, le fonctionnement, les applications, les avantages, les inconvénients, la standardisation, la normalisation, la traçabilité, la mise en régime et les méthodes de localisation. Noter que dans le cadre de ce travail, nous n'allons pas aborder les aspects liés à l'utilisation militaire étant donné que les données sont difficiles à obtenir.

Dans la deuxième partie, nous appliquerons le système RFID pour résoudre les problèmes de sécurité, contrôle des accès dans les zones à risques par les méthodes de traçabilité, et améliorer le suivi de l'historique des équipements dans le domaine de maintenance. Le système RFID est une technologie naissante qui semble avoir la prétention de changer non seulement le monde des industries mais aussi une multitude de domaines requérant une identification ou une collecte de données. Déjà à ce stade la technologie RFID a un fort impact sur la productivité à travers plusieurs secteurs industriels, notamment les industries de fabrication, les compagnies de transport aérien, maritime, les vendeurs en gros et détail, les entités logistiques, le contrôle des inventaires, la médecine, la sécurité, l'armée qui s'apprêtent à être de gros consommateurs et finalement dans la vie courante.

Ce travail vise à mettre à la disposition de lecteurs une orientation sur le concept, les définitions, les applications et la mise en régime de la technologie RFID dans le domaine de la maintenance. La technologie RFID offre d'énormes avantages et aussi de

possibilités beaucoup plus variées de traitement de données par rapport aux autres systèmes d'identification automatique, notamment le code à barres,... Cependant afin de résoudre le problème d'interchangeabilité et d'interopérabilité, les travaux en cours portant sur la normalisation et la standardisation des équipements et de modèles d'information à échanger faciliteront l'usage de la technologie RFID. La normalisation et la standardisation permettront de réduire au minimum le nombre d'équipements utilisés par les différents utilisateurs ce qui réduira les coûts, et la vulgarisation de la technologie aura de l'essor dans le monde industriel.

Après avoir réglé les problèmes techniques et normatifs, les professionnels de la technologie RFID se butent aux problèmes d'éthiques et de problèmes de droits individuels. La difficulté réside au fait qu'il faudrait définir les limites du champ de traçabilité d'un produit, en d'autres termes jusqu'où et jusqu'à quand une montre pourvue d'une étiquette RFID achetée chez Wal-Mart cessera-t-elle à être identifiée par un quelconque lecteur ayant la même fréquence des ondes. Cette question suscite encore de la part des organisations pour la protection de la vie privée beaucoup de méfiance vis-à-vis du déploiement de cette nouvelle technologie dans le domaine de distribution de biens individuels. Néanmoins, à ce jour l'usage de la RFID pour l'identification et le suivi de biens n'impliquant pas les individus progresse très rapidement.

Pour mieux répondre aux exigences de problématiques énumérées ci-haut, nous avons abordé ce travail en nous appuyant sur deux approches. La première est caractérisée par des lectures disponibles notamment, de livres, de documents, des articles, des informations sur l'Internet. Tandis que la deuxième est beaucoup plus pratique et technique. Nous avons exploité notre expérience de plus de 12 ans dans des ateliers de fabrication mécanique dans le domaine de la production et de la maintenance et un stage dans une société qui fabrique des équipements et implante la technologie RFID.

Nous sommes fascinés par cette nouvelle technologie qui s'avère de plus en plus intournable. Les industriels qui n'auront pas regardé de près sa mise en application ne sauront pas dans les années qui suivent être compétitifs au niveau de l'évolution technologique dans le domaine requérant les identifications et les suivis.

Le génie industriel s'affirme de plus en plus comme étant le domaine de l'avenir dans le spectre de fabrication, et de plus en plus l'accent est mis sur la gestion de la chaîne logistique où la tendance est la redéfinition de lignes pour l'élimination de pertes. Généralement les pertes surviennent à tous les niveaux d'une chaîne logistique, cependant il est à noter que la grande part de pertes se retrouve dans la gestion des flux en commençant par la réception de produits, leurs stockages, leurs inventaires, les manutentions et finalement les expéditions. Nous verrons par la suite comment la RFID pourrait remarquablement et efficacement résoudre ces problèmes.

Pour le besoin de la cause nous présenterons dans les lignes qui suivent des applications existantes à travers le monde ; l'objectif étant tout simplement d'avoir des modèles pour réfléchir à l'applicabilité de la technologie des étiquettes RFID. Dans une chaîne logistique il existe d'innombrables applications où la RFID pourra prendre place et à ce sujet l'avenir nous surprendra à jamais. Cependant ce scénario voudrait tout simplement matérialiser la mise en application de la RFID sous les approches fonctionnelle (comment le système fonctionne) et matérielle (comment le système est fait).

D'ores et déjà, la technologie RFID s'avère comme étant une solution en ce qui concerne l'élimination de pertes à travers les chaînes logistiques, et principalement pour répondre aux exigences du « juste en temps ». Nous verrons plus tard par un exemple les potentialités que cette technologie peut apporter dans une chaîne logistique.

Vous remarquerez que la première partie de ce travail est beaucoup plus volumineuse que la deuxième. La raison fondamentale est que nous avons tenu à être très explicite dans la première partie pour donner suffisamment de théories concernant la technologie.

PREMIERE PARTIE : QU'EST-CE QUE LA TECHNOLOGIE RFID

CHAPITRE 1: LE CONCEPT DE LA TECHNOLOGIE RFID

Dans cette première partie, nous parlerons de l'ABC de la technologie RFID, nous énoncerons les définitions, le principe de fonctionnement, les équipements utilisés, les avantages, les inconvénients, la traçabilité, les applications ainsi que les procédures de mise en régime. Nous jetterons aussi un bref regard sur les types les plus usuels de son ancêtre qui se trouve être le code à barres. Les codes à barres ont permis l'identification des items pendant plusieurs années, mais compte tenu des avantages que la RFID présente par rapport à l'usage de codes à barres la tendance semble que la RFID remplacera au fur à mesure les codes à barres mais à jour il est clair que les deux technologies cohabiteront pour de longues années à venir.

1.1 HISTORIQUE

L'origine de la technologie de RFID (Radio Frequency Identification) est largement controversée selon différentes sources. La technologie RFID selon l'approche échafaudée sur base du principe de fonctionnement, a vu le jour vers les années 1920 (www.andrew.cmu.edu/user/cjs/techno.html). Et en 1945 un ingénieur russe Léon Theremin mis au point un dispositif passif d'écoute à fréquence radio et non une étiquette d'identification.

Mais selon www.hitechtools.com/RFID, nous pouvons échelonner l'évolution de la technologie RFID comme suit :

➤ Vers les années 40 : La technologie du système RFID avait été utilisée pour la reconnaissance des avions. Les radars étaient le système de lecture qui avait pour rôle d'envoyer un signal questionnant les étiquettes des transpondeurs placés sur les avions afin de distinguer les alliés des ennemis. Et on peut considérer que le système IFF (Identity : Friend or Foe) fût la première forme d'utilisation de la technologie RFID.

➤ Au cours des années, la technologie a pris de l'ampleur, et en particulier vers les années 70 où elle fut une technologie protégée et à l'usage principalement militaire. Les états développés utilisaient cette technologie pour la sécurité et la protection de sites stratégiques et sensibles (secteurs nucléaires et armements lourds). Cependant vers la fin

des années 70 cette technologie fut utilisée par le secteur privé et la première application commerciale fut la traçabilité (identification) du bétail dans le continent européen.

➤ Durant les années 80, l'évolution technologique avec l'invention des microsystèmes utilisant les circuits intégrés conduisit à l'usage des étiquettes passives. Et on remarquera à cette époque une grande diversité de types des étiquettes.

➤ Le début des années 90 fut l'époque de la problématique de la standardisation et de la normalisation des équipements de systèmes de la technologie RFID (étiquettes et lecteurs).

Depuis lors, la technologie RFID est utilisée dans plusieurs domaines d'applications, en passant par l'identification, la traçabilité et l'analyse de données. Pour identifier ou suivre de produits, l'on pourra utiliser d'autres technologies notamment le code à barres, les cartes intelligentes. Ces technologies se compétitionnent les unes des autres, voyons en grandes lignes quelles sont leurs différences.

1.2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE TECHNOLOGIES D'IDENTIFICATIONS AUTOMATIQUES

L'identification automatique peut se faire par plusieurs types de technologies présentant des avantages et des inconvénients. Nous n'allons pas nous étendre dans le cadre de ce travail sur tous ces différents types de technologies, mais nous comparons dans le tableau 1, les codes à barres, les cartes intelligentes, les RFID passives et les RFID actives.

Tableau 1 : Comparaisons de différents types de technologie d'identification automatique¹

	Codes à barres	Carte intelligente	Étiquettes RFID passives	Étiquettes RFID actives
Modifications de données	Non modifiables	Modifiables	Modifiables	Modifiables
Sécurité de données	Minimale	Haute	Moyenne	Haute
Volume de données	Code à barres linéaires peuvent contenir 8-30 Bytes. Certains codes à barres à 2-D peuvent contenir jusqu' à 7200 Bytes.	Jusqu'à 8MB	Jusqu'à 64 KB	Jusqu'à 8MB
Coûts	Bas (fraction de cent jusqu'à quelques cents par item)	Elevé (plus d'un dollars par item)	Moyen (moins de 25 cents par item)	Très élevé (entre 10-100\$ par item)
Interférence potentielle	Barrières optiques, saletés ou objet placé entre le lecteur et l'étiquette.	Blocage contact	Environnement ou champ qui affecte l'émission de fréquence radio (RF)	Barrières très limitées aussi longtemps que l'émission du signal fort.
Rayon de lecture	En vue (3-5 pieds)	Contact exigé	Pas de contact (jusqu'à 20 mètres.	Pas de contact (jusqu'à 100 mètres)
Durée de vie	Court	Long	Indéfini	Durée batterie (3-5ans)
Standards	Stable et agréé	Non standard	Evolue vers le standard	Evolue vers un standard ouvert

A ce jour les codes à barres sont les plus utilisés de toutes les technologies citées dans le tableau 1, mais malheureusement elles présentent d'énormes lacunes. Avant d'aborder la technologie RFID, nous examinons brièvement le code à barres.

1.3 BREF APERÇU SUR LES CODES A BARRES

Les codes à barres sont destinés à automatiser l'acquisition d'une information généralement numérique. Ils trouvent leurs applications dans plusieurs domaines, notamment les caisses enregistreuses à lecture optique, le contrôle de la production dans les industries, la gestion des prêts de livres, de cassettes, de DVD dans de bibliothèques. Toutes les informations peuvent être codées sous forme de mots binaires, afin de

¹ RFID for Dummies par Patrick J Sweeney

permettre une acquisition rapide et automatique des données, différents procédés ont été créés. Les codes à barres sont particulièrement bien adaptés au codage de chaînes numérique ou alphanumérique n'excédant pas quelques dizaines de caractères.

Avec les codes à barres, on ne peut scanner qu'un seul item à la fois. Compte tenu de sa faible capacité, il est difficile d'y insérer un numéro de série unique, une date d'expiration, ou autre information pertinente.

Le premier code à barres pour le commerce avait vu le jour le 07 avril 1973 avec l'UPC (Uniform Product Code), et le l'EAN (Electronic Article Number) en 1977 et de ces deux organisations est née le GS1, le Global Standard Organisation. A ce jour le GS1 est présent dans plus de 150 pays représenté par de millions d'entreprises. Elle est la première organisation globale de standardisation pour les technologies appliquées à la chaîne logistique.

1.3.1 Lecture d'un code à barres

Il existe deux moyens courants de lire les codes à barres. Le plus classique est la lecture optique qui consiste à envoyer sur le code à barres un faisceau lumineux (souvent un laser de très faible puissance) puis, à analyser la lumière réfléchié. Il existe aussi les codes à barres imprimés à l'aide d'une encre magnétisable, dans ce cas la lecture sera alors magnétique : une tête de lecture traduit en signaux électriques la succession de barres magnétisées.

1.3.2 Impression d'un code à barres

L'impression d'un code à barres est très facile, il suffit de disposer d'une imprimante. C'est la raison fondamentale pour laquelle les codes à barres ont eu une généralisation et une vulgarisation plus faciles étant donné que leur production est plus économique.

1.3.3 Normalisation EAN

L'EAN ou European Article Number est une norme garantissant que le code à barres d'un article sera reconnu dans tous les pays de l'Union Européenne. L'EAN assure aussi une compatibilité avec les codes UPC utilisés en Amérique du nord.

Le mot codé est constitué de 8 ou 13 caractères repartis entre trois zones comme présentées sur les figures 4 et 5. La lecture se fait de gauche à droite.

- Le "drapeau" codant sur deux caractères et qui exprime le pays d'origine du code
- La "zone utile de codage" qui comprend 10 caractères dont les 4 premiers représentent le fabricant et les 6 derniers l'article (cas d'un code sur 13 chiffres).
- Le dernier caractère est le "code de contrôle" qui détermine la validité du code.

1.3.4 Types de code à barres les plus utilisées

Il existe trois types de code à barres qui sont les plus utilisés. Ils se différencient les uns des autres par les contraintes d'utilisations et de normalisation.

Les trois types de codes à barres les plus utilisés sont :

a) Les codes à barres unidimensionnelles ou linéaires



Figure 1 : Les codes à barres unidimensionnelles ou linéaires

Les plus usuels sont :

- EAN 8, EAN 13, UPC,
- Codabar Monarch,
- Code 11,
- Code 39,
- Code 93,
- Code 128,
- ITF ou Interleaved 2 of 5,
- CIP Pharmacode France,
- Laetus Pharmacode France, etc...

Généralement ces codes se décomposent ainsi :

- Le préfixe qui représente le code du pays ayant délivré le numéro de participant,
- Le numéro de participant délivré par l'organisation UPC pour l'Amérique et EAN pour l'Europe,
- Le numéro d'article du producteur de l'objet étiqueté,
- Le chiffre de contrôle.

b) Les codes à barres linéaires empilés

Les codes à barres linéaires empilés sont des agglomérations de deux ou plusieurs codes à barres linéaires.

Ce type de code à barres a la particularité d'avoir une grande capacité, à l'exemple du code PDF dont la capacité est mise à profit lorsque des informations détaillées doivent être attachées à l'item identifié comme c'est le cas dans le transport de matières dangereuses.

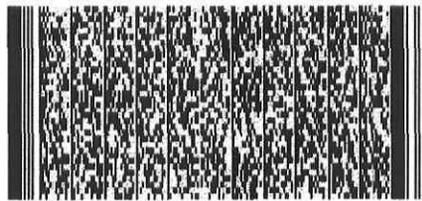


Figure 2: Les codes à barres linéaires empilés

- PDF 417,
- Code 16K,
- Code 49,
- Le Posnet,...

c) Les codes à barres à deux dimensions

Les codes à barres à deux dimensions ont la particularité d'être lus horizontalement et verticalement, et de ce fait on pourrait coder un nombre beaucoup plus grand sur une même surface.

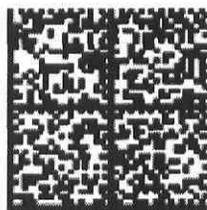


Figure 3 : Les codes à barres à deux dimensions

- Code One,
- DataMatrix,
- MaxiCode,
- Code Aztec, etc.

Le Code One est de longueur variable, et peut comprendre jusqu'à 2218 caractères alphanumériques ou plus de 3500 caractères numériques. Il permet aussi d'enregistrer beaucoup d'information sur une surface réduite.

Le code DataMatrix incorpore en plus un système de correction d'erreur de lecture.

1.3.5 Quelques exemples de codes à barres

Exemples d'un code à barres à EAN 8 chiffres

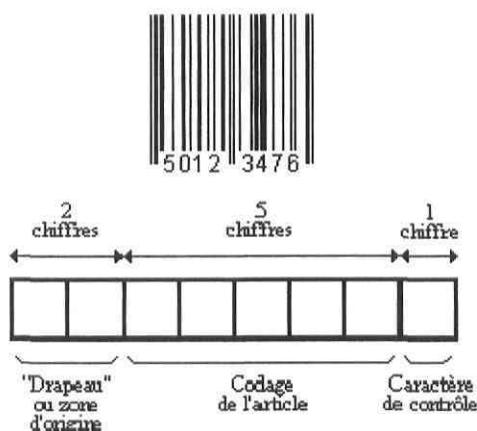


Figure 4 : Exemples d'un code à barres à EAN 8 chiffres

Exemples d'un code à barres à EAN 13 chiffres

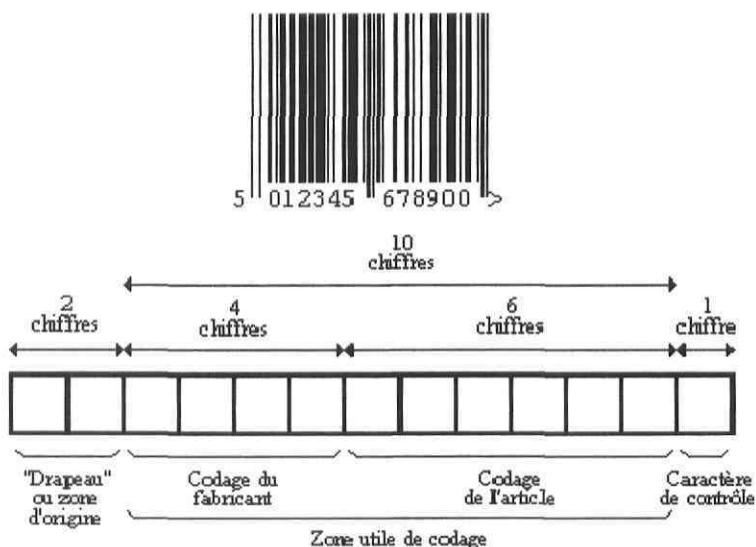


Figure 5 : Exemples d'un code à barres à EAN 13 chiffres

1.3.6 Avantages

- Lecture et décodage instantanés;
- Remplacement de la saisie au clavier;
- Facilité de branchement (écran clavier) et d'utilisation du lecteur optique;
- Coût très faible;
- Impression très facile.

1.3.7 Inconvénients

- Faible capacité;
- Impossibilité de modifier les informations;
- Exigence d'un contact visuel pour la lecture;
- Impossibilité de lecture simultanée;
- Contenu non évolutif.

Actuellement l'identification automatique repose très largement sur la technologie de code à barres, cependant les avancées techniques qu'offre la RFID et la mise en place de normes dans ce domaine amènent à se questionner sur laquelle de ces deux technologies est avantageuse. Pour penser répondre à cette préoccupation d'abord posons nous la question, qu'est ce que la technologie RFID?

1.4 QU'EST CE QUE LA TECHNOLOGIE RFID

Dans ce premier chapitre de cet ouvrage, nous parlerons de différents vocables de la technologie, et nous fournirons plusieurs définitions.

1.4.1 Définition

La RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie faisant partie de la technologie AIDC (Automatic Identification Data Capture) utilisée pour reconnaître et identifier à plus ou moins grande distance (du contact à plusieurs mètres) un objet, une forme ou un individu porteur d'une étiquette capable d'émettre de données transformées en ondes radio.

La technologie de fréquence radio est généralement utilisée pour transmettre et recevoir des informations sans fils. Une grande variété d'appareils électroniques comme la télévision, la radio, le téléphone cellulaire utilise ce principe pour transmettre ou recevoir des informations. L'émetteur envoie en continu un rayonnement de fréquence radio fournissant à la fois de l'énergie (étiquette passive) à l'étiquette sous forme électromagnétique et aussi l'information à transmettre. L'étiquette réagit alors et renvoie grâce à l'énergie qu'elle contient les informations vers le récepteur.

A la différence de la technologie de code à barres qui se lit avec un laser optique, le lecteur RFID balaye ou interroge une étiquette en utilisant des signaux de fréquence radio.

1.4.2 Fonctions fondamentales de la technologie RFID

La technologie RFID offre de multitudes de possibilités d'applications qui finalement ne sont que de combinaisons de quelques fonctions fondamentales. Ces fonctions sont :

- Identifier ;
- Localiser ;
- Suivre ;
- Analyser.

Cependant l'usage de la technologie du système RFID est une décision de très grande envergure compte tenu de toutes les considérations préalables à la mise en régime. De prime abord le choix parmi les technologies d'identification automatique qui s'offrent sur le marché s'avère primordiale et ne semble pas aisé.

Quelques critères de comparaisons de différentes technologies d'identification automatique et permettant de faire un choix sont :

- La possibilité de modifier et d'écrire les données sur les étiquettes ;
- L'aptitude de décrypter les informations contenues dans les étiquettes ;
- La quantité des informations qu'une étiquette peut manipuler (les étiquettes ;
- Les coûts des équipements et aussi auxiliaires pour l'implantation de toute la technologie ;
- Le niveau de standardisation des équipements et logiciels ;

- Le temps pendant lequel les informations resteront accessibles sur une étiquette. Il existe des étiquettes dont les données resteront disponibles éternellement et d'autre juste pour une durée déterminée ;
- La distance de lecture;
- Le nombre des étiquettes que le lecteur peut lire en même temps. Par exemple pour les codes à barres, on ne peut scanner qu'un seul item à la fois ;
- Les interférences potentielles.

Pour permettre au système RFID de remplir ces fonctions, il faudrait un certain nombre d'équipements. On verra dans la suite le minimum de matériels requis pour la RFID.

1.5 EQUIPEMENTS

Par équipements ici nous sous-entendons l'ensemble des éléments physiques de base nécessaires au fonctionnement primaire de la technologie RFID.

Le système RFID est composé principalement des éléments ci-après :

- Un lecteur ;
- Une étiquette (tag ou transpondeur) reliée à une antenne ;
- Un ordinateur avec différents logiciels dépendant de l'application.

1.5.1 Schémas et principes

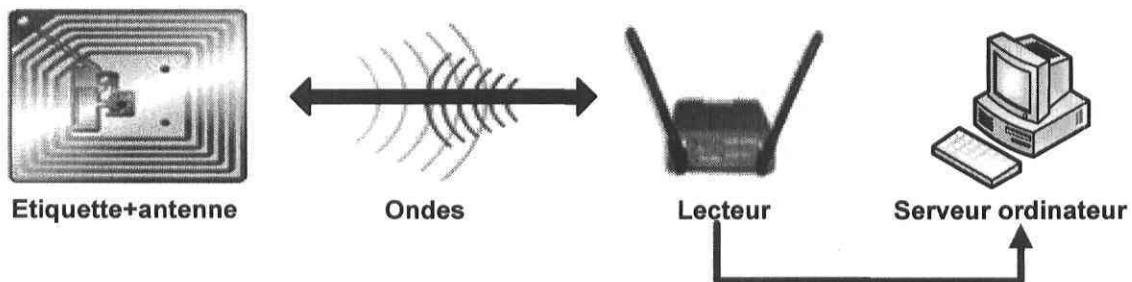


Figure 6: Schémas et principes

La technologie RFID (ou Radio Frequency Identification) est basée sur le principe d'émission de champs magnétiques par une antenne couplée à une puce électronique (transpondeur ou tag). Ces ondes magnétiques ont pour rôle de véhiculer l'information (entre la puce et son lecteur) et l'énergie nécessaire à l'activation de la puce. L'étiquette RFID ou tag est activé par les ondes à fréquences variables émises par un lecteur composé lui-même d'une carte électronique et d'une antenne.

Plusieurs logiciels spécifiques ont été développés pour les applications de la technologie RFID. Les logiciels du serveur de base peuvent être intégrés aux ordinateurs standards. Les utilisateurs qui voudraient personnaliser les applications, la RFID offre de multitudes d'interfaces faciles à configurer dans n'importe quel type de chaîne logistique ou réseau.

1.5.2 Les Rôles des éléments

a) Les étiquettes (Tags)

L'étiquette électronique appelée aussi transpondeur (à cause de sa double fonction d'émettre et de répondre) est constituée d'un circuit intégré accouplé à une antenne. L'étiquette réagit aux ondes émises par une base station (lecteurs) selon les caractéristiques qu'elle contient. La taille de l'étiquette peut désormais être réduite à celle d'un point. L'antenne généralement en cuivre est déposée sur l'étiquette grâce à des ultrasons (systèmes de vibrations). Les étiquettes RFID fonctionnant à basses ou moyenne fréquence utilisent un champ électromagnétique créé par l'antenne du lecteur. Le champ électromagnétique alimente l'étiquette en énergie et active la puce. Pour transmettre les informations qu'elle contient, elle va créer une modulation d'amplitude ou de phase sur la fréquence porteuse.

L'étiquette peut être apposée, portée, ou insérée dans un item (colis, carte, véhicule, individu...)

Pour un fonctionnement optimal, une étiquette électronique a une mémoire qui comprend :

- Une mémoire ROM (Read Only Memory) qui stocke les informations de sécurité et les instructions de l'OS (Operating System) des étiquettes, en charge des fonctions importantes notamment :
 - Le délai de réponse ;
 - Le contrôle de flux de données ;
 - La gestion de l'énergie.
- Une mémoire RAM (Random Access Memory) qui a pour rôle de stocker les données temporaires au cours du processus d'interrogation de réponse entre l'étiquette et lecteur.

Chaque étiquette peut être programmée de manière à émettre périodiquement. Lorsque le lecteur reçoit de nouvelles données ou informations, elles les envoient au serveur avec qui elles communiquent à travers de connections sans fils.

b) Le lecteur.

Le lecteur joue le rôle d'émetteur et de récepteur. Il envoie un signal selon une fréquence déterminée vers une ou plusieurs étiquettes RFID situées dans son champ de lecture au moyen d'une antenne. Les étiquettes sont réveillées et renvoient le signal qui est tout de suite capté par le lecteur, et alors il s'établit un dialogue entre eux selon un protocole de communication prédéfini et les données sont ainsi échangées. Le lecteur RFID transmet et reçoit des ondes analogiques qu'il transforme en informations digitales. Comme nous le verrons plus loin dans les applications, le lecteur (qui peut être une station ou portatif) émet autour de lui des ondes électromagnétiques (radio) dans un rayon qui varie de quelques millimètres à plusieurs dizaines de mètres selon sa puissance d'alimentation et la fréquence utilisée. Lorsqu'une étiquette ayant une fréquence compatible se retrouve dans les champs électromagnétiques, elle détecte le signal. Il s'établit alors une communication entre l'étiquette et le lecteur qui lit les données encodées sur l'étiquette. Le lecteur reçoit des informations et les transforme en code binaire. Les informations lues sont envoyées au serveur pour être traitées. Avec ce principe, plus la fréquence porteuse est basse, plus le nombre de tours de l'antenne de la puce doit être important pour créer une tension suffisante à l'alimentation de la puce.

Le serveur a aussi le rôle de :

- Traiter le signal ;
- Contrôler la parité ;
- Détecter et corriger les erreurs.

Un système RFID peut lire plusieurs étiquettes à la fois, et son rayon de lecture peut aller de 30 à 85 mètres. Un seul lecteur peut couvrir une surface jusqu'à plus de 5000m², tandis que la connexion sans fil entre les lecteurs et le serveur peut aller de 150 à 300 mètres.

Pour un fonctionnement optimal, il est recommandé d'opter pour une solution intégrée de la technologie RFID qui offre les caractéristiques suivantes :

- Opération sans contact ;

- Étiquettes à multiples fonctions ;
- Haute sécurité ;
- Mémoire virtuelle illimitée ;
- Système d'intégration facile ;
- Connexion sans fil entre le lecteur RFID et le serveur ;
- Inventaire configurable pour la mise à jour en temps réel ;
- Logiciel du serveur basé sur Windows standard ;
- Facilement adaptable aux besoins d'un grand nombre d'entreprises.

1.6 CARACTÉRISTIQUES DES ÉTIQUETTES RFID

Les systèmes de la technologie RFID se différencient les uns des autres par leurs aptitudes à émettre des ordres (informations). Cependant selon les différentes applications nous retiendrons les caractéristiques suivantes:

- La nature et l'origine de l'énergie;
- La portée au rayon de la zone de lecture ;
- La programmabilité;
- La capacité de stockage;
- La forme physique;
- Le nombre d'étiquettes ou de tags lus simultanément ;
- Le coût ;
- Les propriétés de l'emballage.

1.6.1 Les types des étiquettes selon les possibilités

EPCglobal est un consortium de géants industriels comme Wal-Mart, Cisco, Procter & Gamble, et Hewlett-Packard. Ce consortium a vu le jour à Massachusset Institute of Technology (MIT) en 2000 en même temps que l'Auto ID Center. Le consortium s'est donné comme objectif de déterminer les standards pour la technologie RFID dans les applications de chaînes logistiques.

EPCglobal catégorise les étiquettes en six classes :

- Classe 0 : les étiquettes à lecture seulement.

Ces étiquettes sont programmées par le fabricant qui inscrit sur l'étiquette des informations pré-indiquées.

- Classe 1 : les étiquettes à une seule écriture et à plusieurs lectures.

Ces étiquettes sont programmées par le fabricant ou par l'utilisateur, qui grave les informations pré-indiquées sur l'étiquette.

- Classe 2 : les étiquettes à écritures et lectures multiples.

Les informations sur ces étiquettes peuvent être modifiées et lues à plusieurs reprises.

- Classe 3 : les étiquettes à lecture et à écriture pourvues de capteurs intégrés pour enregistrer les paramètres, notamment, les températures, les mouvements, les voix...

- Classe 4 : les étiquettes à lecture et à écriture avec de transmetteurs intégrés pouvant communiquer indépendamment avec les lecteurs.

- Classe 5 : les étiquettes à lecture et à écriture incluant les équipements de la classe 4 et pouvant en plus communiquer avec des étiquettes passives.

La stratégie de l'EPCglobal pour minimiser les coûts des étiquettes est de réduire la quantité des données qu'elles contiennent pour l'identification. Actuellement les données EPC définies pour la classe 0 et la classe 1 dans les étiquettes EPCglobal contiennent jusqu'à 96 bits. Elles peuvent être classifiées en 4 sections, et nous montrerons en guise d'illustration l'exemple "01.0000A89.00016F.000169DC" expliqué ci-dessus:

- 01 : est la section d'entête déterminant la structure de contenues.
- 0000A89 : caractérise le fabricant ou la compagnie responsable de chiffres qui suivent...
- 00016F : identifie le produit ou groupe de produits.
- 000169DC0 : est le numéro série du produit qui peut être une chemise, un rasoir, une calculatrice...

1.6.2 Les types des étiquettes selon les fonctions

Selon que les étiquettes peuvent être lues et/ou recevoir de données nouvelles, on distingue 3 types étiquettes:

a) Les étiquettes à lecture seulement

Les transpondeurs fournis sont généralement un jeu de codes d'identification qui est cloisonné et connu comme à lecture seule. Le code unique, qui est comme une plaque d'immatriculation, permet à l'étiquette d'être associée aux informations dans la base de données, ce qui conduit à sa détection. Les utilisateurs peuvent seulement lire les

informations inscrites sur l'étiquette par le fabricant. Ces informations inscrites sur les étiquettes ne peuvent ni être modifiées ni être complétées par la suite.

b) Les étiquettes à écriture une fois et à multiples lectures

Les étiquettes à écriture une fois et à multiples lectures sont des étiquettes fournies vides sans aucune information. Les utilisateurs ont la possibilité de graver les informations sur l'étiquette qu'une seule fois, mais ils peuvent avoir recours à ces données ou informations pour lecture à plusieurs reprises.

c) Les étiquettes à lectures et à multiples écritures

Les utilisateurs reçoivent des étiquettes vierges. Ils ont la latitude de graver et lire les informations à plusieurs reprises. Par conséquent ces étiquettes peuvent être lues, effacées, modifiées plusieurs fois. Ceci est un avantage dans plusieurs applications où le code d'identification nécessite de changements et où les données variables sont plus importantes qu'une identité unique.

Nous venons de passer en revue les équipements nécessaires pour qu'un système RFID soit opérationnel, et dans les pages qui suivent nous abordons le fonctionnement.

1.7 FONCTIONNEMENT

1.7.1 FONCTIONNEMENT PROPREMENT DIT

Ce chapitre explique comment les équipements du système RFID remplissent leurs fonctionnalités permettant le transfert de données. En commençant par l'activation de l'étiquette, en passant par la prise de connaissance de données par le lecteur jusqu'à la modification de données sur l'étiquette. Néanmoins, dans ce travail nous n'aborderons pas les aspects de la physique liés au transfert de données.

Comment le système RFID marche-t-il ?

- L'étiquette est activée dès qu'elle entre dans le champ des ondes de fréquence radio généré par un lecteur ;
- L'étiquette réagit aux ondes et envoie une réponse pré-programmée ;
- Le lecteur ayant généré le champ des ondes de fréquence radio détecte cette réponse ;
- Le lecteur envoie les données reçues au filtre (middleware) ;
- Le filtre envoie les informations contenues dans les étiquettes au système ou applications.

Pour son fonctionnement une étiquette a besoin de trois composants, lui permettant de recevoir et de transmettre des signaux.

a) Circuit intégré ou puce

Cette puce permet de stocker de données et d'exécuter de commandes spécifiques. La capacité d'une puce peut varier de deux jusqu'à 1000 bits de mémoires. La fabrication de la puce détermine si l'étiquette a de propriétés à lecture seule ou à lectures et à écritures multiples.

Actuellement, très peu de fabricants inondent le marché de puces. Nous citerons à titre d'exemple, Phillips, Texas Instruments, Fairchild et ST Micro qui sont considérés comme de fabricants de base.

b) Antenne

La fonction fondamentale d'une antenne est d'absorber les ondes fréquence radio et de renvoyer (broadcast) le signal. L'antenne alimente la puce en puisant l'énergie du champ électromagnétique. Cette procédure est appelée le couplage (l'énergie est transférée de

l'air à l'antenne) parce l'antenne doit s'accoupler avec le champ électromagnétique émis par le lecteur RFID.

c) Matériel de support

D'une manière générale, le support sur lequel l'antenne et la puce sont toutes attachées est un film plastique appelé aussi le Mylar.

