



**EAE SIE 2**

**SESSION 2016**

## **AGRÉGATION CONCOURS EXTERNE**

**Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR**

**Option : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR  
ET INGÉNIERIE ÉLECTRIQUE**

**MODÉLISATION D'UN SYSTÈME, D'UN PROCÉDÉ  
OU D'UNE ORGANISATION**

**Durée : 6 heures**

*Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

A

## La traçabilité optimisée au sein d'une confiserie

**Ce sujet comporte trois parties totalement indépendantes :**

Partie A : analyse des flux informationnels.

Partie B : identification sans contact.

Partie C : amélioration du logiciel.

La partie B est également décomposée en trois parties indépendantes :

Partie B1 : caractérisation de la communication RFID.

Partie B2 : gestion des collisions des réponses dans le cas de multiples étiquettes.

Partie B3 : optimisation de la transmission haute fréquence avec :

B3.1 : étude de l'antenne intégrée au lecteur.

B3.2 : définition des caractéristiques d'une antenne externe par modélisation.

**Une lecture préalable et complète du sujet est indispensable.**

Il sera tenu compte de la cohérence avec laquelle les candidats traiteront chaque partie, le jury préférant une réflexion d'ensemble de la partie abordée à un éparpillement des réponses.

Les candidats sont invités à numéroter chaque page de leur copie et à indiquer clairement le numéro de la question traitée.

Les candidats sont priés de rédiger les différentes parties du problème sur feuilles séparées et clairement repérées.

Il leur est rappelé qu'ils doivent utiliser les notations propres au sujet, présenter clairement les calculs et dégager ou encadrer tous les résultats.

Tout résultat incorrectement exprimé ne sera pas pris en compte. En outre, les correcteurs leur sauront gré d'écrire lisiblement et de soigner la qualité de leur copie.

Il sera tenu compte de la qualité de rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Les correcteurs attendent des phrases complètes respectant la syntaxe de la langue française.

Pour la présentation des applications numériques, il est rappelé que lors du passage d'une forme littérale à son application numérique, il est recommandé aux candidats de procéder comme indiqué ci-dessous.

Après le rappel de l'expression littérale, chaque grandeur est remplacée par sa valeur numérique en respectant la position qu'elle avait dans la relation. Ensuite, le résultat numérique est donné sans calculs intermédiaires et sans omettre son unité.

Si le texte du sujet, ses questions ou ses annexes conduisent à formuler une ou plusieurs hypothèses, il est demandé au candidat de la (ou les) mentionner explicitement dans la copie.

# Sommaire

Questionnement .....	DQ3 à DQ25
Analyse des flux informationnels.....	DQ3 à DQ7
Identification sans contact.....	DQ8 à DQ22
Caractérisation de la communication RFID .....	DQ8 à DQ14
Gestion des collisions .....	DQ14 à DQ15
Optimisation de la transmission haute fréquence.....	DQ15 à DQ22
Étude de l'antenne intégrée au lecteur.....	DQ16 à DQ19
Définition des caractéristiques d'une antenne externe par modélisation.....	DQ20 à DQ22
Amélioration du logiciel.....	DQ23 à DQ25
Conclusion.....	DQ25
Dossier technique .....	DT1 à DT18
Document réponse .....	DR1 à DR2

# A. Analyse des flux informationnels

## A.1. Contexte

Le système objet de l'étude est un système de traçabilité optimisée dans une confiserie d'olives de table.

### 1.1 Qualité

Les qualités particulières exigées des olives de table résident essentiellement dans la bonne proportion de chair par rapport au noyau, dans la finesse de cette chair, sa fermeté, son craquant, sa facilité à se détacher du noyau, la minceur de la peau, la ténuité du noyau et la qualité de sa surface ; mais aussi en la bonne aptitude du fruit à subir les méthodes de préparation et de conservation.



Les olives destinées à la confiserie doivent être saines, charnues, fermes, résistantes à une faible pression entre les doigts, entières, non bosselées ni déformées ou écrasées, de couleur uniforme, sans taches autres que les pigmentations naturelles, à peau adhérente, exemptes de piqûres, meurtrissures ou lésions quelle qu'en soit l'origine.

### 1.2 Apports

Pour tenter de parvenir à ce résultat, les apports, amenés en conteneurs par les producteurs, sont surveillés. Au terme des phases de tri et de calibrage, les déchets (matières étrangères, fruits abîmés ou malades, fruits trop petits, etc.) sont qualifiés et quantifiés avant d'être éliminés.

Après transvasement dans des fûts calibrés, les olives, naturellement peu gustatives, passent par des phases de désamérisation, de rinçage, de mise en saumure et, enfin, de préparation.

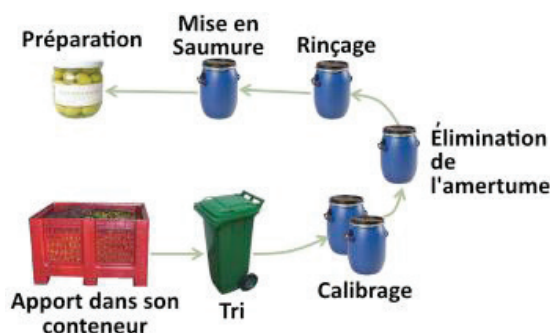


Figure 1 : phases de transformation de l'olive

### 1.3 Opérateurs de traitement

Dans de nombreuses confiseries, les producteurs ou apporteurs sont également les opérateurs de traitement. Les contraintes de qualité imposent, de fait, l'anonymat des fûts et l'identification des opérateurs pour chaque intervention sur un fût.

