



Compte-rendu

Projet Polytech :

Les puces RFID



Les puces RFID

La radio-identification, le plus souvent désignée par l'acronyme RFID, est couramment utilisée pour identifier des objets (produits dans les grandes surfaces) voire des organismes vivants (animaux domestiques).

Comment fonctionnent ces dispositifs, antenne, codage, ...

Quelles sont les applications actuelles et futures ?

Sommaire :

Avant-propos	2
Résumé :	3
I – Définition	3
II – Historique	3
III – Comment fonctionnent les puces RFID ?	5
IV – Les autres systèmes d'identifications	12
V – Caractéristiques du RFID face à la NFC	14
VI – Les applications actuelles	15
VII – Les applications futures	18
VIII – Les dangers	19
IX – Projet	20
X - Conclusion	21
Bibliographie :	22
Annexe:	22

Avant-propos

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Lionel BATIER, notre tuteur de projet, dont l'expertise et les conseils précieux ont été essentiels pour guider nos recherches et aiguïser notre réflexion. Ce projet a constitué un véritable défi de collaboration, enrichi par nos expériences et ambitions diverses. Malgré les obstacles d'organisation liés à nos emplois du temps variés, nous avons réussi à collaborer efficacement et à mener ce projet à son terme. Cette expérience a non seulement stimulé notre curiosité intellectuelle mais aussi renforcé notre esprit critique, compétences fondamentales pour notre futur en tant qu'ingénieurs. Les connaissances acquises sur la technologie RFID nous rendent fiers et confiants quant à l'enrichissement de notre parcours professionnel.

Résumé :

Dans ce compte-rendu, nous en apprendrons plus sur le fonctionnement de la technologie d'identification par radiofréquences (RFID) dont l'utilisation devient de plus en plus commune dans notre quotidien.

Dans un premier temps, nous définirons ce qu'est la RFID, puis l'historique de celle-ci sera mentionnée. Ensuite, nous aborderons le fonctionnement des tags RFID, composés d'une antenne et d'une puce, mais aussi des lecteurs RFID, lecteurs qui permettent de lire les informations stockées dans un tag. Après cela, nous exposerons d'autres systèmes d'identification, comme le code barre ou le QR code par exemple, puis nous nous intéresserons particulièrement aux applications actuelles et futures de la RFID, leurs utilités mais également les problèmes que celles-ci peuvent poser. Enfin, nous vous présenterons un petit projet utilisant la technologie RFID.

I – Définition

La radio identification, le plus souvent désignée par l'acronyme RFID, signifiant Radio Frequency Identification, est couramment utilisée pour identifier des objets ou même des organismes vivants.



Cette technologie permet de stocker et récupérer des données à distance en utilisant des "tags RFID". Les tags RFID sont constitués d'une puce qui contient des informations qui peuvent être lues par une application sur un terminal et d'une antenne. Le but d'identifier de manière unique les objets, les animaux ou les personnes.

Ces tags réagissent aux ondes radio et transmettent des informations à distance avec un lecteur envoyant des ondes radio. À terme cette technologie va s'intégrer dans de nombreux domaines, comme la sécurité, la logistique, le tracking puis va remplacer d'autres systèmes d'identifications obsolètes.

II – Historique

La technologie RFID est utilisée au début, de façon confidentielle, pour des applications militaires. En 1935 l'armée britannique l'utilise pour identifier leurs propres avions, c'est le système d'identification IFF « Identification friend or foe ». Un signal était envoyé à un avion, si l'avion était un avion allié, le récepteur radio embarqué sur celui-ci décodait ce signal et lançait l'émission de son propre code, sous forme d'ondes radio, sinon c'était un avion suspect. Le même principe est utilisé de nos jours pour le contrôle du trafic aérien.

(Un récepteur radio, aussi appelé simplement radio ou poste de radio, est un appareil électronique destiné à capter, sélectionner et décoder les ondes radioélectriques émises par les émetteurs radio. La fonction de décodage consiste à extraire des ondes captées, les informations qui y ont été incorporées lors de l'émission : sons ou signaux numériques),

(Un émetteur d'ondes radioélectriques est un équipement électronique de télécommunications, qui par l'intermédiaire d'une antenne radioélectrique, rayonne des ondes électromagnétiques dans l'espace. Le signal transmis par ces ondes radioélectriques peut être un programme de radiodiffusion (radio, télévision), une télécommande, une conversation (radiotéléphonie), une liaison de données informatiques, une impulsion de télédétection radar. Le contenu d'un émetteur radio varie donc énormément en taille, prix et conception, selon les applications, d'un simple « porte-clés » pour commander un portail, à une station de radiodiffusion d'un mégawatt, muni d'une antenne de plusieurs centaines de mètres comme l'émetteur d'Allouis.)

En 1945, il est dissimulé à l'intérieur d'un cadeau donné comme un « geste d'amitié » par les Pionniers soviétiques à l'ambassadeur américain à Moscou le 4 août 1945. Parce qu'il est à fonctionnement passif, étant mis sous tension et activé par de l'énergie électromagnétique à partir d'une source extérieure, il est considéré comme un prédécesseur de la technologie de radio-identification (RFID).

Dans les années 1950 les premiers articles scientifiques de Donald Harris sur cette technologie sont publiés et sont pris comme fondement de la technologie RFID.

Le premier tag fait son apparition en 1966. Cette première étiquette RFID est développée et commercialisée sous l'acronyme EAS (Electronic Article Surveillance), elle détecte uniquement la présence ou l'absence du tag. Le contrôle d'accès fait l'objet d'autres brevets. La théorie fondamentale sur laquelle s'appuie la RFID est décrite dans plusieurs publications, dont celles de R. Harrington et de J. K. Schindler.

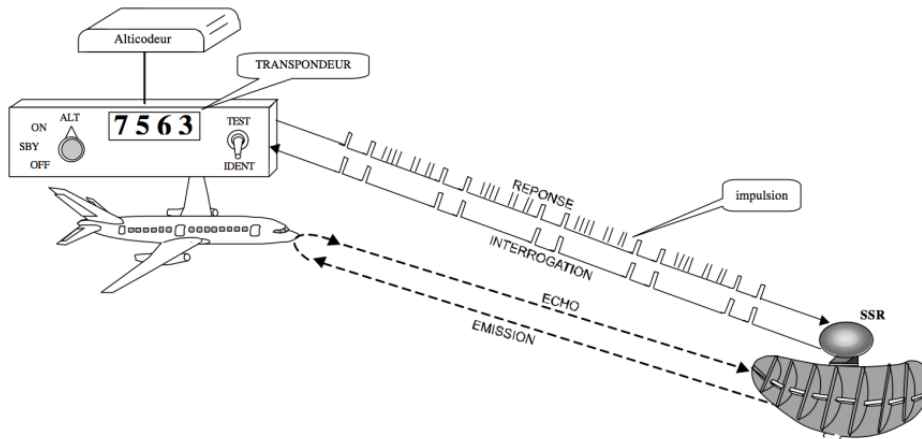
En 1973 Mario Cardullo et William Parks inventent le véritable ancêtre du RFID moderne.

Ce n'est qu'à partir des années 2000 que cette technologie se popularise notamment dans le secteur industriel et logistique.