1.7.2 LES PARAMÈTRES FONCTIONNELS D'UN LOGICIEL DE LA TECHNOLOGIE RFID

Les lecteurs RFID collectent une grande quantité d'informations dont la plupart peuvent s'avérer inutiles pour l'application considérée. Le filtre (ou middleware) joue le rôle de ne laisser passer que les informations nécessaires au bon fonctionnement de l'application concernée. Le middleware permet aussi de mettre en format les données pour la mise à jour des étiquettes des classe 2, classe 3, classe 4 et classe 5.

a) EPC (Electronic Product Code)

L'Electronic Product Code est la base de données de l'étiquette RFID. Cette base de données peut être programmée de manière que le lecteur sollicite toutes les étiquettes se trouvant dans son champ toutes les deux minutes. Et les informations après avoir été filtrées sont renvoyées dans le système (through a fire hose).

Notons par ailleurs que d'autres sources de données comme les systèmes à codes à barres, ou les capteurs n'ont pas nécessairement ce problème.

b) 2.2.2 EPC Middleware

Ce dispositif permet d'échanger les données entre le lecteur EPC ou le réseau de lecteurs et l'application basée sur un EPC/RFID. Le serveur Middleware enregistre et filtre toutes les données passant à travers le lecteur et ne garde que les données concernées par l'application c'est à dire les entrées et les sorties de gamme du lecteur.

c) ALE (Applications Level Events)

Applications Level Events (ALE) est l'interface qui régleme comment une application EPC/RFID réagit aux stimulations d'un lecteur EPC ou un réseau de lecteurs.

d) ONS (Object Naming Service)

The Object Naming Service (ONS) traduit les octets d'EPC en données de l'adresse web (URL), étant donné que les étiquettes EPC ne contiennent que les données

d'identification. L'ONS est un service automatique de réseau similaire au DNS (Domain Naming Service) qui donne la cartographie des adresses internet comme "123.45.365.12" au nom comme "www.mydomain.com" donc. L'ONS fournit un service de résolution statique, il renvoie typiquement l'adresse (URL) permettant d'accéder aux informations détenues par le fabricant de l'objet. Quant à l'ONS dynamique, il permet de suivre les produits tout le long de la chaîne logistique (quelle étiquette, lue par quel lecteur, à quelle heure...).

e) PML (Physical Markup Language)

The Physical Markup Language (PML), basé sur XML (eXtensible Markup Language), fournit le format de stockage et de recherche de données des objets pouvant être en transit de plusieurs applications. Son objectif est de standardiser l'interface entre les infrastructures de systèmes d'identifications automatiques comme les lecteurs RFID et les autres systèmes de gestion comme l'ERP (Enterprise Resource Planning) et le SCM (Supply Chain Management).

f) EPCIS (EPC Information Service)

Les services d'information EPC est un échange standard de données entre des applications offrant un mécanisme sécuritaire de circulations d'informations sur les services d'Internet entre différents clients ou partenaires. En d'autres termes l'EPCIS fournit une interface standardisée permettant à tout protagoniste autorisé de la chaîne logistique d'accéder et/ou de stocker les données relatives aux objets identifiés par leur code EPC.

Dans les applications de chaînes logistiques, les données doivent être disponibles auprès de plusieurs clients présents dans la chaîne logistique, il est conseillé de les stocker dans un format XML pouvant être lues par tous quels que soient leurs systèmes d'informations. Plusieurs types de données circulent rapidement au sein d'une compagnie que entre deux compagnies et elles sont toutes sous contrôle d'une seule organisation. Plusieurs applications peuvent être utilisées comme le Product Data Management (PDM), pour la planification de la production (ERP), Production Scheduling (eKanban or APS), suivi (MES), la gestion de la maintenance (CMMS), etc.

CHAPITRE 2 : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA TECHNOLOGIE RFID

2.1 AVANTAGES

La technologie des étiquettes RFID se trouve parmi les techniques de lecture pour identifications automatiques les plus utilisées dans plusieurs domaines. À ce jour, les techniques les plus en vogue pour identifier un produit sont les codes EAN (European Article Numbering) ; UPC (Universal Product Code). Étant donné que le code barres est le plus grand concurrent de la technologie nous allons analyser ses atouts par rapport aux caractéristiques des étiquettes fréquence radio. D'une manière générale la technologie du système RFID nous donne en plus des avantages que nous analyserons ultérieurement, les facilités ci-après :

- Détection automatisée d'objets identifiés ;
- Possibilité de différencier plusieurs items en même temps ;
- Grande réduction des erreurs de saisie ou de transmission ;
- Impossibilité de toute perte ou vol de la puce.

La figure 7 met en évidence les objectifs stratégiques² de la technologie du système RFID. On développera dans les lignes qui suivent les principaux domaines en identifiant les avantages que présente le système RFID par rapport aux autres systèmes d'identifications automatiques. Les objectifs stratégiques de la technologie RFID s'appliquent sur de principaux domaines dont la croissance de revenus, le pilotage des actifs immobilisés et circulants, la réduction des coûts et la réduction des risques.

² EPCGlobal France

On remarquera par la suite dans ce travail que la réduction des risques englobant les contrôles des entrées et sorties, la traçabilité des produits et la facilité de produits comme l'indique la figure 7, sera l'un de domaines les plus exploités de la technologie RFID.



Figure 7: Objectifs stratégiques de la RFID

2.1.1 Possibilité de modification de données.

Pour les étiquettes à lectures et écritures multiples, les données gravées peuvent subir des modifications à tout moment par les personnes autorisées. Ce qui peut permettre la mise à jour de données dans une étiquette favorisant ainsi la traçabilité, le suivi en temps réel.

Pour le code à barres les données inscrites restent figées une fois qu'elles sont imprimées.

2.1.2 Grand volume de données

Les étiquettes RFID peuvent contenir de données dont les caractères peuvent aller jusqu'à plus de 15000 caractères. Ce nombre élevé de caractères ne nécessite qu'une minime proportion pour être stockés à raison de 1000 caractères/mm², contrairement aux codes à barres dont la capacité est inférieure aux centaines à raison de 50 caractères/3 dm².

2.1.3 La vitesse de marquage

Les étiquettes RFID peuvent être incorporées dans le support de manutention ou les emballages, et les données concernant les produits sont introduites ou modifiées en une

fraction de seconde au moment de la constitution de groupage logistique par les serveurs (ordinateurs), ce qui permet aussi une grande vitesse de lecture.

Le code à barres dont le principe est d'être imprimé sur un support en papier (de caractères) qui devra ensuite être codé en opération manuelle ou mécanique nécessite un temps beaucoup plus long.

2.1.4 Protection des contenus

Les contenus des étiquettes RFID étant de données numériques peuvent être en partie ou en tout sujets à une réglementation d'accès ou une protection par un mot de passe en lecture ou écriture. Avec cette protection contre l'accès des informations imprimées sur l'étiquette, la contrefaçon et le vol s'avèrent difficiles.

2.1.5 Durée de vie

Les étiquettes RFID peuvent avoir une durée de vie de dizaines d'années. Les données au cours de ces années peuvent subir de modifications plus d'un million de fois selon le type de l'étiquette avec un maximum de fiabilité.

2.1.6 Meilleure accessibilité et résistante aux effets extérieurs

Les étiquettes de la technologie RFID fonctionnant avec les ondes électromagnétiques n'ont pas besoin de contact ou de visée optique. Leur liaison avec le système est établie dès qu'elles entrent dans les champs électromagnétiques.

Ainsi, les personnes, les produits et équipements pourvus des étiquettes RFID se trouvant dans le rayon couvert par le champ électromagnétique du lecteur peuvent être sujets à une traçabilité en temps réel et de manière permanente. Les étiquettes RFID sont insensibles à la poussière, aux taches, aux frottements, à l'humidité. En plus la lecture peut être effectuée en vrac, permettant la lecture simultanée de plusieurs étiquettes.

2.2 INCONVENIENTS

Il est bien entendu que la technologie du système RFID présente d'énormes avantages rendant son utilisation la plus attrayante. On se retrouve avec des multitudes d'applications rendant l'usage de la technologie illimité, cependant d'autre part la technologie présente des inconvénients. Pour tout déploiement de la technologie RFID, il

sera plus indiqué d'examiner de plus près les avantages et les inconvénients par rapport à l'application concernée. Dans les lignes qui suivent nous présentons les grands risques et inconvénients que la technologie du système RFID peut présenter.

2.2.1 Prix

Le coût d'implantation d'un système RFID est relativement élevé, ce qui suscite des préoccupations concernant le retour sur investissement. Bien que les coûts d'acquisition des étiquettes RFID soient élevés, elles sont facilement rentabilisées sur les produits à grand coût et grande importance. Cependant pour les produits à grande consommation et à faible coût, les étiquettes code barres s'avèrent rentables compte tenu de leurs coûts bas. Les prix des étiquettes RFID varient entre 25 cents et 250\$ et ceux de lecteurs coûtent de centaines de dollars, ce qui est largement supérieur au seuil de rentabilité pour les fabricants de produits à faibles coûts. Il faut aussi prendre en considération le coût élevé du logiciel qui devra régir l'application.

Les étiquettes RFID étant plus onéreuses que les étiquettes papier utilisées pour le code à barres, leur rentabilisation passe donc soit par des utilisations multiples de l'étiquette (circuit fermé) soit par la multiplication des applications pour une même étiquette. En particulier avec l'utilisation spécifique des possibilités suivantes: lecture de multiples objets dans un même volume, lecture/écriture permettant de considérer l'étiquette RFID comme une mini base de données. Au cours de deux dernières années, depuis la création d'EPCglobal le coût des étiquettes passives achetées au gros est passé de plus de 1\$ à plus ou moins 0,2 \$, et cette réduction de coût s'accompagne avec une hausse de la demande.

Cependant à ce jour les coûts des étiquettes de codes à barres restent inférieurs à ceux des étiquettes RFID surtout pour les étiquettes EPC de la classe 0 et de la classe 1 qui ne peuvent être utilisées qu'une seule fois. Contrairement aux étiquettes EPC des classe 0 et classe 1, celles de classes 2 et plus, qui sont des étiquettes à lecture et à écriture ont leurs coûts par utilisation inférieurs aux étiquettes de départ. Au moins il est établi que dans le domaine industriel, l'usage de la technologie RFID est une alternative envisageable aux codes à barres pour la réduction du coût des opérations et il n'y a pas une augmentation sensible de la demande des étiquettes passives et leurs équipements.

Considérant la tendance actuelle de l'évolution de la demande, les fabricants des étiquettes vont devoir avoir besoin d'une nouvelle technologie de fabrication pour réduire davantage les coûts des étiquettes.

2.2.2 Interférence des ondes

Les informations et données gravées sur une étiquette peuvent être sujettes à des interférences des ondes entre elles. Et dès que plusieurs étiquettes se retrouvent dans le champ de lecture, les données sont saisies par le lecteur en même temps.

Les études sont en cours de finalisation pour la parcellisation et le groupage des fréquences en fonction des applications, et pour assurer l'unicité de captage des informations rien que par le lecteur autorisé.

2.2.3 Perturbations métalliques

La lecture des étiquettes RFID peut aussi être perturbée par la proximité dans le champ électromagnétique des éléments métalliques ce qui affecterait fortement la réussite de la technologie dans le domaine de production métallique.

2.2.4 Manque de standards universels

Le standard international a été adopté pour des applications spécifiques seulement, par exemple la traçabilité des animaux. Plusieurs études sont en cours pour mettre au point de logiciels et « hardware » standard pour l'industrie dans ses multiples applications.

L'organisation internationale de standardisation (ISO) s'affaire sur la standardisation de suivi et traçabilité de produits dans les chaînes logistiques utilisant les étiquettes haute fréquence (ISO 18000-3) et les étiquettes ultra haute fréquence (UHF).

A ce jour il y a ISO, EPCglobal et IEEE qui sont de différentes sources des standards de la technologie RFID. Hitachi qui est l'un de fournisseurs des équipements informatiques (hardware) comme les micros chips, semble ignorer tous les standards établis. Le standard ISO couvre toute la gamme des applications RFID, de la prévention électronique contre le vol des items dans de magasins en détail aux cartes intelligentes à puces. Quant au standard EPCglobal formé par l'UCC (Uniform Code Council) et de l'EAN international devenu GS1 se focalise sur un petit domaine des étiquettes avec de données limitées pour les applications de la chaîne logistique, et ces standards sont en

cours d'approbation par l'ISO. Des applications spécifiques sont en cours de développements comme le RTLS (Real-Time Location Systems), dont la plupart sont basées sur la technologie de propriétés et elles n'utilisent ni les standards EPCglobal ni les standards ISO de la technologie RFID. Le standard 802.15.4 de IEEE pour le RTLS a pour objectif de réduire le coût des hardware pour le suivi de localisation en temps réel en créant un réseau de courant faible (low-power) à travers les équipements travaillant aussi bien comme émetteurs ou lecteurs. Le hardware EPCglobal fonctionnant avec le courant fort et le logiciel de triangulation pour le suivi de localisation se fera de moins en moins utilisé si la nouvelle plateforme prévalait. Différentes règles et lois de différents pays ou industries régissent de jeux complexes de standards, et on constatera que l'importance de ce standard dépendra d'une application à l'autre.

2.2.5 Interchangeabilité

La plupart de compagnies utilisent déjà la technologie des étiquettes RFID pour le suivi et la traçabilité de produits en circuit interne, c'est-à-dire leur suivi et traçabilité en ne quittant pas la compagnie. Étant donné qu'à ce jour la plupart de compagnies utilisent chacune ses propres logiciels RFID, un produit qui quitte une compagnie pour une autre ne pourra pas être lu à moins que les deux compagnies utilisent le même système RFID. L'interchangeabilité de système va permettre une utilisation massive des étiquettes, ce qui réduira les coûts et augmentera la rentabilité, et plusieurs utilisateurs pourront avoir accès à l'usage de la technologie.

2.2.6 Implantation

L'imposition de la RFID comme un standard international d'identification dans le monde de la chaîne logistique, implique des pré-requis de standardisation au niveau mondial :

- Des protocoles de communication ;
- Des normes de codification des informations ;
- Des équipements d'encodage, de support de l'information, de lecture et d'interprétation.

L'implantation et la mise en régime de la technologie des étiquettes RFID sont moins coûteuses pour les industries naissantes par rapport aux industries existantes parce que

cette implantation exige des modifications, changements et adaptations majeurs, notamment :

- Système d'information ;
- Flux de l'usine ;
- Et même de la configuration de la base.

2.2.7 Fiabilité de lecteurs.

De tests ont été effectués dans plusieurs compagnies, notamment «en lecture seule» aux Etats-Unis. Il s'avère qu'à ce jour, la fiabilité de lecteurs des étiquettes RFID dépasse à peine les 95%. Ceci est en dessous du seuil de fiabilité zéro faute désiré par la plupart des utilisateurs potentiels, pour ne pas affecter la qualité de leurs produits et services.

2.2.8 La sécurité

À ce jour et au niveau actuel de la technologie du système RFID, il ressort que les risques sur le plan de la sécurité sont observables à trois niveaux, notamment :

a) L'intégrité

Sur le plan des équipements notamment les puces RFID utilisées pour l'identification et le stockage de données, il y a risque de piraterie ou contrefaçon par clonage. Et de plus en plus, on parle de virus RFID. Ces virus sont capables de se reproduire et ainsi perturber les identifications des étiquettes ou le transfert des données dans le réseau.

b) La confidentialité

Il y a risque de fuites d'informations contenues dans les puces, c.-à-d. les informations peuvent être lues par un lecteur non autorisé dans le cas où de précautions ne sont prises, mais il faut noter que le cryptage assure une protection très efficace.

c) La disponibilité

Les risques existant en ce qui concerne la disponibilité des informations contenues dans une puce est le non capture de l'information par le lecteur. Ces erreurs de lecture peuvent subvenir dans 3% des cas.

2.2.9 Les préoccupations sur la sécurité et la vie privée.

Depuis plus de 20 ans, des usines aux supers marchés, les codes à barres ont été largement utilisés. Ils ont été approuvés pour avoir amélioré la prise de données de

productivité et les données de contrôle de la qualité. Et ce succès de codes à barres constituera une barrière à l'expansion des étiquettes RFID.

La protection de la vie privée ne constitue pas un problème pour l'implantation de la technologie RFID dans les chaînes logistiques industrielles, cependant elle représente un réel problème dans le domaine de biens au détail ou de groupes des actions pour les consommateurs comme l'Electronic Frontier Foundation, CASPIAN ou l'Electronic Privacy Information Center ont pu arrêter l'introduction d'un certain nombre de procédures de suivi de produits chez Wal-Mart et autres chaînes de magasins.

Et ces groupes ont pu convaincre plusieurs gouvernements de passer une législation limitant l'usage de la technologie RFID impliquant des informations personnelles des consommateurs. Cependant ces restrictions n'ont pas eu un fort impact dans l'industrie, mais elles ont eu beaucoup d'influence en ralentissant la vulgarisation de la technologie RFID ce qui rend le coût d'implantation élevé.

La mondialisation exige des industriels de fonctionner en réseaux en tant que partenaires. Ceci appelle à l'usage de systèmes de communications identiques. Pour cette raison, nous considérons que la standardisation et la normalisation de la technologie RFID que nous abordons dans le chapitre suivant, permettra une meilleure vulgarisation, une utilisation massive et facilitera la détermination de barrières juridiques.

CHAPITRE 3 : LA STANDARDISATION ET LA NORMALISATION

3.1 LA STANDARDISATION

La standardisation est un atout très important pour que la technologie RFID soit un véritable succès. A en croire l'allure actuelle de son expansion, elle envahira tous les domaines à l'exemple de l'ordinateur, et son usage s'avère sans limite.

La tendance actuelle des industriels est de fonctionner dans de systèmes de collaborations en réseaux. Pouvoir permettre l'identification d'un produit ou d'une palette au delà de son entreprise tout le long d'une chaîne logistique ayant plusieurs entités, il est nécessaire de standardiser les intrants matériels et immatériels. Il y a beaucoup d'avantages à avoir quelques standards établis pour une gamme de fréquences précises. En 1999 avec la collaboration de plusieurs entreprises, fut fondé le centre Auto-ID à l'initiative du MIT (Massachusset Institute of Technology). Ce centre avait pour mission de régler entres autres les contraintes de la standardisation. Cette initiative a ensuite été reprise par EPCglobal, initiative supportée par l'Electronic Article Number (EAN) et UCC, afin de finaliser la standardisation de la technologie RFID.

EPCglobal a mis au point un logiciel qui joue le rôle de système nerveux des réseaux de la technologie. Ce système favorise le recours au service ONS (Objet Name Service) pour toute identification d'un code EPC via son réseau local ou Internet pour rechercher le produit associé. Le service ONS oriente le «logiciel savant» vers une base de données d'entreprises qui stockent les informations concernant les produits. Toutes les informations à travers tous les réseaux seront stockées et échangées au sein de systèmes d'information dans un nouveau langage PML (Physical Markup Language) basé sur le langage XML (eXtensible Markup Language).

3.2 LA NORMALISATION ISO DE LA RFID

La communication par fréquences radio entre l'étiquette et le lecteur est définie par le protocole technique régit par la normalisation ISO. Il s'agit de la série des protocoles ISO 18000-X (RFID pour la gestion des items).

- 18000-1 : Paramètres génériques;

- 18000-2 : Pour les fréquences inférieures à 135 kHz;
- 18000-3 : 13,56 MHz (ISO 15693 + particularités)
- 18000-4 : 2,45 GHz
- 18000-5 : 5,8 GHz
- 18000-6 : 860/926 MHz
- 18000-7 : 433 MHz

D'autres normes complètent la série des 18000 :

- 15963 : Identification Unique des étiquettes RFID
- 15961, 15962 : Syntaxe des données
- 19762 : Vocabulaire.

Travaux en cours :

- Sur la conformité des solutions aux normes 18000, rapport technique ISO 18047 ;
- Sur l'évaluation des performances de ces solutions, rapport technique ISO 18046.

A ce jour les spécifications EPC UHF Class 1 Gen2 sont en cours d'être intégrées dans la norme ISO 18000-6.

3.3 LES PROTOCOLES ET FREQUENCES.

3.3.1 Les protocoles

Il est de plus en plus établi que la technologie RFID remplace au fur à mesure les codes à barres, et les protocoles utilisés se sont améliorés continuellement. D'une manière générale l'implantation de la technologie RFID utilise comme standard le protocole EPC Génération 2.0. Sur base de leurs fonctionnalités, le centre des identifications automatiques classe les étiquettes en six classes allant de la classe 0 jusqu'à la classe 5. Les étiquettes utilisées pour les identifications sont généralement moins chères et elles sont consignées dans la classe 0 et la classe 1. Etant donné que l'identification est la fonction la plus utilisée, ces étiquettes sont les plus recherchées et on considère même qu'elles ont révolutionnées la technologie RFID. Nous avons compilé dans le tableau 2 les informations concernant les différences entre les protocoles de points de vue de : les fréquences, les possibilités, les avantages et les inconvénients.

Tableau 2 : Protocole et fréquence³

PROTOCOLE	FREQUENCE	POSSIBILITÉS	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Génération 1 Classe 0	UHF	Etiquette préprogrammée à lecture seule	Communication de données rapides	Etiquettes préprogrammées, ce qui augmente le coût logistique et administratif pour fixer l'étiquette au produit concerné
Génération 1 Classe 0	UHF et HF	Etiquette à écriture une fois et lectures multiples	Les données sont dans l'ordre séquentiel, la gestion de données faciles	Ecriture une fois
Génération 1 Classe 0	LF, HF et UHF	Etiquette d'identification à lecture seulement avec une mémoire verrouillable pour stocker les informations	Les données sont dans l'ordre séquentiel, gestion de données faciles	Il existe une structure de communication entre le lecteur et l'étiquette et non la structure de données
Génération 1 Classe 0	HF et UHF	Etiquette à écriture une fois et lectures multiples	Les données sont dans l'ordre séquentiel, la gestion de données facile (protocole le plus accepté mondialement)	Ecriture une fois

Les protocoles en usage varient des exigences d'une application à une autre et leurs choix dépendent de plusieurs facteurs dont les plus importants sont:

- La façon de moduler les ondes radios ;
- La façon d'encoder les informations contenues dans la puce ;
- Les diverses commandes de lecture, d'écriture et de vérification;
- Le niveau de sécurité requis.

Chaque protocole comporte certains avantages et inconvénients qui dépendent de l'application considérée. Cependant le fabricant du semi-conducteur utilisé dans la puce dicte la façon dont l'information sera transmise de la puce au lecteur.

³ Paulin Katamba, Laval 2005

3.3.2 La technologie RFID et le spectre de fréquence.

Les pays utilisateurs de la technologie RFID se sont efforcés de standardiser les bandes de fréquences attribuées à la technologie RFID et en sont arrivés à une harmonisation de standards régionaux. On notera que les différentes régions se sont harmonisées pour l'utilisation de la technologie RFID dans les bandes LF (125-134MHz) et HF (13,56MHz), contrairement à la bande UHF qui a de différences aux niveaux de la puissance admissible, de vitesses de transmission des ondes, et du choix de bandes de fréquences partagées.

Et les grandes régions qui peuvent être considérées sont, d'une part les USA et le Canada qui utilisent les bandes de 915 MHz et d'autre part, l'Europe qui utilise les bandes des 868 MHz. Mais les deux spectres offrent une certaine interchangeabilité pour la plupart des étiquettes de UHF.

L'un de domaines les plus importants d'application de la technologie RFID est la traçabilité des items le long de chaînes logistiques. Les entités intervenantes dans la chaîne sont situées à de distances très variables, ce qui exige de portées de lectures conséquentes. C'est pourquoi les ondes UHF étant destinées aux portées plus longues jouent un rôle déterminant dans la généralisation de la technologie RFID.

Le spectre de fréquences est subdivisé selon différentes bandes, mais les bandes les plus usuelles sont au nombre de sept comme présenté dans le tableau 3.

Tableau 3 : Spectre de fréquences

- Ondes radio	30 Hz à 3 GHz
- Micro Ondes	3GHz à 300 GHz
- Ondes infrarouges	300 GHz à 428 THz
- Lumière visible	428 THz à 750 THz
- Radiation ultraviolet	750 THz à 30 PHz
- Rayon x	30 PHz à 30 EHz
- Rayon gamma	30 EHz à 3000 EHz

La technologie des RFID utilise généralement les bandes ondes radio (30 HZ–3 GHZ) et très peu les bandes micro-ondes (3 GHZ–300 GHZ). L'utilisation de certaines fréquences

peut varier d'un pays à un autre en fonction de conditions particulières. L'autorité de régulation de télécommunication de chaque pays fixe de fréquences extrêmes qui peuvent être considérées comme les bornes limites.

3.3.3 Les fréquences de transfert de données.

Les échanges de données entre les étiquettes, les lecteurs et le serveur se propagent à travers des ondes électromagnétiques à de fréquences données. L'antenne du transpondeur émet des signaux radio pour activer, lire et écrire les données.

a) Caractéristiques de fréquence radio et leurs affectations par continent

Plusieurs paramètres sont importants dans l'échange d'information entre les étiquettes et le lecteur, mais le plus important est la « fréquence radio d'échange ». Actuellement, la technologie RFID utilise les gammes de fréquence suivantes :

- 125 à 150 KHz (Basse fréquence) ;
- 13,56 MHz (Haute fréquence) ;
- 863 à 915 MHz (Ultra haute fréquence) ;
- 2,45 GHz (Super haute fréquence).

Pour ce qui est de l'affectation de fréquences, il convient de mentionner que chaque pays a la possibilité d'attribuer de différentes fréquences et puissances d'émissions. Au niveau mondial, de travaux de standardisation sont en cours et selon ces travaux, on subdiviserait la répartition en 3 subdivisions.

Tableau 4 : Subdivisions mondiales de fréquences.

	BF	HF	UHF	SHF
Division 1 (Afrique- Europe)	125 KHz	13,56 MHz	869,4- 869,65 MHz	2,446 - 2,454GHz
Division 2 (Amérique)	125 KHz	13,56 MHz	950 MHz	2,427 - 2,47 GHz
Division 3 (Asie- Océanie)	125 KHz	13,56 MHz	902- 928 MHz	2,4 – 2,4835 GHz

Les subdivisions réparties en trois zones, notamment la zone Afrique-Europe, la zone Amérique, et la zone Asie-Océanie. Les trois zones ont les mêmes fréquences en ce qui concerne la BF et la HF ; mais elles ont de plages totalement différentes pour les fréquences UHF et SHF.

b) Caractéristiques de différentes fréquences

Tableau 5 : Caractéristiques de différentes fréquences radio

	Capacité de stockage	Types de tags	Capacité de transfert	Rayon d'action	Température de fonctionnement	Applications
BF<135 KHZ	De 64 bits lecture seule à 2 Kbits lecture/écriture	Lecture seule et lecture/écriture	Faible taux de transport. (± 200 bits/sec.)	0 à 0,5 m pour les tags passifs 2 m pour les tags actifs	- 40 à + 85 °C Résiste aux perturbations électromagnétiques industrielles.	Suivi de la production Contrôle des accès Identification animale Identification de véhicules et containers
HF 13,56 MHZ	512 bits de mémoire (max : 8Kbits) partitionné	Lecture seule et lecture/écriture	25 Kbits/seconde mais existent aussi en 100Kbits/sec.	Pour les étiquettes passives de l'ordre du mètre	-25 à + 70 °C Résiste aux perturbations électromagnétiques industrielles	Bagages lignes aériennes Librairie Suivi de flotte de véhicule Laveries automatiques Logistique
UHF 863 à 915 MHZ	32 bits de mémoire (max : 4 Kbits partitionnés en 128 bits)	Lecture seule et lecture/écriture	± 28 Kbits	Pour les étiquettes passives de l'ordre du mètre.	-25 à + 70 °C Ne résiste pas aux perturbations électromagnétiques des autres systèmes UHF à proximité	Suivi de flotte de véhicule Logistique
SHF 2,45 GHZ	De 128 bits a 32 Kbits partitionné	Lecture seule lecture/écriture Passive et active	< à 100 Kbits/sec. mais peut aller jusqu'à 1 Mbits/sec	Quelques centaines de mm pour les passifs. Quelques centaines de mètre pour les actifs	-25 à + 70 °C Très sensible aux perturbations électromagnétiques réfléchies par le métal et absorbée par l'eau	Péage automatique Contrôle d'accès Automatisation Logistique militaire

Tableau 6 : Caractéristiques de fréquences⁴

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 (**)	> 1 m (**)	Entre 1-10 m	> 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%)	Perturbation (*) (Espace >50 mm= 90%)	Atténuation (**) (Espace >10 mm=90%)	Atténuation (**) (Espace de 5 à 7 mm= 100 %)
Influence de l'eau	Aucune	Atténuation	Atténuation	Perturbation
Influence du corps humain	Aucune	Atténuation	Atténuation	Perturbation

Légende de performance

(*) Médiocres

(* *) Bonnes

(***) Excellentes

⁴ Source : ABC de la RFID, Décembre 2003, Jeanne Baylot)

3.3.4 Comment choisir les fréquences

Les ondes radios réagissent différemment selon les différentes fréquences, ce qui suscite une expertise assez avancée pour choisir les fréquences adaptées à une application donnée. Il y a trois paramètres à considérer lors du choix de fréquences à utiliser, ces paramètres sont importants pour le bon fonctionnement de l'application :

- Impact de la fréquence sur le rayon de lecture : plus haute est la fréquence utilisée, plus courtes sont les ondes pour la transmission fréquence radio. Plus courtes sont les ondes, plus fort est le signal capté par l'antenne de l'étiquette RFID à une distance donnée. D'où, plus la fréquence est basse, plus court sera le rayon de lecture pour une étiquette à dimension égale.
- Réaction de fréquences sur l'environnement : Il faut noter que certains matériaux comme les métaux ou les liquides ont un impact sur la qualité du signal transmis, ce qui exige de faire un choix judicieux de propriétés importantes de l'application.

Tableau 7 : Applications de fréquences pour les étiquettes passives

Types de fréquences	Distance de lecture	Applications
Basse fréquence (BF)	Lecture à très courte distance	Contrôle des accès et les paiements par des cartes. Généralement non utilisées pour étiqueter les objets.
Haute fréquence (HF)	Lecture à courte distance (autour de plus de 0,3 m)	Plusieurs items mis à proximité (contrôle des stocks) Les hautes fréquences
Ultra haute fréquence (UHF)	Lecture à longue distance, autour de 100m dans un environnement parfait	Usage dans les chaînes logistiques, la gestion de biens, le contrôle des accès pour les véhicules. Les fréquences ultra hautes sont reflétées et absorbées plus que les autres, ce qui rend leur utilisation dans un environnement de contact direct avec les liquides et les métaux.

3.4 LES ASPECTS JURIDIQUES DE LA TECHNOLOGIE RFID

Les recherches sur la technologie RFID laissent entrevoir à ce stade de préoccupations constituant de défis juridiques à relever. Notamment la traçabilité de personnes, de biens, le contrôle des accès, le partage et la collecte des données personnelles ; la sécurisation

des contenus ; le croisement des informations RFID (associées aux objets) et de données personnelles (cartes de banques, cartes de fidélité) ; la création de profil marketing.

Pour les organisations de protection de la vie privée, toutes ces préoccupations devraient faire arrêter ou faire contrôler la vulgarisation de l'usage de la technologie RFID.

3.4.1 Protection des données et vie privée du consommateur

La technologie RFID offre de multitudes de possibilités, ce qui permet des applications illimitées. Pour ainsi dire la technologie RFID n'a pas de limites, les applications sont dans plusieurs domaines. Cette ouverture de possibilités inquiète les groupes de protection de la vie privée, et ces groupes entreprennent de mouvements pour résister à l'expansion de leur usage.

Hormis tous les aspects techniques, informatiques, financiers et autres auxquels la technologie RFID devrait faire face pour sa complète implantation, il y a la dimension juridique qui continue à être très préoccupante. La vulgarisation de la technologie RFID affectera positivement ou négativement l'ensemble de modes de fonctionnement de nos sociétés. À ce jour, les réponses du point de vue juridique concernant la catégorisation de différentes interactions, entre les êtres humains et les objets porteurs de puces RFID sont incomplètes et plusieurs recherches sont toujours en cours pour pallier à ce manque.

3.4.2 L'étiquette et l'acheteur

- Les étiquettes sont incorporées dans de différents produits sans que l'éventuel acheteur en soit informé ;
- Les étiquettes ayant des identifications à travers le monde pourra permettre de connecter le produit à son acheteur ;
- À ce jour, il n'y a aucune étude en voie d'aboutissement pour permettre aux consommateurs de désactiver les puces électroniques après achat d'un produit ;

3.4.3 La surveillance de personnes par les puces RFID

Les juristes estiment que nous devons considérer la technologie RFID comme étant dans la catégorie des systèmes de traitement de données personnelles. Pour qu'une surveillance soit acceptable, le système doit remplir les obligations ci-après :

- Obligation de déclarer le traitement auprès de la commission de la protection de la vie privée ;
- Obligation d'informer les personnes concernées par ce traitement ;
- Obligation de sécuriser les données ainsi collectées, traitées et stockées.

3.4.4 Les problématiques

- Pour les produits de détail que le consommateur peut porter, la question juridique des conditions de désactivation temporaire ou définitive des étiquettes RFID reste posée ;
- Il serait intéressant que les finalités de produits venant des entités concernant le commerce de détail soient clairement explicites sur les produits (des mesures simples d'informations par une labellisation, de mesures de la gestion de données par une mise en place de dispositifs garantissant la neutralisation des étiquettes dès leur sortie du magasin).
- Les questions relatives à la sécurité des données, non seulement contenues dans les étiquettes mais aussi les informations échangées avec d'autres systèmes.
- Aussi faut-il réfléchir du point de vue juridique concernant des biens immatériels ou informationnels.