La solution retenue est une solution sans contact par étiquettes RFID (Radio Frequency IDentification) pour les fûts, et par badges RFID pour les opérateurs.

### 1.4 Influence climatique

La température et l'humidité influent également sur les dosages et durées de certains traitements.

Une surveillance climatique en lien avec les fûts est ainsi requise dans chaque salle de traitement. Elle n'engendre pas nécessairement une supervision active du local. Les données doivent, essentiellement, être stockées dans une base de données à des fins statistiques.

Il s'agit de rechercher un dosage adapté en quantité et en durée au climat dans le local, à la maturité et à la saveur des fruits locaux.

Cette surveillance permet, également, de réaliser un diagnostic (ex : température ou humidité trop importante à un moment identifiable du traitement) en cas de qualité insatisfaisante d'un produit final.

Afin de satisfaire cette exigence, la position des fûts dans la confiserie doit être connue à tout instant.

### 1.5 Rapports de productivité et de traçabilité

À tout instant, l'application permet de générer deux types de rapports :

- des rapports de productivité qui permettent à chacun de s'évaluer ;
- un compte-rendu de traçabilité pour chaque fût.

### 1.6 Contraintes organisationnelles de la communication

L'organisation de la confiserie d'olives de table étudiée est la suivante :

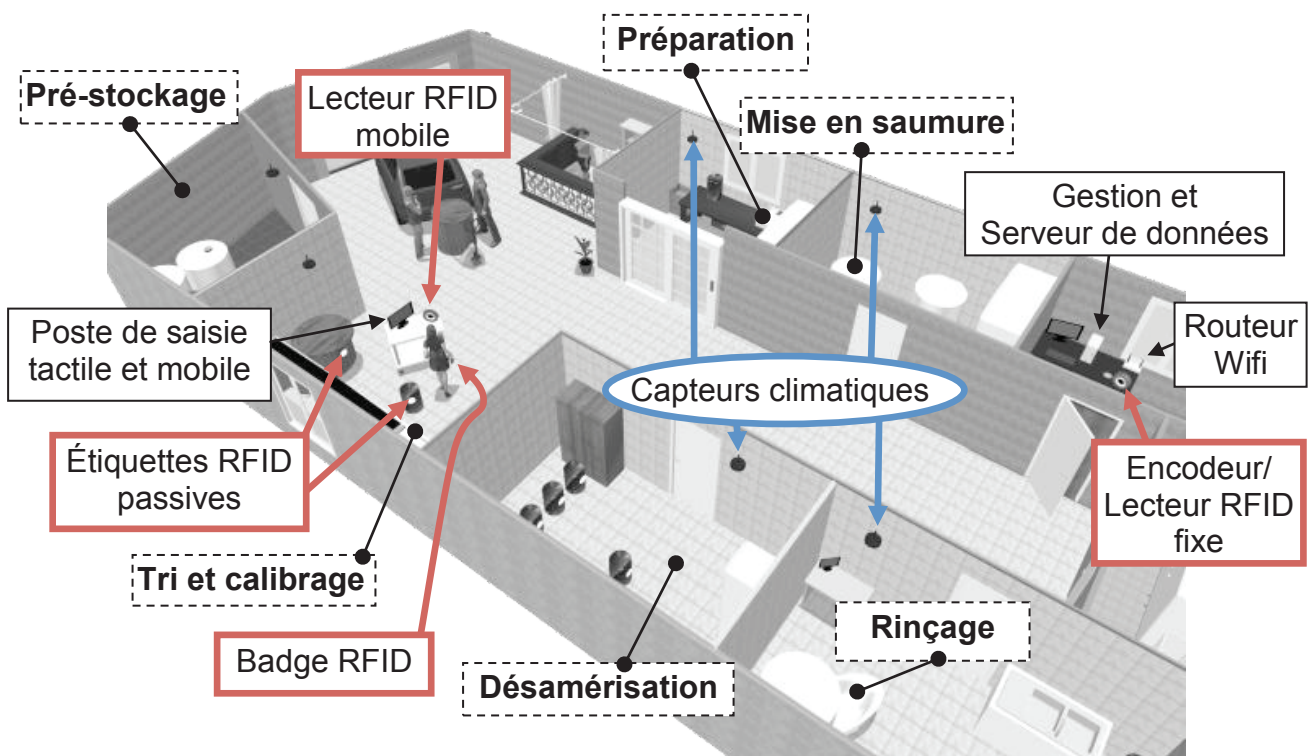


Figure n°2 : organisation de la confiserie

On dispose :

- d'un poste de saisie tactile qui doit pouvoir être déplacé dans l'ensemble des salles de traitement ;
- d'un serveur de données ;
- d'un encodeur/lecteur RFID fixe ;
- d'un lecteur RFID mobile ;
- d'étiquettes RFID passives (aussi appelées par la suite TAG ou transpondeurs) ;
- de badges RFID passifs ;
- d'un routeur Wifi ;
- d'une passerelle et de capteurs au protocole Zigbee.