En 2010, l'implantation de micropuces chez l'homme se pratique, avec le risque corrélatif de formes de contrôle de l'individu et de la société. Et ce avant même que la législation n'ait eu le temps de s'appuyer sur une réflexion éthique approfondie, notamment concernant les dispositifs actifs ou passifs et de plus en plus miniaturisés. Implantables ou implantés dans le corps humain, dans ou sur les vêtements et dans les objets communicants, ces puces sont autant d'innovations qui sont sources de questions éthiques et de risques de dérives.

Dans le secteur de la logistique, elle participe à la traçabilité des produits de l'entrepôt au magasin. Ensuite, elle se transforme en système antivol et en moyen d'identification des produits en caisse. Dans les bibliothèques, la RFID aide à identifier les livres. On la trouve aussi sur les passeports, sur les cartes d'accès aux transports en commun et même dans les puces qui l'identifient nos animaux de compagnie.

L'identification par radiofréquences est une pratique très répandue, et cela depuis longtemps, sachant que des dispositifs d'encodage et de transmission de données dans l'aviation sont utilisées depuis la Seconde Guerre mondiale.



Alticodeur : Codeur qui transforme une donnée d'altitude analogique en valeur numérique.
Transpondeur : Appareil équipant les cibles radar actives, et destiné à répondre aux impulsions radar.

SSR : Un radar secondaire, ou SSR (Secondary Surveillance RADAR), est un dispositif radar de contrôle aérien qui « interroge » le ciel. Ce type de radar permet de déterminer, comme tous les radars, la position de l'avion à l'aide d'un gisement et d'une distance relatifs à l'antenne.

AXE 1 (III à V) : Comment fonctionne la RFID ?

III – Comment fonctionnent les puces RFID ?

1) Introduction

Au cœur de la technologie RFID, on trouve le tag, ou étiquette, qui se compose de deux éléments clés : une puce et une antenne. La puce est le centre de stockage des informations, pouvant contenir divers types de données, tandis que l'antenne joue un rôle crucial dans la transmission de ces informations.

Le fonctionnement débute avec un lecteur RFID, qui génère un champ électromagnétique. Lorsqu'un tag RFID entre dans ce champ, l'énergie qu'il émet active la puce du tag. Cette activation déclenche alors la transmission des informations stockées dans la puce. L'antenne du tag capte ces informations et les transmet sous forme d'ondes radio, qui sont ensuite captées et lues par le lecteur.

Cette interaction entre le tag et le lecteur permet une récupération rapide et précise des données contenues dans la puce, rendant les systèmes RFID extrêmement efficaces pour de nombreuses applications, de la gestion de stock au contrôle d'accès.

2) Les différents tags RFID

Les tags RFID sont classifiés principalement en trois catégories, chacune ayant des caractéristiques et des applications spécifiques :

Tags Passifs :

- **Fonctionnement** : Ces tags ne possèdent pas de source d'énergie interne. Ils sont activés par l'énergie des ondes magnétiques émises par un lecteur RFID.
- **Applications** : Très répandus dans les domaines de la logistique et du transport, ces tags sont privilégiés pour leur coût réduit et leur simplicité.
- **Caractéristiques** : Légers et peu coûteux, ils sont idéaux pour le suivi des produits et la gestion des stocks.
- **Exemples d'applications** : identification d'animaux, , suivi des colis postaux, gestion des stocks.



Tag passif se trouvant dans le couvercle d'une poubelle

Tags Actifs :

- **Fonctionnement** : Dotés de leur propre source d'énergie (batterie), ces tags peuvent transmettre des informations de manière autonome, souvent enrichies par des capteurs intégrés.
- **Applications** : Utilisés pour des fonctions avancées comme l'authentification, la sécurisation et les systèmes antivol, ils sont particulièrement adaptés aux environnements où une portée plus longue et une mémoire plus grande sont nécessaires.
- **Caractéristiques** : Plus coûteux et plus grands en raison de la batterie, ils offrent néanmoins une portée de lecture et une fonctionnalité supérieure.
- **Exemples d'applications** : badge de télépéage autoroutier, contrôle de la chaîne du froid, suivi des ouvriers pour la sécurité sur les chantiers de travaux publics.



Badge de télépéage possédant un tag actif

Tags Semi-Passifs :

- Fonctionnement : Ces tags combinent des caractéristiques des tags passifs et actifs. Ils utilisent une batterie pour alimenter la puce RFID mais dépendent du lecteur pour l'activation du signal.

- Applications : Ces tags sont souvent utilisés dans des conditions où un tag passif ne serait pas suffisamment puissant, mais où un tag actif serait trop onéreux ou trop encombrant.

- Caractéristiques : Ils offrent une meilleure performance que les tags passifs en termes de distance de lecture et de fiabilité, tout en restant plus économiques que les tags actifs.

- Exemples d'applications : enregistrer les changements de température lors du transport de marchandises, la surveillance de parcs de machines



Tag RFID semi passive pouvant être fixé permettant la surveillance de parcs de machines

Chaque type de tag offre un équilibre unique entre coût, portée, autonomie et capacité de stockage, permettant une vaste gamme d'applications dans divers secteurs.

Il existe des étiquettes RFID à usage unique et des étiquettes réutilisables. Les étiquettes à usage unique possèdent des données qui ne peuvent plus être modifiées. Les étiquettes réutilisables quant à elles possèdent une mémoire qu'on peut modifier.

On peut par exemple voir des tags uniques dans les étiquettes des vêtements qui sonnent lorsqu'on passe le portique de sécurité. Le tag est ici à usage unique et est simplement désactivé lorsque le vêtement est payé. Il ne sert alors à rien de garder le tag et on peut le jeter. Ces tags sont très peu coûteux et sont énormément utilisés dans les magasins.



On peut trouver des tags réutilisables dans d'autres domaines par exemple dans le domaine des transports. La T2C par exemple utilise des cartes de transport qui peuvent être rechargées très facilement. Ces cartes ne sont pas jetables et doivent être conservées. L'achat de la carte coûte quelques centimes à l'utilisateur car elles sont plus coûteuses que des tags jetables.



3) Fonctionnement de l'antenne

L'antenne dans un dispositif RFID joue un rôle essentiel en facilitant la transmission d'énergie et de données entre la puce et le lecteur. Voici ses caractéristiques principales :

Types d'Antennes :

Les antennes RFID varient en fonction des applications et des exigences techniques. Parmi les types les plus courants, on trouve :

- Antennes Gravées : Fabriquées en gravant des motifs conducteurs, souvent en aluminium ou en cuivre, directement sur le substrat de l'étiquette RFID. Ces antennes sont largement répandues en raison de leur efficacité et de leur coût relativement bas.
- Antennes Imprimées : Produites via des imprimantes 3D utilisant de la pâte d'argent ou de l'encre conductrice. Bien qu'économiques, elles offrent une précision moindre par rapport aux antennes gravées.
- Antennes Enroulées : Constituées de bobines de cuivre, elles sont réputées pour leur efficacité, mais leur coût élevé et l'augmentation de l'épaisseur du produit final limitent leur utilisation.

