

la RFID active

L'objet de mes travaux de thèse a été la conception d'une serrure au format carte bancaire. Cette serrure est une clé électronique utilisée pour un vélo à assistance électrique (VAE) utilisant un moteur électrique pour aider au pédalage.

Les VAE utilisent une batterie rechargeable et aident l'utilisateur jusqu'à une vitesse comprise entre 24 km/h et 32 km/h suivant la législation en vigueur dans le pays. Dans certains pays, les VAE tendent à remplacer les vélos traditionnels ou scooters.

PikeResearch a publié un rapport en 2010 [26], prévoyant que les ventes mondiales des VAE, motos électriques et scooters électriques atteindront plus de 466 millions entre 2010 et 2016, la Chine continuant de dominer le marché mondial avec plus de 95% des ventes durant cette période. En 2010, la Chine disposait de 120 millions de vélos électriques. PikeResearch a indiqué que le marché mondial du véhicule 2 roues devrait progresser d'environ 9% de moyenne par an jusqu'en 2016.

La clé, qui est l'objet de ces travaux de recherche, doit permettre d'ouvrir et de fermer la serrure du vélo à distance. Il s'agit de dépasser les limites du système existant qui ne peut être utilisé qu'à proximité de la serrure et en contact avec elle. Ce système a besoin d'être en contact avec la serrure pour fonctionner, comme un pass Navigo, ce qui implique de le sortir de la poche ou du sac. Ce que l'on cherche ici c'est de justement d'éviter de le sortir et que la clé ouvre la serrure dès que l'utilisateur se situe à proximité du VAE.

La clé doit être au format ISO 7810 car le savoir-faire d'UINTE réside dans le fait de proposer des produits au format carte respectant la norme ISO 7810. Ce format a également été demandé par le client.

Cette serrure est constituée d'un lecteur (qui est monté dans un boîtier de contrôle sur le guidon du vélo) et d'un ou plusieurs tags couplés.

Le principe d'utilisation est schématisé dans les figures 20 et 21:

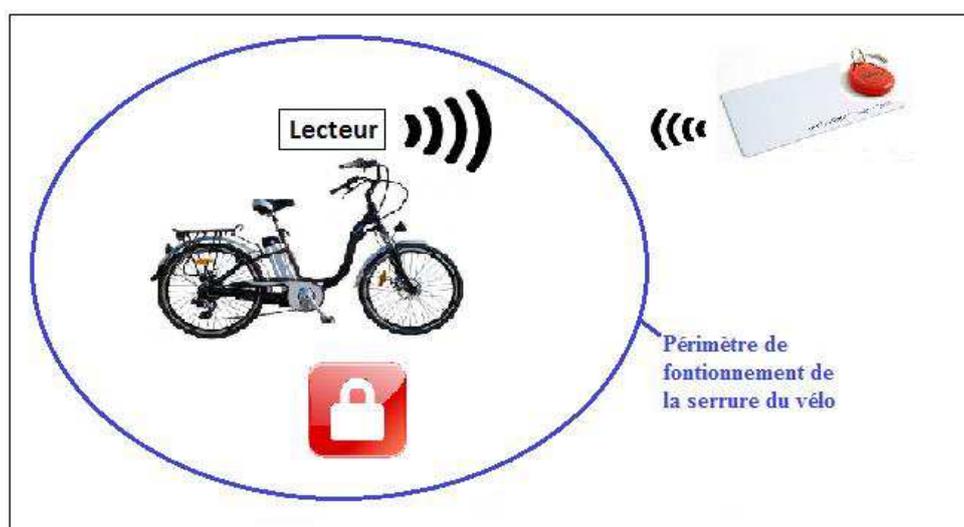


Figure 20: Figure schématisant la fermeture de la serrure

Dans la figure 20, lorsque le tag est en-dehors du champ de réception du lecteur, la serrure reste verrouillée et le vélo électrique ne peut être utilisé.