CHAPITRE 4: LES APPLICATIONS

Si nous regardons de plus près le principe de fonctionnement de la technologie RFID, nous comprendrons qu'elle peut générer toutes sortes d'applications impliquant l'identification, la traçabilité, l'analyse des données, le contrôle des accès etc.

Les possibilités offertes par la technologie RFID sont illimitées, ce qui rend ses applications à la limite de la fiction. Les étiquettes RFID sont parsemées le long de tous les chemins que nous empruntons tous les jours, les bibliothèques, les points de péage sur les routes, les différents bureaux, les centres d'achat, les hôpitaux, les aéroports...

Dans les pages qui suivent, nous présenterons une liste non exhaustive de différentes applications concrètes ciblées à travers le monde.

4.1 LISTE NON EXHAUSTIVE DE QUELQUES DOMAINES D'APPLICATIONS.

La technologie RFID offre plusieurs possibilités d'applications dans différents domaines de la vie de tous les jours. Et une combinaison de deux ou plusieurs applications peuvent offrir une application hybride.

4.1.1 Sécurité

Gestion du personnel ;
Vérification de l'authenticité ;
Contrôle des accès ;
Prévention contre le vol.

4.1.2 Véhicule

Gestion de flotte de véhicule ;
Perceptions de péages automatiques ;
Authentification de véhicule (vignette pare-brise) ;
Paiement des carburants dans les stations services ;
Antivol, antidémarrage, ouverture automatique des portes ;
Contrôle de pression des pneumatiques.

4.1.3 Agroalimentaire

Suivi de la chaîne du froid des produits alimentaires ;
Suivi de la chaîne de fabrication des produits frais ;
Suivi du bétail ;
Suivi des conteneurs de bière de la production au retour de consigne.

4.1.4 Industrie

Identification et suivi de vêtements ;
Blanchisserie industrielle ;
Identification et suivi des bouteilles de gaz ;
Système antivol dans le commerce de détail ;
Suivi de production sur les chaînes de montage ;
Suivi de produits sensibles (médicaux, explosifs) ;
Identification des pneus de la fabrication jusqu'au rechapage ;
Suivi de la transformation du bois ;
Installation et maintenance d'équipements.

4.1.5 Loisirs

Location de k7 vidéo et DVD ;
Location de matériels ;
Bibliothèque (gestion rapide des entrées-sorties et inventaires, antivol) ;
Ticketing (remontées mécaniques dans les stations de sport d'hiver) ;
Gestion des temps des coureurs de marathon ;
Maintenance des jeux dans les parcs publics.

4.1.6 Logistique

Suivi de bagages dans le transport aérien ;
Suivi de sacs postaux, re-routage de colis, groupage ;
Suivi et pistage de containers ;
Identification de palettes et des produits palettisés (système anticollision) ;
Contrôle des accès à des zones particulières (parking, zone de fret ou de déchargement, zones explosibles).

4.1.7 Médical

Recherche scientifique (identification et suivi d'échantillons) ;
Gestion de collectes des déchets médicaux jusqu'à l'incinération.

4.1.8 Divers

Location de vêtements-costumes-chaussures ;
Carte prépayée ;
Traçabilité de documents (contrats, dossiers sensibles) ;
Gestion des stocks.

4.2 QUELQUES APPLICATIONS CONCRETES CIBLÉES TRAVERS LE MONDE

Dans les lignes qui suivent nous présentons quelques applications spécifiques de la technologie RFID ciblées à travers le monde.

4.2.1 Transport

Les péages sur les autoroutes, les transports publics sont utilisés dans la plupart de villes asiatiques (Japon, Corée, Chine...) et aux Etats-Unis.

A Tokyo, des chauffeurs de taxi sont payés pour leurs courses via un système RFID et le téléphone mobile. Un lecteur est placé dans le taxi, et les clients ont des étiquettes incorporées à leur téléphone mobile. A leur montée dans le taxi le client est identifié, et après la course, le montant est directement déduit de sa carte de crédit.

4.2.2 La gestion de la chaîne logistique

L'usage de la technologie RFID dans une chaîne logistique augmente la visibilité de produits tout le long de la chaîne au cours de leurs cycles de vie. Avec les étiquettes RFID les responsables de production peuvent identifier à tout moment les différents produits le long de la chaîne. Ils peuvent même saisir la vitesse à laquelle chaque item est produit à chaque étape de la chaîne logistique. Aussi la technologie permettra de prendre les décisions de production en fonction de données de vente en temps réel, au lieu de considérer les informations prévisionnelles. La technologie permet d'éviter le vol (entre 11%-18%), diminue le délai d'attente (jusqu'à 5%) entre les différentes entités de la

chaîne logistique et les ruptures de stock (entre 9%-14%). Il va s'en dire que la technologie permet d'augmenter la rentabilité et le profit dans une chaîne logistique.

Les autres avantages que la technologie RFID pourrait avoir dans une chaîne logistique est de fiabiliser en temps record les procédures de vérification des entrées et sorties de produits, la localisation de produits dans les entrepôts.

La technologie RFID combinée à d'autres paramètres physiques comme la température, l'humidité et autres offrirait de multiples applications dans les chaînes logistiques.

4.2.3 Santé

Le domaine de la santé est parmi les domaines dans lesquels la technologie sera vulgarisée plus facilement compte tenu du fait que les coûts d'implantation pourraient être facilement rentabilisés. La technologie RFID trouve d'innombrables applications, nous avons répertorié quatre axes d'applications dans les centres hospitaliers. Ces applications couvrent la gestion des équipements, le suivi des dossiers médicaux, le suivi et l'identification de patients. Et pour chaque axe d'application, nous présentons les fréquences utilisées placées sur une échelle de fréquences.

a) L'identification de patients et le suivi de leurs dossiers médicaux

Pour mieux cerner tous les aspects impliqués, il faudrait analyser toutes les fonctionnalités des applications au sein d'un établissement médical.

➤ Il faudrait que le système d'identification utilisé soit pourvu d'un lecteur suffisamment puissant pour permettre un large rayon de lecture afin de faciliter l'identification des patients sans contrainte de proximité sur toutes les zones de l'établissement hospitalier.

➤ Etant donné que les informations contenues dans les dossiers médicaux sont confidentielles, le système d'identification doit avoir une mémoire suffisante pour le stockage des informations, mais exiger une lecture et écriture des données à proximité.

➤ Le système utilisé devra comporter de lecteurs fixes, et facilement intégrables avec l'infrastructure hospitalière et de lecteurs mobiles qui seront détenus par les personnes autorisées pour avoir accès aux informations.

Pour ce qui est de l'implantation du système RFID concernant l'identification de patients, il y a deux possibilités soit la localisation en temps réel et à tout instant, soit la

localisation à de points précis à de moments ponctuels. Le coût entre les deux possibilités peut varier très sensiblement, la localisation à tout instant étant plus chère.

Selon l'article de Bernard Sion, pour l'identification des patients, les fréquences utilisées sont 13,56 MHz et 2,45 GHz.

Tables de fréquences utilisées sur l'échelle des fréquences⁵

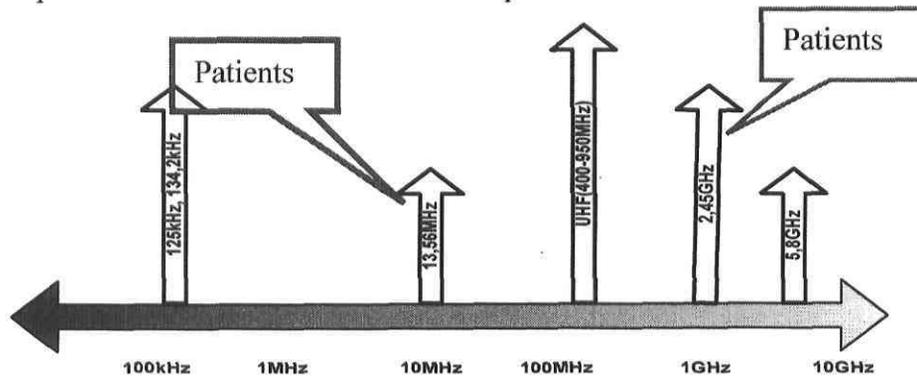


Figure 8

b) L'identification, la traçabilité et la gestion du linge (uniformes, vêtements, literies...)

Les fonctionnalités de l'application pré-requise pour l'identification, la traçabilité et la gestion du linge que le système RFID permet sont :

- Identifier les vêtements, les linges ;
- Assurer la traçabilité (suivre) ;

Pour l'identification, la traçabilité du linge, les fréquences utilisées sont celles prévues pour le domaine textile en l'occurrence les 13,56 MHz.

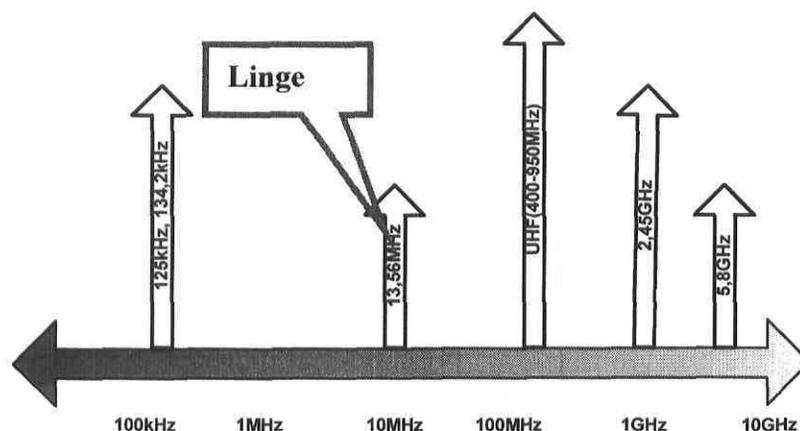


Figure 9

⁵ RFID 2005 - BALOGH RFID & Santé – Oct. 2005

c) L'identification, la traçabilité et la gestion des consommables, de l'instrumentation, des kits

Identification des instruments et matériels de mesure

➤ Souvent les matériels d'instrumentation et les matériels de mesure sont métalliques, ce qui pose des problèmes d'interférence avec les ondes utilisées par le système RFID. Pour pallier à ce problème, l'identification du matériel d'instrumentation et du matériel de mesure nécessite un emballage spécifique ;

➤ Les étiquettes RFID utilisées pour les matériels d'instrumentation et les matériels de mesure devront supporter les environnements des stérilisations, les étuves et autres procédés ;

➤ Généralement les matériels d'instrumentation et les matériels de mesure requièrent de contrôle de sécurité à de dates de visites, les étiquettes doivent permettre ces opérations.

Identification des kits opératoires

➤ Dans le cas de matériels destinés au bloc opératoire, le système de la technologie RFID devra permettre leurs identifications et leur traçabilité afin d'améliorer la préparation des opérations, ce qui augmentera la productivité de blocs opératoires.

Pour ce qui est de l'identification des instruments et matériels de mesure les fréquences RFID retenues sont 125 KHz, 134,2 KHz et 13,56 MHz.

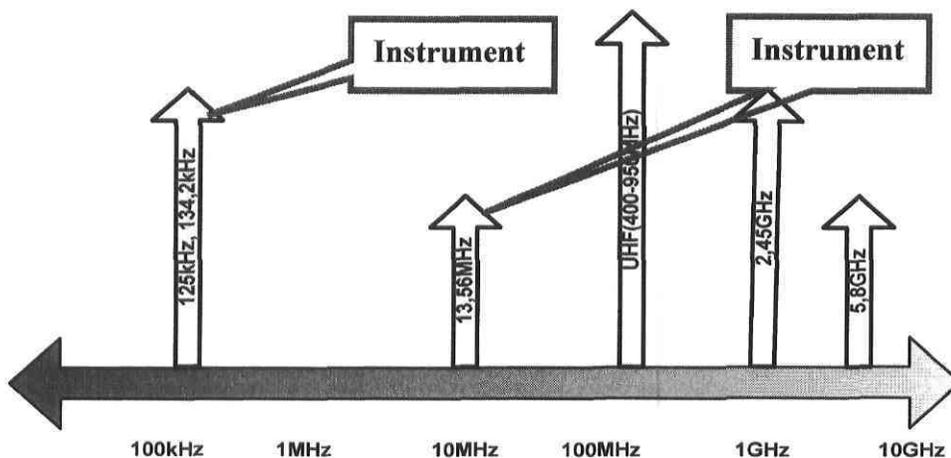


Figure 10

d) L'identification, la traçabilité et les procédures de distribution des médicaments

➤ Il s'agit de l'identification, la traçabilité unitaire de chaque médicament afin de combattre la contrefaçon et améliorer la productivité le long de la chaîne logistique. Pour ce faire il faudra gérer les informations comme le numéro de lot, la date de péremption, le fabricant, la posologie, le dosage...

Les fréquences RFID en usage pour l'identification, la traçabilité, et la distribution sont : 13,56 MHz pour les produits ou items étiquetés, 2,45 GHz pour les palettes.

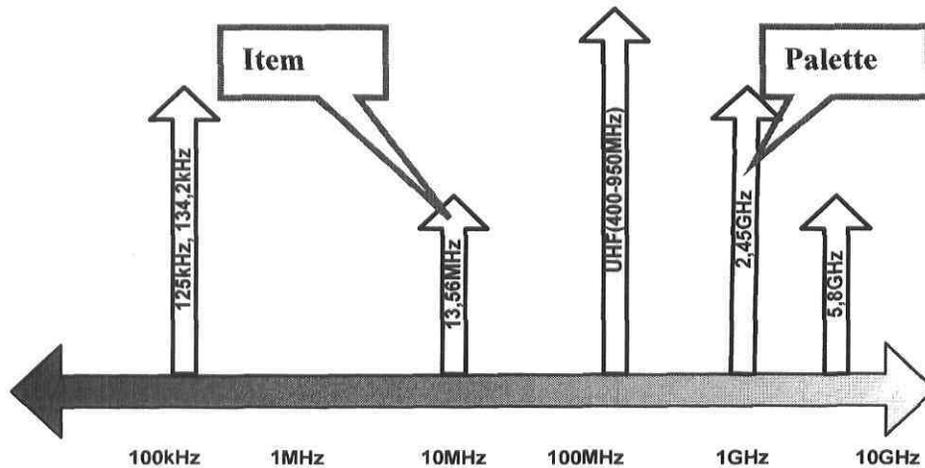


Figure 11

4.2.4 Pharmacie

Aux USA des puces RFID sont utilisées pour distinguer les produits pharmaceutiques licites des produits de contrefaçon. Selon des estimations, 30% des produits pharmaceutiques dans les pays en développement et entre 6 et 10% dans les pays développés sont de produits piratés. Aux USA, il existe un groupe des fabricants depuis 2004 qui travaille avec des distributeurs et des détaillants à la réalisation d'un projet (Project Jumpstart) qui pourvoit les emballages de médicaments des étiquettes RFID.

Et dans ce domaine la technologie RFID a pour rôle de :

- Détecter les contrefaçons ;
- Lutter contre les vols ;
- Gérer les produits rappelés ou périmés.

Les spécialistes estiment que les pertes dans l'industrie pharmaceutique dues aux vols, aux pertes le long de la chaîne sont de l'ordre de plus de 35 milliards USD.

La Food and Drug Administration recommande aux entreprises pharmaceutiques d'utiliser les étiquettes RFID sur les emballages des produits à risque élevé de contrefaçon.

4.2.5 Sécurité et contrôle des accès

Le contrôle des accès et l'amélioration de la sécurité de zones sensibles comme les aéroports, les laboratoires, les bureaux et les écoles sont régies par la technologie RFID.

L'administration canadienne de la sûreté du transport aérien (CATSA) utilise dans le cadre de son programme, la technologie RFID depuis 2004. Ce qui permet de procéder au contrôle physique des accès et de coupler le système à une reconnaissance biométrique de zones sensibles.

Des expérimentations des étiquettes RFID actives ont été procédées au Japon dans plusieurs écoles, notamment dans l'école primaire Rikkyo de Tokyo au cours du dernier trimestre de l'année 2004 pour surveiller des allées et venues des élèves en temps réel.

En 2003, aux USA, dans l'état de New York à Buffalo dans l'Entreprise Charter School, un système de cartes intelligentes de RFID a été mis en œuvre pour contrôler les accès au périmètre de l'école, mais aussi pour identifier et donc protéger des objets tels que les livres de la bibliothèque et des ordinateurs portables.

4.2.6 Sécurité des personnes

Au Danemark dans certains parcs d'attraction, notamment dans celui de Legoland, le système d'utilisation des puces RFID et de réseaux locaux (LAN) hertziens ont été mis sur pied au cours du mois de mars 2004 pour la surveillance des enfants et même de personnes âgées.

Les bracelets pourvus de puces RFID sont disponibles pour la location auprès de l'administration du parc pour les parents soucieux de suivre les allées et venues de leurs enfants. Les parents peuvent à tout moment questionner sur la localisation de leurs enfants en envoyant par leur téléphone mobile un message texte à une application appelée kidspotter (repérer votre enfant), laquelle indique par un message texte réponse la localisation de l'enfant dans le parc⁶.

⁶ Network World, 3 mai 2004, Volume 21, édition 18

4.2.7 Bibliothèque

Les codes à barres ont été beaucoup utilisés dans le passé dans plusieurs bibliothèques pour les opérations de prêt et de retour des ouvrages. Les bibliothèques choisissent de plus en plus la technologie RFID pour l'automatisation de ces opérations et peuvent vérifier les entrées et sorties à l'aide de lecteurs à balayage optique.

➤ La bibliothèque de Vatican a commencé à recourir aux RFID en 2003. À ce jour, plus de 30000 ouvrages comprenant de manuscrits très anciens et la plus vieille version intégrale connue de la bible ont été étiquetés.⁷

➤ La bibliothèque Roppongi Hills à Tokyo utilise les étiquettes RFID pour ses ouvrages depuis 2003.

➤ Des maisons d'édition, comme NBD Biblion, qui vendent chaque année 2,7 millions d'ouvrages aux bibliothèques néerlandaises ont étiquetés tous leurs ouvrages depuis 2003. Les téléphones mobiles peuvent constituer une très bonne plate-forme pour les utilisateurs qui veulent communiquer avec les objets intelligents. Il existe des sociétés dans le domaine de téléphone qui ont commencé à développer certains appareils utilisant le système RFID pour les utilisateurs qui en font la demande.

4.2.8 Sport et loisirs

➤ Tous les coureurs participants à l'édition 2004 du marathon de Boston se sont vus implanter une puce championChip qui leur avait permis d'enregistrer leur temps de passage en de points précis du parcours. La puce contenant un transpondeur RFID transmet le temps de passage du coureur à des bases de données exploitées par la Boston Athletic Association et ses partenaires (Hewlett-Packard et Verizon Wireless).

➤ Le marathon de Londres auquel plus de 30000 compétiteurs ont participé en avril 2004 a eu les participants pourvus des puces électroniques RFID permettant de donner la localisation exacte de l'athlète⁸.

4.2.9 Beach Club (Les puces implantables)

Un club de Barcelone, le Baja Beach Club a mis à la disposition de certains de ses membres des puces RFID. La puce RFID appelée Verichip et fabriquée par la société

⁷ CNN.com, 14 octobre 2004

Applied Digital Solutions a été implantée au moyen d'une seringue sous la peau de certains membres. Les personnes porteuses de puces seront identifiées instantanément par des lecteurs disséminés sur la plage. Les informations sur la puce contiennent les données sur les droits d'accès et les données de crédits.

⁸ Rapport 2004 de l'UIT sur l'internet

CHAPITRE 5 : LA TRAÇABILITÉ

La traçabilité est devenue un mot magique utilisé de plus en plus dans les sphères de personnes en charge d'optimiser les chaînes logistiques dans différents milieux industriels. Mais parfois le sens donné au vocable traçabilité ne fait pas toujours l'unanimité. Dans les lignes qui suivent, nous donnerons quelques définitions, mais d'ores et déjà disons que le concept de traçabilité est trivial, il s'agit de garder la trace de la composition d'un produit (GS1-DA89-2.pdf). C'est l'augmentation du nombre de partenaires dans les chaînes logistiques qui rend la traçabilité un sujet majeur et de préoccupation pour les industriels. Plus les partenaires dans une chaîne logistique sont nombreux et dispersés géographiquement, plus il devient très difficile techniquement et pratiquement d'assurer une traçabilité efficace.

L'usage de système de traçabilité est devenu un élément incontournable de chaînes logistiques, de la gestion du risque et de la qualité. La traçabilité en elle-même, comme procédé a existé depuis très longtemps, mais cependant le terme "traçabilité" n'est apparu dans les dictionnaires qu'aux alentours de l'an 2000.

La traçabilité s'impose comme une priorité, voire une exigence légale pour de nombreux secteurs. La traçabilité s'avère être une énorme source de productivité, et son potentiel commercial est énorme avec une montée en puissance de la demande, et une croissance de plus de 30% par an (Etude menée par Frost & Sullivan), ce qui porte le marché mondial à plus de 35 milliards pour l'année 2006.

On se rendra compte que la traçabilité peut beaucoup améliorer les activités de maintenance, notamment l'historique des équipements, les modes opératoires, les canevas d'intervention, la gestion de stocks et la gestion de pièces usées. Pour cette raison on s'attardera particulièrement sur ce nouveau vocable.

5.1 ENJEUX, DEFINITIONS ET PRINCIPES DE LA TRAÇABILITÉ

5.1.1 Enjeux

Il va s'en dire que la mise en place de la traçabilité fait recours à toutes les compétences du milieu industriel, notamment la production, la qualité, la logistique, les ressources

humaines et les services informatiques. Et pour atteindre les objectifs assignés à un système de traçabilité, il est impératif d'élever la responsabilité au niveau d'une fonction de direction. La traçabilité devra s'intégrer dans le cadre du déploiement du système d'information. Les consommateurs veulent des informations précises, ce qui exige la transparence des utilisateurs le long de toute la chaîne logistique. Les outils de la traçabilité ne doivent pas être traités de manière isolée de systèmes d'information car la tendance du champ d'application de la traçabilité s'étant bien au-delà du domaine de la logistique ou de la conformité à un cahier des charges.

On constatera que parler de la traçabilité revient aussi à discuter de technologies de techniques utilisées pour l'appliquer, notamment les codes à barres, les cartes avec ou sans contact, le kanban, la technologie RFID. Signalons aussi que bien avant toutes ces nouvelles technologies le suivi ou la traçabilité se faisait par l'usage de fiches ou certificats. La clé de la traçabilité est l'identification des produits par un numéro de lot. En cas de détection d'une non-conformité, la traçabilité devra permettre au fabricant de mettre l'information à la disposition de ses clients très rapidement et faciliter s'il le faut le retrait du produit impliqué. Une bonne gestion de l'information consiste à mettre en place un système de traçabilité dans une chaîne logistique, en associant systématiquement un flux d'informations à un flux physique de produits. L'objectif étant de pouvoir retrouver à tout moment des données préalablement déterminées relatives à des lots, ceci grâce à un ou plusieurs identifiants clés. Et donc les enjeux stratégiques de la traçabilité sont :

- Maîtriser la qualité ;
- Sécuriser les consommateurs et optimiser les rappels de produits;
- Maîtriser les flux logistiques ;
- Respecter la réglementation ;
- Protéger l'image de marque qui doit être l'atout commercial.

5.1.2 Définitions (Dunod 2006-traçabilité-Benjamin Faraggi)

La traçabilité a été définie de plusieurs manières, et même actuellement compte tenu de l'usage ou de l'application, plusieurs définitions sont données. Nous verrons dans les lignes qui suivent quelques variantes. Mentionnons d'abord que la traçabilité dans une

chaîne logistique se retrouve à trois niveaux. Notamment la traçabilité en amont permettant une identification précise des fournisseurs, la traçabilité en interne qui effectue le suivi interne des matières intégrées au processus de la production et enfin la traçabilité en aval, qui est celui qui assure l'identification précise des produits fournis aux clients.

1. Selon le Larousse, la traçabilité est définie comme la possibilité de suivre un produit aux différents stades de sa production, de sa transformation et de sa commercialisation.

2. La traçabilité est définie par l'ISO comme la possibilité d'accéder à l'historique, à l'utilisation ou à la localisation d'un produit ou d'un service depuis sa création (production) jusqu'à son retrait (destruction).

3. ISO 8402 : la traçabilité est l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'articles ou d'activités semblables au moyen d'une identification enregistrée.

4. ISO 9000 : la traçabilité est l'aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'emplacement de ce qui est examiné.

5. ISO 9001 et 9002 : la traçabilité permet aux fournisseurs d'établir et de tenir à jour des procédures d'identification du produit au cours de toutes les phases de la production, de la livraison et de l'installation.

6. Etablir la traçabilité d'un produit consiste pour les opérateurs à avoir la capacité de transférer les informations relatives à ce produit à chaque session ou transaction, sous forme d'un étiquetage approprié avec les documents d'accompagnement enregistrés.

7. On peut aussi définir la traçabilité comme étant l'ensemble des outils de gestion utilisés dans différents processus permettant d'associer une information à un bien, à un service ou à une personne, de gérer cette information dans le temps et dans l'espace et d'être en mesure de prendre les décisions adéquates pour améliorer la stratégie dans une chaîne de production.

8. S'agissant de produits, le vocable traçabilité se réfère à l'origine des matériaux et des pièces, l'historique des processus appliqués au produit, et la distribution et la localisation du produit après livraison.

9. Du point de vue de l'utilisateur, la traçabilité peut être définie comme le fait de suivre des produits qualitativement et quantitativement dans l'espace et dans le temps.

10. Du point de vue de la gestion de l'information, un système de traçabilité a pour rôle d'associer systématiquement un flux d'informations à un flux physique pour pouvoir retrouver à chaque instant des données préalablement déterminées relatives à un produit ou regroupement de produits.

11. NF EN ISO 8402, la traçabilité a été définie en 1987 par la norme NF EN ISO 8402 (Gestion de la qualité et assurance de la qualité-Vocabulaire) comme : " l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'une entité au moyen d'identifications enregistrées ". L'entité peut désigner une activité ou processus ; un produit ; un organisme ou une personne.

Lorsqu'il se rapporte à un produit, le terme " traçabilité " peut se référer à :

- l'origine des matériaux et des pièces ;
- l'historique des processus appliqués à un produit ;
- la distribution et l'emplacement d'un produit avant et après livraison.

12. Compte tenu des exigences de l'avenir de nouvelles technologies, Benjamin Faraggi propose la définition suivante : La traçabilité est la capacité à suivre l'historique, l'utilisation, ou la localisation d'un article ou d'un flux d'information au moyen d'une identification enregistrée.

5.1.3 Principes généraux de la traçabilité

Les principes généraux de la traçabilité peuvent être énoncés par quatre mots d'action qui sont : identifier, gérer, enregistrer et communiquer

Se référant à la figure 12, au point 1, on identifie soit l'unité de consommation, soit le lot de production, soit les unités logistiques. Au point 2 le système effectue les liens entre les différents produits par rapport à leurs natures, localisations, provenances, destinations, intervenants..., Au point 3 les informations sont enregistrées et enfin communiquer entre les différentes entités à travers l'étiquette UCC/EAN 128 au point 4. Toutes ces données peuvent être compilées sur une étiquette UCC/EAN 128.

La figure 12 montre très clairement comment les quatre fonctions s'enchaînent.⁹

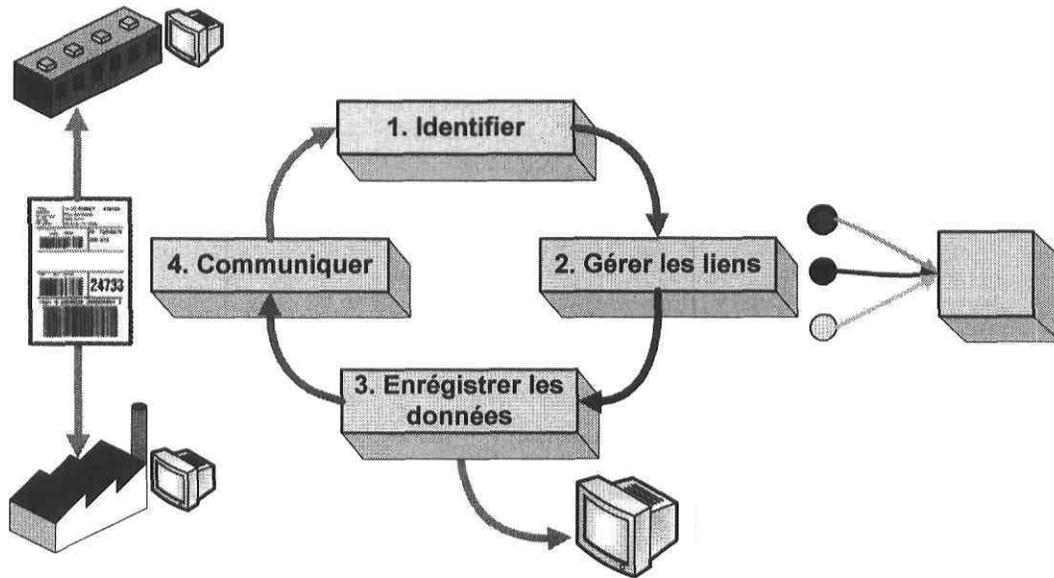


Figure 12: Fonctions dans un circuit de traçabilité

Toute tentative de déploiement d'un système de traçabilité devra répondre aux quatre principes fondamentaux de la traçabilité qui sont :

- Identifier des produits, des lots de production et des unités logistiques ;
- Gérer tous les liens successifs dans la chaîne d'approvisionnement entre les acteurs et entre les flux de production et les unités logistiques ;

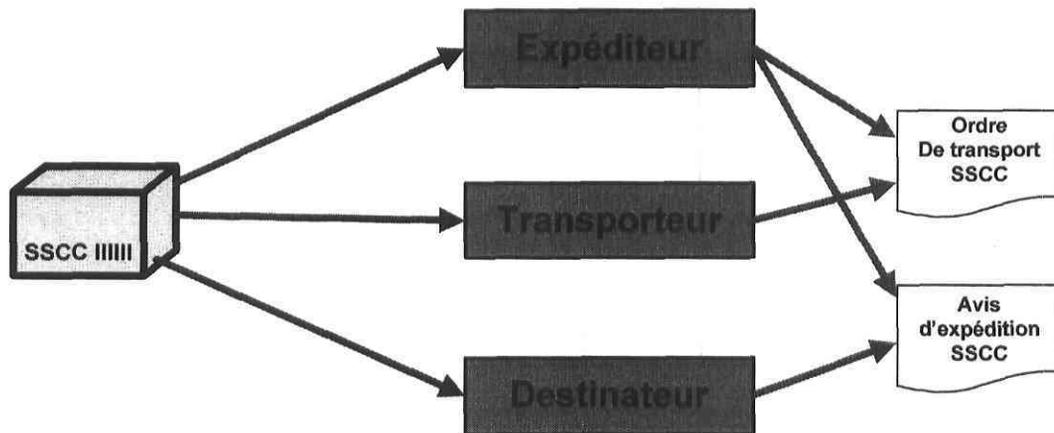


Figure 13: Intervenants dans la chaîne logistique et le SSCC

⁹ Camille Dreyfuss, GS1 France, Bordeaux, 18 janvier 2005)

Comme représenté dans la figure 13 le SSCC dans une chaîne logistique implique comme acteurs l'expéditeur, le transporteur et le destinataire. Le système de traçabilité mis en régime devra permettre de gérer les interfaces constituant les liens de tous les acteurs. Les informations généralement gérées peuvent être l'ordre de transport qui concerne l'expéditeur et le transporteur, l'avis d'expédition qui concerne l'expéditeur et le destinataire.

- Enregistrer les données concernant la traçabilité tout le long de la chaîne logistique ;

Tout le long de la chaîne logistique les informations concernant les matières, les origines, les destinations et toutes les activités sont enregistrées.

- Communiquer aux partenaires de part et d'autre de la chaîne logistique les informations nécessaires et suffisantes pour assurer la traçabilité des produits.

5.2 OBJECTIFS ET APPORTS DE LA TRAÇABILITE

5.2.1 Objectifs de la traçabilité.

L'objectif de la démarche traçabilité est d'assurer une bonne coordination entre les acteurs et tous les intervenants tout le long de la chaîne logistique en mutualisant les moyens, et garantissant le positionnement de matières premières, de produits et des informations en tout point et à tout moment utile.

En d'autres termes les outils de la traçabilité peuvent être utilisés dans différents processus notamment :

- La recherche de performance où la vision transversale qu'apporte la traçabilité est essentielle ;
- La préservation du patrimoine des entreprises et la sécurisation de leurs fonctionnements ;
- La gestion de l'innovation pour gérer des opportunités de création de valeur (produit, service,...) ;
- L'identification et la localisation pour définir à tout moment la relation produit-nom-localisation...

Afin que ces processus permettent d'optimiser les exigences de la traçabilité, de nombreuses actions s'avèrent importantes, notamment dans le cadre de l'identification, la localisation d'un produit, d'un lot ou d'un service.

Et ces actions sont :

- Identifier un produit, un équipement, un lot de produits, un service pour une intervention donnée, le retirer en cas de non-conformité ou danger, exécuter une opération donnée, le situer dans l'espace...
- Identifier les flux de matières premières, de produits finis.
- Contrôler la qualité des produits depuis l'origine de ses matières premières : la traçabilité permet de retrouver la cause d'écarts de qualité tout en garantissant la véracité des informations présentées sur les produits ;
- Optimiser des rappels de produits par une localisation rapide et précise des produits incriminés en permettant d'effectuer des retraits et rappels à moindre coût. De ce fait la traçabilité protège l'image de marque des entreprises.
- Faire respecter la réglementation en permettant de déterminer les responsabilités et ainsi lutter contre les fraudes et de circonscrire les problèmes sanitaires.