Fonctionnement selon le Type de Tag :

- Étiquettes Actives : L'antenne agit à la fois comme émetteur et récepteur. Elle émet un signal radio et capte également les réponses des lecteurs.
- Étiquettes Passives : L'antenne capte l'énergie des ondes radio émises par le lecteur, alimentant ainsi la puce et permettant la transmission de données en retour.

Adaptation de la Géométrie :

La conception de l'antenne dépend fortement des fréquences requises et des spécificités de l'application. Sa géométrie est optimisée pour capturer efficacement les signaux radio et garantir une communication fiable entre le tag et le lecteur.

En somme, l'antenne est un composant clé des systèmes RFID, assurant la transmission d'énergie et de données dans un équilibre entre coût, efficacité et application spécifique.

4) Fonctionnement de la puce

La puce d'un dispositif RFID est constituée d'un microprocesseur et d'une mémoire. Ce microprocesseur, un circuit intégré, gère le traitement des données stockées dans la mémoire et orchestre la communication entre le tag et le lecteur RFID. La mémoire de la puce est de différents types, adaptée à divers usages :

- Mémoire ROM (Read-Only Memory) : Une mémoire non modifiable après sa fabrication, utilisée principalement pour stocker le firmware (logiciel intégré contrôlant le matériel du dispositif) du tag.
- Mémoire RAM (Random-Access Memory) : Mémoire volatile utilisée pour le traitement temporaire des données par le microprocesseur.
- Mémoire EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) : Mémoire réinscriptible qui conserve les données même sans alimentation, idéale pour stocker des informations modifiables telles que des numéros d'identification ou des données spécifiques à un objet.

Lorsque la puce reçoit une demande de transmission de données du lecteur, elle active la communication. Selon le type de puce, il est possible de programmer ou modifier les informations contenues dans la mémoire, y compris les données de sécurité nécessitant une authentification ou une autorisation. Pour renforcer la sécurité, les données sur la puce peuvent être cryptées, assurant ainsi une protection supplémentaire contre les accès non autorisés.

5) Fonctionnement des lecteurs

Le lecteur RFID est un composant crucial du système d'identification par radiofréquence. Il s'agit d'un dispositif électronique conçu pour émettre et recevoir des ondes électromagnétiques. Sa fonction principale est de détecter et de lire les informations d'identification contenues dans les tags RFID. Il est constitué d'une antenne émettrice et d'une antenne réceptrice. Voici comment il fonctionne :

- Émission d'Ondes : Le lecteur génère un champ électromagnétique qui active les tags RFID à proximité, en particulier les tags passifs qui n'ont pas de source d'énergie propre.
- Réception des Signaux : Lorsqu'un tag RFID entre dans ce champ, il répond en envoyant un signal radio. Ce signal contient les données stockées dans la mémoire du tag, comme l'identifiant unique préprogrammé par le fabricant.
- Décodeur Intégré : Le lecteur est équipé d'un décodeur qui interprète le signal reçu du tag. Ce décodeur convertit les ondes radio en informations numériques lisibles et utilisables par le système RFID.
- Traitement des Données : Une fois les données décodées, le lecteur peut les traiter, les stocker ou les transmettre à un système informatique pour une analyse et une utilisation ultérieure.

En résumé, le lecteur joue un rôle fondamental dans la communication avec les tags RFID, en initiant l'interaction, en recevant les données transmises et en les convertissant en un format exploitable.

6) Les bases de données

Dans un système RFID, les bases de données jouent un rôle crucial en stockant et en organisant les informations liées à chaque tag. Chaque tag RFID possède un identifiant unique, qui, lorsqu'il est scanné, permet d'accéder à des données spécifiques stockées dans la base de données. Ces données peuvent être diverses, allant des informations de base sur

l'article auquel le tag est attaché, à des données plus complexes comme les historiques d'accès ou les permissions d'utilisateur.

Prenons l'exemple d'un lycée utilisant des cartes d'accès RFID pour ses élèves. Chaque carte contient un tag RFID avec un identifiant unique. Lorsqu'une carte est scannée à l'entrée, le système consulte la base de données pour vérifier si l'élève est toujours inscrit. Si l'élève n'est plus au lycée, le système détectera une incohérence et le portique restera fermé, empêchant l'accès.

La gestion efficace de ces bases de données est souvent réalisée à l'aide du langage SQL, reconnu pour sa capacité à gérer de grandes quantités de données de manière efficace et sécurisée. SQL permet de créer, de gérer et de modifier les bases de données selon les besoins, offrant ainsi une grande flexibilité dans la gestion des informations liées aux tags RFID.

En termes de structure, une base de données RFID typique peut être visualisée comme un tableau, où chaque ligne représente un tag et chaque colonne une catégorie d'information. Par exemple, une colonne pourrait contenir l'identifiant unique du tag, une autre le nom de l'élève, une autre encore son année de scolarisation, et ainsi de suite. Lorsqu'un tag est scanné, le système extrait rapidement les informations correspondantes de la base de données, facilitant ainsi une multitude d'applications pratiques.

En somme, les bases de données sont essentielles au fonctionnement efficace des systèmes RFID, offrant une méthode organisée et sécurisée pour stocker et récupérer des informations clés.

Exemple de base de données :