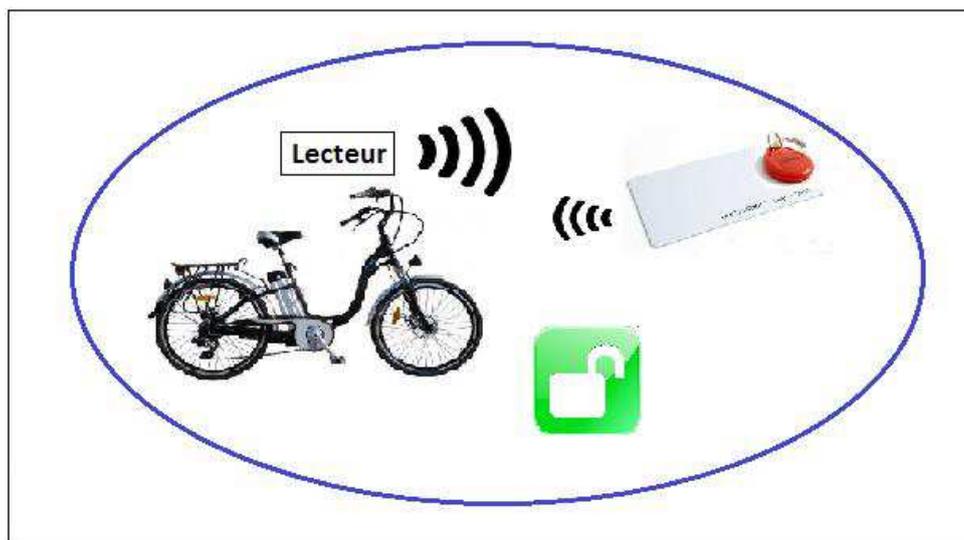


Figure 21: Figure schématisant l'ouverture de la serrure

Dans la figure 21, lorsque le tag pénètre le champ du lecteur et entre en communication avec lui, la serrure peut être déverrouillée après reconnaissance du tag. Le vélo électrique peut alors être utilisé. En s'approchant du vélo à une distance comprise entre 3 et 5 mètres, le boîtier de contrôle doit vérifier que la carte est bien autorisée à démarrer le vélo et si c'est le cas démarrera le moteur du vélo immédiatement.

En s'éloignant du vélo de 3 à 5 mètres, le boîtier de contrôle arrêtera automatiquement le moteur du vélo.

La réalisation de cette clé fait intervenir plusieurs domaines : l'électronique analogique, l'électronique numérique et la radiofréquence. Il s'agit ici de concevoir un système mixte intégré au sein d'une carte au format bancaire.

La distance de fonctionnement varie selon plusieurs paramètres: les antennes et leur géométrie, la puissance d'émission du tag, la puissance fournie au tag. Cette puissance va jouer à la fois sur la distance mais également sur la consommation. L'enjeu étant de trouver un compromis entre la consommation et la distance. Un autre paramètre à prendre en compte va être les obstacles et comment vont réagir le tag et le lecteur face aux différents obstacles : sac à dos, portefeuille, corps humain...

Avant de passer à la conception de la clé, nous proposons un état de l'art sur les systèmes RFID actifs en abordant aussi le marché économique correspondant et en listant les différents produits qui existent.

Nous montrons également les particularités du marché chinois dans lequel la clé sera commercialisée.

1. Le marché de la RFID active :

Lors de son lancement, la RFID active était beaucoup liée aux systèmes de localisation en temps réel (Real Time Location System ou RTLS), qui nécessitent de longues portées et de la puissance lors de l'émission du signal.

Actuellement, en plus des RTLS, elle englobe également tout ce qui est réseaux de capteurs sans fil et les systèmes utilisant les protocoles Zigbee ou Wifi.

La RFID active participe de plus en plus à l'essor du marché de la RFID en général. La part du marché de la RFID active par rapport au marché global de la RFID était de 13% en 2010. Il est prévu qu'elle atteigne 25% d'ici 2020, ce qui correspond en termes de revenus à plus de 6 Milliards de Dollars. Il y a également une part du marché qui concerne les modules RFID pour les téléphones portables (un autre secteur de la RFID active) estimée à 180 Millions de Dollars en 2010, elle devrait atteindre 1,6 Milliards à l'horizon 2020 d'après l'étude [27].

La figure 22 montre l'évolution du marché de la RFID active sur les années 2011-2013 en Millions de Dollars.

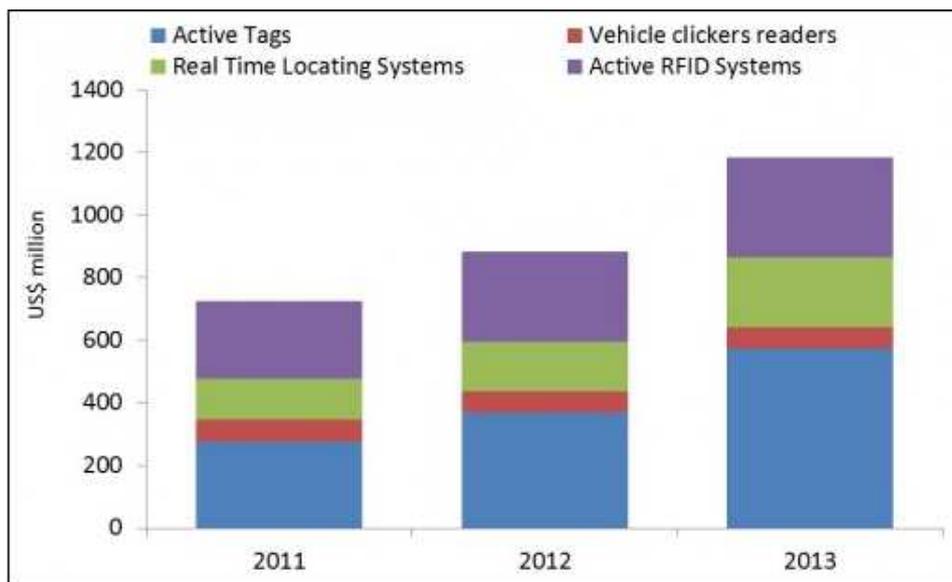


Figure 22: Valeur du marché de la RFID active en Millions de Dollars – [27]