D'une manière globale, l'usage de procédures de la traçabilité permet d'améliorer la qualité, le service et l'efficacité globale des entités de production, ce qui a pour conséquence une réduction des coûts. Et la mise en régime de la fonction de traçabilité dans une entité implique le respect de certains préalables, notamment :

- Définir de manière précise les fonctions d'achat, d'approvisionnement, de logistique, de clients, et de fournisseurs, etc. ;
- Définir de manière précise les lieux et les circuits : réception, stockage central, réserve de proximité, expédition, consommation, etc. ;
- Définir de manière précise les processus opérationnels en déterminant les points de consommation, de passation des commandes, etc. ;
- Formaliser les procédures pour déterminer le niveau de stock de sécurité, les modalités d'approvisionnement, les seuils de passation de commande, les mécanismes de contrôle de qualité, etc. ;

- Configurer les systèmes de gestion de l'information en récoltant de données, de structures de fiches de produits, de bases de données partagées, d'intégration du suivi budgétaire, etc.

5.2.2 Apports de la traçabilité

Comme nous l'avons signalé plus haut, la traçabilité se fait de plus en plus exigeant dans tous les domaines industriels et cela à plusieurs niveaux. Ci-dessous les principaux apports d'un système de traçabilité sur les plans opérationnel, financier et contrôle de gestion. Nous énumérons des activités ou actions réparties en phase opérationnelle, contrôle de gestion et niveau financier qu'un système de traçabilité peut fournir le long d'une chaîne logistique ou dans une entité donnée.

1) Au niveau de la phase opérationnelle

- Suivre l'historique d'un produit ou d'un équipement durant son cycle de vie ;
- Identifier la fabrication et l'origine de produit ;
- Réduire les écarts d'inventaire, gérer les stocks, les contenants et les contenus en optimisant les inventaires ;
- Simplifier les opérations de contrôle et réduire le nombre de ratés ou produits périmés ;
- Détecter les incidents en temps réels et y apporter les rectifications utiles ;
- Supprimer les erreurs ;
- Gérer les supports de manutention et réduire les erreurs de manutention des produits;
- Réduire les vols et les contrefaçons le long de la chaîne logistique ;
- Gérer les phases de maintenance ;
- Suivre les commandes ;
- Sécuriser les rappels de lots, réduire les goulots d'étranglement dans la gestion des flux ;
- Diminuer les délais ;
- Faciliter l'établissement de tableaux de bord ;
- Etc.

2) Au niveau du contrôle de gestion

Dans le cadre du contrôle de gestion, la traçabilité permet de :

- Baisser les prix de revient ;
- Préciser les suivis budgétaires ;
- Augmenter la marge brute ;
- Rationaliser les références ;
- Rationaliser les nomenclatures.

3) Au niveau financier

- Réduire les stocks ;
- Réduire les coûts d'exploitation ;
- Diminuer les besoins de fonds de roulement.

5.3 DIAGNOSTIC, MISE EN PLACE ET SECTEURS D'UTILISATION DE LA TRAÇABILITE

5.3.1 Diagnostic

De plus en plus, l'on exige la traçabilité de produits à certaines entreprises, notamment dans certains domaines d'activités sensibles tels que la pharmaceutique, les dérivés sanguins, l'agroalimentaire, les bovins, et l'automobile.

Avant de décider de la mise en place d'un système de traçabilité, il est opportun de se poser de questions concernant un certain nombre de préoccupations. Ces questions mettront à la disposition du gestionnaire des éléments lui permettant de prendre la décision sur le bien fondé d'un tel investissement.

Les problématiques pour une mise en place d'une bonne traçabilité dépendront du type de l'industrie, de partenaires et produits dans la chaîne logistique, mais d'une manière générale les points ci-après permettront d'éclairer la lanterne.

- Identifier les besoins en matière de traçabilité ;
- Préciser vos propres besoins et de vos fournisseurs ;
- Décider des produits et éléments à tracer ;
- Décider des informations à suivre et des moyens à mettre en place ;

- Définir les règles, les conditions et les solutions d'identification (logiciel et matériel) à mettre en place en tenant compte de la chaîne logistique, des produits, du conditionnement et des méthodes d'expédition ;
- Etablir les cycles de vie des produits (procédures et fabrication), de leur conception à leur utilisation ;
- Traiter les informations, avec la détermination de sa nature, fréquence, durée de vie et structure ;
- Sélectionner les informations à conserver pour établir les statistiques à croiser avec les retours clients.

Mais avant de décider d'un quelconque déploiement d'un système de traçabilité, un diagnostic s'avère important. Le diagnostic permettra de réaliser un état des lieux et de dégager de priorités des actions à entreprendre. Les questions porteront sur la gestion générale de la traçabilité, l'automatisation et la fiabilité du système mis en place et l'utilisation des standards de communication interentreprises. Par ailleurs la traçabilité exige que la collaboration entre les différents partenaires dans une chaîne logistique soit indispensable pour une traçabilité optimale. Il faut également que les informations s'échangent tout au long de la chaîne logistique.

La traçabilité étant le résultat d'une action globale et concertée, il est indispensable d'avoir un langage commun respectant les standards et codifications internationaux afin de permettre les différentes parties en présence de pouvoir interpréter les informations échangées.

Pour harmoniser cet échange d'informations, les modèles de supports utilisent certains outils permettant l'échange des données ou informations. Et ces outils peuvent être : le SSCC (partie intégrante de la norme ISO "Licence plate") ; l'étiquette logistique GS1 ; les identifiants de données du standard GS1-128 ; les messages "avis d'expédition" DESADV et "avis de réception" DESADV en langage EANCOM®/EDIFACT.

5.3.2 Les secteurs d'utilisation de la traçabilité

Le système de traçabilité et les technologies d'identification automatique s'imposent comme incontournables pour répondre aux grands enjeux industriels pour la rationalisation de la chaîne logistique et des inventaires, la réduction des pertes, les vols,

les suivis des historiques... Les potentialités de la traçabilité assurent de grandes ouvertures dans plusieurs domaines avec comme objectifs intégrer la mobilité dans le système pour améliorer la réactivité et mieux tracer les produits. Cependant les secteurs les plus aptes à la traçabilité sont :

L'identification de produits industriels

Dans toutes les industries ou centres d'affaires, l'identification des produits permet d'optimiser la gestion des stocks et des opérations de productions, en automatisant la saisie des informations afin d'assurer une véritable traçabilité, de la matière première au produit fini. Ce système fiabilise les contrôles externes sur les sites de production, et facilite les opérations d'inventaire.

Authentification des produits

Une étiquette radio, intégrée dès l'origine dans le produit, permet d'identifier de manière formelle et sécurisée son origine et sa fabrication, pour lutter efficacement contre la contrefaçon. Intégrée de manière invisible, elle s'adapte aux produits de luxe, mais aussi aux produits à risque ou à forte valeur ajoutée.

Produits médicaux

L'organisation mondiale de la santé par une de ses législations impose une traçabilité globale des médicaments et autres produits par numéro de lot, pour permettre une identification formelle des lots de produits et, le cas échéant un rapatriement sélectif des produits.

Maintenance et pièces détachées

La traçabilité et l'usage des étiquettes fréquence radio dans les services de maintenance permettent d'automatiser plusieurs activités comme par exemple gérer les parcs de matériels et leur historique d'intervention sans l'utilisation de documents papier...

Agroalimentaire

L'étiquette radio est un moyen idéal pour assurer la traçabilité globale des produits agroalimentaires, de la matière première à l'assiette du consommateur. En effet, grâce à son numéro unique, elle permet une identification formelle de chaque animal ou de lot de matière première.

L'étiquette RFID a la capacité de retracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire, d'un

aliment pour animaux, d'un animal producteur de denrées alimentaires ou d'une substance destinée à être incorporée ou susceptible d'être incorporée dans une denrée alimentaire ou en aliment pour animaux.

5.4 APPLICATIONS DES STANDARDS DE LA TRAÇABILITE ET LA TECHNOLOGIE RFID.

De plus en plus la traçabilité implique plusieurs intervenants externes et indépendantes sur le plan de la gestion, et d'autre part un système de traçabilité exige un langage commun entre les intervenants de la chaîne logistique. Pour cette raison, des efforts de standardisation, de normalisation et d'harmonisation ont porté de fruits. Il n'est pas opportun dans le cadre de ce travail de détailler les éléments d'un réseau EPC (Electronic Product code), mais pour le besoin de la cause, nous en donnons plus ou moins de grandes lignes.

5.4.1 L'EPC (Electronic Product Code) et la connexion Internet des objets.

Suite à de nombreuses recherches conduites par l'UCC (Uniform Code Council), l'EAN (Electronic Number Article) International, et de divers industriels de produits de grandes consommations, l'AutoID Center l'un des laboratoires de recherche du Massachusetts Institute of Technology (MIT) a développé le système EPC (Electronic Product Code). Le système EPC est fait d'un réseau de communication associant étiquette et serveur de données, et le standard d'étiquette radiofréquence.¹⁰

Les étiquettes RFID (Radio Frequency Identification) utilisées pour la traçabilité sont les étiquettes EPC. Le standard EPC trouve son importance dans le système de codification permettant d'identifier tous les objets circulant le long d'une chaîne logistique. Dans la plupart de cas, la codification EPC comporte une identification par référence de produits, ayant la même structure que le code GTIN (Global Trade Identification Number) également dénommé code EAN (Electronic Article Number). L'identification individuelle par produit es fait par l'ajout d'un numéro de série. Il va s'en dire que pour une meilleure traçabilité, la sérialisation des produits est une condition sine qua non. Tout

¹⁰ EPCglobal France, Xavier Barras

en passant à la caisse d'un magasin, une unité achetée peut être identifiée par sa référence, le GTIN ou code EAN, mais aussi comme un produit unique et individualisé avec un historique ainsi que celui de tous les composants. En plus de la capacité à individualiser les produits, EPC offre la possibilité de relier les objets entre eux ce qui permet de réaliser le suivi de fabrication et la traçabilité logistique. Pour le suivi de fabrication, EPC permet d'associer les matières entrant dans la composition d'un produit manufacturé. Pour la traçabilité logistique, l'EPC permet de constituer le produit à chaque niveau de la hiérarchie logistique c'est-à-dire le suivi individuel de l'unité dans ses différents regroupements de transport, notamment la boîte, la palette, et le camion.

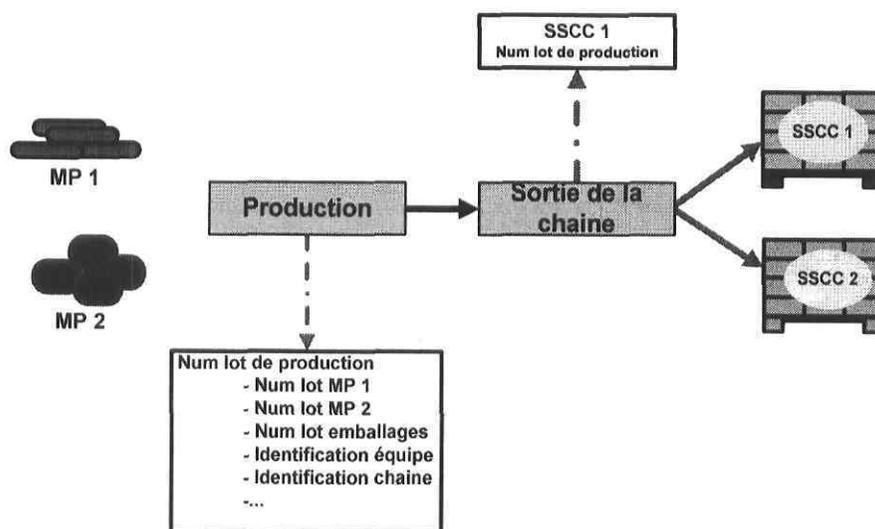


Figure 14: Modèle d'une chaîne logistique soutenue par un système EPC

Dans ce modèle logistique soutenue par le suivi EPC, nous avons sur la chaîne logistique représentée sur la figure 14, les différentes matières MP1 et MP2 qui sont les intrants dans la fabrication, toute la production est identifiée (par les numéros de lot de matières premières, d'emballages, les identifications des équipes intervenants...) et un dispositif pour l'expédition.

5.4.2 Réseau EPC

Les premiers pilotes de réseaux EPC lancés, permettent l'échange de données via le protocole de transport sécurisé pour en assurer le suivi de marchandises dans toute la chaîne logistique. Le réseau EPC est le réseau de la traçabilité des objets qui offre l'infrastructure nécessaire. Les composants importants de ce réseau sont :

- Etiquette donnant le support d'information ;
- Savant, l'interface entre le lecteur et les systèmes d'informations des utilisateurs ;
- PML (Physical Markup Language), le langage d'échange dans le réseau ;
- ONS (Objet Name Service), le service de routage des requêtes entre les serveurs de données ;
- Internet qui fournit l'infrastructure de communication.

Le réseau EPC permet d'individualiser les produits et donne la possibilité de relier les différents partenaires entre eux, ce qui augmente les capacités de suivi de fabrication et la traçabilité logistique. En plus, le réseau EPC offre l'infrastructure nécessaire pour le suivi individuel d'une unité de vente du fournisseur au consommateur dans ses différents regroupements de transport : carton, palette et camion.

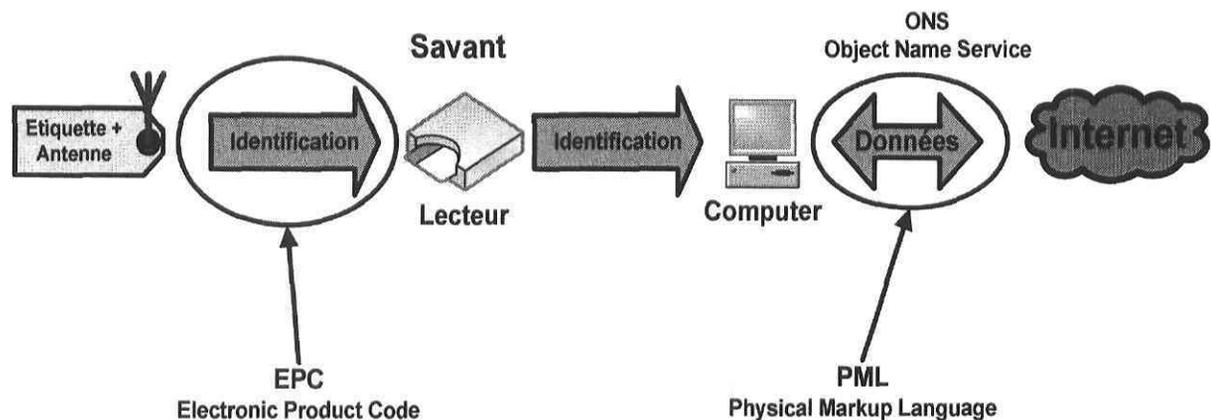


Figure 15: Schéma d'un réseau EPC

Structure d'identification unique EPC¹¹:

La structure d'identification unique EPC est composée de quatre composants, l'en tête qui indique la partition ; l'EPC manager indique la compagnie ; l'Object class (la classe des objets). Cette structure indique le type de produits et le numéro de série indiquant le numéro de chaque produit spécifique. La figure 16 illustre bien un exemple.

¹¹ Ducan McFarlane Cambridge University Engineering Department PLM 2005

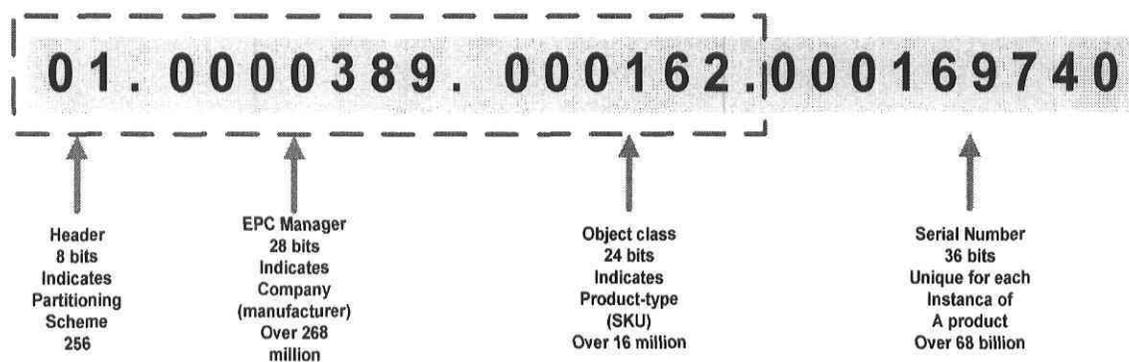


Figure 16: Structure d'identification unique EPC

Notons que l'un de plus gros avantages d'EPC par rapport à d'autres solutions de fréquence radio est de permettre une continuité de l'usage simultané de deux technologies que sont le code à barres et la technologie RFID.

Les bénéfices immédiats de la technologie RFID selon le standard EPC sont ceux procurés par une traçabilité des objets permettant d'assurer le suivi de production et de l'approvisionnement de différents postes de fabrication en matières et composants.

EPC permet d'automatiser les opérations de réception, expédition et facilite les opérations d'inventaires de produits dans les centres de distribution.

La RFID apporte un gain immédiat en termes de réduction des pertes et des vols dans les applications concernant les supports de manutention (comme la palette, le roll, la caisse, le bac, le fût...), aussi pour le suivi logistique l'identification et la description de contenu.

5.5 LE RESEAU DE LA TRAÇABILITE ET LES STANDARDS EAN ET UCC (BERNARD SION)

Les standards EAN et UCC sont des outils très adéquats de chaînes logistiques permettant aux systèmes d'informations le passage de la distribution de masse à celle de la distribution globale individualisée. En d'autres termes les exigences de la traçabilité et de la permanence des liens entre les objets entre eux, et entre les objets et les consommateurs sont réalisées par l'association dans EPC de l'identification sérielle unique, de la fréquence radio et du réseau.

L'UCC/EAN-128, définissant la manière dont les données sont formatées, est un standard mondial d'échange de données entre différentes entreprises dans une chaîne logistique.

Ici nous comprenons le mot standard comme étant l'acceptation par une communauté d'utilisateurs ou industriels d'un référentiel commun.

5.5.1 Principe

Dans une chaîne logistique la maîtrise de différents flux notamment les flux de produits et les flux des informations nécessite la mise en œuvre d'un système d'information adéquat et un système d'identification automatique. L'UCC/EAN-128 permet de répondre aux multiples besoins d'identification logistique, de traçabilité logistique et de gestion de chaînes logistiques. La codification des unités logistiques permet quant à elle l'identification, dans les messages EDI (Electronic Data Interface), des logistiques commandées et livrées.

Les standards EAN.UCC permettent les codifications (les lieux et acteurs, les produits, les unités d'expédition), l'identification automatique en utilisant les codes à barres, les étiquettes fréquence radio (RFID) et enfin les échanges de données informatisées.

Dans la plupart de chaînes logistiques, nous avons d'une part des fournisseurs, des flux d'informations et de marchandises, et des clients.

Sur la figure 17, nous avons d'une part un client et de l'autre part un fournisseur et entres lesquelles circulent deux importants flux, celui de produits et celui d'informations. Le fournisseur utilise le format EAN pour identifier ses produits tout en spécifiant les codes de l'entreprise, de produits, des unités d'expédition, et le numéro de lots. Il faut aussi noter que les échanges de données entre le client et le fournisseur se fait électroniquement par l'interface d'Electronic Data Exchange ou échange électronique de données qui permet de gérer toutes les informations de la banque de données.

Le format EAN permettra au fournisseur d'émettre et gérer plusieurs données. Notamment, les informations codifiées facilitant d'identifier l'entreprise, les codes de matières premières et produits finis, les codes des unités d'expédition, les numéros de lot et autres informations, telles que les heures et les dates des expéditions. Ces informations sont partagées avec le client à travers l'échange électronique de données dans un format commun qui est aussi appelé l'étiquette logistique ou l'étiquette UCC/EAN.

Il ressort sur le schéma 17 que les échanges des informations se font dans les deux sens entre le client et le fournisseur, cependant l'on pourrait aussi avoir plus de deux intervenants.¹²

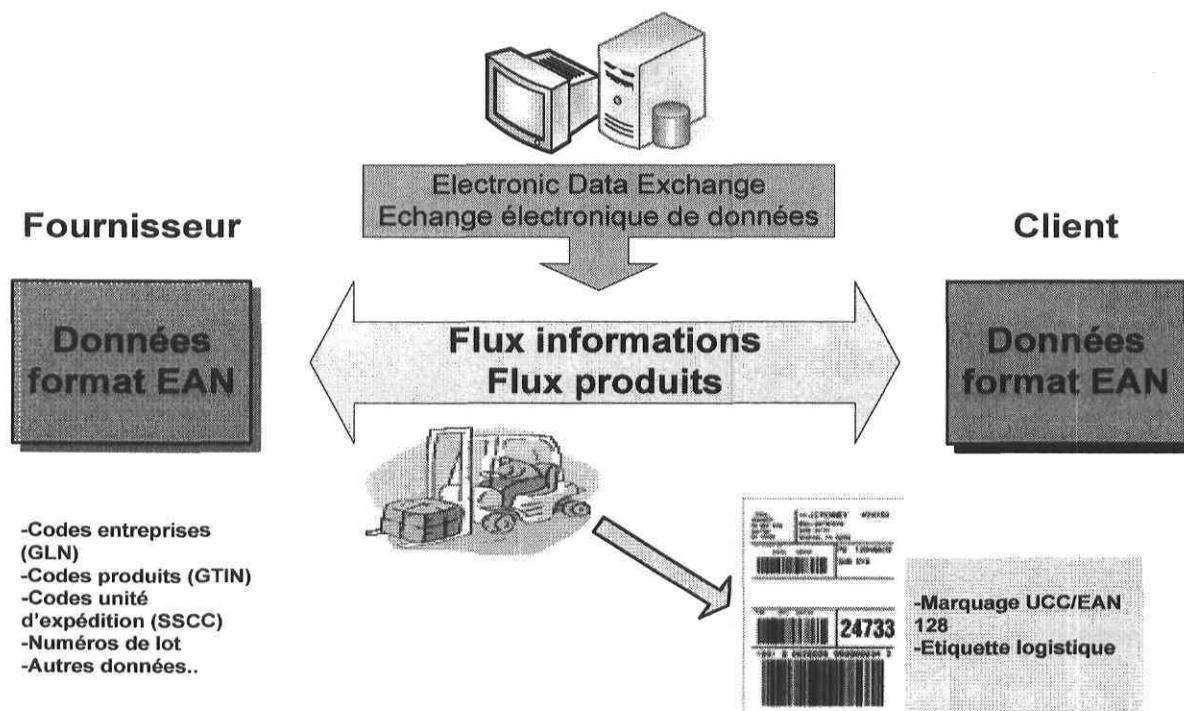


Figure 17 : Échange électronique de données ou Electronic Data Exchange

5.5.2 Codification et marquage des produits

Un code unique dans le monde entier, le Global Trade Item Number (GTIN) permet d'identifier tout produit unitaire dans un conditionnement permettant l'achat par le client final. L'utilisation de ce code dans les messages du commerce électronique, ou sous forme de codes à barres sur l'article lui-même, permet d'établir le rapprochement entre les flux de données et les flux de marchandises.

Le GTIN est un système de nombres d'identification globale pour les produits ou services. Il décrit de structures de données globales GS1 (EAN, UCC) utilisant 14 chiffres et pouvant être encodés dans plusieurs types de supports d'informations ou données pour identifier les produits commerciaux (produits ou services).

¹² Les standards EAN et la traçabilité 19, Mai 2004, Lyon Bernard Sion

Le GTIN est utilisé d'une manière générale pour les codes à barres mais aussi l'identification par fréquence radio (RFID); une de formes nord américaines du GTIN est l'UPC. Le GTIN donne la possibilité de fournir une identification unique à travers le monde pour tout item.

La famille de structures de données comprenant le GTIN inclue :

- GTIN-12 (UPC-A) : ce formant est utilisé généralement en Amérique du nord (USA, Canada, cette structure a 12 chiffres.
- GTIN-8 (EAN/UCC-8) : cette structure est utilisée en dehors de l'Amérique du nord, et elle contient 8 chiffres.
- GTIN-13 (EAN/UCC-13) : cette structure est utilisée en dehors de l'Amérique du nord, et elle contient 13 chiffres.
- GTIN-14 (EAN/UCC-14 OU ITF-14) : cette structure de 14 chiffres est utilisée pour les produits commerciaux à plusieurs niveaux d'emballage.

Quelques avantages de la structure GTIN.

La structure GTIN (Global Trade Identification Number) offre beaucoup d'avantages, elle permet d'éliminer le besoin d'avoir différents lecteurs, favorisant ainsi une chaîne logistique beaucoup plus efficiente puisqu'une étiquette unique sera utilisée à travers toute la chaîne logistique.

Dans le domaine de traçabilité des items, le système GTIN offre plusieurs avantages permettant d'optimiser les chaînes logistiques. Voici les principaux avantages de la structure GTIN :

- Permet un flux global des produits ou services commerciaux tout en les associant aux informations le long de chaînes logistiques ;
- Identifie de manière unique de produits commerciaux à chaque niveau d'emballages (item, boîte ou carton, palette);
- Permet une lecture précise en cas de numérisation de codes à barres ou identification par un système RFID ;
- Simplifie la gestion de la chaîne logistique ;
- Les données de produits échangés sont dans un format et structure consistants ;
- Utilise le système EAN.UCC qui est un langage compris sur le marché de la mondialisation.

Aussi en plus de la codification, les autres informations disponibles sont le numéro de lot et la date limite de consommation (DCL) ou la date limite d'utilisation optimale (DLUO) marqués en clair pour une lisibilité directe par le consommateur.

5.5.3 Différents niveaux de codification

Dépendant de produits, du type de l'industrie et des exigences imposées, on peut dégager plusieurs niveaux de codification et marquage des produits le long d'une chaîne logistique. Le nombre de niveaux de codification dans la chaîne logistique dépendra des exigences de tous les intervenants de la chaîne et de la manière dont les étapes de la mise en emballage sont structurées. Cependant pour un fonctionnement optimal Bernard Sion propose quatre niveaux, qui sont l'unité consommateur, l'unité logistique, l'unité de stockage et l'unité d'expédition:

Premier niveau : l'unité consommateur

L'unité consommateur constitue le produit fourni par le détaillant au dernier consommateur. Sur ces produits il est marqué, pour le besoin de traçabilité :

- Le GTIN en code à barres EAN 13.
- Le numéro de lot auquel appartient le produit et DLC/DLUO qui sont des informations nécessaires qui devront être disponibles pour le consommateur.

Deuxième niveau : l'unité logistique

L'unité logistique peut être un carton, une boîte ou tout ensemble contenant un certain nombre de produits unitaires ou unité consommateur.

Afin de permettre une bonne traçabilité, au niveau 2 qui présente le carton ou boîte contenant un nombre donné de même produit (unités de regroupement), on aura les informations suivantes en codes a barres EAN128 :

- Le code de la boîte (GTIN) ;
- le numéro de lot- la date de fabrication ou date d'emballage ;
- la date limite de consommation (DLC) ou date limite d'utilisation optimale ou DLUO) ;
- le poids pour les unités ayant de poids variables.

A la figure 18, nous présentons un exemple d'une étiquette avec les informations présentées ci-dessus.

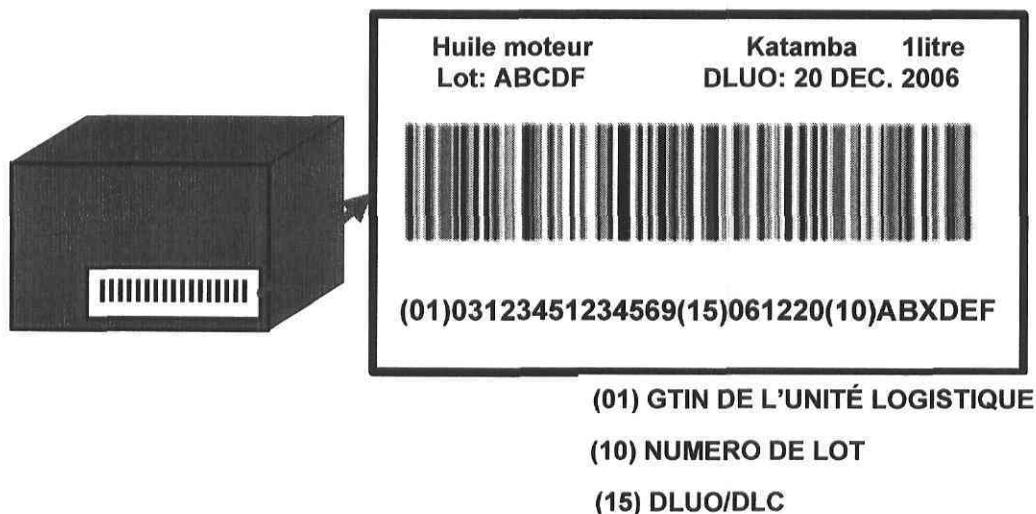


Figure 18: Exemple de codification

Dans la plupart de cas ces informations sont celles exigées par les partenaires pour une meilleure traçabilité.

Troisième niveau : l'unité de stockage

L'unité de stockage est représentée par une palette ou demi palette de cartons ou boites contenant généralement le même type de produits.

Au niveau 3, nous avons l'unité logistique stockée qui est constituée d'une palette ou une demi palette composée d'un certain nombre de cartons. Ces cartons se différencient par le numéro séquentiel de colis ou Serial Shipping Contenant Code (SSCC).

Nous pouvons avoir quatre palettes identiques standards ayant le même GTIN mais quatre SSCC différents étant donné que chaque palette a son SSCC, le numéro séquentiel permet d'identifier de façon toute unique d'expédition et cela indépendamment de son contenu à des fins de suivi individuel dans les opérations d'expédition, de distribution et réception.

Ce dispositif permet d'identifier chaque envoi dans le lot d'expédition le long de toute la chaîne logistique, et lorsque tout le système est relié à un serveur la disponibilité de l'information est immédiate et est accessible par toutes les personnes autorisées. Un truck transportant une cargaison de n palettes pour un client donné présenterait un seul numéro GTIN identifiant le lot et n numéros SSCC identifiant chacune de palettes. Il est ainsi

facile de placer chaque palette dans son lot d'expédition ce qui relie parfois plusieurs livraisons de différents clients à une seule cargaison d'expédition.

Sur la figure 19 nous avons deux palettes identiques ayant le même GTIN mais avec deux SSCC différents SSCC 1 et SSCC 2. La structure SSCC est configurée de manière à assurer son unicité dans le cadre international.

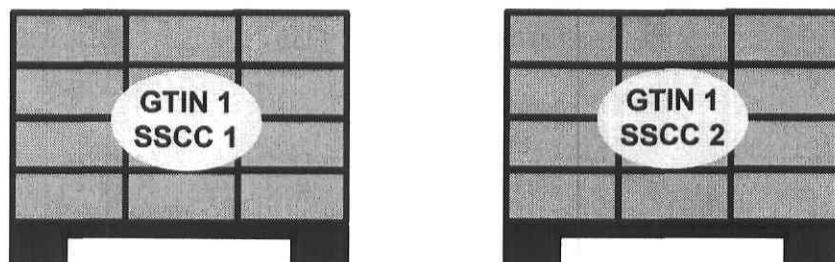


Figure 19: Palettes et lots d'expéditions

Quatrième niveau : l'unité d'expédition

L'unité d'expédition est l'ensemble de plusieurs palettes homogènes ou hétérogènes. Pour le niveau quatre, en plus des informations ci-haut énoncées, il y a les numéros d'expéditions identifiant les lots par quantité expédiée. Notons que dans la plupart des cas le niveau trois et le niveau quatre sont confondus en un seul niveau.

CHAPITRE 6 : MISE EN REGIME ET ANALYSE DE RENTABILISATION DE LA TECHNOLOGIE RFID

Nous examinons dans ce chapitre les grands points qu'il faudrait considérer pour une mise en régime rentable de la technologie RFID dans un environnement industriel. Bien sûr on passera en revue les problèmes liés, premièrement à la rentabilisation en considérant entre autres l'évolution du marché, à l'aspect de l'équipe qui devra prendre en charge le projet, à la détermination des capacités, à l'évaluation des besoins, et à l'analyse de contraintes ; et deuxièmement le déploiement proprement dit de la technologie RFID divisé en quatre grandes étapes. Néanmoins, nous tenons à signaler que nous n'avons pas abordé dans le cadre de ce travail en détail, les aspects liés aux différents coûts d'implantation pour la simple raison que dépendamment des applications et de la quantité de l'information à traiter les coûts peuvent avoir des écarts très énormes.

6.1 ETAPES D'ANALYSE ET RENTABILISATION

6.1.1 Évolution du marché.

L'évaluation de la tendance et l'évolution du marché sont des facteurs primordiaux à l'élaboration d'une analyse de rentabilisation du projet d'implantation de la technologie RFID.