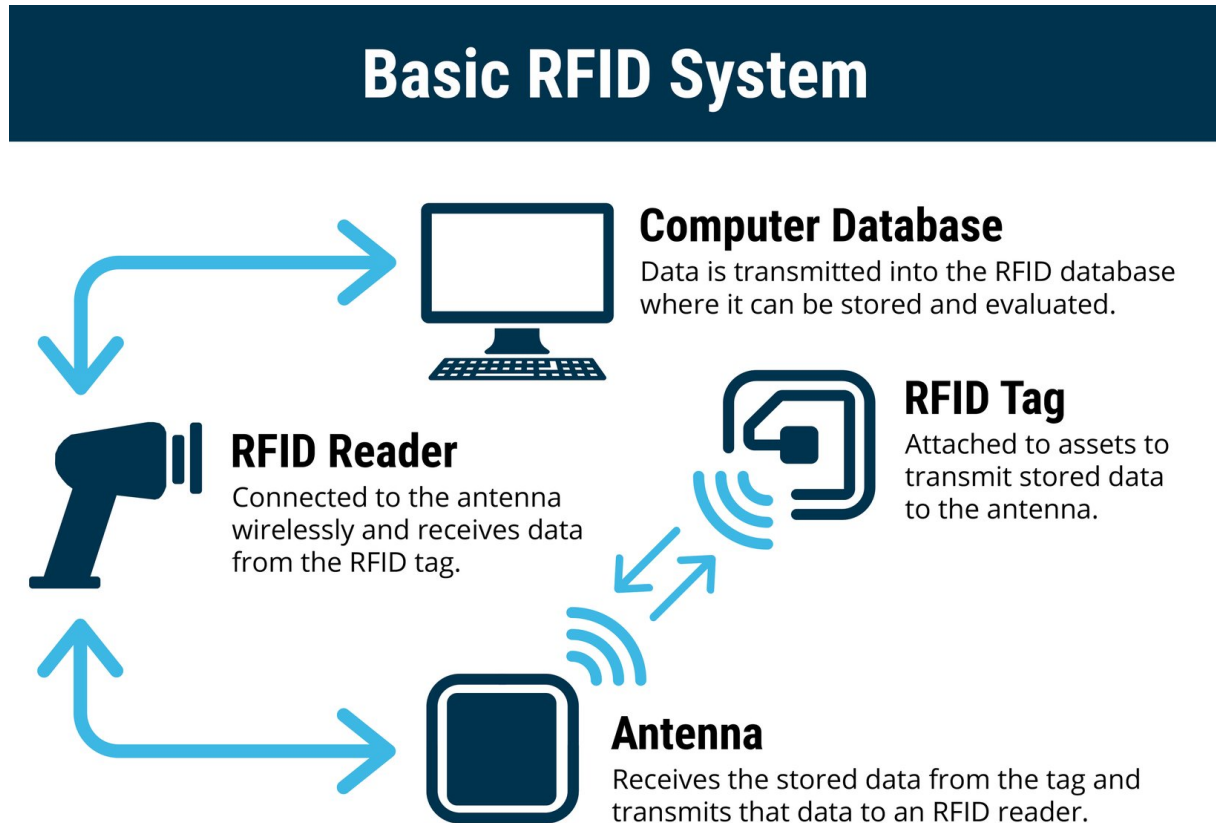
	A	B	C	D	E	F	G
1	Code client	Civilité	Prénom	Nom	Adresse	Code Postal	Ville
2	H247645	Mlle	Sybille	NomWMN	45, Impasse de Château Gaillard	87000	LIMOGES
3	M638739	Mr & Mme	Benjamin	NomIQZ	37, Allée des Vergnes	87000	LIMOGES
4	V941869	Mr	Vincent	NomYAB	20, Rue Francois Perier	87000	LIMOGES
5	F959556	Mme	Cyrille	NomATT	50, Rue d'Isly	87000	LIMOGES
6	T187621	Mme	Orianne	NomMPX	14, Allée Theodore Gericault	87000	LIMOGES
7	C146483	Mlle	Cyrille	NomQWZ	46, Rue Gustave Dore	87000	LIMOGES
8	Y646435	Mlle	Pascale	NomYIO	44, Rue Francois Alluaud	87000	LIMOGES
9	F942447	Mme	Sophie	NomNHA	18, Rue Littré	87000	LIMOGES
10	E746577	Mr & Mme	Laurent	NomVVR	45, Rue des Sablons	87000	LIMOGES
11	P735829	Mme	Gisselle	NomYXI	26, Rue Haute Cite	87000	LIMOGES
12	F134248	Mme	Carole	NomXAB	48, Rue Martial Chaput	87000	LIMOGES
13	W471532	Mme	Hortense	NomNUS	26, Rue Rembrandt	87000	LIMOGES
14	G293634	Mr & Mme	Anatole	NomKPF	9, Allée des Champs de Beauvais	87000	LIMOGES
15	T525576	Mme	Alphonsine	NomBSH	7, Rue des Papillons	87000	LIMOGES
16	O316938	Mlle	Philippine	NomEWM	3, Avenue Guglielmo Marconi	87000	LIMOGES
17	F774283	Mr	Jacques	NomDHJ	13, Rue d'Alembert	87000	LIMOGES

Dans cette base de données la colonne A correspondrait à l'identifiant du tag RFID. En le scannant on obtiendrait alors les données des autres colonnes.

7) Conclusion : Le fonctionnement dans son ensemble (écosystème complet)

La technologie RFID peut être utilisée comme système d'identification en interne dans une organisation, sans être forcément connecté à une base de données, à un réseau, mais plus simplement en utilisant des tags reconnus par cette organisation (par exemple, la clé d'identification codée d'un tag vérifie un algorithme reconnu par le lecteur, ou autre chose)

Mais en général, le fonctionnement d'un système RFID est le suivant :



IV – Les autres systèmes d'identifications

Pour apprécier pleinement le potentiel de la technologie RFID, il est essentiel de la situer dans le contexte plus large des systèmes d'identification existants, chacun avec ses propres caractéristiques et domaines d'application.

1) Le code barre

Inventé en 1952, le code-barres est un système d'identification basé sur des motifs de lignes parallèles imprimés sur un rectangle, accompagnés de chiffres. Il fonctionne selon un principe unidimensionnel, ce qui signifie qu'il ne peut être lu que dans un sens spécifique. Les chiffres associés servent à identifier divers aspects tels que l'origine du produit, le numéro de lot, et la clé de contrôle pour la validité du produit.

Pour lire un code-barres, un scanner laser est utilisé, lequel interprète les différences entre les zones sombres (les lignes) et les zones claires (l'arrière-plan) pour déchiffrer le code.

Ce système nécessite un bon contact visuel et que le code-barres soit propre et visible. Bien que la portée de lecture soit relativement limitée, le code-barres offre une identification rapide et est économique, avec un coût de production compris entre 0,07 et 0,30 dollars.

Comparé à la technologie RFID, le code-barres présente certaines limitations telles qu'une capacité de stockage de données fixe une fois imprimée, une nécessité de bon contact visuel pour la lecture, une sécurité moindre en raison de la facilité de copie, et la possibilité de lire uniquement un code à la fois. En outre, sa durée de vie est limitée lorsqu'il est imprimé avec de l'encre, et il ne permet pas la lecture de codes à l'intérieur d'une boîte ou le ré-encodage.

On a comparé la technologie RFID et les codes à barres selon différents critères, voici notre tableau :

Technologie	RFID	Code à barres
Modification de données	Dynamique	Fixe
Volume de données	Variable : peut mettre à jour des données	Variable : fixe une fois imprimée
Coûts	0,05-100\$	0,001-0,10\$
Facilité de lecture	Très flexible : nécessite une proximité	Bon contact visuel et une bonne propreté
Sécurité	Copie difficile ou quasi impossible	Copie possible
Nb de lecture	Plusieurs dizaines à la fois ou même plus	Un code à la fois
Lisible en mouvement	Possible	Très limité ou impossible
Durée de vie	Très longue quasi indéfinie sauf pour les tags actifs	Assez limitée si fait par impression par encre
Distance de lecture	0 à 100 mètres (selon différents facteurs)	5cm à 5 mètres (dépend)
Lecture de codes à l'intérieur d'une boîte	Possible	Impossible
Réutilisable et permet le ré-encodage	Oui	Non

2) Le QR code

Le QR code, développé en 1994, représente une évolution majeure dans les systèmes d'identification optique. Contrairement au code-barres unidimensionnel, le QR code est bidimensionnel, composé de petits carrés formant un motif distinctif. Cette structure lui permet de stocker une quantité de données significativement plus importante, pouvant aller jusqu'à 7089 caractères numériques ou 4296 caractères alphanumériques pour les plus grandes versions.

Un des avantages majeurs du QR code est sa facilité de lecture. Il peut être scanné et interprété dans toutes les orientations, offrant ainsi une plus grande souplesse d'utilisation.

Comme le code-barres, le QR code doit être visible pour être lu, mais sa capacité à être scanné sous divers angles réduit les contraintes liées à la position et à l'orientation du code.

Le QR code trouve des applications dans de nombreux domaines, allant de la publicité et du marketing à la traçabilité des produits, en passant par les paiements mobiles et l'authentification. Sa polyvalence et sa capacité de stockage accrue en font un outil précieux dans l'ère numérique.