## A.2. Analyse

### 2.1 Diagramme des cas d'utilisation

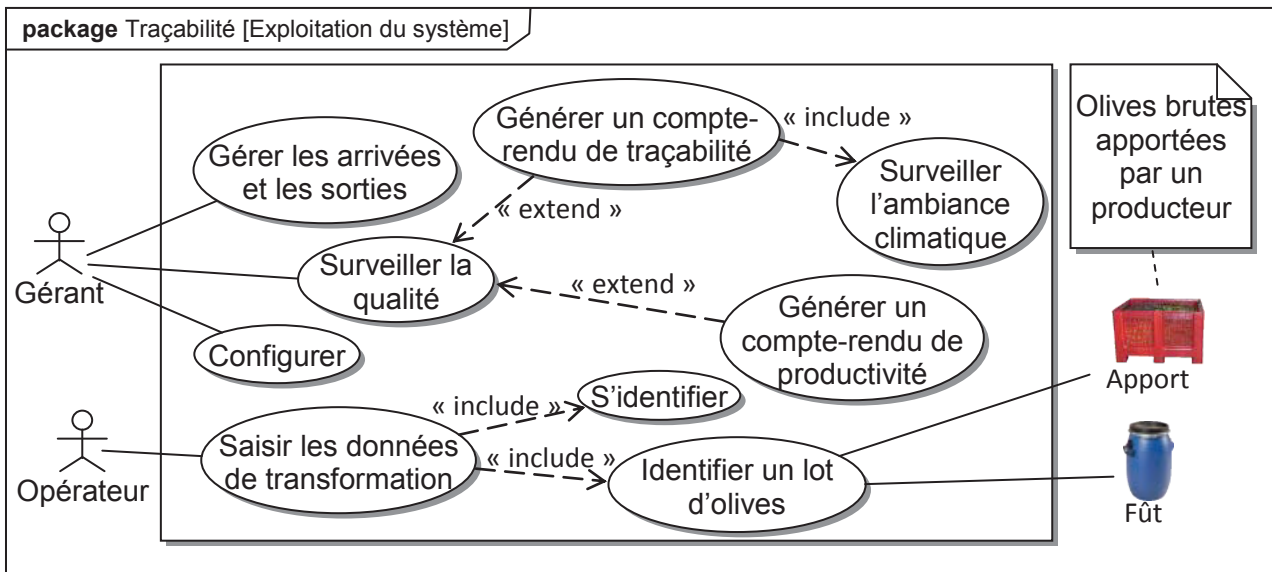


Figure n°3 : diagramme des cas d'utilisation

### 2.2 Diagramme de séquence « Saisir les données de transformation »

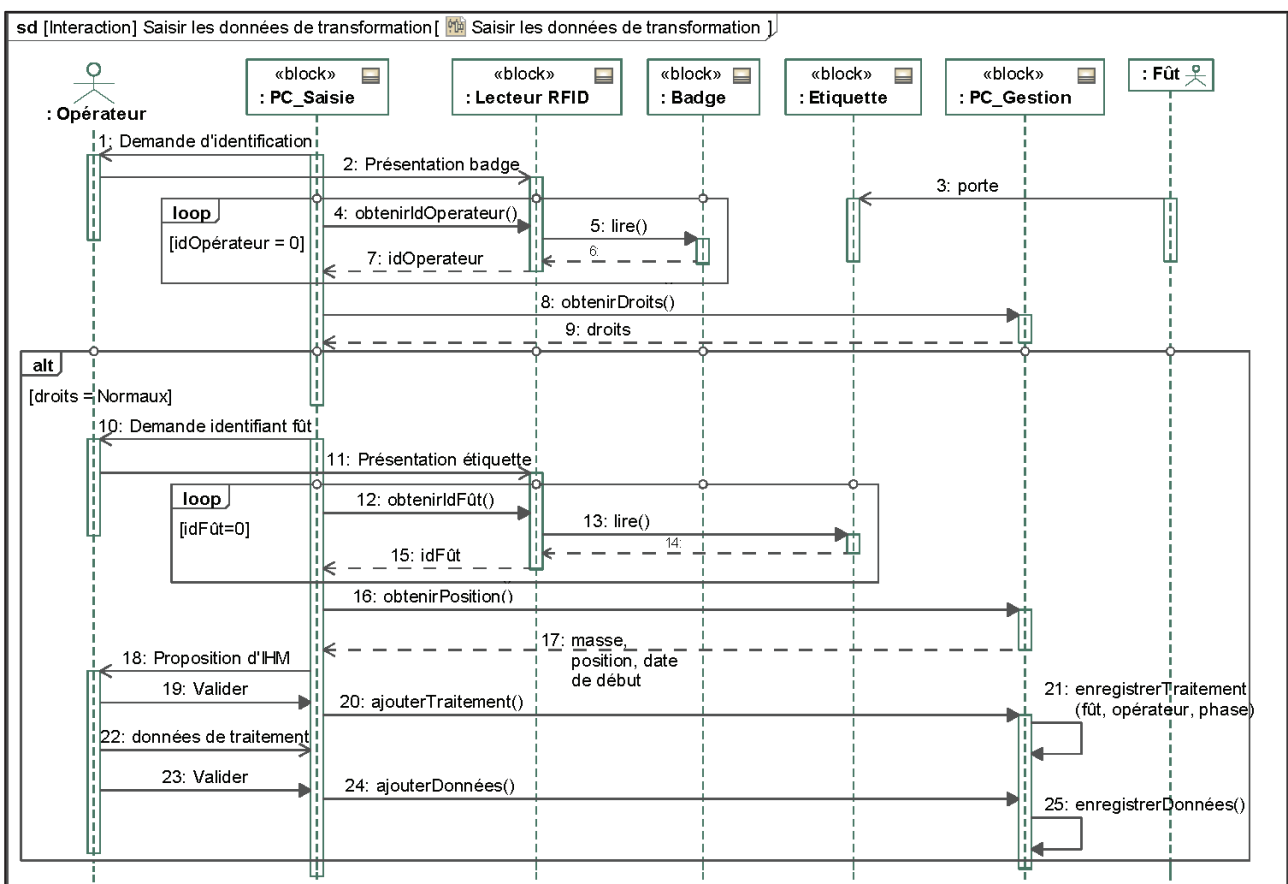


Figure n°4 : diagramme de séquences du cas « Saisir les données de transformation »

## 2.3 Diagramme de bloc interne réduit au cas « Saisir les données de transformation »

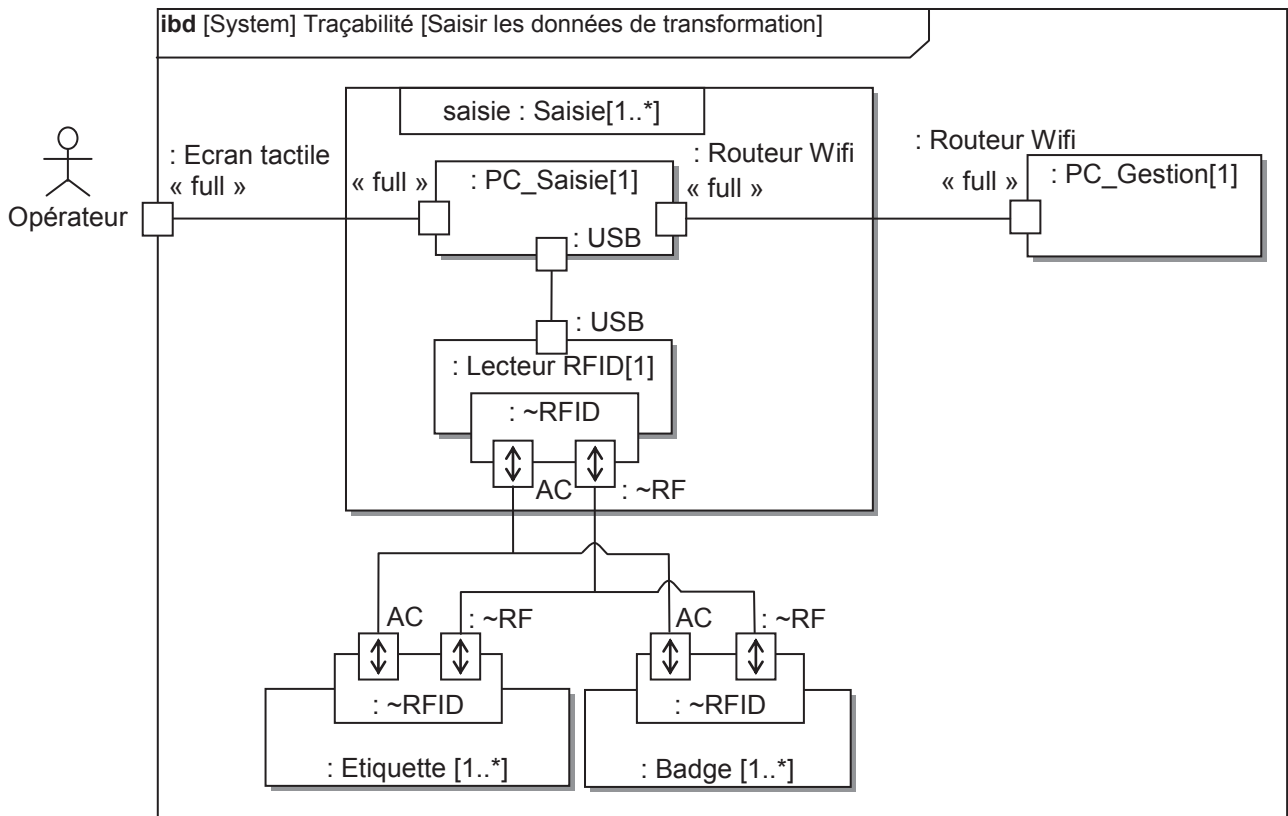


Figure n°5 : diagramme de bloc interne partiel

- Q1. Lister les différents types d'informations qui circulent entre les équipements lorsque l'opérateur se trouve en salle de désamérisation. Préciser les différents supports de communication employés.
- Q2. Sur le document réponse fourni, représenter le cheminement prévisible des différentes informations dans le cas de la désamérisation. Préciser, pour chaque chemin, le sens de circulation.
- Q3. Sur le document réponse fourni, compléter le diagramme de bloc interne relatif à la surveillance du climat.



## 2.4 Diagramme de déploiement

Le diagramme de déploiement de la figure n° 6 fait apparaître les différents matériels utilisés, leur système d'exploitation, leur multiplicité et les différents supports de communication existants dans le système.