Voici quelques tendances selon la chaîne d'approvisionnement et logistique du Canada (CAL) :

- Plus de 75% de grands intervenants de la chaîne d'approvisionnement de produits de consommation au Canada prévoient utiliser la technologie RFID au cours de l'année 2007 ;
- 93% de gestionnaires d'entreprises croient que la technologie des étiquettes RFID aura des répercussions sur leurs entreprises ;
- 71% de grandes sociétés canadiennes dans le marché de produits de consommation ont déjà pris de mesures en vue de mettre en œuvre la technologie RFID ;

- 60% de gestionnaires de la chaîne d'approvisionnement estiment que le préjudice causé à la marque par le retour des produits est une grande préoccupation ;
- 48% des entreprises envisagent une amélioration du suivi et du retraçage des lots ;
- 45% de gestionnaires estiment que l'application de la technologie RFID contribuera à une amélioration de la gestion du rappel des produits ;
- 41% de chefs d'entreprises prévoient une amélioration des expéditions et réception des produits ;
- Les analystes confirment que la technologie réduira de 49% le temps nécessaire à la traçabilité des produits ; de 31% le coût de programmes de conformité pour lutter contre la contrefaçon ; et de 20% les coûts de vérification de la conformité avec les règlements pour les entreprises Nord-américaines ;
- Dans la seule industrie nord-américaine, concernant les biens de consommation courante (BCC), la technologie RFID permettra un gain de 9 milliards USD par année (perdus en raison d'expéditions incorrectes et articles invendus, suite à de mauvaises données et à un mauvais traitement manuel);
- Selon le projet pilote TULSA TOWN TEST, commandité notamment par Massachusetts Institute of Technology, Auto-ID Center, Procter& Gamble (P&G), P&G a découvert que la saisie de données automatisées à l'aide de la RFID rehausserait l'exactitude de 99% comparativement à 95% lorsqu'on procédait à l'inventaire physique des stocks ;
- Au début de 2005, 54% des entreprises Canadiennes n'avaient pas mis en place une solution de gestion de la chaîne d'approvisionnement (GCA) ;
- 40% des solutions des entreprises possédant la gestion de la chaîne d'approvisionnement (GCA) sont reliées à la fois aux fournisseurs et aux acheteurs ;
- 37% des solutions des entreprises possédant la gestion de la chaîne d'approvisionnement (GCA) sont reliées uniquement aux fournisseurs et 22% uniquement aux acheteurs ;
- 12 millions de dollars ont été investis en 2005 pour la consultation de mise en régime de la technologie et de services administratifs liés aux étiquettes RFID; et pour les mêmes services on prévoit 60 millions de dollars en 2008.

Comme vous pouvez le constatez sur base de ces statistiques et évolutions, la tendance amène tout le monde vers l'usage de la technologie RFID.

6.1.2 Formation de l'équipe du projet.

La mise en régime de la technologie des étiquettes RFID est un investissement qui demande de grands changements dans une entreprise. L'instauration de tout changement implique une participation efficace de tout le personnel de l'entreprise. Il faudrait mettre sur pied une équipe hautement performante multidisciplinaire qui aurait pour mandat d'assurer:

- L'acceptation du projet par des cadres supérieurs de l'entreprise ;
- Le choix du maître d'œuvre (l'homme du changement) ;
- La mise à contribution de principaux groupes de métiers internes pour une meilleure implication;
- La mise à contribution des intervenants externes comme des associations, des réseaux de l'industrie, de rapports de recherche, de publications commerciales et des consultants.

Cette équipe multidisciplinaire donnerait les avantages ci-après :

- La création d'une synergie (sommées des expertises, choc des idées, points de vue multiples) ;
- Le décloisonnement des disciplines (échange d'informations) ;
- Le renforcement des décisions (justifications sous plusieurs angles, engagement de l'équipe, consensus) ;
- La facilitation de l'implantation (soutien des membres, approbation du projet par l'équipe).

6.1.3 Détermination des capacités et évaluations des besoins.

A ce niveau, il s'agit d'entreprendre le processus de planification de la technologie en déterminant les capacités, les possibilités de l'entreprise et ses besoins réels pour chaque sous entités. Il faudrait examiner les facteurs et rendements investis variant selon le secteur pour décider du bien fondé de la mise en régime de la nouvelle technologie.

Ces facteurs sont :

- La valeur et l'importance du produit ;

- Les règlements existants et prévus ;
- Les exigences du client ;
- Le niveau d'adoption de la technologie ;
- La stratégie d'entreprise globale ;
- La tendance de l'environnement.

Cependant faut-il mentionner deux gros préalables considérés comme les catalyseurs clés pour la technologie RFID qui sont :

- L'adéquation entre la réglementation gouvernementale et la traçabilité de personnes ou de biens liées aux personnes. Il est vrai que la technologie des étiquettes RFID peut permettre aux secteurs clés de l'industrie de mieux répondre aux objectifs de traçabilité des personnes, et aussi de respecter les recommandations gouvernementales compte tenu de la réglementation ;

- La synchronisation de la chaîne logistique : la mondialisation avec la politique d'économie d'échelle suscite de la part des industriels, l'optimisation dans le domaine de la gestion de la chaîne logistique, la collaboration avec les fournisseurs, la mise sur pied des calendriers promotionnels et la réduction de coûts.

6.1.4 Détails technologiques existants et administratifs

D'abord faire l'état de l'art de procédures technologiques utilisées par tous les partenaires de la chaîne logistique est une étape très importante. Ensuite les entreprises (Industriels) doivent faire des analyses de potentialités de leurs technologies et procédés administratifs existants, ressortir les points faibles et enfin mettre en œuvre un plan directeur d'action pour décider de l'adoption de la technologie des étiquettes RFID.

6.1.5 Analyse des contraintes (évaluation des problèmes)

L'analyse des contraintes et difficultés est un processus très important, elle peut beaucoup varier en fonction des éléments de la chaîne logistique, le type d'industrie et les objectifs de l'entreprise. Les points importants sur lesquels les entreprises s'attarderont pour l'évaluation de leurs difficultés et contraintes sont :

- Les mesures concernant la législation de la technologie des étiquettes RFID ;
- La fiabilité, la durabilité et la polyvalence de la technologie ;

- Les normes, interchangeabilités des équipements et logiciels des systèmes de la technologie RFID ;
- Le coût des logiciels et équipements (étiquettes, lecteurs...) ;
- Le profit et la compétence de consultants, de fournisseurs des équipements de la technologie ;
 - La flexibilité de sous-traitance de la technologie RFID de certains de leurs projets à des fournisseurs de services logistiques tiers ou à de consultants de technologies ;
 - L'impact sur les ressources humaines variera selon les exigences du projet, le type de l'industrie, ainsi que la technologie utilisée. Pour une meilleure réussite d'une mise en application de la technologie des étiquettes RFID, l'évaluation de l'impact sur les ressources humaines et l'intégration à l'analyse de coûts sont absolument nécessaires.

6.1.6 La mise sur pied de la performance.

Il est très important de pouvoir évaluer la performance et le rendement de sous entités, les entreprises doivent établir les indicateurs de rendement clés pour décrire ou évaluer la viabilité de l'usage de la technologie RFID.

6.1.7 Le calcul de dépenses (estimation de rendement du capital investi ; RCI).

En se basant sur les estimations des fournisseurs et sur les expériences d'autres entreprises, il est possible de dégager chaque élément de coût et déduire le coût global sur une année (coûts initiaux et coûts permanents) afin de quantifier le rendement du capital investi.

6.1.8 Segmentation en sous projets et points de contrôle (élaboration d'une carte routière RFID)

Le perspectif long terme de la mise en application de la technologie des étiquettes RFID devra être segmenté en sous-projets ayant des objectifs de rendement, de coûts et d'échéances bien définis.

Et ces sous-projets feront l'objet des différents intervenants qui devront confirmer leur participation aux étapes de mise en œuvre du plan d'action de la technologie des étiquettes RFID de l'entreprise.

6.2 LA MISE EN REGIME ET LE DEPLOIEMENT DE LA TECHNOLOGIE RFID

La mise en régime et le déploiement d'un système de la technologie RFID sont des opérations délicates étant donné que la performance en dépend. Il est opportun de segmenter son déploiement de manière à ressortir les étapes et permettre ainsi un meilleur contrôle tout le long de la mise en régime.

6.2.1 Les quatre Ps de la mise en régime d'un réseau du système RFID.

Selon une vision globale de la mise en régime, le déploiement de la technologie RFID s'étendrait sur une série de processus en 4 étapes selon l'auteur de RFID for Dummies. Les principales étapes de déploiement de la technologie RFID connues sous le terme de 4Ps sont : la planification, le physique, le pilote et la production. Nous expliquerons dans les lignes qui suivent l'importance de chaque étape en détail.

a) La planification.

Nous considérons que la planification est l'étape la plus importante pour toutes réalisations complexes étant donné qu'elle donne toutes les démarches à suivre. L'auteur de RFID for Dummies compare l'implantation de la technologie RFID à une opération militaire, on dira que le capitaine de la technologie RFID dans une organisation devra planifier correctement tous les processus d'implantation.

La figure 20 illustre bien l'importance du planning dans la mise en régime de la technologie du système RFID commençant par l'évaluation du site jusqu'à la surveillance du système.¹³

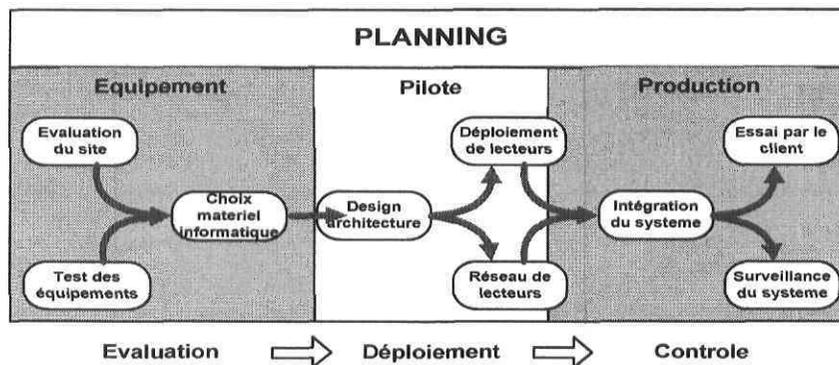


Figure 20: Planning de la mise en régime de la RFID

¹³ RFID for Dummies, Patrick J. Sweeney

L'étape de la planification peut prendre jusqu'à plusieurs mois de manière à identifier tous les éléments pouvant avoir l'impact sur les services existant et les services à venir, à évaluer les comportements des implications financières.

1. Créer une police globale de la technologie RFID.

La mise sur pied d'une politique globale de la technologie RFID exige une recherche préalable et approfondie pour appréhender et comprendre toutes les options qu'elle offre, notamment les procédures, les coûts et surtout les profits qu'on pourrait y tirer. Cette première étape de mise sur pied de la police indique de quelle manière le plan d'implantation devrait être déployé à l'intérieur de l'organisation, les fréquences à utiliser, les méthodes de synchronisation de toutes les données qui seront manipulées, et un canevas d'implication de tous les acteurs dans l'entreprise. Il faut noter que cette première étape de mise sur pied de la police globale de la technologie RFID est fondamentale pour la réussite de la suite de l'implantation.

2. Effectuer une analyse d'application.

Une analyse d'application permet de dégager la nécessité de déploiements de la technologie RFID dans une entreprise donnée. Cette compréhension détaillée devrait inclure comment toutes les procédures de l'entreprise seraient affectées par l'usage de la technologie RFID. Pour la plupart des entreprises le déploiement de la technologie RFID se focalise autour de trois principaux axes suivants : les procédures ; les équipements et infrastructure ; et la technologie utilisée. Le point critique est de définir quelles sont les procédures de l'entreprise susceptibles d'influencer l'implantation de la technologie RFID. Selon le document RFID for Dummies, les étapes à suivre sont :

- Etablir les flux et procédures de l'organisation existante et dégager tous les points pouvant être améliorés par l'usage de la technologie RFID,
- Déterminer les zones où il y a nécessité de modifier les infrastructures pour permettre l'usage de la technologie RFID,
- Examiner le système et la technologie actuels pour identifier les points qui nécessitent la modification de l'infrastructure pour profiter au maximum des avantages offerts par la technologie RFID.

3. Repartir les différents profits, dégager le coût.

➤ Il est d'une importance capitale de prendre en compte le ROI (return on investment),

4. Réaliser un modèle d'implantation avec de délais pour chaque étape.

➤ Pour une meilleure implantation d'une aussi grande technologie, il est impératif d'avoir de moyens de contrôles pour toutes les étapes,

➤ Etant donné que la fabrication des équipements adéquats pour l'implantation de la technologie RFID se fait en produits personnalisés, il faudrait inclure les délais de livraison dans la planification du projet.

5. Concevoir un plan de déploiement.

➤ En principe cette étape consistera à assigner de rôles et responsabilités à chaque étape du modèle d'implantation en considérant les implications et des autres vis avis de la portée entière du projet,

➤ Avec les objectifs dans le temps, on pourra définir le projet pilote qui servira au déploiement élargi du réseau RFID.

6. Mettre sur pied un dispositif de gestion de changement et l'impact potentiel sur l'entreprise.

➤ Assurer le suivi de l'impact de la nouvelle technologie et le changement sur l'entreprise,

➤ S'assurer que les travailleurs font usage de tous les changements instaurés.

b) Les physiques (équipements).

Le deuxième élément fondamental dans l'implantation de la technologie RFID est le comportement physique des équipements.

1. Comprendre l'environnement par l'analyse du cycle complet de Faraday.

L'analyse du cycle complet de Faraday est fait de deux composants primaires : Le premier est l'analyse basée sur le temps de base de perturbations électromagnétiques ambiants (AEN : Ambient électromagnétique Noise), et le second est la configuration de fréquence radio appelé aussi path loss contour mapping (PLCM). L'objectif de ces deux composants est de comprendre le comportement des effets électromagnétiques et les ondes radios parcourant une installation de manière à bien choisir le réseau RFID.

2. Sélection de l'étiquette, son placement et la fréquence radio.

A cette étape un examen minutieux est requis pour le choix du type de l'étiquette de fréquence radio en fonction de produits, ce qui est considéré comme le SKU (Stock Keeping Unit) testing pour la compatibilité de la technologie RFID étant donné que les ondes de fréquence radio, les ondes de lumière peuvent être reflétées ou absorbées ceci pourra perturber la transmission des ondes.

Les métaux reflètent les ondes fréquence radio tandis que les liquides les absorbent. Pour compenser cette calamité, il faudrait choisir l'étiquette adéquate et surtout son emplacement sur le produit doit être désigné minutieusement.

3. Le choix des équipements (matériels) RFID sur base de tests scientifiques.

Hormis les exigences de fonctionnement le choix des équipements devrait tenir compte des aspects de la maintenance et surtout de l'agrandissement du réseau RFID prévu pour le futur. Après avoir établi le test scientifique de fonctionnement et après avoir compris le comportement de produits dans les différents champs de fréquence radio, les exigences spécifiques de l'environnement, il faudrait passer au choix de lecteurs et antennes appropriés. Ce choix se ferait beaucoup plus aisément dans un laboratoire.

c) Le pilote

Le programme pilote consiste à implanter la technologie d'abord pour une petite partie de l'entreprise, c'est à dire déployer et tester le réseau RFID dans son environnement, étudier le comportement avant de l'étendre à toute l'entreprise. Malheureusement le coût de l'implantation pilote peut varier entre 50000 \$ et 1000000 \$ dépendamment de la dimension du système à implanter. L'implantation du programme pilote permet en fin de compte de gains dépassant de centaines de milliers de dollars au moment du déploiement complet. Au fait dans le fonctionnement pilote, on a la possibilité de visualiser toute la cartographie du déploiement de la technologie RFID mais dans une configuration réduite. Dans le tableau 8 nous analysons les phases primaires d'un déploiement pilote du fonctionnement de la technologie RFID.

Les proportions données ci après peuvent avoir certaines variations dépendant de types des activités, mais généralement celles engageant de grosses dépenses nécessitent une bonne planification pour minimiser ou annuler les erreurs dont les coûts peuvent être énormes.

Tableau 8 : Proportions des étapes

ETAPES	PROPORTIONS	CARACTERISTIQUES
Planning	40%	Concevoir un système adéquat pour mettre en évidence toutes les opérations à être prises en compte par le système RFID afin de faire un meilleur choix des équipements ; assurer le meilleur planning pour éviter de grandes modifications au moment du déploiement.
Montage et installation	30%	Configurer et intégrer les équipements ; dans le système existant ; former les utilisateurs.
Essais et correction	30%	Evaluer la performance de la configuration et du fonctionnement, apporter les modifications pour augmenter la performance.

d) La production

La production est l'implantation méthodique proprement dite de la technologie RFID. Au cours de l'étape de la production le réseau agrandi et devient lourd avec l'augmentation de nombre de lecteurs et la quantité d'informations à manipulées. Comme les étapes précédentes étaient faites en tenant compte de la finalité d'agrandissement, la production ne présentera que peu de contraintes. Au moment du déploiement complet du réseau RFID, il faut tenir compte de tâches ci après :

- Gestion de performances et de l'état du réseau : s'assurer du fonctionnement optimal de lecteurs et de leurs configurations et détecter toute anomalie de fonctionnement.

- Intégration de données RFID dans le système existant : compte tenu de sa grande capacité, un réseau RFID produira plus de données en temps réel que le système existant. Notons que les concepteurs de la plupart de logiciels de gestion comme le ERP (Enterprise Resource Planning), le WMS (Warehouse Management System) tiennent compte actuellement des exigences du système RFID, et certains logiciels de gestion d'inventaire.

- Test du système avec les partenaires extérieurs : Pour de compagnies avec une gestion de stocks, la considération des entités en amont et en aval permet une visibilité de changements radicaux dans les procédures de gestion de stocks.

- Pour les entreprises concernées par la traçabilité et la sécurité de biens, l'interchangeabilité des équipements entre les différents intervenants s'avère nécessaire.

➤ La formation des utilisateurs : La compréhension du système par les utilisateurs du système RFID à implanter est une condition sine qua none pour les impliquer dans l'adoption pour un meilleur usage.

6.2.2 Le déploiement de la technologie RFID

Dans le déploiement de la technologie du système RFID, trois paramètres sont à considérer pour décider de fréquences et des types d'étiquettes à utiliser. Ces paramètres sont la vitesse de lecture, le rayon de lecture et la fiabilité. Il est évident que l'objectif sera d'optimiser les différentes fréquences pour de rayons de lecture plus grands, de vitesses de lecture élevées (surtout pour des produits en mouvement, et pour un plus grand nombre d'étiquettes stimulées). Dans plusieurs de cas, on sera amené à faire un choix parmi les trois paramètres compte tenu de critères imposés par l'application choisie. Etant donné que les fréquences radio, les radiations électromagnétiques, et les communications radio répondent aux lois de la physique, il est établi que le choix de paramètres cités ci haut dépendra de l'observation de ces lois. Un mauvais choix de l'un de paramètres conduira au mauvais choix de type de fréquence, de type d'étiquette ce qui compromettra la fiabilité du système RFID.

Par exemple on comprendra que les hautes fréquences ont une meilleure fiabilité que les ultras hautes fréquences dans un environnement de produits avec de liquides.

On choisira les étiquettes en fonction de produits à étiqueter, et les lecteurs en fonction de l'environnement physique, tout en ayant à l'esprit tout le réseau RFID.

Dans cette première partie, nous avons abordé notamment le concept, les avantages et les inconvénients, la standardisation et la normalisation, les applications, la mise en régime et la rentabilisation de la technologie RFID.

DEUXIEME PARTIE : LA TECHNOLOGIE RFID DANS LES
APPLICATIONS DU DOMAINE DE LA MAINTENANCE

CHAPITRE 7 : DOCUMENTATIONS ET ACTIVITÉS DE LA MAINTENANCE

Dans cette partie du travail nous abordons certaines des implications de la technologie RFID dans le domaine de la maintenance, nous traiterons de la gestion de stocks, de la traçabilité, du suivi de l'historique et la chaîne logistique. De plus en plus les services de maintenance se retrouvent dans de chaînes logistiques où nous avons d'une part les fournisseurs des équipements et pièces de rechanges et d'autre part les utilisateurs des entités de production. La maintenance est parmi les plus vieilles activités que l'homme a eu l'obligance d'accomplir dans le domaine de la technologie, d'abord sous forme rudimentaire puis de plus en plus sophistiquée. L'action de la maintenance est de maintenir une installation en bon état de fonctionnement et de sécurité pour une meilleure exploitation. Généralement fonctionnement d'un équipement entraîne toujours un certain vieillissement des matériels, et parfois même des incidents ou accidents. Toutes les interventions de la maintenance (corrective ou préventive) ont un coût, il importe de les améliorer afin de trouver le niveau optimum qui le maintiendra au moindre coût à un bon niveau de fonctionnement sans mettre en danger la sécurité des personnes et des équipements. Il s'avère que l'usage de types de maintenance préventive systématique, conditionnelle, corrective dans de proportions étudiées donnera une maintenance optimale dépendamment du type de l'installation et des objectifs y assignés.

Faire la maintenance d'un équipement sous entend plusieurs actions réalisées directement sur l'équipement et/ou dans son environnement. D'une manière générale, ces actions englobent les activités comme les ajustements et réglages, le remplacement des huiles pour la lubrification, le remplacement des liquides de refroidissement, le remplacement de pièces défectueuses. Toutes ces activités surviennent plusieurs fois au cours de la durée de vie d'un équipement, ce qui rend leur gestion plutôt très exigeante surtout pour les moyennes et grandes installations. Une meilleure maintenance exigerait de banques de données de l'historique des équipements conséquentes, la disponibilité de consommables, une bonne expertise des intervenants, et un bon canevas d'intervention. Maintenir c'est donc effectué des opérations de dépannage, de réparation, de graissage et de contrôle permettant de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité

et qualité. Dans les lignes de ce présent chapitre, nous allons élucider les principales activités et principaux documents nécessaires à la réalisation d'une bonne maintenance susceptibles à être pris en charge par la technologie RFID. Ensuite, nous examinerons les possibilités de tirer avantage de la technologie RFID pour les applications dans le domaine de la maintenance en ce qui concerne les inventaires de pièces de rechanges, la localisation et la traçabilité des équipements le long d'une chaîne logistique, le suivi de l'historique des interventions. Signalons tout de suite que la traçabilité suscite beaucoup d'intérêt dans tous les domaines industriels et spécialement dans le domaine de la maintenance, dans ce document on s'attardera suffisamment sur ce concept.

7.1 DOCUMENTATIONS

Il est établi que la documentation joue un rôle très important dans la conception, la planification et la réalisation des actions de maintenance d'un équipement. La documentation d'exploitation et de maintenance est celle liée de manière intrinsèque au matériel et elle sera considérée comme la plus importante. Mais la fonction maintenance exigera un ensemble d'autres documents qui couvriront tous les aspects de besoins documentaires pour accomplir sa mission et atteindre ses objectifs.

La fonction maintenance est configurée dans une base documentaire structurée dont l'objectif primordial est de mettre à la disposition des opérateurs ou utilisateurs des équipements concernés, et de techniciens de maintenance tous les documents nécessaires pour l'accomplissement de leurs différentes tâches. Essentiellement ces documents sont : les documentations générales, les nomenclatures et les documentations de matériels.

7.1.1 Documentation générale

Ces supports reprennent toutes les informations concernant les différents métiers du service de maintenance ne reprenant pas les matériels. Ces informations englobent d'une part les problèmes de maintenance dans les aspects technique, organisationnel et général et d'autre part l'ensemble des procédures relatives au système d'assurance de la qualité et qui définissent les modes de fonctionnement requis.

Ces documents sont répertoriés et classés dans de rayonnages pour les livres, gros catalogues par thèmes et/ou fournisseurs.

7.1.2 Nomenclature

a) Définition

La nomenclature des biens d'une entreprise est l'énumération de tous ses biens, classifiés et codifiés après avoir été désignés, établis à partir de critères d'utilisation (systèmes, fonctions) et de la structure (organes physiques).

b) Objectifs généraux

- Etablir le fichier des biens en répertoriant et identifiant les biens immobilisés.
- Créer et le classer des documentations appropriées pour tous les bien identifiés.
- Constituer une base de données pour analyser techniquement les coûts de maintenance, établir le budget de maintenance et définir les méthodes de maintenance appropriées et, en particulier mettre en œuvre un plan de maintenance préventive pour toutes les installations.

c) Classement des biens

D'une manière générale chaque industrie possède de multitudes de biens et leurs classements dépendent de plusieurs critères notamment la nature, l'utilisation des biens, et même les types des industries (les biens peuvent être fixes ou mobiles). Le classement des biens peut se faire par secteur (ateliers, unités de production, lignes de production...), par chaîne de maintenance, ce qui permet de simplifier le suivi de l'utilisation du matériel, d'adapter la maintenance à cette utilisation, de faciliter la coordination des interventions et de classifier les différents coûts (fixes et variables dans le domaine de la maintenance).

Et d'une générale tous les biens des unités de production peuvent être classifiés en famille, catégorie, constructeur et le type du matériel.

d) Décomposition d'un système

Tout équipement, appareil ou matériel est composé de plusieurs sous ensembles qui sont eux-mêmes décomposables en plusieurs pièces ayant chacune une nomenclature propre.

Selon les objectifs assignés l'on pourra effectuer ces décompositions de deux façons complémentaires, ces deux logiques conduisent à établir des arborescences de décomposition des ensembles et des nomenclatures différents. Et ces énumérations, classifications et codifications peuvent être établies selon une logique technique et un logique client fournisseur : la logique technique donne un découpage structurel ramenant

à la plus petite ou unitaire pièce, tandis que la logique client-fournisseur donne un découpage fonctionnel qui donne les fonctions principales et des fonctions secondaires. Les décompositions de matériels permettent de dissocier les documents fonctionnels des documents matériels selon une structure horizontale (le montage, l'installation, l'utilisation, le réglage et la maintenance sont dans un document de gestion donnant des instructions du matériel) ou verticale (les documents techniques sont associés aux matériels selon une structure horizontale et ces matériels ont subi préalablement une décomposition fonctionnelle en matériels simples).

7.1.3 Documentation du matériel

Pour chaque équipement les renseignements nécessaires à la compréhension de son montage, de son installation, de son fonctionnement, de sa maintenance et de sa sécurité doivent être disponibles. Ces renseignements contenus dans le dossier machine permettant d'identifier rapidement et précisément tous les composants et pièces détachées, et assurant la traçabilité de toute la vie de l'équipement depuis sa mise en service jusqu'à sa désaffectation constitue la documentation de l'équipement.

Comme on le remarquera sur la figure 25 ces informations peuvent se subdiviser en deux catégories distinctes, il y a ceux qui ne changent pas (statiques) et ceux qui changent (dynamiques).¹⁴

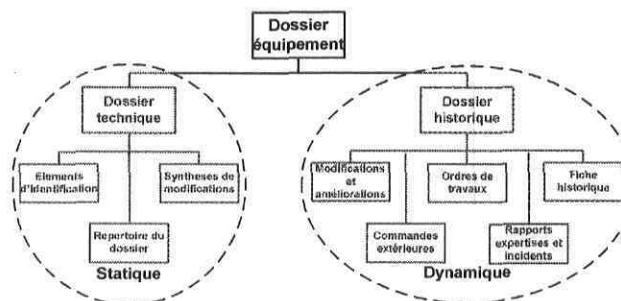


Figure 25: Dossier équipements en maintenance

a) Le dossier technique

Toutes les informations permettant d'identifier un équipement et qui d'une manière générale resteront inchangées au cours de toute la durée de vie du matériel constituent le

¹⁴ Décomposition du bien : décomposition en dossier technique et dossier historique (d'après NF X 60-000)

dossier technique. Dans la plupart des cas le dossier technique est considéré dès l'investissement et donnera lieu à l'établissement d'un cahier de charges documentaire. Le dossier technique englobera les informations au sujet de la connaissance de l'équipement, le dossier opérationnel (son exploitation et sa maintenance).

- La connaissance de l'équipement

La connaissance de l'équipement prend en compte les éléments d'acquisition ou d'études de l'équipement donnant tous les éléments liés aux études a la réalisation, a l'installation et la mise en service ; la fiche descriptive permettant de définir l'équipement dans ses grandes fonction ; et la fiche technique comportant le plan d'ensemble, le schéma de principe et les schémas fonctionnels et techniques.

- Le dossier opérationnel

Le dossier opérationnel reprend les instructions d'installation (la manutention et le déballage, les plans d'installation, informations de première mise en service, informations de mise en conservation et stockage); les instructions d'utilisation qui doivent intégrer toutes les opérations en charge de l'utilisation et donner suffisamment de précisions sur les caractéristiques de l'équipement; les instructions de réglage qui doivent lister et détailler tous les réglages que l'utilisateur devra connaître (les réglages avant la mise en service et le réglage en cours de fonctionnement); les instructions de maintenance regroupant le plan de maintenance, le mode opératoire de maintenance, le check-list de maintenance, les outils d'aide au diagnostic) ; le catalogue des pièces détachées et les instructions pour les modifications

- Dossier historique de l'équipement

L'objectif fondamental du dossier historique d'un équipement est d'assurer la traçabilité dans le temps de tous les événements ayant apparus au cours de s vie opérationnelle.

La nature des informations devant figurer dans le dossier de l'historique de l'équipement sera définie en fonction de l'équipement, de sa complexité et de son niveau de criticité dans la chaîne logistique.

b) Documentation de gestion

Les documents de gestion permettent d'enregistrer les informations nécessaires pour établir les tableaux de bord de pilotage des activités dépendant de la politique de la

maintenance appliquée. Ces différents tableaux de bord constitués par l'ensemble des paramètres nécessaires au calcul des indicateurs de maintenance sont nécessaires pour assurer la traçabilité de toutes les activités de la fonction maintenance.

Le choix de tableaux de bord revient au gestionnaire, cependant quel que soit le système d'information utilisé, un minimum de trois tableaux de bord est requis notamment le bon de travail. reprenant la date et l'heure de la demande, le nom du demandeur et service, l'identification et la localisation de l'équipement, les symptômes de défaillance, le degré d'urgence; le bon de sortie magasin permettant de gérer correctement le stock de maintenance par l'enregistrement de toutes les sorties et le compte rendu des interventions qui doit contenir tous les paramètres nécessaires à la gestion technique et économique des interventions et de l'équipement en général, par ailleurs signalons le compte rendu des interventions reprendra le nom de l'intervenant, la méthode de maintenance (corrective ou préventive), la description de l'intervention, les compteurs d'unités d'usage, le diagnostic éventuel, la durée de l'intervention, les pièces remplacées, le nombre d'heures de maintenance opérationnelle et toutes autres informations utiles.

7.2 LES ACTIVITES DE LA MAINTENANCE

Comme définit par l'Afnor (NF X 60-010), la maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un équipement dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

Nous mettrons l'accent sur la maintenance préventive et corrective, la première s'opposant à la deuxième du fait que cette dernière est déclenchée par des perturbations ou par les événements, et donc subie par la maintenance. Selon la Pratique De La Maintenance – Dunod.pdf, la maintenance préventive doit consister à suivre l'évolution d'un organe, de manière à prévoir une intervention dans un délai raisonnable et l'achat de la pièce de remplacement nécessaire. Donc la maintenance préventive comprend :

- Les remplacements systématiques des organes ayant atteint leur durée de vie ;
- Les contrôles ou visites systématiques des équipements ou organes ;
- Les expertises, les actions et les remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites ;
- La maintenance conditionnelle ou les contrôles non destructifs.

7.2.1 La maintenance préventive systématique

Dépendamment de l'importance de l'ouvrage, de visites sont effectuées selon un calendrier préétabli dans le temps. Et ces visites permettent de déterminer les états des organes vitaux qui seront exprimés soit par de valeurs de mesure (la température, l'intensité, l'épaisseur, le bruit...) soit par une appréciation de l'aspect visuel.

Selon la Pratique De La Maintenance–Dunod.pdf interprète l'évolution de l'état d'un organe par les degrés d'appréciation : Rien a signaler- Début de dégradation- dégradation avancée- Danger. Toujours dans la même philosophie que les visites, mais selon un échancier propre, on remplace systématiquement des organes ou sous-ensembles. Mais cette façon de procéder a cependant un risque celui de changer les éléments encore capables d'assurer un bon fonctionnement pendant une période donnée. Les remplacements systématiques sont conseillés au détriment de visites systématiques dans le cas suivant :

- Lorsque de raisons de sécurité l'exigent ;
- Lorsque le coût de l'arrêt de production est disproportionné par rapport au coût de remplacement ;
- Lorsque le coût de la pièce concernée est si faible qu'il ne justifie pas de visites systématiques ;
- Lorsque la durée de vie est connue avec exactitude par l'expérience.

7.2.2 La maintenance préventive conditionnelle.

D'après la définition Afnor, la maintenance préventive conditionnelle est la maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé, c'est-à-dire par les autodiagnostic, les capteurs des informations, les mesures...De cette manière, l'on pourra dire que la maintenance conditionnelle permet d'assurer le suivi continu des organes en plein service de fonctionnement, et la décision d'intervenir lorsqu'il y a manifestation d'une anomalie ou d'un seuil de dégradation défini au préalable. Tous les organes en fonctionnement ont de marges de tolérances établies à la conception, la variation progressive de paramètres de tolérances n'implique pas la défaillance des organes aussi longtemps les paramètres restent dans les tolérances permises.

Les paramètres à suivre sont ceux qui caractérisent le mieux la dégradation des organes ou la cause de la perturbation de fonctionnement. Et ces paramètres peuvent être les mesures de vibration, de la quantité de particules dans les huiles, la température de l'organe ou ses environs, l'intensité, de la quantité de bruit.

CHAPITRE 8 : LES POSSIBLES APPLICATIONS DE LA RFID DANS LES ACTIVITÉS DE LA MAINTENANCE

8.1 INTRODUCTION

Comme mentionné tout le long de ce travail, la technologie d'identification par fréquence radio RFID offre une infinité de possibilités dans tous les domaines. Ici nous regarderons de plus près les possibilités de son usage dans le domaine de la maintenance. Dans le chapitre précédent, il a été question globalement de différentes activités et supports d'informations nécessaires pour assurer une bonne maintenance des équipements. L'analyse de ces activités d'une part et celle des fonctions et possibilités de la technologie RFID d'autre part, nous amène à déduire que la technologie d'identification par fréquence radio RFID améliorerait l'identification, la gestion de stocks, la localisation, la gestion de banques de données et la traçabilité. Et ces fonctions s'entremêlent les unes avec les autres, pour chaque fonction, l'identification est la première opération. Mentionnons tout de suite l'usage de la combinaison de la technologie RFID et du système de codes à barres donne de meilleurs résultats, et cette commodité est très usuelle. La technologie RFID améliore l'identification des équipements, la traçabilité et la gestion à travers une collecte et une saisie de données automatiques. Les étiquettes RFID permettent aux utilisateurs de stocker les données concernant les équipements sur l'étiquette elle-même. Les usagers peuvent placer des étiquettes RFID sur leurs équipements et d'avoir la possibilité au moyen d'un lecteur portable d'accéder et de modifier les informations. Nous proposons que d'une manière générale ces informations incluraient le numéro de série de l'équipement, son modèle, sa marque, son historique de la maintenance, les canevas d'intervention pour les pannes usuelles et son fabricant.