3) La carte à puce

La carte à puce, inventée en 1969, représente un système d'identification électronique intégré dans une carte en plastique standard. Elle contient une puce électronique, qui stocke des informations et communique avec un lecteur via un contact physique. Cette technologie est largement utilisée dans les cartes bancaires, les cartes d'accès sécurisées, et les cartes d'identité.

Contrairement aux systèmes optiques comme le code-barres et le QR code, la carte à puce offre un niveau de sécurité et d'authentification nettement supérieur. Elle permet non seulement de stocker des données, mais aussi d'exécuter des opérations cryptographiques pour sécuriser les transactions et les échanges d'informations. Cette capacité à traiter les données directement sur la carte rend les cartes à puce particulièrement adaptées aux applications nécessitant une sécurité accrue, comme dans le secteur bancaire ou pour le contrôle d'accès.

Bien que la production d'une carte à puce soit plus coûteuse que celle d'un code-barres, ses avantages en termes de sécurité et de fonctionnalité justifient souvent cet investissement supplémentaire.

4) Les pistes magnétiques

Les pistes magnétiques, largement utilisées dans le passé, sont une forme de stockage de données numériques utilisant un codage binaire. Ces pistes sont généralement présentes sur des bandes fines appliquées sur des cartes en plastique, comme les cartes de crédit ou les billets de transport. Les données sont lues par un lecteur qui détecte les impulsions électromagnétiques sur la bande magnétique, les convertissant ensuite en informations numériques.

Bien que les pistes magnétiques soient une technologie éprouvée et largement répandue, elles présentent des vulnérabilités significatives. Elles sont sujettes à l'usure physique, aux interférences électromagnétiques, et aux erreurs de lecture, ce qui peut réduire leur fiabilité comparativement à des technologies plus récentes. De plus, la sécurité des pistes magnétiques est moins robuste, rendant les données plus susceptibles d'être copiées ou falsifiées.

Malgré ces inconvénients, les pistes magnétiques restent en usage dans plusieurs applications, notamment dans les tickets de transport public et les cartes bancaires traditionnelles, bien que cette dernière application soit progressivement remplacée par des cartes à puce.

5) La diversité des techniques

La diversité des techniques d'identification reflète l'évolution et les besoins variés des applications modernes. Chaque technologie, qu'il s'agisse du code-barres, du QR code, de la carte à puce, ou des pistes magnétiques, possède des avantages et des inconvénients qui la rendent plus ou moins adaptée à certaines applications.

L'identification par RFID, par exemple, offre une flexibilité et une capacité de stockage de données supérieures par rapport au code-barres, mais peut être plus coûteuse. Les cartes à puce fournissent une sécurité accrue, essentielle pour les transactions financières, tandis que les pistes magnétiques, malgré leur vulnérabilité, continuent de jouer un rôle dans des applications spécifiques.

Cette variété de systèmes d'identification permet une adaptation précise aux besoins spécifiques de chaque application, qu'il s'agisse de sécurité, de coût, de facilité d'utilisation, ou de capacité de stockage de données. En fin de compte, le choix de la technologie dépend de l'équilibre entre ces différents facteurs en fonction du contexte d'utilisation.

V – Caractéristiques du RFID face à la NFC

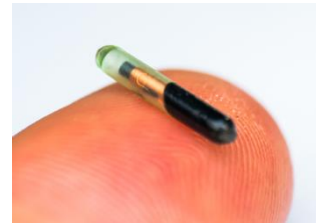
La technologie NFC (Near Field Communication) est un dérivé du RFID qui fonctionne à une distance bien plus courte (inférieure à 10cm). Pour cette raison, le tag RFID est aujourd'hui principalement utilisé dans les centres de stockage particulièrement étendu, tandis que la technologie NFC est utilisée pour scanner des articles situés à proximité. Cette technologie est plus avancée que le RFID, car plus sécurisée, plus rapide et aussi plus récente (la technologie NFC a été développée dans les années 2000).

AXE 2 (VI à VIII) : Quelles sont les applications actuelles et futures ? Exemples et projet

VI – Les applications actuelles

1) Identification des animaux domestiques :

Les puces RFID implantées chez les animaux domestiques portent un code unique de 15 chiffres qui encode des informations clés, telles que le code pays (par exemple, 250 pour la France), l'espèce de l'animal (26 étant attribué aux chiens et chats), le code du fabricant de la puce, et un numéro d'identification unique à chaque animal. Cette puce permet un accès rapide à l'identité de l'animal et à ses données de santé via une base de données nationale. Lors d'une consultation, le vétérinaire utilise un lecteur RFID pour activer le tag et lire le code, facilitant ainsi l'identification de l'animal et la récupération de ses informations médicales essentielles. Cette application de la RFID représente un pas en avant significatif dans le suivi et la gestion de la santé des animaux domestiques, assurant une identification précise et un accès immédiat à leur historique médical.

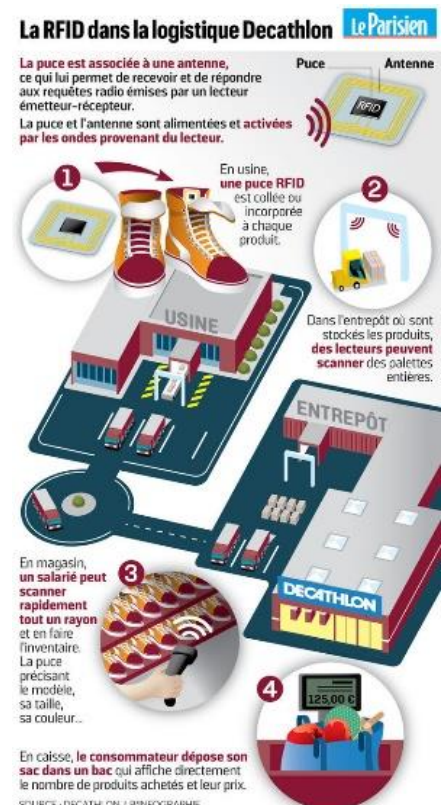


2) Révolution des tags RFID chez Décathlon et au-delà :

L'introduction des tags RFID chez Decathlon, depuis 2017, marque une étape significative dans l'évolution du commerce de détail. Chaque produit, dès sa conception, se voit attribuer un tag RFID portant un identifiant unique. Ce système permet non seulement une gestion de stock plus fluide et précise au sein des entrepôts de Decathlon, mais facilite également les transactions en caisse, où les produits sont rapidement identifiés grâce à leurs tags. Les portiques équipés de lecteurs RFID, disposés aux entrées et sorties, assurent un contrôle efficace des flux de marchandises, contribuant à la sécurité et à la réduction des pertes.

Cette technologie s'étend bien au-delà des magasins de sport, trouvant des applications novatrices dans d'autres secteurs. Par exemple, Amazon Go utilise les tags RFID pour créer des supermarchés sans caisse, où les clients peuvent faire leurs achats de manière fluide et autonome, sans passer par une caisse traditionnelle. De même, McDonald's intègre cette technologie pour optimiser la gestion de sa vaisselle dans certains de ses établissements, améliorant ainsi le service et l'expérience client.