Plusieurs facteurs contribuent à cette évolution :

- La demande qui est de plus en plus forte concernant la localisation, le suivi et le contrôle en temps réel de la sûreté dans le milieu hospitalier, les fraudes sur le web, les épidémies...
- Baisse du coût des tags actifs et de leur taille
- Développement des réseaux de capteurs sans-fil dans les immeubles, forêts, rivières, hôpitaux...
- Popularisation de nouveaux moyens de communication sans fil : wifi, zigbee, NFC (Near Field Communication)...
- Utilisation de plus en plus fréquente d'appareils mobiles pour les achats, les transports aériens et ferroviaires, les affiches intelligentes...

En 2010, 772 millions de tags actifs ont été vendus. Les clés de voiture intégrant une ouverture à distance constituent la plus grande part des ventes avec près de 690 millions de tags vendus à travers le monde. Le second secteur d'applications est le secteur militaire avec 14 millions de tags. Le total des recettes a dépassé le milliard de dollars.

Les boîtiers des tags de la RFID active étaient dans un premier temps relativement volumineux mais leur taille diminue constamment. Les tags sous forme d'étiquettes ou qui sont laminés commencent à se répandre, grâce en grande partie à la réduction de la taille des batteries et à la baisse des prix.

Les plus grands secteurs de la RFID active sont les transports, l'automobile et le médical. On trouve également la sécurité des bâtiments et la surveillance des personnes via les RTLS, notamment dans les

hôpitaux où tous les ans une cinquantaine sont équipés de réseaux de capteurs pour le suivi de l'équipe, patients et équipements.

Le contrôle des personnes et leur suivi a plus de mal à se développer en France que dans ses voisins européens. De nombreuses associations de défense des libertés individuelles se mobilisent contre une technologie qui peut apparaître liberticide. Elles condamnent ainsi son utilisation dans les hôpitaux et maisons de retraite par exemple.

La figure 23 illustre la répartition des différents secteurs qui utilisent ou commencent à utiliser de la RFID active.

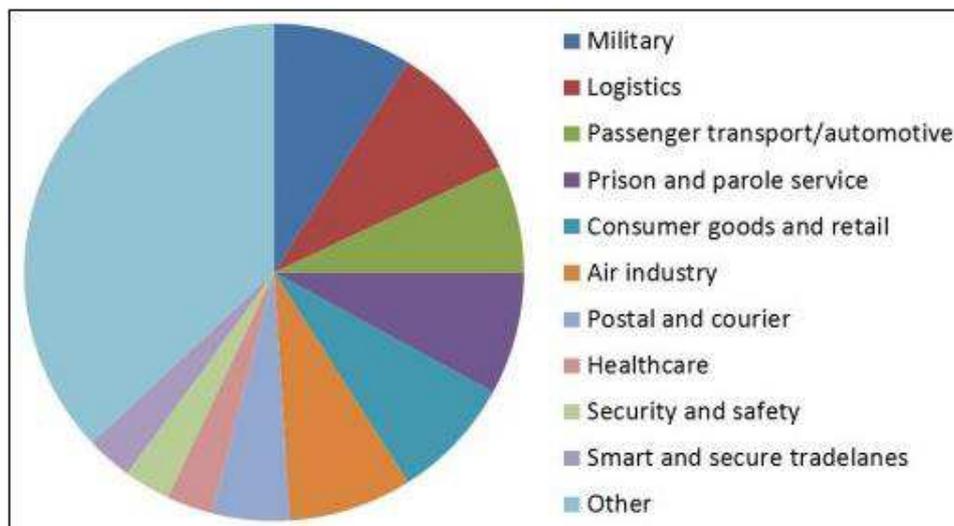


Figure 23: Secteurs de la RFID active – [27]

2. Les applications de la RFID active :

- La sécurité :
 - Contrôle d'accès des véhicules : identification rapide, suivi des entrées/sorties et inventaire du site,
 - Surveillance anti-vol pour matériel sensible : identification, suivi de localisation et contrôle de la perte du signal,
 - Surveillance de zones à risques : comme par exemple le convoyage et le compactage dans une chaîne de recyclage, en cas de détection d'un employé portant un badge dans un des processus, celui-ci est localisé, arrêté. Cela sert également au contrôle du fonctionnement,
 - Evacuation de sites : système de comptage du personnel, identification, suivi des entrées/sorties et inventaire,
 - Maintenance dans la défense : maintenance prédictive : identification, température, humidité, chocs et accélérations, déformations,

- Localisation de personnel dans les bâtiments militaires : une expérimentation a été lancée dans la marine nationale, l'objectif étant de localiser du personnel marin à l'intérieur des frégates dans la salle des machines et visualiser les informations sur les PCs de sécurité.
- Protection des biens : inventaire automatique et surveillances d'objets de valeur.