Dans les chapitres qui suivent nous aborderons les aspects de la maintenance pour lesquelles l'usage de la technologie RFID augmenterait la fiabilité, la sécurité notamment en ce qui concerne la gestion de stocks avec tous les aspects entrées et sorties, les méthodes de localisations, la traçabilité. Dans le cadre de ce travail, nous parlerons

des applications et les différentes configurations du système RFID y afférentes. Dans toute gestion de stocks, le défi majeur est la récolte d'informations des entrées et sorties d'équipements ou produits, leur comptage dans leurs lieux de stockage et la disponibilité de ces informations pour les différents intervenants. Ici on envisage des systèmes RFID qui permettront de contrôler des accès, des localisations de produits en temps réels dans les entrepôts en assurant la traçabilité de produits dès leurs entrées dans l'entrepôt jusqu'à leurs sorties. Plusieurs configurations sont envisageables dépendant des objectifs assignés et échauffés sur base des exigences de nouvelles demandes du marché et le défi des entreprises.

Dans le chapitre précédent nous avons passé en revue les différentes interventions dans les activités ponctuelles, périodiques de la maintenance et aussi les diverses configurations de supports d'informations récoltées et utilisées tout le long de ces activités. D'une manière générale, et dans tous les cas il s'agira d'identifier un équipement ou des processus et informations, de suivre, de gérer ces données et finalement de les rendre disponibles.

Les exigences de nouvelles demandes du marché proposent la solution des flux de produits avec la technologie RFID EPC se focalisant dans la mise sur pied de nouveaux processus dans la gestion de stocks des entreprises. En utilisant la technologie d'identification par fréquence radio RFID, et l'émergence de la technologie EPC (Electronic Product Code), les gestionnaires peuvent s'assurer le suivi de tous les mouvements de produits, la mise à jour de procédures dans les différents documents tout le long de la chaîne logistique de l'entrepôt central jusqu'aux étagères. Pour réaliser une telle application, il faudrait une étude minutieuse afin de concevoir la configuration adéquate.

Le défi des entreprises affirme que la gestion de stock est vitale, et que s'assurer une bonne gestion de stock requiert une bonne analyse, une intégration, et une consolidation de grands volumes d'informations ou bases de données de plusieurs sources notamment les clients, les fournisseurs, les entrepôts ou distributeurs. La rupture ou réduction de stocks représente aussi un problème, lorsqu'il y a perte de stocks, ce coût est ajouté au stock restant, augmentant ainsi les prix de produits sur le marché.

8.2 LA GESTION DES ACCES ET SÉJOUR DANS DES ENCEINTES (IDENTIFICATION, LOCALISATION, ET SUIVI INTERNE DES ENTREPÔT)

Dans toute gestion de maintenance des équipements ou modules de production, le stockage à une grande importance. Dans les lignes qui suivent, nous présentons les différentes configurations qui peuvent se présenter pour assurer un contrôle de mouvements et de stocks utilisant la technologie RFID. Plusieurs types de configurations peuvent être proposés dépendant des objectifs assignés. Ces configurations montrent les opportunités de disponibilités de systèmes intégrés utilisant la technologie RFID non seulement pour satisfaire les exigences des clients mais aussi permettre les multiples opérations internes.

Ci-dessous, on représente un entrepôt constitué d'une entrée, plusieurs sorties, et des étagères sur lesquels sont posés de produits, on verra différentes configurations selon les divers champs à couvrir par les ondes RFID.

9.2.1 Configuration Slap-and-Ship

Cette première configuration est utilisée dans le cas de l'approche Slap-and-Ship, c'est-à-dire que le système RFID est utilisé seulement sur demande d'un client déterminé et qui exige qu'un ou plusieurs de ces produits soient pris en charge par le réseau de la technologie RFID. Dans le modèle de configuration Slap-and-Ship, le fabricant peut faire recours au service d'un tiers pour assurer une traçabilité d'expédition d'un produit et un client spécifiques. Ce tiers peut être un distributeur ou un fournisseur présent dans la chaîne logistique.

Dans configuration de la figure 26, l'entrée, l'intérieur de l'entrepôt ne sont pas couverts par les ondes RFID. Cependant toutes les sorties par lesquelles passent les produits d'un client spécifique (exigeant le service du système RFID) sont couvertes par les ondes qui identifient et font le comptage de produits. Tous les lecteurs RFID dont les champs électromagnétiques inondent les sorties par lesquelles sont évacués les produits du client concerné sont branchés en réseau. Le réseau RFID identifie les palettes, les boîtes et les camions de transport. Par ailleurs le réseau est connecté au système EDI qui génère de documents d'expéditions dès que les lecteurs identifient les produits et le client en est

informé. Tout le réseau est connecté au système EDI qui génère l'ANS (Advance Shipping Notices).

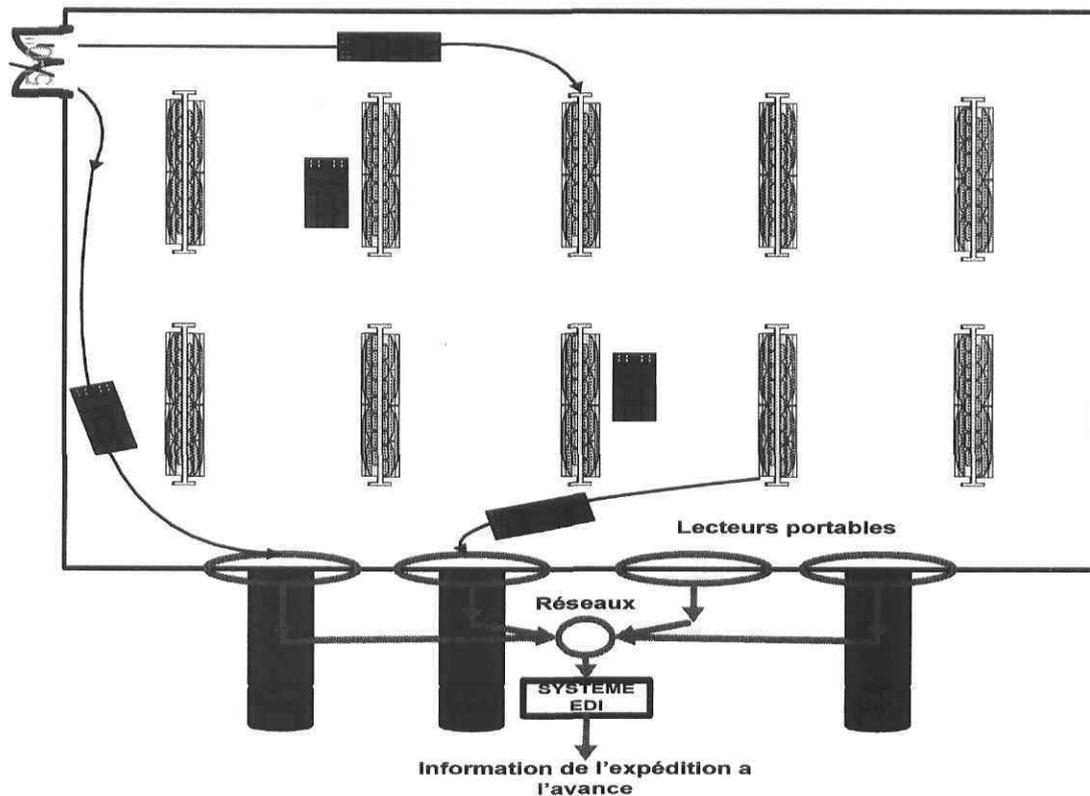


Figure 26: Configuration Slap-and-Ship

Plusieurs compagnies désireuses d'implanter le système de la technologie RFID pourraient commencer par l'approche Slap-and-Ship pour minimiser la contrainte temps pour l'implantation et limiter les coûts d'investissement.

8.2.2 Configuration Slap-and-Ship et contrôle des entrées.

En plus de toutes les fonctions qui caractérisent la configuration Slap-and-Ship de la figure 26, ici toutes les entrées sont pourvues de lecteurs dont les ondes électromagnétiques répertorient toutes les entrées. Et cette deuxième configuration représentée à la figure 27 a comme caractéristiques le suivi des entrées et sorties, qui sont gérées par un système de gestion des entrepôts (Warehouse Management System). Le mandat d'un gestionnaire des entrepôts est d'assurer les flux entrants et sortants de tous les items, la technologie RFID assure cette fonction avec une fiabilité qui avoisine les

100%. Wal-Mart a adopté à ce jour la configuration de la figure 27 dans plus de 104 de ces entrepôts, ce qui lui permet d'identifier toutes les entrées et sorties. Cette configuration évite les vols et assure un suivi et la localisation des items se trouvant au sein de l'entrepôt.

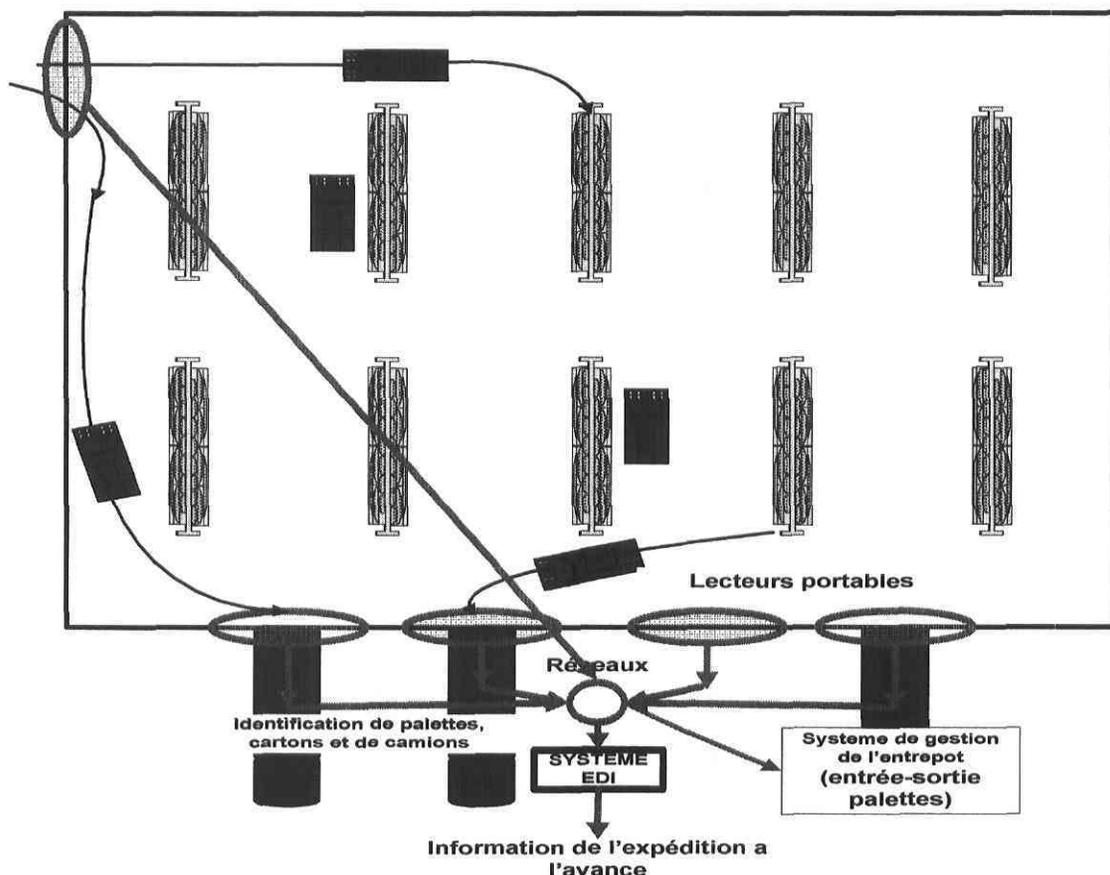


Figure 27: Configuration Slap-and-Ship et contrôle des entrées

8.2.3 Configuration Slap-and-Ship, contrôle des entrées et système mobile interne de contrôle

En plus de toutes les possibilités de la configuration de la figure 27, la configuration de la figure 28 a la particularité d'avoir un lecteur monté sur un chariot mobile qui peut s'émouvoir le long de toutes les étagères couvrant ainsi tous les items qui se trouvent à l'intérieur de l'entrepôt. Cette configuration peut permettre de contrôles de stocks ponctuels de tous les produits ce qui permettra de mises à jour périodiques automatiques des niveaux de stocks. La périodicité de comptage sera dictée par le module de cycle de comptage du système de la gestion de stocks ou WMS (Warehouse management system),

et même les produits à compter seront suggérés. Une fois le comptage fait, le système de la technologie RFID rend les résultats disponibles dans le réseau.

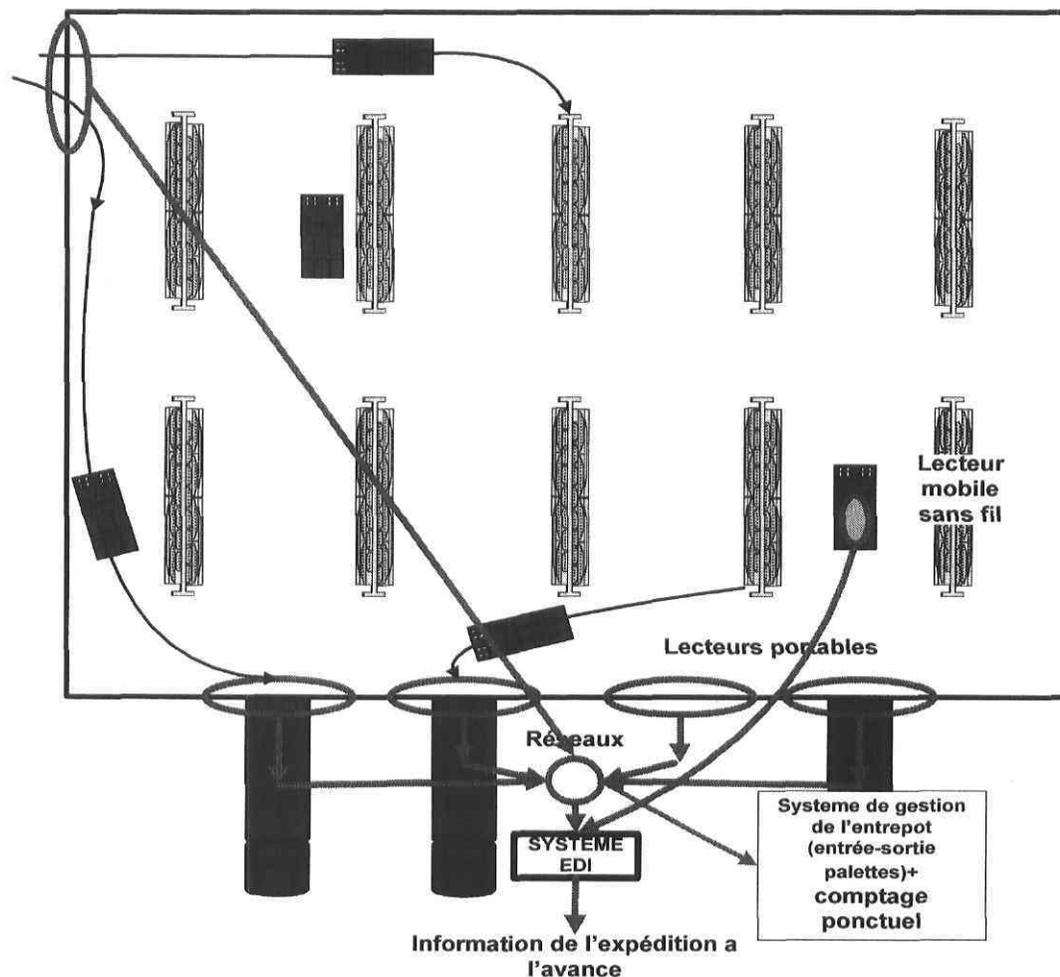


Figure 28: Configuration Slap-and-Ship, contrôle des entrées et système mobile interne de contrôle

8.2.4 Configuration de contrôle complet

La configuration de la figure 29 représente toutes les options de la technologie RFID offertes par les configurations précédentes assurant le suivi, la traçabilité, le contrôle de toutes les entrées et sorties en plus du contrôle permanent et en temps réel de la présence de tous les items dans l'entrepôt. Cela est rendu possible par la présence des lecteurs placés sur toutes les étagères et dont les ondes couvrent tous les produits.

Cette configuration peut assurer un inventaire physique en temps réel de tous les produits dans l'entrepôt. Chaque produit en mouvement peut être suivi sur tout l'environnement couvert par les ondes des lecteurs, donnant ainsi une extraordinaire visibilité surtout pour les travaux en cours ou le WIP (Work In Process). Notons que cette quatrième configuration est beaucoup plus chère que les trois autres.

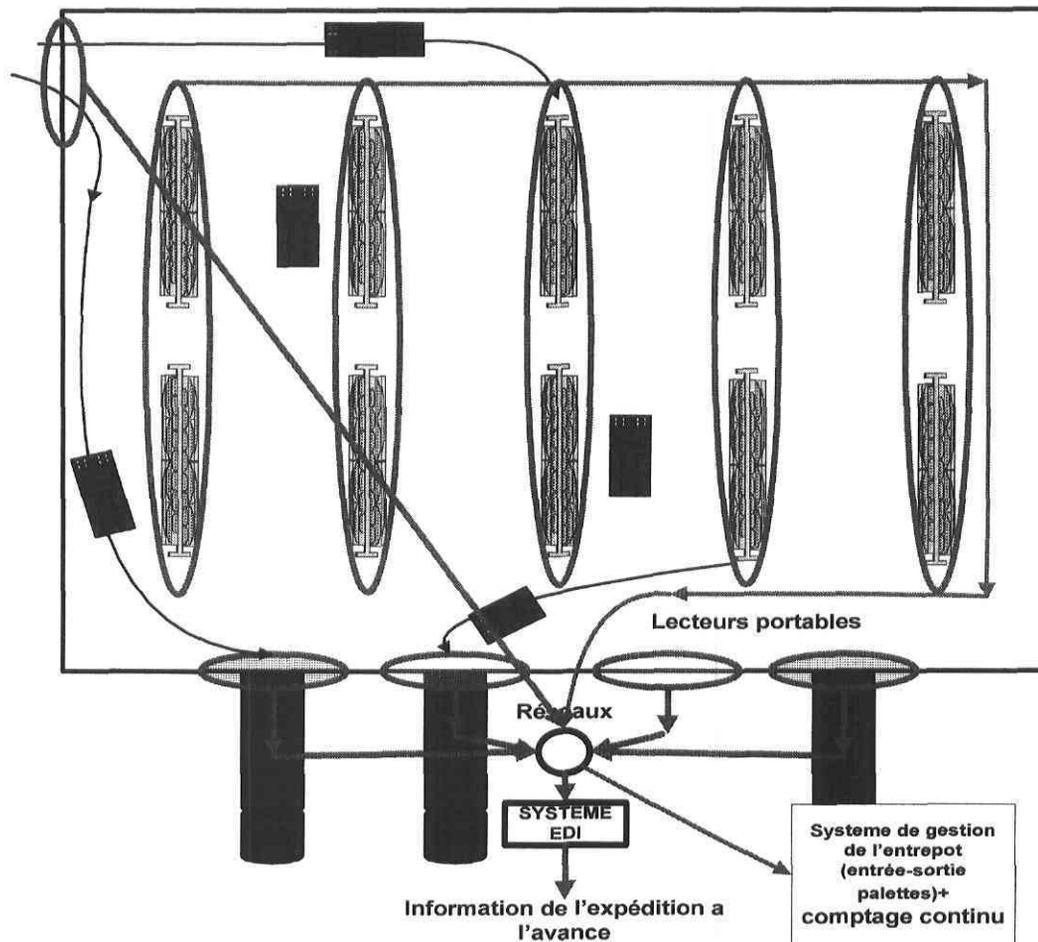


Figure 29: Configuration de contrôle complet

8.3 MÉTHODES DE LOCALISATIONS

8.3.1 Introduction

La technologie d'identification utilisant les ondes fréquences radio peut être utilisée dans plusieurs applications. L'une des applications les plus importantes est la localisation de produits, de personnes sur lesquelles sont incorporées des étiquettes. La localisation ici est comprise comme étant une opération qui consiste à identifier un produit, une personne

et à définir l'endroit où le produit ou la personne se trouve. Cette localisation se fait dans un environnement à trois dimensions par rapport à de points de référence prédéfinis. Le principe de localisation est la suivante : des lecteurs L1, L2, L3,..., Ln couvrent respectivement des zones Z1, Z2, Z3,..., Zn bien définis. Toute étiquette identifiée par le lecteur Ln sera localisée dans la zone Zn.

Les zones Z1, Z2, Z3,..., Zn ont de rayons qui dépendent de la puissance des lecteurs. Ces derniers nous informeront des localisations considérées plus ou moins approximatives. On dira par exemple le produit P1 détecté par le lecteur L1 ayant un rayon d'action de 10 mètres se trouve dans la zone sphérique Z1.

Il arrive que ce niveau de localisation soit imprécis, dans les lignes qui suivent nous développerons de méthodes qui nous permettront de rendre beaucoup plus précis les localisations allant jusqu'à un centimètre près. Cependant il faut signaler qu'il revient à l'utilisateur de décider lesquelles de méthodes utilisées en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment le type d'application, le budget, les contraintes environnementales et le besoin du niveau de précision de la localisation. Francetelecom définit la localisation comme étant la capacité d'un système de déterminer la position géographique d'un terminal, mobile ou non.

Nous décrivons ci-après six différentes configurations de localisation que l'on peut utiliser dans le domaine de la maintenance. Leurs usages dépendent de plusieurs facteurs dont l'application, le budget, et les contraintes environnementales. Notez qu'en pratique ces méthodes peuvent être combinées les unes aux autres pour offrir de possibilités hybrides donnant de résultats très efficaces.

Nous proposons de configurations que nous avons développé en se référant sur une structure de base utilisée par la société ActiveWave située à Boca Raton en Floride aux USA, mais ces configurations peuvent être modifiées de plusieurs manières.

Ces configurations sont:

- Zonage par les générateurs de champ (FGen Zoning) ;
- Triangulation par les générateurs de champ (FGen triangulation) ;
- Triangulation par les générateurs de champ intelligents (Smart FGen Triangulation) ;
- Zonage par les lecteurs (Reader Zoning) ;

- Triangulation par les lecteurs (Reader Triangulation) ;
- Triangulation par les lecteurs pourvus du dispositif Indicateur de la force du signal reçue or Received Signal Strength Indicator (Reader Triangulation avec RSSI).

8.3.2 Structure de base

Les systèmes de localisations les plus usuels (ActiveWave)¹⁵ ont quatre composants majeurs qui sont :

- Le serveur : l'ordinateur qui lance l'application qui gère les équipements RFID (le lecteur, l'étiquette, le générateur de champ ou Field Generator);
- Le lecteur : équipement utilisé pour recevoir les signaux entrants des étiquettes;
- Field Generator (FGen) ou générateur des champs : équipement utilisé pour réveiller les étiquettes;
- L'étiquette : équipement utilisé pour la traçabilité et l'identification de personnes ou de biens.

Le système ActiveWave fournit plusieurs variétés de lecteurs, de générateurs de champ, et d'étiquettes. Dans ce document nous allons considérer un lecteur fixe, le FGen est soit standard soit intelligent, et l'étiquette peut être de n'importe quel type.

Les différences entre les deux types de FGen, standard et intelligent sont les suivantes :

1. Le générateur de champ standard est configuré au moyen de la connexion RS232 au serveur. Le FGen intelligent est configuré sans fil (rendant l'installation plus facile).
2. Le FGen standard a un potentiomètre manuel qui nécessite un petit tournevis pour ajuster manuellement l'intensité du signal du champ. Le FGen intelligent a un potentiomètre digital permettant l'ajustement de l'intensité du signal du champ dynamiquement et sans fil à travers le serveur du logiciel.
3. Les deux types stimulent les étiquettes lorsque initiées par un détecteur de mouvement ou un timing périodique. En plus le FGen intelligent peut être activé par le logiciel du serveur pour lire une étiquette spécifique à tout moment.

Un Générateur de champ (FGen) peut lire les étiquettes se trouvant dans un rayon de 0,5 à 30 mètres (100 feet). Un lecteur fixe peut lire les données d'une étiquette jusqu'à 85

¹⁵ Compagnie en Floride/USA qui fabrique les matériels RFID

mètres de rayon dans un rayonnement ouvert et sans interférences. Ce rayon décroît avec la présence d'une quantité de barrières métalliques, les interférences de fréquences radio sur le site. Nous utilisons les Générateur de champ (FGen) pour stimuler les étiquettes et les lecteurs pour lire les réponses des étiquettes et le délai de réponse vers le serveur.

8.3.3 Diagrammes de configuration

Les Générateurs de champs (FGen) ayant un rayon de stimulation des étiquettes à plus petit que le rayon de lecture des lecteurs, nous groupons des générateurs de champ (FGen) à un lecteur spécifique physiquement et logiquement. Dans un rayon donné d'un lecteur, nous pouvons installer plusieurs générateurs de champ (FGen). Les figures 30 montrent trois exemples de configurations lecteur et Générateur de champ (FGen).

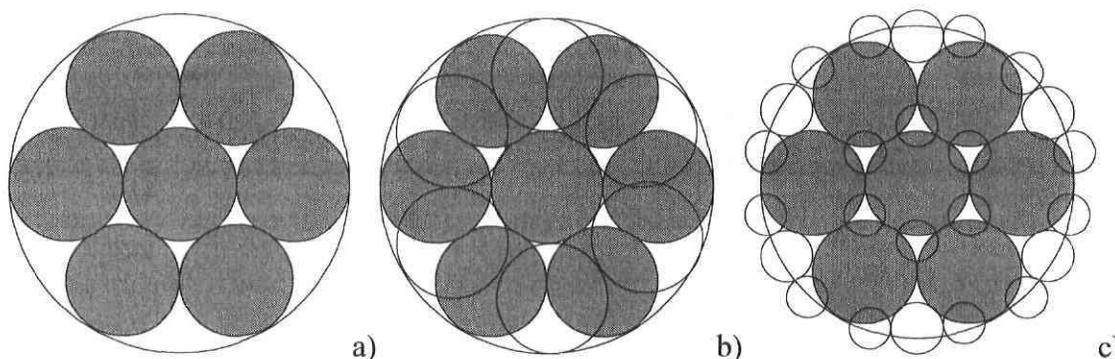


Figure 30 : Quelques modèles de diagrammes de configuration

La figure 30 montre trois exemples de modèles de diagrammes de configuration simplifiant le concept de comment plusieurs générateurs de champs (FGen) peuvent couvrir toutes les surfaces couvertes par un seul lecteur. Le grand cercle extérieur représente le maximum de rayon couvert par le lecteur. Les petits cercles représentent le maximum des périmètres couverts par les générateurs de champs (FGen) (rayon de stimulation des étiquettes). Les figures montrent des périmètres non enchevêtrés, périmètres enchevêtrés, et les périmètres enchevêtrés avec différents périmètres de générateurs de champ (FGen) respectivement. Nous pouvons varier la puissance du transmetteur de générateurs de champ (FGen) pour ajuster le rayon de stimulation des étiquettes (ex. couvrir seulement l'intérieur d'une salle ou ne pas enchevêtré avec un périmètre d'un autre générateur de champ (FGen)).

Exemple d'application

L'exemple donné à la figure 31 est un simple exemple du système qu'on peut appliquer à une entité à une entrée, une sortie et un entrepôt. Toute l'entité est couverte par un lecteur L, l'entrée est couverte par le générateur de champ (FGen) 2 et la sortie par le générateur de champ (FGen) 3 et le stockage par FGen 1. Les ondes du lecteur L couvrent le grand cercle, le système contrôle tous les produits étiquetés stockés dans la chambre forte couverte par le FGen 1. Il contrôlera le statut de chaque produit périodiquement ou chaque fois qu'il y aura une activité dans la chambre forte.

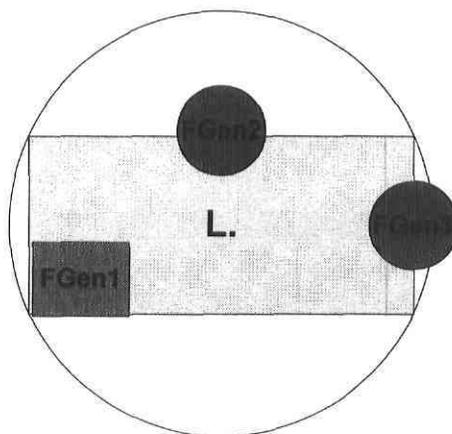


Figure 31: Exemple d'application

8.3.4 Zonage par générateur de champ (FGen)

La méthode de base la plus utilisée par sa simplicité pour la localisation est le Zoning. Pour cette méthode, nous localisons une étiquette en identifiant la surface couverte par un générateur de champ (FGen) donné dans laquelle elle se trouve. Imaginons une surface donnée couverte par les ondes d'un lecteur, cette surface est subdivisée en n régions contrôlées par n FGen, chaque FGen stimule une étiquette déterminée, l'étiquette répondra en transmettant ces données au lecteur. Mentionnons que les données d'une étiquette incluent toujours l'identification de l'équipement qui l'a stimulé. Le serveur connaissant les régions couvertes par tous les FGen déterminera alors la localisation précise de l'étiquette.

Notez qu'avec cette méthode, la précision de localisation dépend du nombre et de la dimension des générateurs de champs (FGen). Plus vous avez plusieurs petites surfaces couvertes par des générateurs de champs (FGen) plus la localisation sera précise.

Exemple d'application.

La figure 32 illustre bien un exemple d'un lecteur dont les ondes couvrent le grand cercle et huit générateurs de champ (FGen) couvrant de sous régions. Cette configuration peut être utilisée pour le contrôle des accès entrée-sortie d'un building, d'un entrepôt d'un dortoir ou d'un parking, et pour le contrôle de n localisations. Les FGen4 et FGen5 couvrent respectivement l'entrée et la sortie, les FGen1, FGen2, FGen3, FGen6, FGen7 et FGen8, couvrent des emplacements déterminés dans le building, entrepôt ou parking.

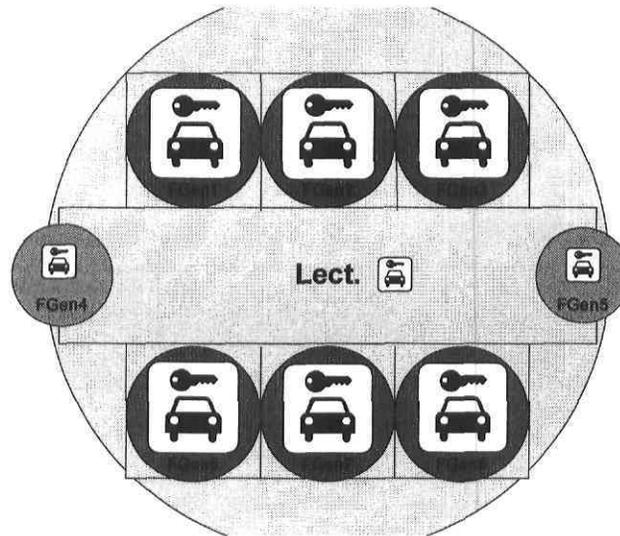


Figure 32 : Exemple d'application de zonage par de générateurs de champ

8.3.5 Générateur de champ (FGen) triangulation

La triangulation est un processus qui permet de déterminer une distance en calculant la longueur de l'un des côtés d'un triangle, et en mesurant deux angles de ce triangle. Dans le cas d'ondes électromagnétiques la position peut se déterminer avec une antenne directionnelle (c'est-à-dire une antenne ne captant que les ondes venant d'une direction donnée) ; l'orientation pour laquelle le signal est fort donne la direction de l'émetteur, il suffit alors de faire plusieurs relevés pour avoir la position de l'émetteur (radiogoniométrie).

On a deux possibilités, le point statique et le point en mouvement.

La position statique.

On vise deux points, et on relève les directions de visée. Il suffit ensuite de tracer, sur une carte, une droite passant par le point visé et ayant la direction relevée. L'intersection des droites donne la position.

La position dynamique.

La configuration dynamique permet de contrôler par la technologie RFID l'itinéraire d'un équipement ou d'un individu en tant réel, pour ce faire l'on pourra utiliser un ou plusieurs lecteurs pour pouvoir localiser et ensuite plusieurs générateurs de champ pour chaque lecteur dont le nombre dépendra de la dimension de la surface à couvrir. Par des calculs adéquats, le logiciel déterminera toutes les localisations exactes par où passe les équipements ou individus pourvus des étiquettes autorisées. Et les résultats seraient affichés sur les écrans et disponibles dans les banques de données.

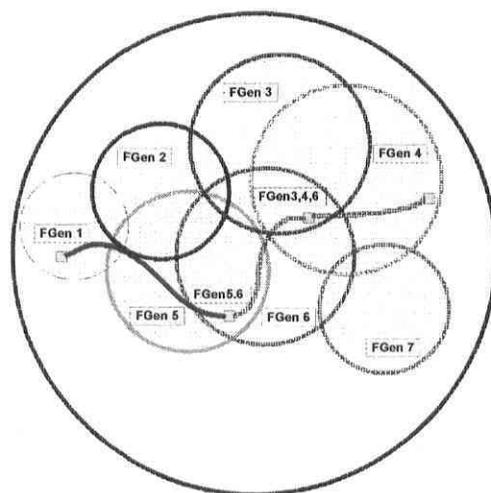


Figure 33: Générateur de champ (FGen) triangulation

8.3.6 Smart Générateur de champ (FGen) Triangulation

Avec une onde électromagnétique, on peut utiliser l'intensité du signal collectée par une antenne directionnelle. Si le milieu de propagation est homogène et isotrope, l'intensité diminue selon le carré de la distance parce que l'énergie se répartit sur une sphère grandissante. L'intensité permet donc d'estimer la distance, et donc de situer l'émetteur sur un cercle centré sur le récepteur. Un deuxième récepteur permet de tracer un second cercle, l'émetteur se trouve donc à l'intersection des deux cercles ; un troisième récepteur permet de déterminer lequel des deux points d'intersection est le bon.