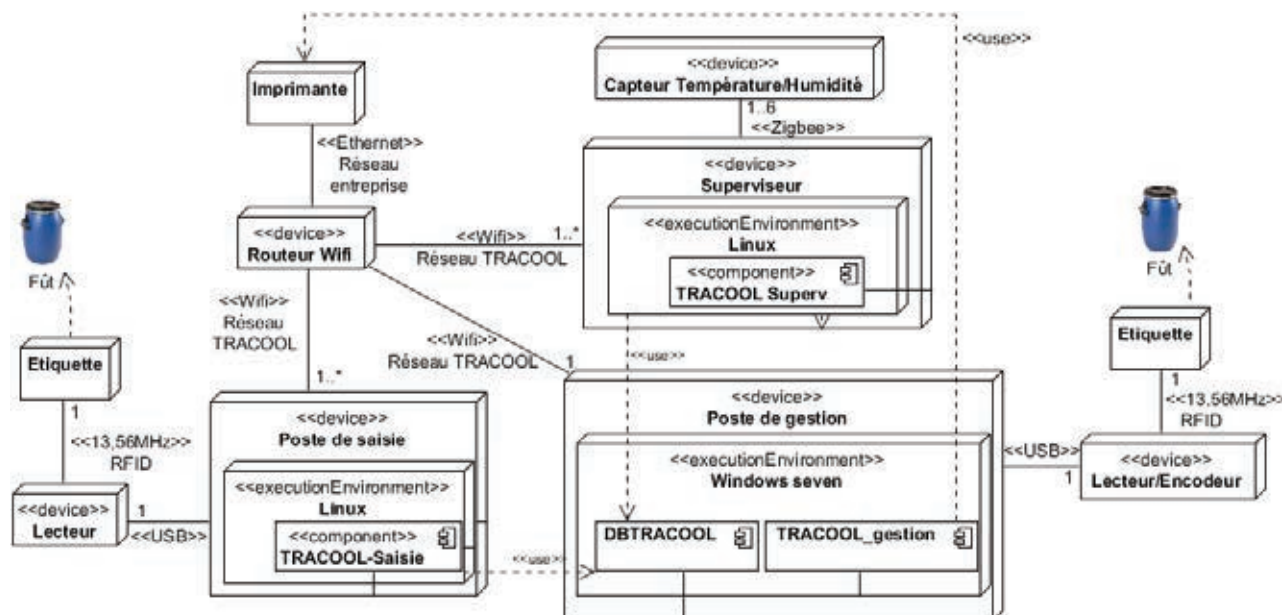


Figure n°6 : diagramme de déploiement du système

### A.3. Problèmes rencontrés par le gérant de la confiserie

Au cours de l'exploitation du système, le gérant de la confiserie d'olives étudiée s'est trouvé confronté à des dysfonctionnements lors de la gestion des arrivées et des sorties. Dans ce cas d'utilisation, il peut :

- enregistrer un nouvel opérateur et créer un badge d'identification ;
- enregistrer un nouvel apport (conteneur et ses olives) et modifier le contenu d'une étiquette ;
- modifier le contenu d'un badge si nécessaire.

À plusieurs reprises, l'étiquette ou le badge n'a pas été détecté(e) par le lecteur ou l'encodeur RFID. L'appareil était, pourtant, en contact direct.

Par ailleurs, au cours du cas d'utilisation « Saisir les données de transformation », les opérateurs doivent s'identifier puis permettre au système d'identifier le fût en voie ou en cours de traitement en passant le lecteur sur le TAG. À cette occasion, ils ont pu constater que l'appareil devait être mis en contact direct jusqu'à 2 secondes afin que l'identifiant soit correctement prélevé. La documentation commerciale annonce pourtant une portée jusqu'à 6 cm.

Compte tenu du nombre de réseaux sans fil nécessaires à l'exploitation du système, la première hypothèse de l'ingénieur chargé de résoudre le problème est qu'ils interfèrent entre eux.

Q4. Comparer les principales caractéristiques des différents réseaux sans fil utilisés et conclure sur la validité, ou non, de cette première hypothèse.



## B. Identification sans contact

La première hypothèse n'apportant aucune réponse probante aux problèmes décrits en A.3., il a été décidé d'étudier la communication entre le lecteur RFID (ou la station de base) et l'étiquette (ou le badge) dans les différentes situations possibles.

Différents types d'étiquettes ou de badges sont utilisés au sein de la confiserie. Il s'agit d'étiquettes Philips I•CODE SLI (NXP) ou RF-HDT-DVBB de Texas Instrument et de badges MIFARE® Classic (NXP). Ils respectent les deux standards ISO/IEC15693 et ISO/IEC14443 Type A supportés par le lecteur.

### B.1. Caractérisation de la communication RFID

#### 1.1 Étude de la transmission Station de base vers étiquette

Dans un premier temps, des relevés temporels ont été effectués. Ils vont permettre de vérifier le respect des contraintes imposées par les deux standards décrits partiellement en annexe.