Figure 24: Application RFID active pour la surveillance anti-vol

La figure 3 donne un exemple d'utilisation de la RFID active dans le domaine de la sécurité []. Le schéma représente le protocole mis en place lors d'une surveillance anti-vol. Cela se fait suivant le schéma suivant :

- Transmission permanente entre les tags et la base pour prévenir le brouillage, le masquage, la destruction, le mouvement ou l'arrachage d'une étiquette,
 - Base électronique en dialogue permanent avec le centre de télésurveillance 24h/24 et 7j/7,
 - Plate-forme de gestion qui gère l'alarme et prévient par SMS ou déclenche une intervention suivant le niveau de l'alerte.
- Logistique :
- Localisation en temps réel : cela se fait par exemple dans les centres de répartition et de maintenance aéronautique dont certains d'entre eux voient passer jusqu'à 170 avions et hélicoptères par an, ce qui constitue 250 000 pièces en stock et près de 151 magasins.
 - Contrôle des températures : mesure et contrôle en temps réel de la température pour les besoins de cartographie thermique d'entrepôts et de traçabilité dans le transport frigorifique.

- Industrie : suivi de production, identification, température et suivi en temps réel.
- Bâtiments et travaux publics :
 - Surveillance et prévention industrielle : identification des équipements, suivi de la température, contraintes, déformations et chocs.
 - Infrastructures : gestion intelligente de l'énergie.
- Domotique : automatisation de l'habitat, identification du lieu, paramétrage de la température, contrôle de l'humidité, ouverture des portes et volets, déclenchement des lumières (figure 25).

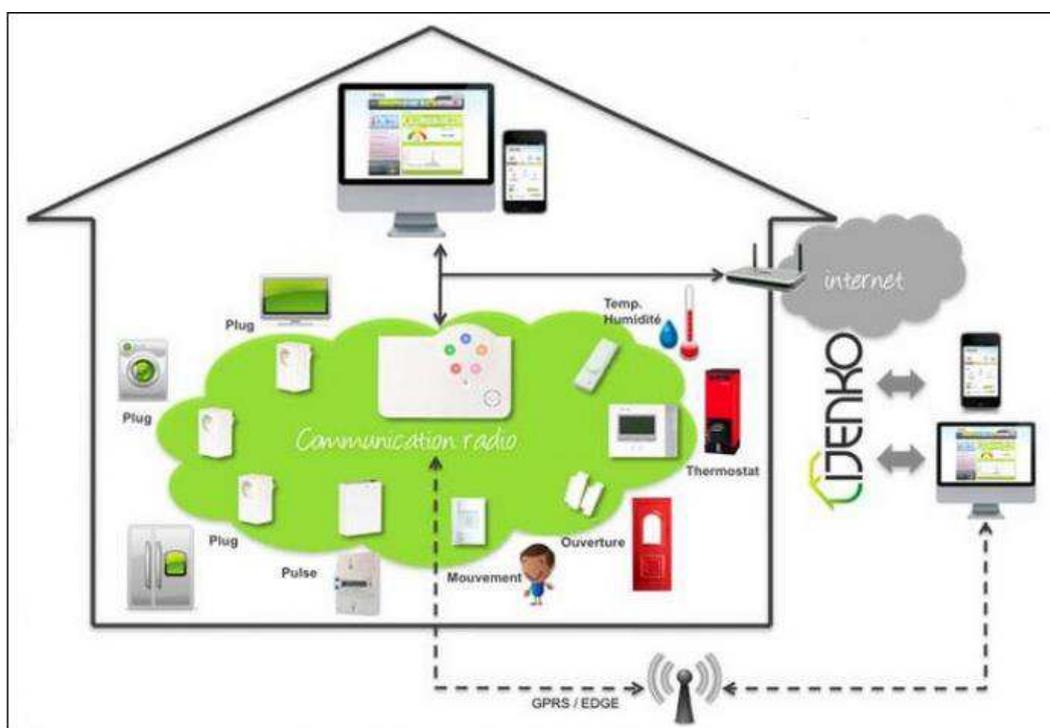


Figure 25: Domotique: home automation via la RFID active

- Radio-tracking : suivi et repérage à distance d'animaux ou pour le chronométrage automatique d'épreuves sportives.