Cette approche de triangulation utilise le logiciel Smart Générateur de champ (FGen) pour contrôler l'intensité des ondes magnétiques de différents Smart FGen, et la variation de l'intensité des ondes est directement proportionnelle à la variation des rayons couverts par les ondes magnétiques. Pour chaque Smart FGen contrôlant l'étiquette, le

serveur peut réduire l'intensité des ondes graduellement jusqu'à ce que l'étiquette se retrouve hors périmètre, ainsi le serveur peut établir le point tangent ce qui donnera une localisation précise de l'étiquette par rapport aux trois Smart FGen.

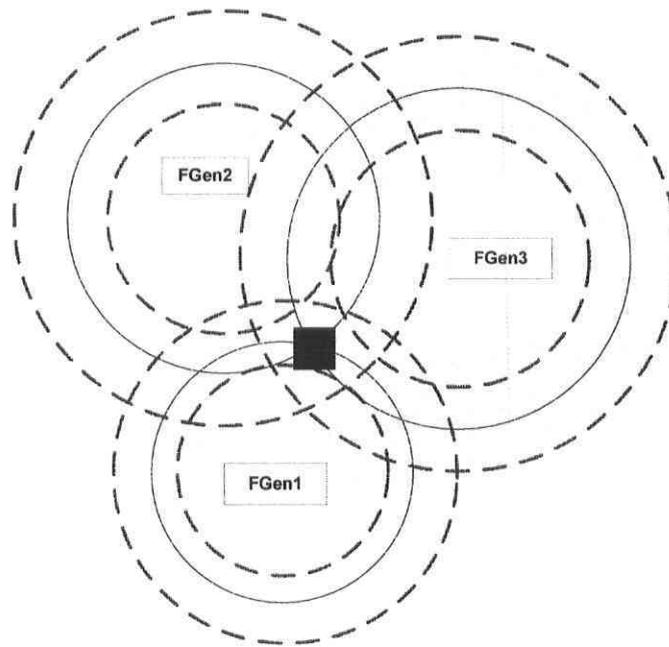


Figure 34: Smart Générateur de champ (FGen) Triangulation

8.3.7 Reader Zoning (Zonage par le lecteur)

Le zonage par lecteur utilise le même principe que le zonage par champ de générateurs, et cette méthode répond aux caractéristiques suivantes :

Les rayons des ondes couverts par le lecteur ne sont pas variables ;

Les rayons des ondes couverts par le lecteur sont très larges jusqu'à 85 mètres.

Cette méthode est utilisée pour les localisations non précises. L'étiquette est identifiée par les ondes du lecteur couvrant la surface dans laquelle elle se trouve. Plusieurs lecteurs dont les ondes couvrent des surfaces non enchevêtrées, et lorsque l'étiquette est stimulée elle ne pourra répondre qu'à un seul lecteur. Le lecteur à son tour envoie les coordonnées au serveur avec sa propre identité. Le serveur connaissant les localisations de tous les lecteurs déterminera la localisation de l'étiquette.

8.3.8 Reader Triangulation

Cette méthode nécessite au moins trois surfaces enchevêtrées couvertes par les ondes de trois lecteurs contrôlant une étiquette. Cette méthode peut être utilisée avec soit deux lecteurs ou plus. Lorsqu'une étiquette est stimulée par un FGen, elle répond à chaque lecteur qui envoie l'information au serveur. Par un calcul la par la règle de triangulation, le serveur déterminera la position approximative de l'étiquette. Le procédé Reader Triangulation est pratiquement identique à la méthode de FGen Triangulation en ce qui concerne le principe de fonctionnement.

9.3.9 Reader Triangulation avec RSSI

Dans ce cas la méthode de Reader triangulation utilise les caractéristiques RSSI (Received Signal Strength Indicator) de chaque étiquette, en d'autres termes on mesure l'intensité des ondes qui donnent les différentes distances entre l'étiquette et les lecteurs.

➤ Cas d'un cercle

Avec un seul lecteur, les ondes du lecteur couvriront au maximum plusieurs localisations situées dans le cercle dans lequel se trouverait l'étiquette

➤ Cas de deux cercles

Avec deux lecteurs, les ondes de lecteurs peuvent être enchevêtrés ou disjoints, ce qui permettra de couvrir les localisations se trouvant dans l'intersection de deux cercles.

➤ Cas de trois cercles

Le cas optimal de cette méthode est l'utilisation de trois lecteurs, les ondes de trois lecteurs peuvent être enchevêtrées et leurs intersections donneront une surface plus ou moins petite dépendant des rayons de lecteurs.

La figure 35 illustre un exemple avec trois lecteurs:

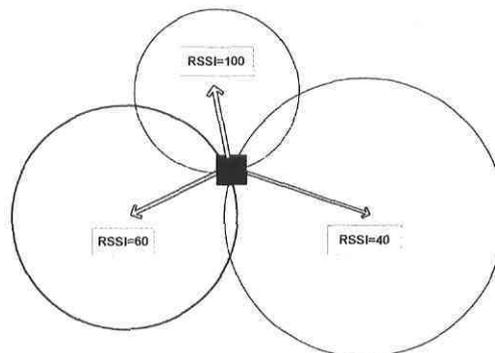


Figure 35: Reader Triangulation avec RSSI

8.3.10 La méthode hybride

En pratique et dans la plupart de cas les différentes méthodes de localisation peuvent être utilisées simultanément dans une même application, Il existe plusieurs façons de combiner les méthodes vues afin de répondre aux besoins selon une application donnée. Nous avons développé un modèle en se basant sur le principe de la méthode hybride dont voici l'exemple à la figure 36 :

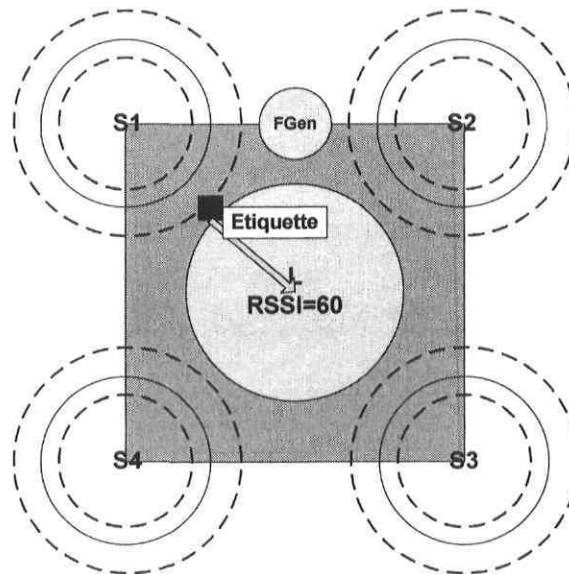


Figure 36: Un exemple de la méthode hybride

Dans cet exemple, nous avons :

- Un lecteur de générateur de champ FGen1 contrôlant les entrées et les sorties de l'entité une étiquette peut être identifiée par les étapes suivantes ;
- Quatre lecteurs smart FGen placés dans chaque coin de l'entité ;
- Un lecteur RSSI placé en plein milieu de l'entité.
 - Le FGen1 Standard détecte un mouvement au niveau de la porte (détecteur de mouvement) et lit toutes les étiquettes dans un rayon donné de la porte donc contrôle les entrées et les sorties;
 - Après un certain temps déterminé, le lecteur RSSI placé en plein milieu pourra contrôler la présence de l'étiquette dans la salle, si l'étiquette répond cela confirme sa présence dans la salle on pourra alors mesurer l'intensité du signal de la réponse de l'étiquette (RSSI) pour la localisation.

- Tous les quatre Smart FGen ajustent leurs intensités des ondes pour identifier la même étiquette, si l'étiquette ne répond pas la puissance est augmentée jusqu'à ce qu'elle réponde.
- Sur base du Smart FGen (un ou plusieurs) auquel l'étiquette répond, et l'intensité utilisé le logiciel détermine la location de l'étiquette.

8.4.11 Méthodes de délimitations de contours

Comme vous l'avez certainement constaté, la plupart de configurations proposées peuvent présenter de lacunes au moment de leurs mises en application. Généralement, les lecteurs peuvent être placés à même le sol, dans ce cas la surface couverte par les ondes se trouverait à l'intérieur d'un cercle. Ils peuvent aussi être placés dans l'espace au dessus du sol, dans un cas pareil la surface couverte par les ondes est elliptique. Dans les deux cas, les systèmes présenteraient un déficit dans le cas où il faudrait contrôler une zone rectangulaire ou carré parce qu'il existera une partie se trouvant en dehors de la zone permise pourtant couverte par les ondes du lecteur. Soit le lecteur L dont les ondes sont délimitées par la circonférence du cercle ; ces ondes doivent contrôler l'enceinte rectangulaire.

Telle que le montre la figure 37, un item étiqueté et programmé pour répondre aux ondes du lecteur L se trouvant en dehors du rectangle et à l'intérieur du cercle répondra à la stimulation. Comment peut-on résoudre cette lacune ?

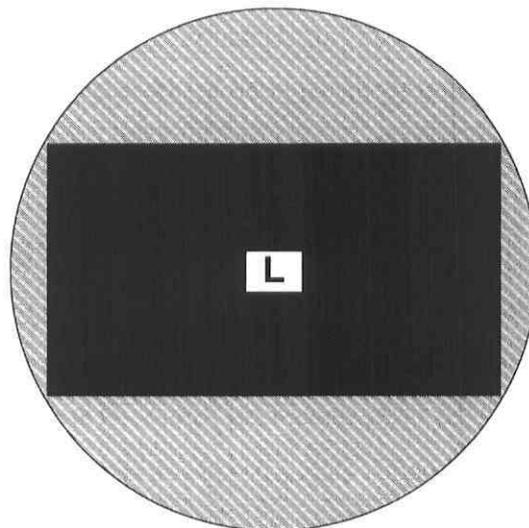


Figure 37

Pour résoudre ces lacunes nous avons développé et proposé trois éventuelles solutions que nous proposons sur les figures 38, 39 et 40:

a) Prévoir de murs spéciaux qui ne se laisseraient pas traverser par les ondes, ce qui limiterait la stimulation à l'intérieur de l'enceinte;

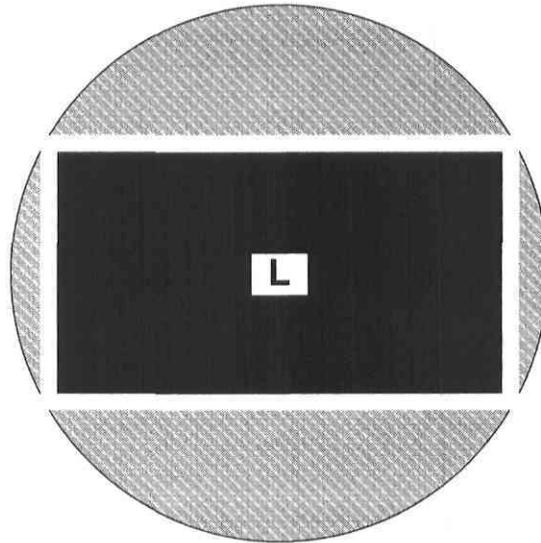


Figure 38 : Délimitation par de murs spéciaux

La ceinture de murs spéciaux empêcherait les ondes du lecteur L d'agir à l'extérieur de la bâtisse rectangulaire.

b) Délimiter le contour en utilisant les lecteurs ayant la latitude de varier l'intensité du signal d'où le rayon (cette deuxième proposition présente de faiblesses du fait qu'elle exigera l'intervention humaine pour varier l'intensité des ondes);

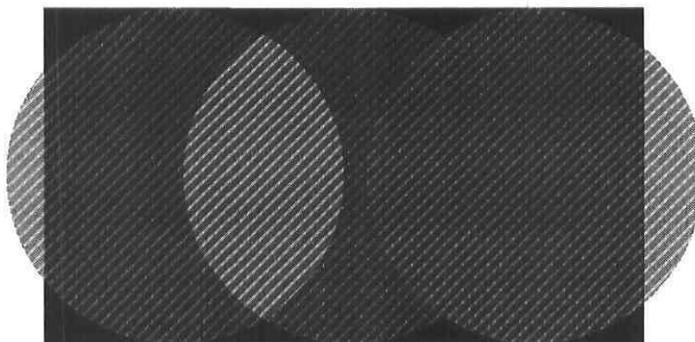


Figure 39 : Délimitation de contours par de lecteurs à intensité variable

c) Délimiter le contour de l'enceinte à contrôler par une série de générateurs de champ. Ce procédé peut s'avérer plus cher dépendamment de la grandeur de la surface à couvrir.

Le principe serait de considérer hors de la bâtisse tous les items qui répondraient aux générateurs de champ Fgen1, Fgen2...FgenN.

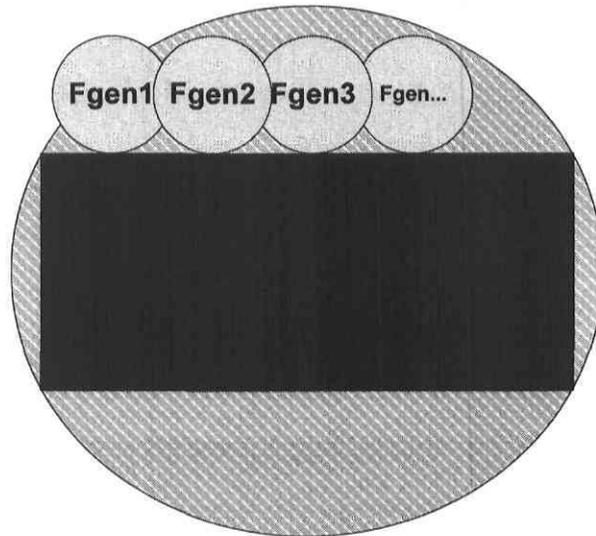


Figure 40 : Délimitation d'un contour par une série de générateurs

Il faut noter que les méthodes de délimitation dépendent de plusieurs éléments notamment le type d'application, les fréquences utilisées, le budget alloué et surtout de la finesse de l'expertise de la personne en charge.

CHAPITRE 9 : UN MODELE DE CONFIGURATIONS DE LA TECHNOLOGIE DU SYSTÈME RFID APPLIQUÉ À LA MAINTENANCE

9.1 INTRODUCTION

Les demandes de la technologie RFID dans le domaine de la maintenance est en plein essor parce qu'elle permet un rapide retour sur l'investissement, spécialement pour l'optimisation des interventions, les historiques, la documentation, les inspections, la traçabilité des équipements, le contrôle des inventaires, le contrôle des accès et la planification des activités. Nous avons tout le long de ce travail présenté les multitudes facettes de la technologie RFID notamment le concept, les avantages, les inconvénients, les différentes applications en général. Nous voulons dans les lignes qui suivent faire une application de toutes ces théories dans un domaine de maintenance. Signalons que toutes les théories vues précédemment sont requises pour une mise en régime de la technologie du système RFID, mais dans le cas qui nous concerne dans cette application, on se contentera des configurations de bases.

Considérons une société, Atelier de machines outils spécialiste en usinage de pièces mécaniques de tout genre, la société Atelier de Machines Outils se trouve dans une chaîne logistique où elle doit exceller pour résister aux exigences des autres intervenants de la chaîne logistique. **L'Atelier machines outils (AMO)** s'occupe de la gestion de la production de son activité primaire qui est l'usinage de pièces mécaniques et l'assemblage des équipements médicaux. La maintenance de l'usine est confiée à un service extérieur nommé **Maintenance Forest**.

La société Maintenance Forest est une société qui utilise les nouvelles technologies dans l'exercice de ses mandats. Elle implante la technologie du système RFID pour plusieurs clients pour la réduction de coût et l'amélioration de services. En tant qu'entité de soutien dans le domaine de la maintenance, elle gère pour son client tous les modules de production, les pièces rechanges, l'inventaire, la chaîne logistique pour l'expédition des ensembles.

9.1.1 Présentation de l'entreprise

a) L'Atelier de machines outils

L'Atelier machines outils regroupe quatre directions notamment : - la production - la maintenance - l'administration et les finances ; dans ce travail nous ne sommes concernés que par la direction de maintenance dont les activités sont sous traitées à une compagnie extérieure. L'Atelier machines outils est configuré dans un aménagement fonction avec quatre sections qui sont les machines à commandes numériques de type Seramill (G1), les fraiseuses traditionnelles (G2), les tours traditionnelles (G3) et le laser tube à commande numérique (G4). L'atelier a une porte d'entrée et deux portes de sorties, le groupe G1 comprend quatre machines à commandes numériques, le groupe G2 a trois fraiseuses traditionnelles, le groupe G3 est constitué de deux tours traditionnels et le groupe G4 a une machine laser Tube.

Nous allons concevoir de configurations qui nous permettront au moyen d'un système de la technologie RFID premièrement, de contrôler les accès, deuxièmement de pouvoir identifier et localiser tous les équipements et pièces de rechanges, et troisièmement chaque machine pourra être contrôlée c'est-à-dire l'on pourra accéder à toutes les informations inhérentes à son l'historique et aux interventions des opérateurs.

b) Aménagement de l'atelier de machines outils

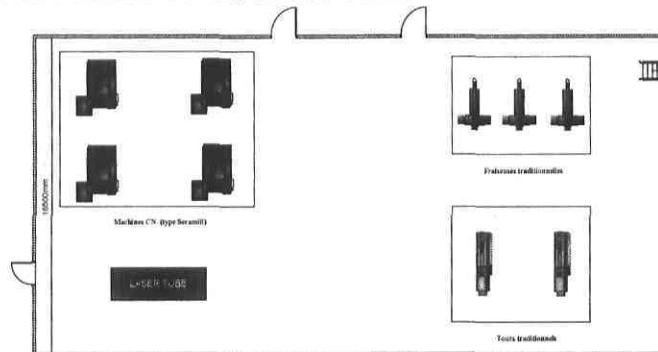


Figure 41 : Atelier machines outils

Comme nous l'avons dit préalablement, l'atelier machines outils est configuré dans un aménagement fonction qui, comparé à l'usine groupe a des flux entre les centres ou postes de travail complexes étant donné que les produits passent par plusieurs sections.

c) Atelier de maintenance

L'atelier de maintenance est constitué de sept postes de travail repartis en deux sections ou groupes ; d'un entrepôt pour le stockage de pièces de rechanges et expéditions ; et d'une entité pour la réception de pièces de rechanges.

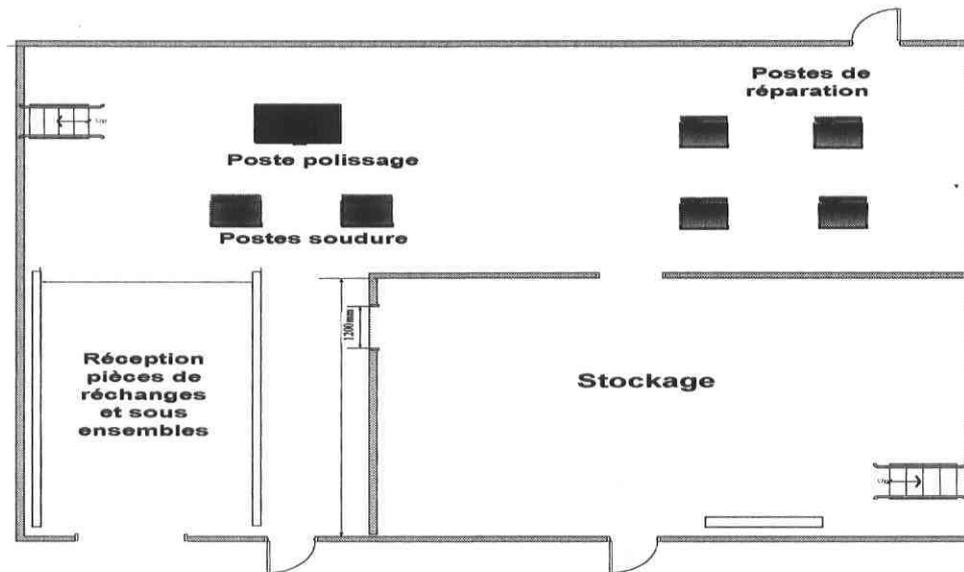


Figure 42 : Atelier de maintenance

d) Nomination

Maintenance Forest est une société qui assure la maintenance de l'atelier machines outils qui fabrique de petites et moyennes pièces mécaniques; et assure le montage des équipements à caractère médical (brancard, fauteuils roulants).

L'entreprise Maintenance Forest a pour objectif d'être à la tête des sous-traitants en matière de maintenance de machines outils. Sa mission est de performer intérieurement et d'établir de solide relations avec ses clients, en livrant des services de qualité, en temps, et au meilleur coût.

Ainsi, on peut formuler sa mission comme suit :

Être reconnu comme la meilleure entreprise dans la maintenance de machines outils.

e) Valeurs de l'entreprise

Les principales valeurs que Maintenance Forest maintient sont les suivantes :

La perfection dans la qualité pour une satisfaction totale des clients;

Meilleure collaboration avec tout le personnel;
La durabilité;
L'expérience;
L'économie à long terme;
Le respect des échéanciers.

f) Domaines d'affaires

La maintenance Forest est une entreprise de sous traitance spécialisée dans le domaine de machines outils. De par sa spécialisation, il est essentiel si non incontournable que la qualité soit une prémisses à tout travail à exécuter. L'entreprise est consciente de divers changements des paramètres du monde des affaires et s'octroie la prétention de s'adapter. Dans une stratégie de développement de nouveaux marchés, l'organisation cherchant à se faire connaître ne peut sans lettre de créance affirmer que sa principale force est la qualité dans ses services, ni même, que c'est son principal élément de culture, ainsi que sa fierté.

g) Types de machines à maintenir

Tours CNC;
Tours traditionnels;
Fraiseuses CNC ;
Laser à commandes numériques

h) Flotte à gérer

1 gros camion (pour assurer les expéditions vers les clients) ;
6 véhicules ;
3 engins de manutentions.

9.1.2 Problématiques

L'atelier machines outils a constaté de coûts de fabrication très élevés diminuant ainsi leur rentabilité et après analyse plusieurs points ont été mis en évidence, mais en ce qui concerne le présent travail, nous ne reprenons que les contraintes ayant trait au mandat assigné à Maintenance Forest.

La société Maintenance Forest voudrait résoudre tous les problèmes liés à la maintenance des machines, des équipements, à la traçabilité, à la gestion de stocks, le contrôle des accès, en l'occurrence :

- Vol de pièces de rechanges ;
- Temps très long pour localiser les véhicules rendant la gestion de la flotte très difficile;
- Lourdeur dans la gestion de stocks avec notamment les mises à jour de stocks très difficiles, les réceptions de pièces de rechanges, et le placement de nouvelles commandes ;
- Temps très long pour intervenir, pour retrouver les informations ;
- Problèmes liés à l'identification, au suivi, à la traçabilité, à la localisation ;
- Difficulté d'assurer l'historique de maintenance de différents équipements ;
- Difficulté d'établir de liens avec les produits pour en contrôler la provenance, la fabrication pour des raisons de sécurité en créant une plus grande interaction le long de la chaîne logistique ;
- Des erreurs dans les modes opératoires des interventions de maintenance
- Problèmes de sécurité, de contrôle des accès, d'assurer le suivi de l'historique des équipements.

9.1.3 Méthodologies

Au cours de dernières décades, plusieurs différents logiciels aidant dans le domaine de la maintenance ont vu le jour, les uns plus utilitaires que les autres, ou plus fiables. Les résultats ont été spectaculaires, mais cependant comme décrit ci-haut, plusieurs points méritent encore de l'attention.

Après une analyse minutieuse de toutes les problématiques énoncées ci-haut, on en déduit que les problèmes posés sont de quatre ordres, notamment le contrôle des accès, l'identification, la localisation et la traçabilité (de biens ou d'informations). Dépendant d'un chacun, plusieurs approches sont offertes, et plusieurs solutions sont envisageables résolvant certains problèmes en tout ou en partie. Mais notre objectif est de proposer de solutions complètes répondant à toutes les préoccupations et dont la tendance majeure est la réduction de coûts et l'amélioration de la production.

Considérant les problématiques posées, nous pensons pour résoudre les différents problèmes il faudrait :

- Un contrôle rigoureux de tous les accès notamment les entrées et sorties de l'atelier, du parking ;
- Une identification et une localisation de tous les items assujettis au contrôle, de fiches de gestion et l'identification des intervenants ;
- Une corrélation entre toutes les différentes entités, notamment les opérateurs, les techniciens, les équipements, les machines, les outillages, et les pièces de rechanges ;
- Une traçabilité le long de la chaîne logistique, avec la particularité de ne considérer que les fournisseurs en pièces de rechanges, en équipements ; l'atelier de machines outils, l'atelier maintenance Forest, et les clients ;
- Une banque de données de tous les supports d'informations et fiches.

Nous sommes certains que toutes les possibilités que nous offre la technologie du système RFID et que nous avons eu le plaisir de passer en revue dans les pages précédentes pourraient résoudre tous les problèmes posés de manière efficace.

Le dispositif de la technologie du système RFID devra permettre de rendre les activités suivantes efficaces, fiables et automatiques ce qui justifie les avantages de cette technologie dans le domaine de la maintenance :

- Identifier la norme pertinente à l'exécution du travail;
- Choisir des bons outils ;
- Effectuer le travail correctement sans supervision ;
- Remplir les documents nécessaires et effectuer de mises à jour ;
- Examiner de documents ;
- Localiser un équipement ou une pièce de rechange ;
- Vérifier le fonctionnement des appareils ;
- Rechercher la cause de pannes des équipements défectueux ;
- Effectuer de réglages en fonction de consignes ;
- Remplacer les pièces ayant atteint leurs durées de vie ;
- Placer de commandes de nouvelles pièces de rechanges ;
- Contrôler les accès ;

- Identifier et localiser toutes les pièces de rechanges et équipements ;

9.2 CONFIGURATIONS ET SOLUTIONS

Pour pallier aux préoccupations énoncées dans les problématiques, nous nous baserons sur une approche échafaudée selon les aspects détaillés de différentes configurations présentées dans ce travail en se référant aux suggestions dans les méthodologies.

Étant donné le mandat de la compagnie maintenance forest, elle doit prendre en charge toutes les activités de maintenance, la gestion de la flotte, la gestion de pièces de rechanges et de la traçabilité de commandes de pièces de rechanges et des expéditions de produits finis.

9.2.1 Contrôle des accès

Pour le contrôle des accès, il s'agira d'identifier et de localiser tous les équipements concernés à tous les points qui permettent d'accéder ou de quitter l'atelier. Nous allons identifier ces points comme E1 (entrée1), S1 (sortie1), S2 (sortie2) et ES1 (escalier 1). L'entrée 1 et les sorties S1 et S2 permettent d'entrer et de sortir de l'atelier de machines outils tandis que les escaliers ES1 permettent d'accéder à l'étage supérieur dans l'atelier de maintenance, il s'agira de placer de lecteurs à ce points.

a) Choix de fréquences et types de lecteurs.

Se référant au tableau sur les caractéristiques de différentes fréquences du chapitre 5, au point b du point 5.3.3, nous choisissons compte tenu de caractéristiques (lecture à très courte distance et pour le contrôle des accès), la basse fréquence BF<135 KHZ donnant les exigences suivantes :

Capacité de stockage : De 64 bits à 2Kbits

Types d'étiquettes : Lecture seule

Capacité de transfert : Faible \pm 200 bits/sec

Rayon d'action : Deux mètres pour les tags actifs

Température de fonctionnement : -40 à +85°C Résiste aux perturbations électromagnétiques industrielles ;

Application : Contrôle des accès ;

Pour le contrôle des accès

Nous placerons à chaque issue un lecteur qui stimulera toutes les étiquettes qui entreranno dans son rayon d'action. Les lecteurs seront nommés LE1 (lecteur à l'entrée 1), LS1 (lecteur à la sortie 1), LS2 (lecteur à la sortie 2) et LES1 (lecteur à l'escalier 1).

On utilisera les étiquettes à lecture seule dont les transpondeurs fournis sont généralement un jeu de codes d'identification qui est cloisonné et connu comme à lecture seule. L'unique code qui est comme une plaque d'immatriculation permet à l'étiquette d'être associée aux informations dans la base de données, ce qui conduit à sa détection.

b) Configuration pour le contrôle des accès de l'atelier machines outils

Pour le contrôle des accès, la manière la plus simple pour appréhender les mouvements à toutes issues seraient de placer des lecteurs aux entrées et sorties et bien attacher des étiquettes à tous les items assujettis au contrôle.

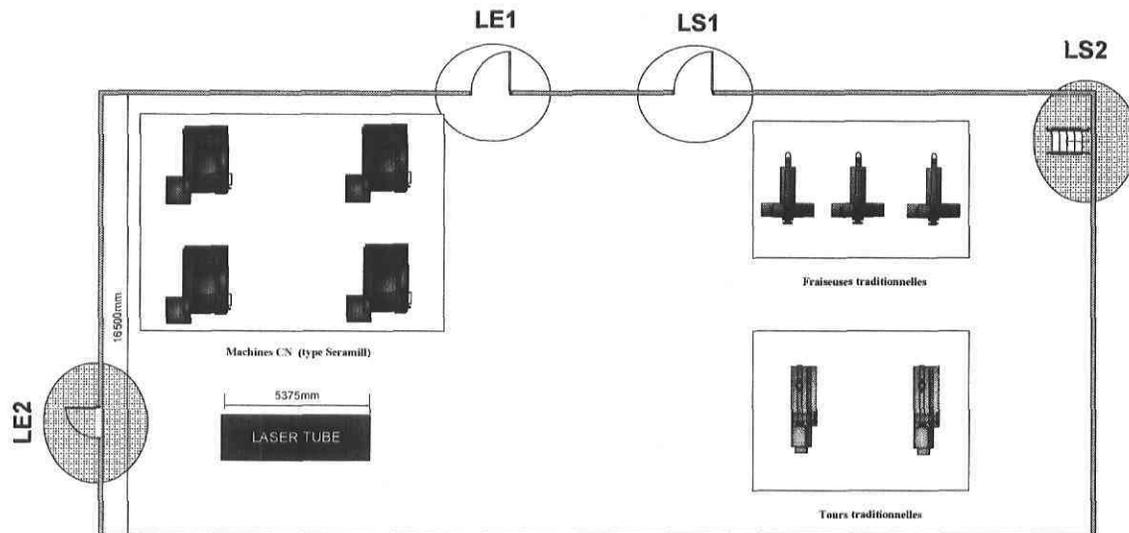


Figure 43: Configuration pour le contrôle des accès de l'atelier machines outils

9.2.2 La gestion de la flotte

La compagnie Maintenance Forest a la responsabilité de prendre en charge la gestion de la flotte qui est composée de 1 gros camion (pour assurer les expéditions vers les clients) ; 6 véhicules ; et 3 engins de manutentions.

On utilisera la technologie RFID pour permettre d'identifier, de suivre tous les mouvements des entrées-sorties et à l'intérieur du parking de tous les véhicules. Et pour

ce faire chaque véhicule sera étiqueté d'un tag RFID collé au pare-brise, et des lecteurs RFID seront placés à tous les issues d'entrées et sorties et dans le parking.

A chaque passage du véhicule à travers la barrière, l'identité du véhicule est lue en même temps que les informations concernant le véhicule et la mise à jour est faite dans la base de données centrale. L'inventaire du parc (global, par catégorie de matériels, ancienneté, etc.) est optimisé. L'étiquette RFID est réutilisable, elle pourra être enlevée du matériel ou véhicule devenu obsolète ou désaffecté et être fixée sur un nouvel équipement.

a) Choix de fréquences et types de lecteurs

Se référant au tableau sur les caractéristiques de différentes fréquences du chapitre 5, au point b du point 5.3.3, nous choisissons compte tenu de caractéristiques (lecture à distances variables et pour le suivi de flotte de véhicules), la basse fréquence HF 13,56 MHz donnant les exigences suivantes :

Capacité de stockage : 512 bits de mémoire (max : 8Kbits) partitionné

Types d'étiquettes : Lecture seule et lecture/écriture

Capacité de transfert : 25 Kbits/seconde mais existent aussi en 100Kbits/sec.

Rayon d'action : Deux mètres pour les tags actifs, on pourra aussi utiliser les étiquettes actives avec un rayon beaucoup plus grand ;

Température de fonctionnement : -25 à + 70 °C Résiste aux perturbations électromagnétiques industrielles

Application : Suivi de flotte de véhicule ;

b) Configuration pour la gestion de flotte

Comme on peut le constater cette configuration est subdivisée en deux grandes parties couverte chacune par les ondes radiofréquences de deux lecteurs L1 et L2 formant de cercles, puis nous avons un groupe de quatre autres lecteurs contrôlant toutes les entrées et sorties et enfin un troisième groupe de 12 générateurs de champs qui contrôlent tous les plots de véhicules.

A la figure 44, nous donnons un modèle de configuration très pratique et optimale que nous avons développé et qui permet un meilleur contrôle des entrées et sorties d'une flotte dans un parking.