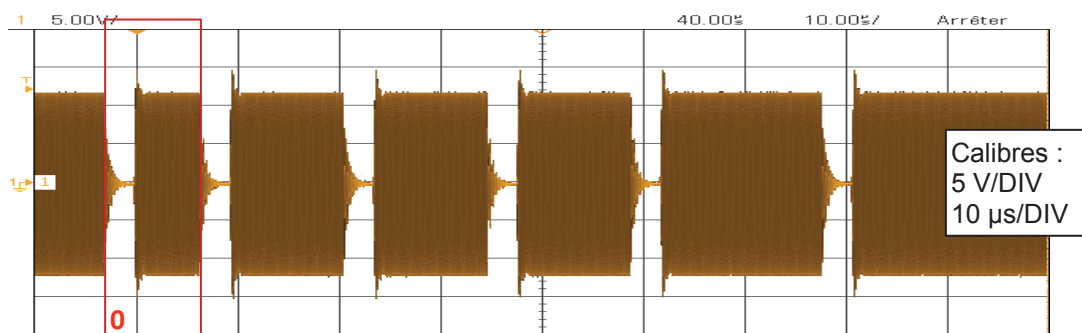


Figure n°7 : relevé d'une transmission vers un badge MIFARE®

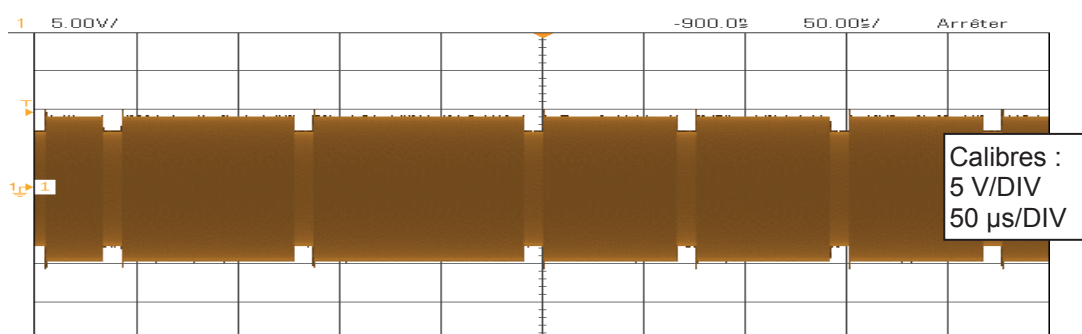
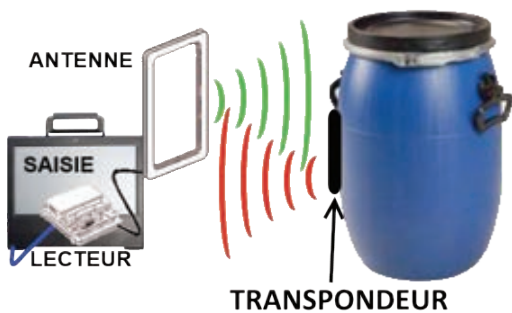


Figure n°8 : relevé d'une transmission vers une étiquette I•CODE SLI (NXP)

- Q5. Identifier le type de modulation utilisée dans chacun des cas des figures n°7 et n°8. Justifier la réponse par des observations précises et chiffrées des deux relevés.



*Le transpondeur est une simple étiquette ou une pastille collée sur le fût. Elle est passive, c'est-à-dire qu'elle ne dispose pas d'alimentation.*

**Figure n°9 : rappel du contexte d'utilisation**

- Q6.** Compte tenu du diagramme de bloc interne partiel de la figure n°5 et des informations fournies précédemment, justifier le choix du type de modulation.

### Communication avec un badge MIFARE®

*Les badges MIFARE® respectent le standard ISO/IEC14443 type A relatif aux cartes d'identification à circuit(s) intégré(s), sans contact et à proximité. La proximité est définie comme correspondant à une distance allant jusqu'à 10 cm. Des extraits de ce standard sont fournis en annexe 3.*

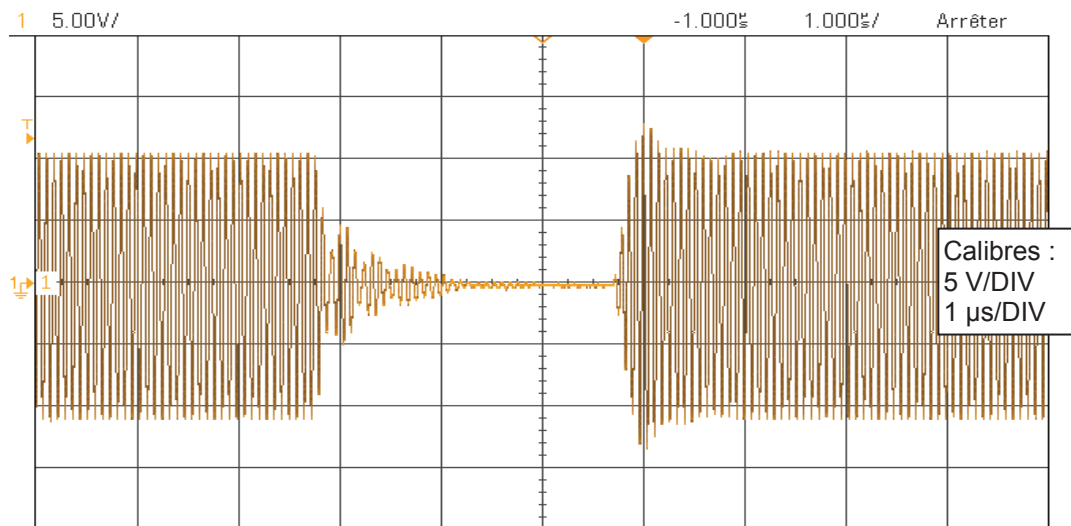
*Le codage de Miller classique est construit de la façon suivante :*