3. Les produits de la RFID active:

La majorité des tags actifs qui existent sur le marché sont sous forme de boîtiers. Ceci s'explique par la taille des batteries nécessaires à l'alimentation des circuits. Elle doit pouvoir assurer le bon fonctionnement du produit pour des durées d'un an, 3 ans, 5 ans ou plus.

3.1. Le coin ID :



Figure 26: Coin ID – ELA [28]

Ce tag arrondi, figure 26, est un tag actif étanche. Il émet de manière périodique et paramétrable son identifiant. Il a une autonomie de 3 à 8 ans, fait 36 mm de diamètre et 11 mm d'épaisseur. On peut le trouver dans des applications telles que le comptage du personnel sur un chantier pour la sécurité BTP, l'inventaire automatisé sur les plates-formes logistiques ou le radio-tracking.

Une version plus épaisse (15 mm) et disposant d'une plus grande autonomie existe pour des applications de localisation et sûreté anti-vol.

On trouve également des capteurs de température et de taux d'humidité. Ils mesurent 36 mm de diamètre et 11 mm d'épaisseur. En plus d'envoyer leur identifiant, ils envoient également la valeur de la température ou du taux d'humidité relevée avec une précision de +/- 0,5°C pour la température et +/- 3% pour le taux d'humidité. Ils ont une autonomie de 5 à 6 ans et sont destinés aux transports de produits sanguins et tout ce qui est frigorifique dans l'agro-alimentaire ou encore le monitoring dans les entrepôts de stockage pharmaceutiques.

3.2. Les Items IR :



Figure 27: Items IR – ELA [28]

Ce tag, figure 27, a principalement deux caractéristiques : une longue portée de 60m et pouvant aller jusqu'à 100m en champ libre et une autonomie de 5 à 10 ans. Le boîtier est assez large, il fait 28 mm en épaisseur.

Il est essentiellement destiné au contrôle d'accès de site en main libres et l'inventaire en temps réel mais peut aussi servir comme anti-vol de marchandises.

3.3. Porte badge actif :



Figure 28: Porte badge actif – ELA [28]

Ce porte badge, figure 28, intègre une puce RFID active qui envoie son ID périodiquement. Elle est alimentée avec une pile bouton d'une autonomie de 3 ans et qui peut être remplacée. D'une portée de 30m en champ libre, ce porte badge sert essentiellement à s'authentifier en main libre pour les ouvertures de sessions sur ordinateur.

3.4. Boîtier de télécommande :



Figure 29: Télécommande – ELA [28]

Cette télécommande longue portée, figure 29, peut envoyer jusqu'à 3 identifiants, selon le bouton sur lequel on appuie. Elle a une autonomie de 3 à 6 ans. La pile peut être remplacée et le boîtier à une épaisseur de 16 mm.

3.5. Thinline IR :



Figure 30: Thinline IR – ELA [28]

Le Thinline, figure 30, est un badge longue portée, il peut émettre jusqu'à 80 mètres en champ libre. D'une autonomie de 2 ans à 5 ans suivant les paramètres. Il peut émettre son identifiant, une alarme pour prévenir du niveau de la batterie lorsqu'elle est trop faible et une consigne activation/désactivation. Le boîtier a les dimensions standards d'un badge en longueur et largeur et une épaisseur de 5mm.

Il est destiné à l'identification mains libres du personnel, véhicule ou matériel sur un site.

3.6. Slim ID :



Figure 31: Slim ID – ELA [28]

Le Slim ID, figure 31, est une étiquette active. Elle envoie un identifiant jusqu'à une distance de 60 mètres en champ libre. Elle a une autonomie de 1 à 7 ans suivant les paramètres (en plus de l'identifiant, elle dispose d'une alarme batterie, d'un procédé d'activation/désactivation et peut également servir comme détecteur d'arrachement). Cette étiquette fait partie des tags actifs les plus fins sur le marché avec ses 2,4 mm d'épaisseur, loin des 0,8mm d'une carte bancaire.

On la retrouve dans les domaines de l'inventaire automatique, la localisation d'objets et comme antivol dans les entrepôts de logistique.

3.7. Tag actif de chez Axem Technology:



Figure 32: Tag actif – Ingecom [29]

Le tag actif de chez AXEM Technology, figure 32, est conçu pour des applications d'inventaire (en logistique et en contrôle d'accès), de détection de température (logistique pharmaceutique, suivi de la chaîne du froid et du chaud, suivi du sang, surveillance des processus industriels) et tout ce qui est antivol et détection de mouvement.

Il a une portée pouvant aller jusqu'à 100 mètres en champ libre et émet à une fréquence de 2,45 GHz. Alimenté via une pile bouton, il a une autonomie de 5 à 10 ans suivant les utilisations.