L'usage des tags RFID chez Decathlon, ainsi que par des marques innovantes telles qu'Amazon Go et McDonald's, illustre parfaitement comment cette technologie révolutionne non seulement la gestion des inventaires et le processus de vente, mais pave également la voie vers



des modèles de consommation plus automatisés et efficaces, transformant l'expérience d'achat dans de nombreux secteurs.

NB : Les tags RFID utilisent un identifiant unique au lieu de stocker directement des détails sur le produit. Cette méthode, choisie pour sa simplicité et son efficacité, permet de gérer facilement les changements d'informations comme les prix ou les promotions sans modifier le tag. Cela rend le système adaptable et idéal pour le suivi des produits et la gestion des stocks dans les grandes entreprises.

3) Cartes de transport et forfaits de ski RFID :

Les tags RFID sont désormais intégrés dans les cartes de transport et les forfaits de ski, permettant un accès rapide et sans contact aux services. Ces cartes contiennent un identifiant unique, facilitant la validation des titres de transport et l'accès aux remontées mécaniques sans avoir à retirer la carte de sa poche. Ce système pratique est adopté dans les transports publics ainsi que dans de nombreuses stations de ski, où les portiques RFID lisent les cartes à distance, améliorant ainsi l'expérience utilisateur.

L'adoption de la RFID dans ce contexte répond à un besoin d'efficacité et de sécurité, réduisant les files d'attente et minimisant les risques de perte ou de dommage des billets physiques. Les utilisateurs bénéficient d'une expérience plus fluide, tandis que les exploitants peuvent gérer les accès de manière plus contrôlée et recueillir des données utiles pour optimiser leurs services.

En bref, l'utilisation de la technologie RFID pour les cartes de transport et les forfaits de ski simplifie l'accès aux services, offrant à la fois commodité pour les utilisateurs et une gestion améliorée pour les opérateurs.

4) Télépéage :

Le système de télépéage utilise la technologie RFID pour faciliter le passage des véhicules aux péages. Chaque badge de télépéage, équipé d'un tag passif RFID contenant une puce et une antenne, enregistre l'identification du véhicule ainsi que le point d'entrée sur l'autoroute. Lorsqu'un véhicule passe, le lecteur RFID à l'entrée enregistre la gare d'entrée sur la puce du badge. Au moment de la sortie, un autre lecteur RFID « interroge » le badge pour obtenir le nom de la gare d'entrée, permettant ainsi de calculer et de facturer le coût du trajet de manière automatique. Ce système accélère le processus de péage, réduisant les temps d'attente et améliorant l'efficacité du trafic.

5) Antivol :

Les systèmes antivol utilisant la RFID intègrent un tag dans l'emballage du produit. Ce tag interagit avec les portiques à l'entrée et sortie des magasins : il déclenche une alarme si le produit n'a pas été payé. Lors du paiement, l'information du tag est mise à jour ou les données dans la base de données sont modifiées pour désactiver le tag, évitant ainsi l'alarme au passage du portique. Cette technologie assure une sécurité des produits tout en permettant une désactivation facile au moment de l'achat.

6) Traçabilité des animaux dans les élevages

L'intégration de la RFID active dans la gestion des élevages permet non seulement un suivi précis des animaux, mais aussi une gestion proactive de leur santé et une réponse rapide aux épidémies. Par exemple, l'utilisation de tags RFID pour surveiller la température corporelle des animaux peut aider à détecter précocement les signes de maladie. Toutefois, il est important de considérer les défis tels que le coût initial élevé et les questions de compatibilité des systèmes.

Dans la pratique, des élevages ont utilisé la RFID pour améliorer la traçabilité et la sécurité alimentaire, comme en témoignent certains projets qui ont permis de contrôler efficacement la propagation des maladies au sein des troupeaux.

Néanmoins, les préoccupations relatives à la gestion des données et à la vie privée restent pertinentes et doivent être adressées avec soin.

L'avenir de la RFID en élevage semble prometteur, avec des innovations attendues pour rendre les tags plus efficaces et moins coûteux, ainsi que pour étendre leurs capacités de suivi à des paramètres de santé plus larges. Ces avancées pourraient offrir des solutions encore plus robustes pour les défis de l'agriculture moderne.

En somme, la RFID offre des avantages significatifs pour la gestion des élevages, mais son adoption doit être équilibrée avec une attention aux coûts, à la technologie et aux considérations éthiques liées au bien-être animal.



7) Bibliothèques :

L'introduction de la technologie RFID dans les bibliothèques transforme radicalement la gestion des collections. En équipant les livres et autres ressources de tags RFID, les bibliothèques facilitent les opérations de prêt et de retour, réduisant considérablement les files d'attente et les erreurs de traitement. Ce système permet également une gestion efficace des inventaires, car le personnel peut rapidement scanner les étagères pour identifier les articles manquants ou mal rangés. De plus, la RFID sert de système antivol puissant, sécurisant les ouvrages précieux contre les pertes. L'automatisation accrue libère le personnel de tâches répétitives, lui permettant de se consacrer à des activités à plus haute valeur ajoutée, comme l'assistance aux usagers et la programmation culturelle, enrichissant l'expérience de la communauté.

8) Badge d'immeuble

Au quotidien, l'utilisation de badges RFID pour sécuriser l'accès aux immeubles de bureaux, résidences, et autres infrastructures est devenue courante. Ces badges contiennent une puce RFID qui, lorsqu'elle est scannée par un lecteur à l'entrée, permet ou refuse l'accès basé sur les autorisations enregistrées. Cette technologie offre une sécurité accrue en limitant l'accès aux seules personnes autorisées, tout en fournissant un moyen pratique pour les résidents ou les employés d'entrer dans les bâtiments sans clés physiques. De plus, les administrateurs peuvent facilement gérer les droits d'accès, ajouter ou révoquer des autorisations en temps réel, et suivre les entrées et sorties, offrant ainsi une solution flexible et sécurisée pour la gestion des accès aux bâtiments.

VII – Les applications futures

1) Sac de secouriste

a) Présentation du problème

Lorsqu'un secouriste part en intervention, il prend toujours avec lui un sac qui contient tout ce dont il a besoin pour soigner. Cependant avant chaque intervention, il doit vérifier que rien ne manque dans son sac ce qui peut faire perdre du temps et il peut y avoir des erreurs. Nous nous proposons donc d'imaginer un système utilisant la technologie RFID afin d'améliorer la gestion du matériel dans le sac d'un secouriste.

b) Système

Le principe est le suivant : tous les objets du sac du secouriste sont étiquetés avec un tag RFID passif. Lorsque celui-ci revient d'une intervention, il pose son sac à une borne qui fonctionne sur le même principe que les caisses de décathlon, c'est-à-dire qui est équipée d'un lecteur RFID relié à un ordinateur et qui identifie tous les objets présents dans le sac. Le secouriste peut ensuite voir sur un écran retour le contenu de son sac, avec ce qu'il manque. Dans les détails, chaque outil du sac possède un tag RFID dont la puce contient les informations suivantes : nom de l'outil et à quel sac il appartient. Pour les consommables (ex : compresses), c'est un peu différent, chaque consommables ne va pas avoir son propre tag RFID mais plutôt un paquet d'entre eux va être étiqueté. Par exemple les compresses, chaque compresse ne va pas avoir son propre tag RFID car cela ne serait ni écologique ni économique. On va plutôt mettre un tag RFID sur un paquet de 10 compresses. Cela vaut pour tous les types de consommables. La puce du tag RFID des consommables contiendra leur nom. L'ordinateur de la borne contient lui un programme qui va analyser tout ce que contient le sac de l'urgentiste. Ce programme « sait » tout ce que doit contenir le sac. Aussi il évaluera le nombre de paquets de consommable présent et quel est le minimum requis. Finalement, le programme renvoie sur un écran tout le contenu du sac, avec écrit en rouge tous les outils et consommables qui manquent.