- *transition (front montant ou descendant) au milieu du bit "1" ;*
- *pas de transition au milieu du bit "0" ;*
- *une transition en fin de bit "0" si celui-ci est suivi d'un autre "0".*

*La figure 4 de l'annexe 3 précise le codage utilisé dans le standard ISO/IEC14443 type A.*

- Q7.** Extraire de la figure n°7 la séquence binaire transmise du lecteur RFID vers un badge MIFARE® Classic sachant que le premier bit est un '0'. En déduire la commande ainsi transmise et son rôle.
- Q8.** Préciser l'avantage d'utiliser ce codage par rapport à un codage Miller classique, dans le cadre de cette analyse.

*Afin de garantir la bonne communication de la station de base vers le badge d'identification, la forme de la « pause » est également normalisée. Elle est liée aux caractéristiques électriques de l'antenne émettrice par le biais des temps de montée et de descente. La vérification de la conformité au standard nécessite une nouvelle capture avec les calibres de la figure n°10.*



**Figure n°10 : agrandissement de la pause lors de la transmission vers le badge**

- Q9.** Sur la figure ci-dessus, relever les caractéristiques de l'enveloppe du signal dont les tolérances sont spécifiées par le standard ISO/IEC 14443 (figure 5 de l'annexe 3) et vérifier qu'elles sont conformes. Préciser si cela permet de valider, ou non, l'antenne du lecteur RFID.

*Dans les questions suivantes, on se concentrera sur la phase de montée de l'enveloppe du signal de la figure n°10. Un agrandissement est fourni dans le document réponse relatif à la question Q10.*

- Q10.** Représenter sur le document réponse l'allure de l'enveloppe dans cette phase de montée pour les valeurs positives de la porteuse uniquement. Nommer le type de système simple dont la réponse à un échelon approche cette enveloppe.
- Q11.** Exprimer la fonction de transfert  $H(p)$  simplifiée de l'enveloppe en fonction du coefficient d'amortissement, de la pulsation propre et de l'amplification en mode statique.
- Q12.** Relever ou calculer, à partir de la figure n°10 et de l'enveloppe tracée précédemment sur le document réponse, les valeurs approximatives :
- du premier dépassement en % ;
  - de l'amortissement  $m$  compte tenu de l'expression :  $D1\% = e^{-\frac{m}{\sqrt{1-m^2}}}$  ;
  - de la pseudo-période  $T_p$  ;
  - du temps de réponse à 5 %.

#### **Communication avec les TAG RF-HDT-DVBB et I•CODE SLI (NXP)**

*Ces TAG respectent le standard ISO/IEC 15693 relatif aux cartes d'identification à circuit(s) intégré(s), sans contact et au voisinage. Le voisinage est défini comme correspondant à une distance allant jusqu'à 1 m (en écriture), voire 1,50 m (en lecture). Des extraits de ce standard sont fournis en annexe 4.*

L'ingénieur fait réaliser un nouveau relevé (figure n°11) afin de valider la forme des signaux émis par le lecteur RFID. Les mesures sont rendues difficiles par la présence d'une sous-porteuse que l'on étudiera ultérieurement. Toutefois, les principales informations de l'enveloppe peuvent en être extraites.

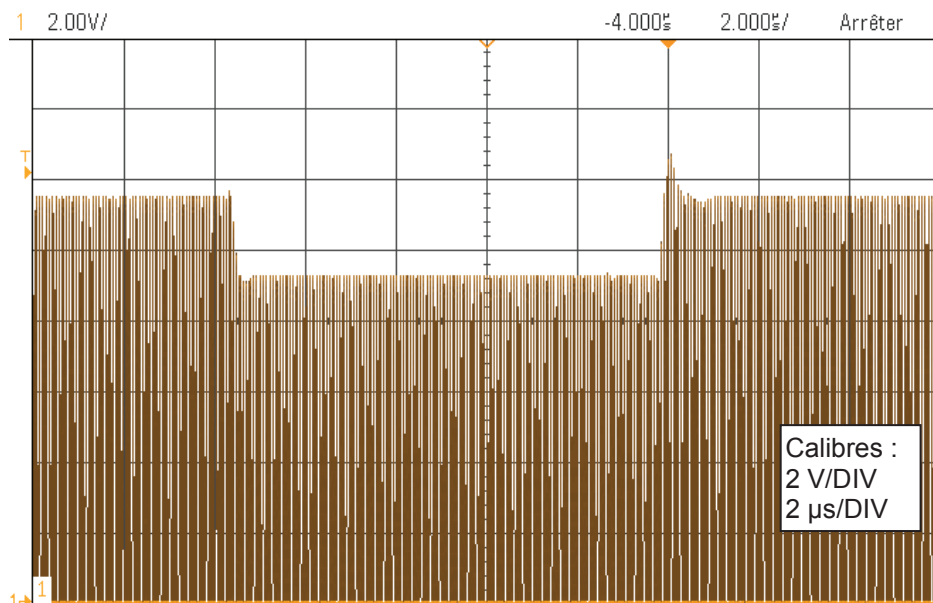


Figure n°11 : nouvelle capture de la transmission vers le TAG RF-HDT-DVBB

- Q13.** Relever les caractéristiques du signal qui doivent respecter les spécifications du standard ISO/IEC 15693 et vérifier leur conformité. En déduire le débit binaire du codage associé.