Le boîtier a une épaisseur de 4 mm.

3.8. Porte clé actif de chez Ingecom :



Figure 33: Porte clé actif – Ingecom [29]

Ce porte clé actif émet à une fréquence de 2,45GHz, figure 33. Il a une conception très robuste qui lui permet de fonctionner dans des environnements sévères et il est particulièrement résistant aux agressions chimiques.

D'une épaisseur de 9 mm, il a une durée de vie de 6 ans suivant l'intervalle d'émission utilisé qui configurable entre 1s et 30s. Il supporte une large gamme de température allant de -20 °C à 70 °C.

3.9. Bracelet actif de chez Ingecom :



Figure 34: Bracelet actif – Ingecom [29]

Ce bracelet actif, figure 34, émettant à une fréquence de 2,45GHz, a été conçu pour le suivi des patients en domaine hospitalier. Particulièrement, les nouveaux nés en maternité ou les patients souffrant de troubles de la mémoire en hôpital ou en maisons spécialisées. Il génère une alerte en cas de sortie d'une zone non autorisée dans un rayon de 30 m en champ libre.

D'une épaisseur de 8 mm, le boîtier est spécialement conçu pour les milieux stériles et il est antiallergique.

Le bracelet a une durée de vie de 5 ans avec un intervalle d'émission de 4s. L'intervalle peut varier de 1s à 30s. Les températures supportées varient quant à elle entre -20 °C et 70 °C.

3.10. Tag actif de chez Newsteo :



Figure 35: Tag actif – Newsteo [30]

Visible sur la figure 35, ce tag dispose d'une longue portée radio pouvant aller jusqu'à 100 mètres, il a une autonomie de plusieurs années.

Il peut être utilisé dans plusieurs applications :

- Identification de marchandise dans une zone de stockage ou pendant le transport,
- Solution d'identification d'un parc de véhicules/bateaux positionnés dans un parking/port,
- Solution de chronométrage sportif,
- Solution de surveillance d'entrée sortie dans une zone à accès restreint,
- Identification de pièces détachées dans une machine,
- Système anti-vol.

Les domaines d'activités de la RFID active sont variés. Ils requièrent tous une longue portée et une autonomie importante. Mise à part l'exemple de l'étiquette, le facteur géométrique de l'épaisseur n'est pas un critère de conception imposé et il n'existe pas de tag actif respectant la norme ISO 7810.

4. La RFID active en Chine :

UINT possède un bureau de ventes à Shanghai en Chine. Il est intéressant de voir les opportunités qu'offre ce marché pour la promotion des produits RFID.

4.1. Généralités :

La Chine fait partie des pays où la RFID se développe de plus en plus. Ayant la plus grande population du monde, la Chine constitue naturellement le plus grand marché de consommation mondial.

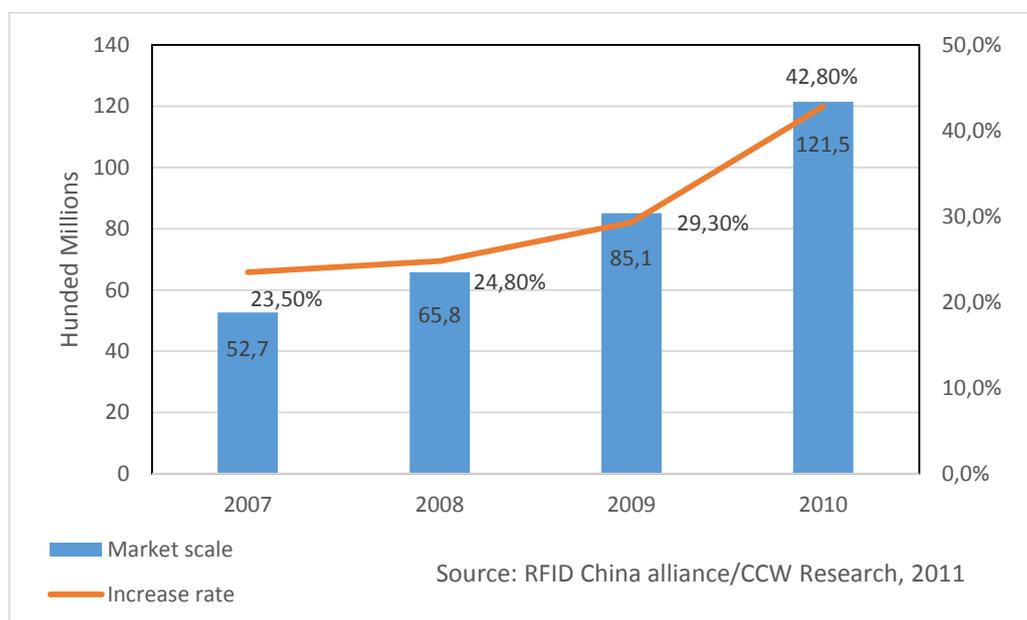


Figure 36: Croissance du marché de la RFID en Chine [31]

La figure 36 montre l'évolution du marché de la RFID chinois durant ces dernières années.