c) Éventuels problèmes

Ce système pourrait permettre de faire gagner du temps aux secouristes et de leur assurer qu'ils ont toujours avec eux tout le matériel dont ils besoin. Cependant il peut y avoir quelques problèmes comme lors de la détection des objets du sac à la borne, s'il y a trop de tags RFID qui essaient d'être lu en même temps, le lecteur RFID peut ne pas en détecter certains dû au grand nombre de tags présents. Le secouriste va penser qu'il lui manque des objets et il va donc perdre du temps à aller en chercher alors que cela n'était pas nécessaire. On peut aussi imaginer que le lecteur RFID détecte des outils ou des consommables dans le sac alors qu'ils n'y sont pas (ex: un tag RFID s'est décroché d'un outil). Le secouriste va partir en intervention pensant qu'il a tout ce qu'il lui faut alors qu'il lui manque des choses.

2) Autres applications

On peut appliquer ce même principe de suivi de matériel et de gestion des stocks avec une maison connectée : les tags RFID pourraient servir à suivre les objets à l'intérieur d'une maison, pour ainsi mieux gérer l'inventaire des objets, mais également pour contrôler l'accès à différentes personnes autorisées, ou même l'activation d'automatisations.

Dans un futur proche, on pourrait imaginer le développement d'implants sous la peau : principe de portefeuille, contient toutes nos données (identité, compte bancaire, santé, passeport...)

VIII – Les dangers

Cette technologie est très utile dans notre quotidien, mais elle possède ses limites (d'utilisation) et ses failles (de sécurité) ...

Au fil des années, les clés de voiture ont évolué grâce à la technologie RFID. Désormais, lorsque le propriétaire s'approche de sa voiture verrouillée, la voiture reconnaît la présence de la clé associée et se déverrouille automatiquement dès que la poignée est saisie. Plus besoin de manipuler la télécommande : la RFID simplifie l'accès au véhicule.

Un problème : des voleurs utilisent des dispositifs pour intercepter le signal des clés RFID depuis l'intérieur des maisons. En reproduisant ce signal près des voitures, ils parviennent à les déverrouiller sans toucher aux clés. Cette méthode permet des vols quasi-indétectables, constituant une menace sérieuse pour la sécurité des véhicules équipés de cette technologie.

Aujourd'hui, de nombreux animaux domestique portent des puces implantables utilisant la technologie RFID, qui permettent de prouver par exemple que notre animal nous appartient lorsqu'il a été volé, ou encore de pouvoir voyager avec lui car elle lui sert de "passeport". Malheureusement, certaines études menées sur des animaux en **laboratoire** font état que ces dispositifs sont responsables d'une augmentation du nombre des tumeurs malignes chez les animaux implantés. Un problème pour nos animaux puisque ces puces permettent leurs identifications donc indispensables. Heureusement on peut aussi envisager d'autres moyens d'identification si on le souhaite, comme un tatouage dans l'oreille de son chat par exemple.

Le skimming RFID est une menace grandissante où des dispositifs de lecture RFID



sont utilisés pour intercepter à distance diverses données, telles que des badges d'accès ou des cartes de bâtiment. Ces lecteurs peuvent capturer les informations des tags se trouvant à proximité, parfois jusqu'à un mètre, sans contact direct. Cette méthode permet aux fraudeurs de récupérer des détails sensibles, exposant les utilisateurs à des risques de vol de données personnelles et de violation de la vie privée, bien au-delà des simples cartes bancaires.

Pour se protéger, il est important d'adopter des mesures de sécurité telles que l'utilisation de portefeuilles ou de porte-cartes dotés de protections RFID. Ces solutions aident à prévenir les interceptions non autorisées des données, garantissant ainsi une meilleure sécurité des informations personnelles contre de telles attaques.

On peut illustrer cet exemple à l'aide du flipper zéro, un appareil intégrant entre autres, la technologie RFID, pouvant lire des tags, en tirer des données, et pour certains les émuler.

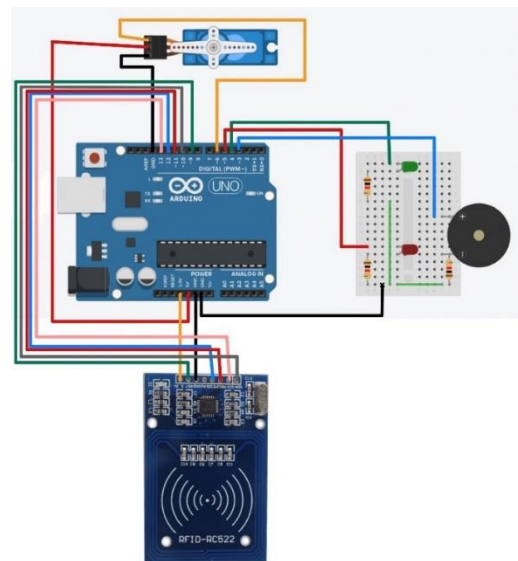
IX – Projet

Ce projet vise à développer un coffre sécurisé contrôlé par RFID, accessible via une carte NFC. Le système utilise un module RFID pour lire l'UID d'un tag NFC. Si l'UID correspond à celui autorisé, le système déclenche l'ouverture via un servomoteur et signale l'accès autorisé par une LED verte et un bip sonore. En cas d'identification incorrecte, une LED rouge s'allume accompagnée de trois bips. Ce prototype illustre l'application pratique de la RFID pour sécuriser et simplifier l'accès aux objets ou espaces.

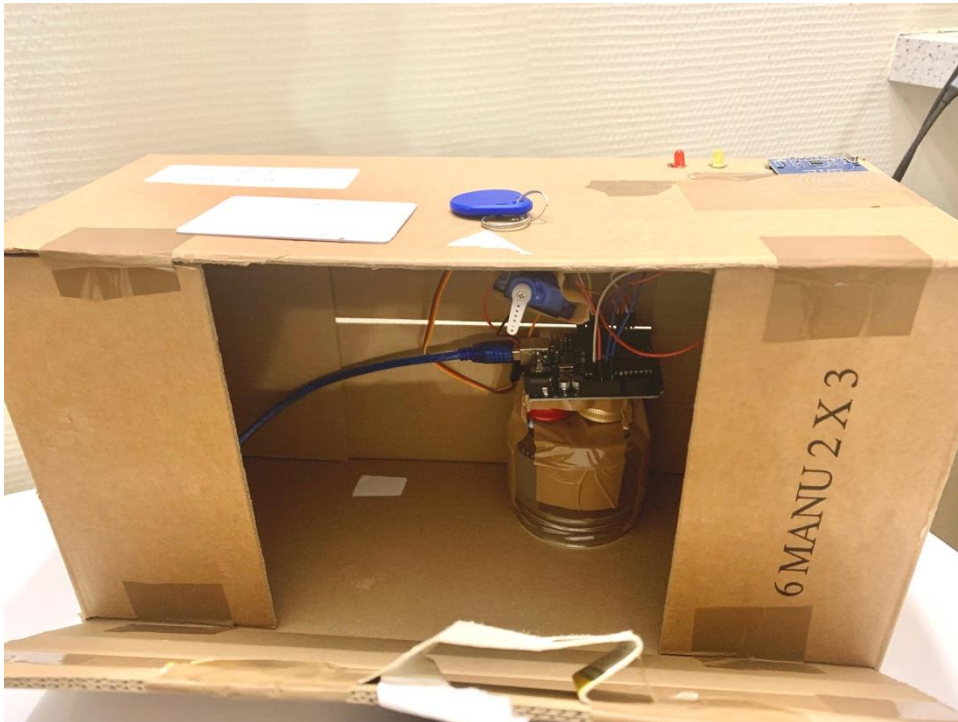
Pour se faire, nous avons utilisé le matériel suivant:

- Lecteur RFID
- Carte Arduino UNO
- LED rouge et verte
- Résistances
- Buzzer sonore
- Servomoteur
- Alimentation
- Carte de développement

Ci-joint le schéma du montage :



Prototype du coffre sécurisé RFID activé par carte NFC:



Le fonctionnement du système est orchestré par un code utilisant les bibliothèques Arduino MFRC522 pour la lecture RFID, Servo pour le contrôle du servomoteur, et SPI pour la communication avec le microcontrôleur. Le code initialise les modules, lit l'UID du tag présenté, et contrôle l'activation du servomoteur en fonction de l'identification.

Le code est joint en Annexe.

X - Conclusion

La technologie RFID, en constante évolution, se révèle être un pilier de l'innovation dans notre quotidien. De l'identification des animaux domestiques à la sécurisation des transactions commerciales, son application s'étend largement, démontrant son potentiel à simplifier et sécuriser nos interactions quotidiennes. Notre projet de coffre sécurisé RFID incarne une application pratique, mettant en lumière la facilité d'intégration de la RFID dans des solutions concrètes et accessibles. Toutefois, la progression de la RFID soulève des questions éthiques et de sécurité importantes, notamment en ce qui concerne la protection des données personnelles et la possibilité de surveillance accrue. Face à ces enjeux, il est primordial de développer des normes et des pratiques qui favorisent une utilisation responsable de la technologie. En conclusion, tout en reconnaissant les vastes applications et les avantages de la RFID, nous devons également être vigilants quant à ses implications, en promouvant une réflexion éthique et des mesures de sécurité robustes. L'avenir de la RFID, porteur de promesses et de défis, nous invite à explorer de nouvelles frontières technologiques, tout en restant conscients de notre responsabilité collective dans son déploiement.

Bibliographie :

<https://iotjourney.orange.com/fr-FR/support/faq/qu'est-ce-que-la-technologie-rfid-:definition-et-fonctionnement>
<https://www.ttelectronics.com/blog/rfid-technology/#:~:text=RFID%20technology%20has%20been%20designed,to%20enhance%20the%20manufacturing%20process.>
<https://www.leparisien.fr/economie/consommation/comment-la-puce-rfid-revolutionne-le-commerce-21-02-2019-8016945.php>
https://youtu.be/jjCSYEUoHLY?si=3AYcQCe7JFU_hHhp
<https://www.camcode.com/blog/what-are-rfid-tags/#:~:text=RFID%20tags%20are%20a%20type,tags%20utilize%20radio%20frequency%20technology.>
https://fr.wikipedia.org/wiki/Code_QR
<https://www.reussir.fr/porc/dossier/les-promesses-des-puces-rfid>
<https://zone.ski/glisse-et-technologie-la-rfid-expliquee/>

Annexe:

```

// On inclut dans le programme les bibliothèques nécessaires au
fonctionnement de nos modules RFID et servo
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Servo.h>
// On définit nos branchements et ce à quoi ils correspondent
#define RST_PIN 9      // Broche de réinitialisation du lecteur RFID
#define SS_PIN 10      // Broche slave select pour le lecteur RFID
#define GREEN_LED_PIN 4 // Broche pour la LED verte (jaune)
#define RED_LED_PIN 5   // Broche pour la LED rouge
#define BUZZER_PIN 3    // Broche pour le buzzer
#define SERVO_PIN 6     // Broche pour le servomoteur (cerveau)

MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); // Initialiser le lecteur RFID
Servo myservo;                 // Créer un objet Servo
// On définit l'ID du tag que l'on veut autoriser pour ouvrir le coffre
String tagIDAutorise = "C379B50C";
// On initialise le montage selon les différents modules
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Initialiser la communication série
  SPI.begin();        // Initialiser la communication SPI
  rfid.PCD_Init();    // Initialiser le lecteur RFID
  myservo.attach(SERVO_PIN); // Attacher le servomoteur à la broche

```

```

    pinMode(GREEN_LED_PIN, OUTPUT); // Définir la broche de la LED
verte en sortie
    pinMode(RED_LED_PIN, OUTPUT); // Définir la broche de la LED
rouge en sortie
    pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT); // Définir la broche du buzzer en
sortie
}
// Soit le programme suivant
void loop() {
    // Vérifier si un TAG RFID est présent
    if (rfid.PICC_IsNewCardPresent() && rfid.PICC_ReadCardSerial()) {
        // Lire l'identifiant du tag
        String tagID = "";
        for (byte i = 0; i < rfid.uid.size; i++) {
            tagID += String(rfid.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : "");
            tagID += String(rfid.uid.uidByte[i], HEX);
        }
        tagID.toUpperCase();
        // Vérifier si le tag RFID détecté est autorisé
        if (tagID == tagIDAutorise) {
            digitalWrite(GREEN_LED_PIN, HIGH); // Allumer la LED verte
            digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // Activer le buzzer
            delay(400); // Attendre 2 secondes
            digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // Désactiver le buzzer
            delay(50); // Attendre 2 secondes
            digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // Activer le buzzer
            delay(400); // Attendre 2 secondes
            digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // Désactiver le buzzer
            digitalWrite(RED_LED_PIN, LOW); // Éteindre la LED rouge
            myservo.write(90); // Faire bouger le cerveau à
90 degrés (déverrouille la porte du coffre)
            delay(5000); // Attendre 5 secondes
            // pendant 5 secondes
            digitalWrite(GREEN_LED_PIN, LOW); // Éteindre la LED verte
            // après 5 secondes
            myservo.write(0); // Faire bouger le cerveau à
0 degrés (revient en position initiale)
        } else {
            digitalWrite(GREEN_LED_PIN, LOW); // Éteindre la LED verte
            digitalWrite(RED_LED_PIN, HIGH); // Allumer la LED rouge
            // Faire sonner le buzzer
            for (int i = 0; i < 1; i++) {
                digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // Activer le buzzer
                delay(3000); // Attendre 3 secondes
                digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // Désactiver le buzzer
                delay(50); // Attendre 0.05 seconde
            }
            digitalWrite(RED_LED_PIN, LOW); // Éteindre la LED rouge
        }
        rfid.PICC_HaltA(); // Arrêter la communication avec le tag
    }
}

```