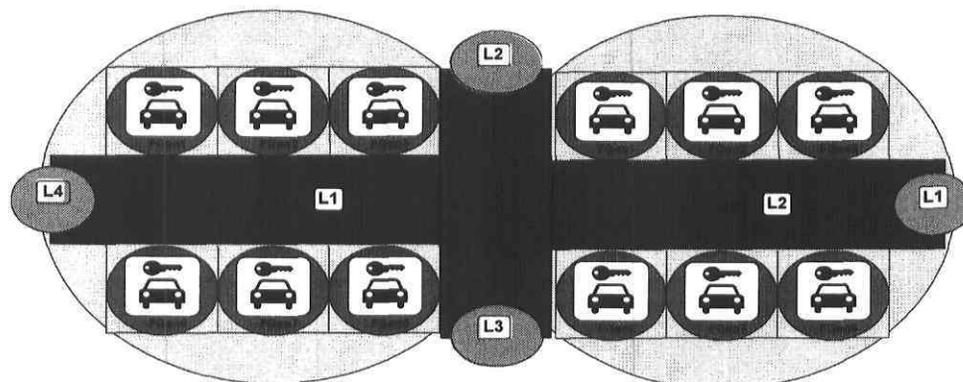


Figure 44: Un exemple de configuration pour la gestion de flotte

➤ Les ondes électromagnétiques du premier groupe de deux lecteurs couvrent toute l'étendue de deux parkings. Toutes les étiquettes se trouvant sur l'un de deux parkings doivent répondre aux deux lecteurs et cela implique que le véhicule sur lequel est collé l'étiquette se trouve bien au parking ;

➤ Toutes les entrées et sorties de parkings sont couvertes par les ondes électromagnétiques du deuxième groupe de lecteurs postés à toutes les issues. Les étiquettes de tous les véhicules se représentant à l'une de ces issues répondront à la stimulation de ces quatre lecteurs L1, L2, L3 et L4 ;

➤ Toutes les places prévues pour le stationnement de véhicules dans le parking sont contrôlées par les générateurs de champ (Field generator), tous les véhicules en stationnement répondront à un double appel, d'abord à celui de lecteurs déterminant la présence dans le parking puis à celui de l'un de générateurs de champ précisant ainsi sa localisation.

9.2.3 Suivi des historiques

Dans la gestion de la maintenance des équipements, l'historique a une très grande importance compte tenu du fait qu'elle constitue une banque de données et une référence à toutes les interventions futures.

Une de questions importantes à se poser est certainement, comment procéder pour assurer le suivi de l'historique des équipements?

La première chose à faire est d'équiper tous les équipements des étiquettes à lecture et écriture, de ce fait l'on pourra modifier et mettre à jour toutes les informations les concernant. Les intervenants, les opérateurs ou toute autre personne autorisée à pratiquer des interventions sur les équipements ont des appareils portatifs ou fixes qu'ils utilisent pour faire entrer ou écrire sur les étiquettes toutes les activités, les opérations effectuées, les commentaires et analyses. L'historique des interventions, de pannes, et de toutes les activités liées à la maintenance est compilée et rendue disponible par la connexion de réseaux de lecteurs qui recueillent les données après chacune des interventions pour les transmettre au serveur et ainsi être disponibles pour toutes les personnes autorisées.

Les intervenants ont de badges d'identification RFID au moment de chaque interventions sur un équipement, le lecteur prélève aussi les informations concernant le technicien (noms, équipes...) et les opérations (temps, types d'intervention, panne...), toutes les interventions sont mises à jour dans les bases de données et les ordres de travaux sont reliés à des étiquettes permettant des accès rapides et à tout moment. Chaque équipement est pourvu d'une étiquette contenant l'historique et les statistiques des interventions et toutes autres informations inhérent à la maintenance.

Et ce dispositif devra permettre d'assurer la traçabilité de l'historique des interventions de maintenance et la traçabilité des interventions de maintenance.

La gestion de maintenance est un domaine qui exige de supports d'informations étant donné l'importance de la planification des opérations, activités, et suivi historique des équipements, on pourra citer de manière non exhaustive les documents ci-après :

- Plan d'entretien préventif ;
- Gammes et consignes permanentes ;
- Fiches d'instructions ;
- Liste des pièces de rechange ;
- Le recueil des interventions réalisées ;
- Liste de véhicules et engins ;
- Liste de machines et équipements.

Consignes de sécurité pour l'usage des équipements et les interventions de maintenance.

Et la gestion de tous ces supports d'informations exige parfois de ressources considérables. La technologie d'identification par fréquence radio nous épargne de cette

manipulation des plusieurs documents parce que toutes ces informations seront rendues disponibles sur les étiquettes de chaque équipement et transféré dans les bases de données.

10.2.4 Opérations et activités de la maintenance

Activités

On constatera que le déploiement de la technologie du système RFID dans les procédures de la maintenance des équipements s'avère ardu, cependant une fois l'implantation réalisée, les avantages sont illimités comme entres autres le suivi des opérations de maintenance préventives et curatives effectuées sur les équipements, la disponibilité des informations sur l'historique, la localisation des équipements.

Toutes les opérations de maintenance à effectuer et effectuées sont consignées sur de documents versions électroniques (sur des étiquettes, les informations retenues sont sur de supports suivants : la fiche des interventions reprenant le numéro unique de l'équipement, les opérations effectuées, la date de l'intervention, le canevas de l'intervention, les observations sur les problèmes rencontrés, le nom de l'intervenant etc.)

La carte d'identité de chaque matériel, contenue dans l'étiquette électronique qui lui est propre, est immédiatement accessible par le biais du lecteur portable en possession de différents intervenants, et sa mise à jour se fait sur site, après chaque intervention. L'actualisation de la base de données est sécurisée et accélérée par le dévidage automatique sur micro-ordinateur (il n'y a plus de double saisie).

La gestion et le suivi des armoires de machines à commandes numériques est une opération qui s'avère délicate, notamment en ce qui concerne le suivi des opérations effectuées sur le terrain lors de la maintenance préventive ou curative, l'usage de la technologie du système RFID nous donne les avantages suivantes :

- Faciliter la collecte des informations sur le terrain: l'opérateur enregistre directement les données dans le terminal et réalise un gain de temps important. Cette solution est également plus ergonomique qu'une saisie papier, particulièrement lorsque les conditions météo sont mauvaises.

- Accélérer et fiabiliser la mise à jour de la base de données : celle-ci est assurée par un transfert direct du terminal à l'ordinateur. Il n'y a plus de ressaisie manuelle au

clavier, ce qui autorise là encore un gain de temps considérable et supprime tout risque d'erreur de frappe.

➤ Permettre l'identification automatique et continue des équipements ; répertorier toutes les interventions de maintenance préventives de chaque équipement et les rendre disponibles dans la base de données pour les opérateurs ; répertorier les canevas d'intervention en cas de pannes.

1) Planification de la maintenance préventive

L'objectif est de déterminer le moment d'intervenir pour la maintenance: Certaines activités de la maintenance se font fréquemment que d'autres. La fréquence de la maintenance préventive dépend de la nature des activités, du type des équipements concernés et aussi de l'environnement.

Solution RFID : Utiliser la maintenance préventive automatique : il existe des logiciels pouvant générer les activités de la maintenance préventive automatiquement. Le programme pourra être lancé chaque matin à une heure déterminée. Il effectuera des contrôles, et des mises à jour se feront sur les étiquettes des équipements planifiés pour la maintenance, et le système pourra générer la liste des équipements planifiés.

2) Récolte d'informations

Avant toute activité de maintenance, le technicien ou opérateur doit chercher des informations nécessaires pour son intervention. Toutes les informations concernant les interventions doivent être préparées en se référant aux dossiers et manuels de construction et de maintenance : les consignes de sécurité, les procédures de démontage et de remontage, les outillages à utiliser, les tâches d'entretien à effectuer, les procédures de remise en service, réglementation à respecter. Généralement cette récolte d'informations prend beaucoup plus de temps que l'intervention elle-même.

Solution RFID : Ces informations doivent être disponibles dans une banque de données dans les étiquettes de tous les équipements avec l'accès d'un lecteur RFID, le technicien autorisé et assigné à la tâche se présenterait devant l'équipement sur lequel il faudrait intervenir et toutes ces informations seraient disponibles sur son écran.

3) Diagnostic

Vérifier les états et les réglages des organes concerner: visuellement (usure, déformation, propreté), à l'aide d'instruments appropriés de mesure mécaniques. Prendre connaissance de tous les paramètres liés aux équipements : vitesse, pression, température, débit, bruit etc. Définir en tenant compte de paramètres de référence des contrôles et des spécifications de la documentation, les opérations nécessaires à réaliser.

Solution RFID : Chaque fois que ces informations seront prélevées, elles seront écrites sur l'étiquette de l'équipement concerné et transférées dans la banque de données, et serviront plus tard comme éléments de référence.

4) Réparation et réglage

Procéder au démontage des organes à réparer, remplacer les pièces usées ou les ensembles défectueux ; remonter selon les plans et procédures. Effectuer les tâches d'entretien planifiées régler les machines en fonction des spécifications de la documentation (jeux, amplitudes) et des besoins de la production (débits, cadences, température).

Solution RFID : Identifier l'organe, identifier les étapes de démontage, les plans et procédures, enregistrer toutes les données sur la nouvelle étiquette sur le nouveau organe.

5) Vérification et compte rendu

Remplir et signer des fiches techniques d'intervention qui permettront de constituer le dossier de maintenance de l'appareil et de retrouver l'ensemble des interventions effectuées, mais aussi d'assurer le réapprovisionnement des pièces de rechange utilisées.

Solution RFID : la mise à jour des informations est faite sur les étiquettes, la commande de réapprovisionnement est générée automatiquement.

9.2.5 Identification, localisation et traçabilité dans l'atelier machines outils

a) Choix de fréquences et lecteurs

Fréquence : HF 13,56 MHz ;

Capacité de stockage : Maximum 8Kbits ;

Types d'étiquettes : Lecture et écriture ;

Capacité de transfert : Jusqu'à 100Kbits/sec ;

Rayon d'action : l'ordre de un à deux mètres ;

Température de fonctionnement : -25 à +70°C, résiste aux perturbations électromagnétiques industrielles.

On utilisera les étiquettes de la classe 3 qui sont des étiquettes à lecture et à écriture avec de capteurs intégrés pour enregistrer les paramètres comme les températures, les mouvements, les voix..., dépendamment des objectifs on pourra aussi utiliser les étiquettes de la classe 4 qui elles ont la particularité d'être des étiquettes à lecture et à écriture avec de transmetteurs intégrés pouvant communiquer indépendamment avec les lecteurs.

b) Configuration pour l'identification dans l'atelier

Le système devra permettre d'identifier et de localiser toutes les machines répertoriées dans l'atelier. Ces machines sont :

- a) Groupe 1 (quatre machines à commandes numériques): G11-G12-G13-G14.
- b) Groupe 2 (trois machines fraiseuses traditionnelles) : G21-G22-G23.
- c) Groupe 3 (deux tours traditionnelles) : G31-G32.
- d) Groupe 4 (une machine) : G41.

Etant donné que l'objectif dans ce cas est de se rassurer si les machines ci haut énoncées se trouvent dans l'atelier A1, nous avons plusieurs choix sur le nombre de lecteurs à utiliser. On pourra être optimal en utilisant deux lecteurs LA1 et LA2 dont les cercles couverts seront enchevêtrés. La condition qu'une machine soit dans l'atelier sera que son étiquette réponde à l'un de deux lecteurs LA1 ou LA2. Soulignons que l'on pourra utiliser aussi un seul lecteur dont les ondes couvriront l'atelier dans toute son entièreté, cependant il est très important de mentionner que dans les cas qu'on utiliserait de murs ordinaires l'on pourra avoir des équipements se trouvant en dehors de l'atelier mais les

étiquettes répondraient à la stimulation du lecteur, pour pallier à cette situation l'usage de générateurs de champ pour délimiter l'atelier s'avère nécessaire.

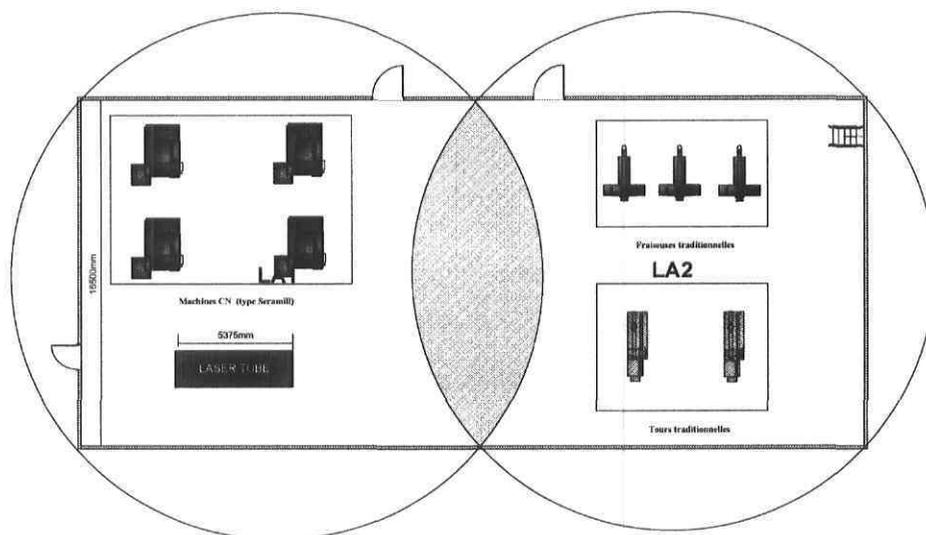


Figure 45: Un exemple de configuration pour l'identification dans l'atelier

c) Configuration pour l'identification et localisation de toutes les machines et différents items dans leurs groupes respectifs

Dans ce cas plusieurs possibilités s'offrent à nous, l'on pourra utiliser l'une de méthodes de localisations vues au point 8.3.

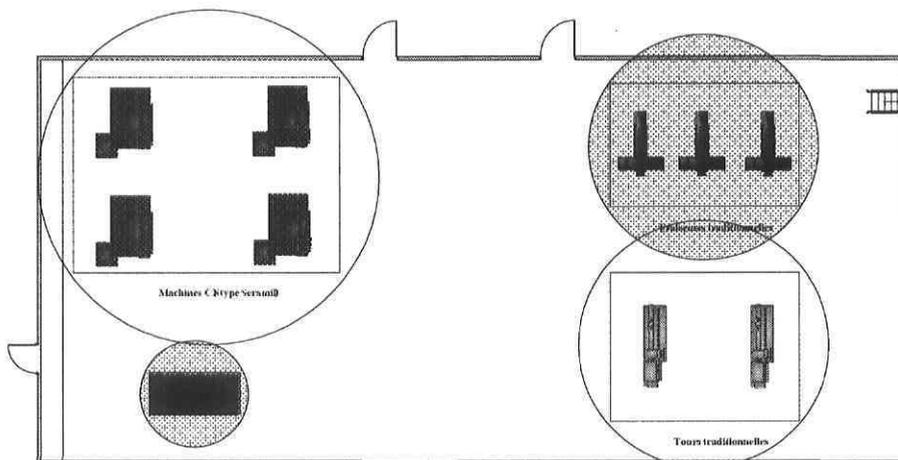


Figure 46: Un exemple de configuration pour l'identification et localisation de toutes les machines et différents items dans leurs groupes respectifs

d) Configuration pour l'identification et localisation précise de chaque machine et les différents items sur les machines

Dans cette configuration nous avons d'une les machines qui se trouvent à de localisations précises, des étendues de surfaces connues et d'autre part les autres items et opérateurs étiquetés. Dans ce cas, on proposera un système qui permettra de confirmer premièrement la présence de toutes les machines, les différents items et les opérateurs pourvus de badges dans l'atelier par les ondes de deux lecteurs LA1 et LA2, et deuxièmement leurs localisations précises par les ondes de générateurs de champ ou Field generator (Fgen 1, Fgen 2, Fgen 3...Fgen10)

Et une telle configuration peut être rendue possible avec le zonage par générateur de champ expliqué au point 8.3.4, et pour contrôler de manière précise on pourra utiliser le Smart Fgen.

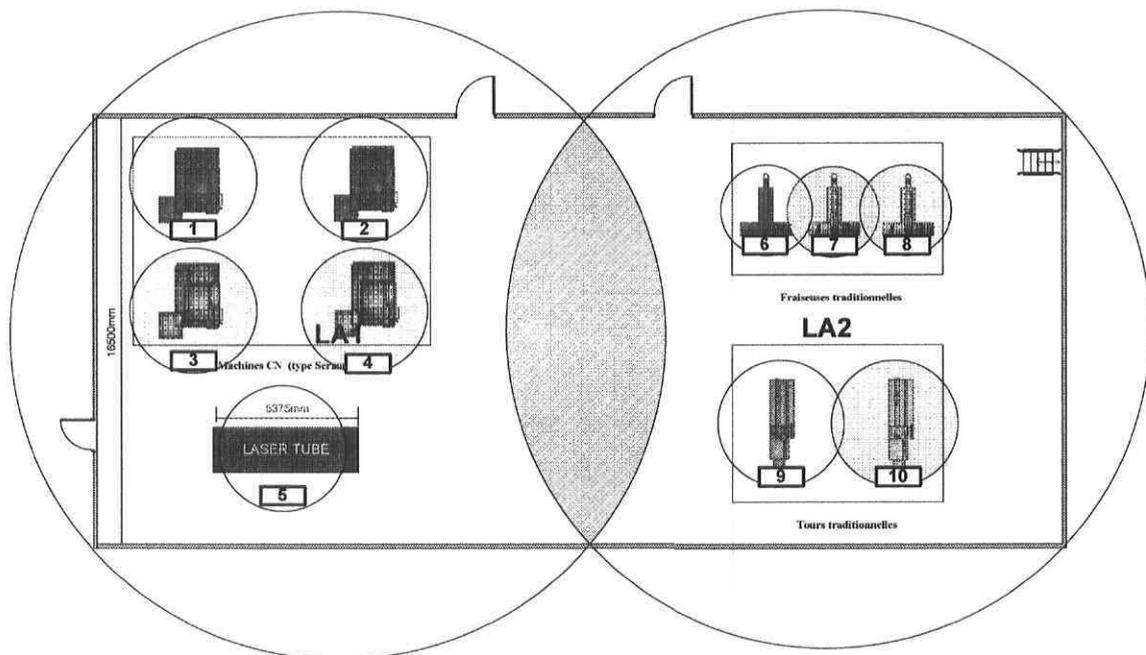


Figure 47: Un exemple de configuration pour l'identification et localisation précise de chaque machine et les différents items sur les machines

9.2.6 La gestion de stocks

Le vocable gestion de stocks se réfère dans ce cas aux fonctions stocks ayant pour rôle de réguler les aléas des flux de items, permettre la production par petits lots, permettre de faire face aux risques de manque ou surplus de stocks. D'une manière générale, pour

optimiser la fonction stock, on est appelé à se poser un certain nombre de questions, notamment : Combien d'unités doit-on commander pour le renouvellement- Quand renouveler le stock- Quel est le coût de stock- Quel est le coût d'approvisionnement- Quel est le coût de stockage.

a) Objectif et configuration

L'objectif sera de contrôler en identifiant et en localisant tous les items à tous les issues et à l'intérieur de l'aire de stockage. La technologie du système RFID offre plusieurs scénarios, nous choisissons la configuration de contrôle complet assurant le suivi, la traçabilité, le contrôle de toutes les entrées et sorties en plus du contrôle permanent et en temps réel de la présence de tous les items dans l'entrepôt. Cela est rendu possible par la présence des lecteurs placés sur toutes les étagères et dont les ondes couvrent tous les produits. Chaque équipement pourrait être identifié au moyen d'une étiquette électronique, spécialement conçue et réalisée pour résister aux contraintes les plus exigeantes : glace, boue, humidité, rayures, chocs, etc. Ces étiquettes électroniques sont fixées par visserie ou rivetage. Elles sont réinscriptibles et donc réutilisables lors du renouvellement des matériels. Les informations sont lues et stockées au moyen d'un terminal de lecture portable. La mise à jour de la base de données se fait par dévidage d'informations sur micro-ordinateur.

Toutes les entrées et sorties sont contrôlées par les ondes de lecteurs qui détecteront tous les équipements et personnes porteurs des étiquettes ; toutes les étagères sont couvertes par des ondes de lecteurs pour la gestion des opérations de la gestion de stocks et pour la localisation d'un éventuel item, l'on utilisera de lecteurs portables.

La figure 48 est un bon exemple d'une configuration complète pour une meilleure gestion de stocks. Mais signalons que dépendamment de la quantité et de l'importance des items à contrôler, la configuration peut beaucoup varier.

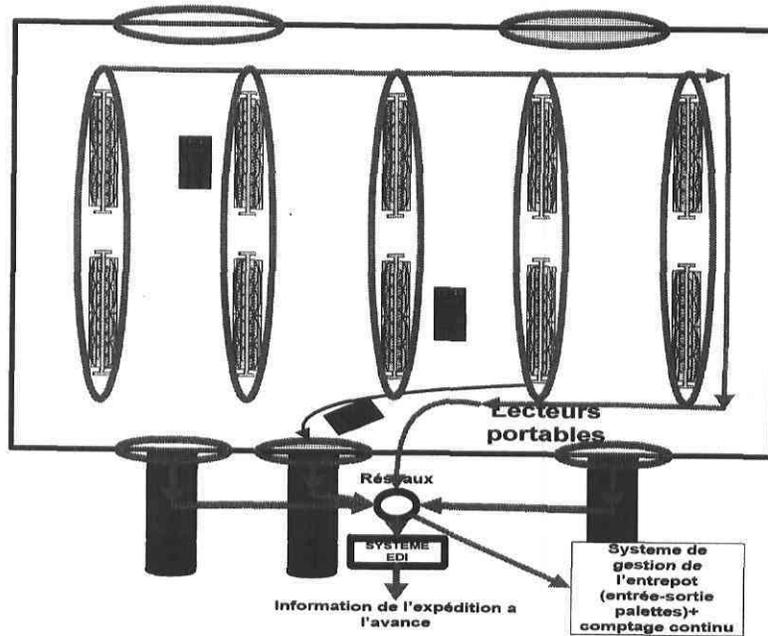


Figure 48: Un exemple de configuration pour la gestion de stocks

b) Exemple d'une photo dans un entrepôt de stockage.

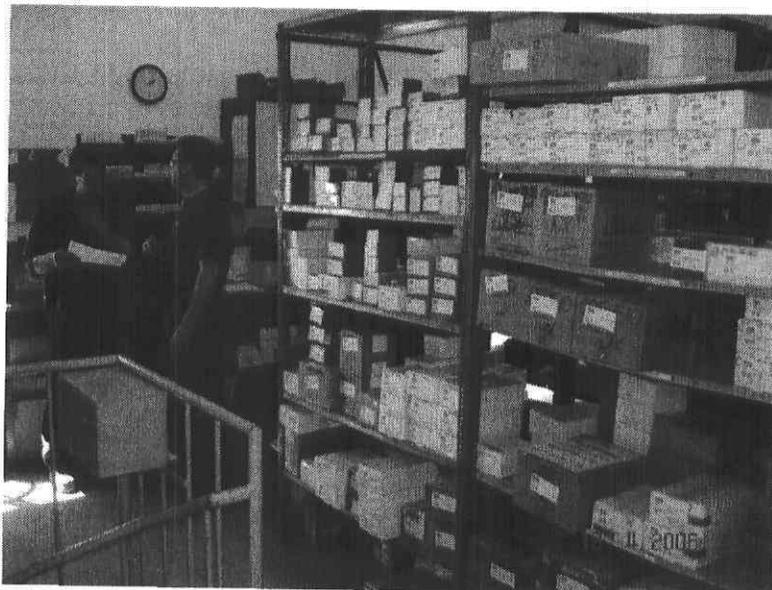


Figure 49: Stockage de pièces de rechanges

La photo de la figure 49 montre les étagères d'un entrepôt de stockage. Il est clair que la gestion d'une telle entité exige de ressources d'un certain niveau d'expertise pour la tenue des inventaires à jour, la sécurité. Utilisant la technologie RFID, il suffirait de placer les lecteurs et d'étiqueter les items pour que ces opérations se fassent de manière automatique ce qui faciliterait la gestion de stocks comme indiqué préalablement.

CONCLUSION

Nous venons de présenter la technologie RFID ou l'identification par radiofréquence comme étant un sous domaine de l'ensemble des technologies d'identification et acquisition de données automatiques connue sous le vocable anglais AIDC (Automatic Identification Data Capture). Ces technologies sont de systèmes sans fil permettant une lecture d'information sans contact. Comme expliqué précédemment le système fonctionne sur base des informations et données qui sont collectées des étiquettes par de lecteurs puis transférées à un serveur.

Nous avons eu le plaisir de présenter dans ce travail, les concepts, avantages, inconvénients, les différentes applications dans des domaines variés, les méthodes d'identification et localisation pour les équipements statiques ou dynamiques, la traçabilité de la technologie RFID. Etant donné les multiples attentes des industriels nous avons mis l'accent sur la traçabilité, en ressortant les définitions, le principe, les avantages et les exigences dans les chaînes logistiques. Les différents aspects de mise en régime et déploiement de la technologie ont été traités en mettant en évidence les différentes étapes. Nous avons passé en revue plusieurs applications et une illustration sur la maintenance ressortant toutes les finalités de la maintenance préventive et corrective. Le long de ce travail, il s'est avéré que la technologie RFID est un outil très efficace pouvant résoudre les problèmes d'identification, de localisation, de suivi et d'analyse. Et aussi comme le montre l'illustration de l'application dans le domaine de la maintenance, la RFID peut permettre d'améliorer la fiabilité des activités de la maintenance, de garantir la qualité des produits, d'améliorer la planification des interventions, d'assurer la sécurité humaine, d'affiner la gestion des stocks et le climat de relation humaine.

Dans sa globalité le marché de la technologie RFID a augmenté de 22% par an au cours de dernières années (http://solutions.journaldunet.com/0312/031208_rfid.shtml); et le constat est que la majeure partie de dépenses pour les investissements effectués à ce jour

ont été consacrés à l'achat des matériels, des logiciels et de différents équipements permettant le fonctionnement de la technologie. Les domaines de la technologie requérant encore beaucoup d'effort sont l'investissement pour l'intégration de la RFID aux infrastructures informatiques et logistiques et la formation des personnels. Il est évident que de jour en jour la technologie gagne de plus en plus de nouveaux marchés, mais elle a encore du chemin à parcourir pour arriver au client individuel final, c'est-à-dire qu'elle doit passer de la palette et du colis à l'article, des articles à forte valeur aux articles à faible valeur étant donné qu'il est plus facile de rentabiliser les articles à haute valeur que ceux à faible valeur. Les prévisions de certains observateurs dans le domaine de la technologie de l'information évaluent que la RFID finira par descendre dans les linéaires (entre 2008 et 2010). Il sera donc bientôt possible de suivre à la trace et de profiter chaque consommation pour développer de nouvelles pratiques. Les applications de la technologie dans le domaine de la distribution ont largement contribué à accroître la rapidité, la précision, l'efficacité et l'optimalité de la gestion de toutes les filières dans les chaînes logistiques.

Cette technologie est de passage du stade pilote vers sa phase de déploiement à grande échelle dans la chaîne logistique. Elle a des incidences extrêmement prometteuses en termes de rapidité, de fiabilité et d'optimisation. Elle constitue un nouveau défi technique et un potentiel de croissance pour les professionnels des technologies de l'information.

La technologie RFID suscite de plus en plus un évident intérêt, les industriels et les différents spécialistes dans le domaine de la technologie RFID conjuguent leurs efforts pour démontrer les bienfaits de la technologie malgré les barrières des organismes de défense de consommateurs et par exemple les mises en gardes de la Cnil (Commission nationale de l'informatique et des libertés). Et les craintes des consommateurs sur un possible détournement de son utilisation apparaissent légitimes et se manifestent par un ralentissement de la vulgarisation. La technologie RFID constitue un nouveau défi technique et un potentiel de croissance pour les professionnels des technologies de l'information. Un cadre éthique et juridique, clairement défini et contrôlé, couplé à des dispositifs de neutralisation définitive des étiquettes, permettrait de conserver la tendance

positive que recèle cette technologie pour la qualité de la chaîne logistique, tout en préservant les consommateurs d'usages excessifs ou détournés.

Les industriels, organismes, les experts et les chercheurs sont unanimes à ce jour que la technologie de radiofréquence (RFID) est un enjeu économique majeur notamment dans les applications de la distribution, du transport, de la sécurité et de la maintenance. Du fait de leur dissémination massive, de la nature individuelle des identifiants de chacun des objets marqués, de leur caractère invisible, et des risques de profilage des individus, la technologie requiert des efforts dans le cadre de la normalisation et standardisation.

Comme nous pouvons le constater, la technologie RFID n'est pas une technologie qui vient de voir le jour, cependant ses applications dans les domaines industriels et commerciaux sont récentes et les potentialités pour l'avenir sont sans limites. De plus en plus les intérêts de différents gestionnaires et industriels pour la RFID prennent de l'ampleur et de plus en plus de questions pour la mise en régime et déploiement trouvent de réponses dans plusieurs domaines.

De nombreuses études, initiatives et réalisations sur la technologie ont été faites rendant ainsi disponibles des informations. Cependant les marchés sur des applications particulières ont été légèrement exploités à ce jour. Aussi, les travaux de recherche de normalisation et standardisation et les préoccupations au sujet de la vie privée qui sont de conditions pour la vulgarisation à tous les échelons de la technologie RFID ont encore du chemin.

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- (URI): Generic Syntax,” RFC2396, August 1998, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396>.
- [RFC2396] T. Berners-Lee, R. Fielding, L. Masinter, “Uniform Resource Identifiers
- [RFC2616] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Anthony C. W. Finkelstein
- An Analysis of the Requirements Traceability Problem, Orlena C. Z. Gotel & Anthony C. W. Finkelstein
- Berners-Lee, “Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1,” RFC2616, June 1999, 2823
- Camille Dreyfuss, GS1 France, Bordeaux, 18 janvier 2005
- *CNN.com*, 14 octobre 2004
- Daniel Thiel, Management industriel : une approche par la simulation, Economica, 1990
- Daniel Thiel, Recherche opérationnelle et management des entreprises, Economica, 1993
- Ducan McFarlane Cambridge University Engineering Department PLM 2005
- Ducan Mcfarlane, Institute for Manufacturing, Cambridge University Engineering Department, PLM 2005, Lyon, July 2005
- Dunod 2006-traçabilité-Benjamin Faraggi
- gencod EAN France) (EPCglobal France, Xavier Barras
- How Supply Chain Leaders Protect their Brand, Aberdeen Group, septembre 2004.
- <http://usnet03.uc-council.org/glossary>
- Les standards EAN et la traçabilité 19, Mai 2004, Lyon Bernard Sion
- Manufacturing applications RFID.pdf, Michel Baudin Consultant, MMTI-Manufacturing Management & Technology Institute www.wefixfactories.com, Palo Alto, CA)
- Marc Bidan, vers une intégration du système d’information de gestion de l’entreprise de taille moyenne, 2003
- Network World, 3 mai 2004, Volume 21, édition 18

- North American Manufacturer RFID Survey, *Accenture*, juin 2004.
- Paulin Ilunga Katamba, Le Concept Et La Mise En Régime De La Technologie RFID (Radio Frequency Identification), projet d'été, 2005
 - RFID Field Guide: Developing Radio Frequency Identification Systems, by Manish Bhuptani, Shahram Moradpour, Prentice Hall PTR (February 10, 2005).
 - RFID Handbook: Fundamentals and applications in contactless Smart Cards and identification, by Klaus Finkrnzeller, John Wiley & Sons (May 9, 2003)
 - RFID in the Enterprise, by Tom Polizzi, WCCN publishing, Inc. (2004)
 - RFID labeling: smart Labeling concepts & Applications for the consumer Packaged Goods Supply Chain, by Robert Kleist et al., Banta Book zGroup (August, 2004)
 - RFID: The Smart Product Revolution, Forrester Research, août 2004.
 - Under Tension: Understanding the Demand for Supply Chain Management Services in Canada, IDC, décembre 2003.
 - What's the Frequency, Canada? Investigating the Demand for RFID Services and the RFID Capabilities of Canadian Service Firms, IDC, septembre 2004.
 - www.andrew.cmu.edu/user/cjs/techno.html
 - www.gs1fr.org
 - www.hitechtools.com/RFID
 - www.jautomatise.com/index.html?page=bannerbas.htm
 - www.uc-council.org/

Glossaire

AEN: Ambient Electromagnetic Noise
AIDC: Automatic Identification Data Capture
ALE: Applications Level Events
ANS: Advance Shipping Notices
APS: Advanced Planning and Scheduling
BCC: Biens de consommation courante
BF : Basse Fréquence
CMMS: Computerized maintenance management systems
DCL: Date Limite de Consommation
DESADV: Despatch Advice (Avis d'expédition)
DLUO: Date Limite d'Utilisation Optimale
DNS: Domain Naming Service
EAN: European Article Number
EDI: Electronic Data Interface
EDE: Electronic Data Exchange
EPC: Electronic Product Code
EPCIS: EPC Information Service
ERP: Enterprise Resource Planning
ERP: Enterprise Resource Planning
ETC: Electronic Toll Collection
FGen: Field Generator (générateur de champ)
GCA: gestion de la chaîne d'approvisionnement
GS1: Global Standard Organization
GTIN: Global Trade Identification Number
HF: Haute Fréquence
IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
IFF: Identity Friend or Foe
ITF: Interleaved Two of Five

LF: Low Frequency
MES: Manufacturing Execution System
MF: Moyenne Fréquence
MIT: Massachusset Institute of Technology
ONS: Object Naming Service
OS: Operating System
PDM: Product Data Management
PLCM: Path Loss Contour Mapping
PML: Physical Markup Language
RAM: Random Access Memory
RCI: Rendement du Capital Investi
RFID: Radio Frequency IDentification
ROI: Return On Investment
ROM: Read Only Memory
RSSI: Received Signal Strength Indicator
RTLS: Real-Time Location Systems
SCM: Supply Chain Management
SKU: Stock Keeping Unit
SSCC: Serial Shipping Contenant Code
UHF: Ultra Haute Fréquence ou Ultra High Frequency
UPC: Uniform Product Code
WIP: Work In Process
WMS: Warehouse Management System
WORM: Write Once Read Many
XML: eXtensible Markup Language