Le marché d'identification par radiofréquence en Chine devrait croître en 2013 d'environ 35% pour atteindre 32 milliards de RMB (522 millions de dollars) d'après Zhang Qi président de l'association d'information de l'industrie et du commerce de la Chine. En 2012, il était de 23,66 milliards de RMB (386 millions de dollars) [32].

Selon Lux Research [33], le marché des cartes RFID de la Chine va presque doubler en valeur et plus du double en unités en 2017 ; poussé par l'accent mis par le gouvernement sur l'Internet des objets et une accélération de la croissance du secteur privé.

Le volume du marché devrait atteindre 2,11 milliards d'unités d'ici 2017, contre de 894 millions en 2012.

4.2. Les facteurs de développement :

Plusieurs facteurs favorisent le développement de la RFID en Chine :

- La Chine est le plus grand marché de consommation au monde. Les applications de la RFID grand public ont toutes les chances de croître à un rythme exponentiel.
- La montée en puissance d'équipementiers chinois spécialisés dans les tags RFID.
- Le développement de l'UHF dans les utilisations domotiques. Ce marché devrait atteindre 236 millions de dollars en 2017.
- Le gouvernement chinois accorde beaucoup d'importance à la croissance de la RFID. Il a mis en place des plans d'aide au développement et a établi des mesures afin d'en faciliter le développement. L'appui des principaux ministres (commerce, santé, sécurité, transports...) a eu un impact important notamment la création d'un groupe de travail spécialement dédié à la RFID.
- Mise en place de fonds nécessaires pour l'étude et le développement de solutions RFID ainsi que de toutes les briques de base : techniques de design de la puce, de l'antenne, du lecteur, des applications software...
- Le progrès rapide du paiement via mobile.

4.3. Domaines d'applications de la RFID en Chine [31]:

- Les transports :

Le ministère des Transports chinois préconise le transport intelligent, il fournit des aides pour développer la recherche et accélérer la production d'applicatifs, tels que le réseau du péage autoroutier, le système de supervision de la sécurité GPS, la gestion de la circulation de l'eau, l'identification automatique des embarcations. Les utilisateurs du péage automatique ont dépassé les 650 000. 14 provinces l'ont mis en place, ce qui améliore l'efficacité du transport. Jusqu'en 2009, 17000 locomotives et 708 camions ont installé des systèmes RFID actifs pour un suivi en temps réel. Les E-tickets incluant une puce RFID sont aussi en très large circulation afin d'éviter les fraudes, que ce soit dans les trains ou dans les bus.

- Les E-passeports ou passeports biométriques :

200 millions de demandes sont enregistrées chaque année.

- L'événementiel :

En 2010, l'application la plus importante où la RFID a été utilisée dans la gestion de l'événement est le « Shanghai World EXPO E-ticket ».

- Le contrôle d'accès :

Cela inclut le contrôle d'accès aux entreprises, lotissements, et places de parking. Plusieurs personnes peuvent être rapidement vérifiées.

- La lutte contre la contrefaçon :

Les technologies qui luttent contre la contrefaçon sont utilisées dans les produits de consommation de luxe, les produits électroniques, les documents importants... Grâce à un code unique, très complexe, les produits sont facilement traçables. Toutes les informations relatives au produit sont encryptées, le logo, le nom, le numéro, la date de production...

- La santé :

Dans les soins de la santé, on retrouve le suivi de la désinfection des instruments chirurgicaux, la gestion des médicaments, le suivi en temps réel des patients, l'identité des patients... Ce domaine est en perpétuelle évolution.

- La gestion de la sécurité des produits alimentaires et des médicaments :

Elle a été mise en place afin de prévenir les problèmes dus aux intoxications alimentaires, additifs alimentaires, pesticides, afin d'en réguler les utilisations également.

- Les bibliothèques :

Les applications RFID en bibliothèque incluent les prêts de livres, retours, traitements, recherches, vérifications, déclarations, échanges...

- La logistique :

En Chine, l'utilisation de la RFID en logistique concerne essentiellement les entreprises, les chaînes d'approvisionnement et le réseau de trafic national. Par exemple, la chaîne d'approvisionnement du coton est suivie dans toutes ses étapes (achat, contrôle qualité, logistique, entreposage).

- Les paiements par téléphone :

La technologie de communication mobile s'étant beaucoup développée, le commerce électronique passe par le téléphone. On peut également valider un ticket de transport avec son téléphone.

- Le suivi des animaux :

Il est en plein développement, notamment pour ce qui est du suivi et de la protection des animaux rares.

- La gestion des biens :

Cela concerne les biens en industrie, personnel et matériels, suivi, entretien, entrées/sorties... et fournitures de bureau : ordinateurs, bureaux...

4.4. Quelques exemples de produits [34]:

On retrouve beaucoup de tags précédemment cités car une grande majorité est fabriquée en Chine. Il y en a néanmoins qui se différencient.

L'une des figures les plus importantes du marché RFID chinois est la SZAAT, l'académie de technologie aérospatiale de Shenzhen, co-financée par le gouvernement. Avec un chiffre d'affaires de 60 millions de dollars, elle compte près de 300 salariés dont 85% de chercheurs dans les différents domaines de technologie.

Elle s'est spécialisée dans la RFID dès sa création, notamment l'UHF et le 2,45GHz. Ses clients viennent de l'aérospatial, la défense et le domaine public.

4.4.1. Le badge fin actif :

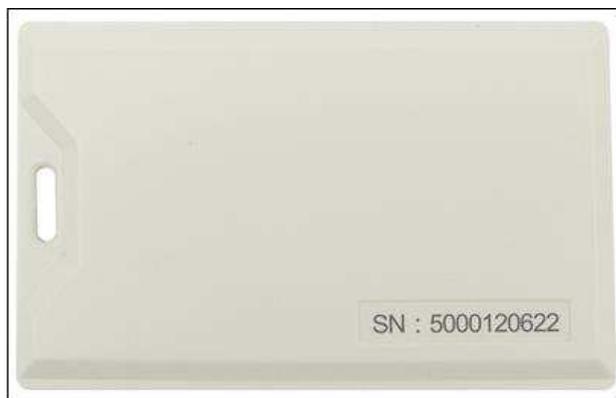


Figure 37: Badge fin actif

Ce tag actif, figure 37, sous forme de badge, est sûrement le plus fin qui existe sur le marché. Il a pour dimensions 86mm x 54mm x 2mm. Par contre, à cause de son épaisseur, il n'est pas aux normes ISO 7810.

Grâce à une batterie au lithium de 750mAh, il a une durée de vie allant jusqu'à 6 ans suivant son mode d'utilisation.

Il est conçu pour résister à l'eau et fonctionner à une température comprise entre -40°C et 70°C.

Il émet un signal jusqu'à une distance supérieure à 100m en mode outdoor à la fréquence de 2,45GHz.

Ses principales applications sont la gestion du personnel scolaire et le suivi de leur position ainsi que l'identification automatique des véhicules soit dans les parkings ou les péages d'autoroutes.

Quasiment pour les mêmes domaines d'applications on retrouve un autre tag actif visible sur la figure 38.



Figure 38: Tag actif - SZAAT

Il émet également à la fréquence de 2,45GHz à une distance de 150m suivant le mode de puissance utilisé.

Il a une durée de vie de 5 ans grâce à la batterie de 550mAh qu'il embarque.

Il est un peu plus grand et plus épais que le précédent tag : 65mm x 35mm x 5mm, loin de la norme ISO 7810.

4.4.2. Tag actif spécialement conçu pour les surfaces métalliques :



Figure 39: Tag actif anti-métal

Ce tag, figure 39, a spécialement été conçu pour les surfaces métalliques. En effet, grâce à son design d'antenne particulier, il peut être posé sur des surfaces métalliques sans que cela n'interfère sur son bon fonctionnement.

Il fonctionne à une fréquence de 2,45GHz et peut être lu à plus de 1500m. Grâce à sa batterie lithium de 1600mAh, il a une durée de vie pouvant aller jusqu'à 6 ans.

Ses dimensions sont de 120mm x 50mm x 15mm. On le retrouve dans le transport et la gestion des containers et tous les grands équipements en général.

4.4.3. Tag actif « porte-clé » :



Figure 40: Tag actif "porte-clé"

Utilisé pour le contrôle d'accès, ce tag fonctionne à la fréquence de 2,45GHz et a une autonomie de vie de 4 ans grâce à sa batterie lithium d'une capacité de 450mAh. Il est visible figure 40.

Il peut émettre jusqu'à plus de 150m et mesure 52mm x 30mm x 10mm.

5. Conclusion :

La RFID active prend une place de plus en plus importante sur le marché de la RFID car elle permet la réalisation de systèmes embarqués complexes et autonomes. Ses applicatifs sont divers et ses produits déclinés sous différentes formes.

Néanmoins, la nécessité d'autonomie ne permet pas d'embarquer des batteries suffisamment fines pour descendre en dessous de 2mm d'épaisseur. Il n'existe à ce jour aucun dispositif intégrant de la RFID active qui soit aux normes 7810.

L'objet de mes travaux de thèse est l'étude d'un dispositif qui embarque une puce RFID active alimentée via une batterie fine et intégrée dans un circuit au format bancaire.