*Le lecteur RFID, de qualité moyenne, semble émettre des requêtes conformes aux attentes. Il va s'agir maintenant de vérifier la réponse correcte des badges et des étiquettes employés au sein de la confiserie.*

## 1.2 Étude de la transmission étiquette vers station de base

### Communication avec un badge MIFARE®

*Dans ce sens l'information est transmise par modulation de charge de la même porteuse. Le signal modulant est construit à partir d'une sous-porteuse modulée en « OOK » par l'information binaire codée en Manchester. Il est rappelé que ce badge est constitué d'une carte passive, dépourvue d'alimentation.*

*La capture de la figure n°12 montre la requête transmise au badge et la réponse de ce dernier.*

- Q14.** Décrire comment la modulation de charge se manifeste sur la figure n°12. Préciser l'utilité d'une telle solution.

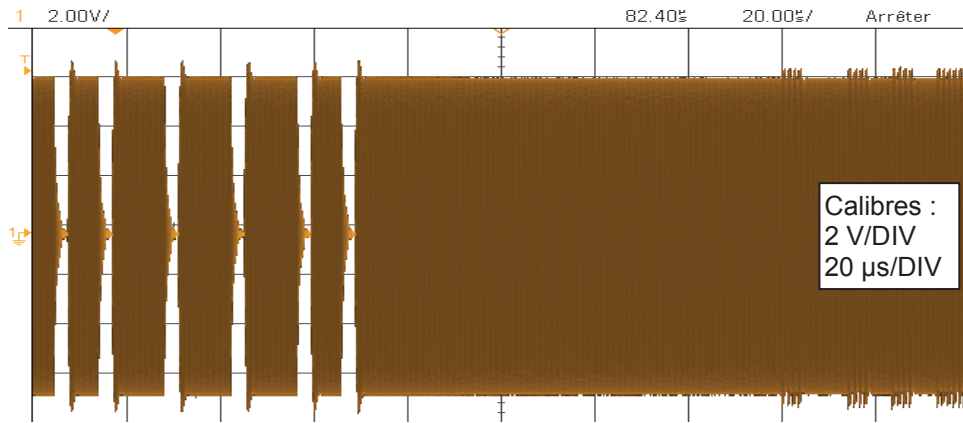


Figure n°12 : capture d'un échange entre un lecteur et un badge MIFARE®

Les différentes étapes de la modulation par le badge MIFARE® sont illustrées sur la figure n°13. La suite du questionnement va permettre de vérifier que les réponses en provenance des badges et des TAG respectent également les deux standards exploités.

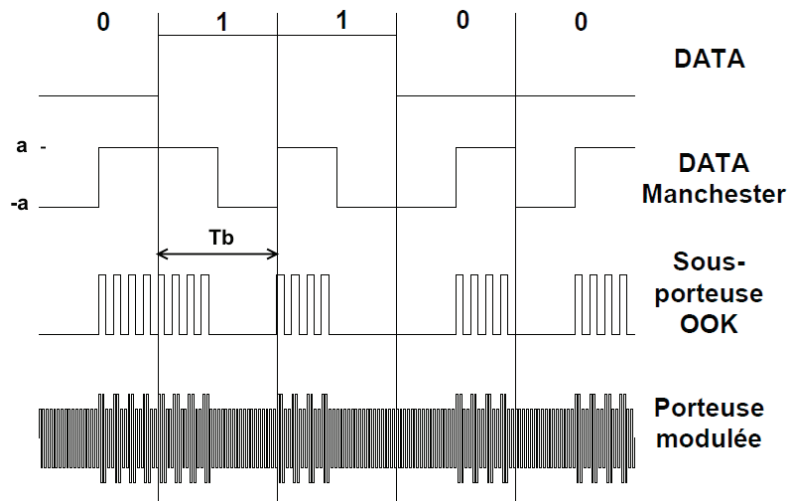


Figure n°13 : allure des signaux lors de la réponse de l'étiquette ou du badge à une requête de la station de base

**Note liée à la formule de Bennett**

Si  $x(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} a_n \cdot g(t - nT_s)$  où  $a_n$  représente la valeur de l'amplitude associée au symbole à transmettre dans l'intervalle  $[k \cdot T_s, (k+1) \cdot T_s]$ . Lorsque les variables  $a_k$  sont indépendantes, alors la densité spectrale de puissance  $\Gamma_x(f)$  de  $x(t)$  s'écrit :

$$\Gamma_x(f) = \frac{\sigma_a^2}{T_s} |G(f)|^2 + \frac{|m_a|^2}{T_s^2} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \left| G\left(\frac{n}{T_s}\right) \right|^2 \delta\left(f - \frac{n}{T_s}\right)$$

où  $m_a$  représente la moyenne des symboles  $a_n$ ,  $m_a = E(a_n)$   
 et  $\sigma_a$  représente l'écart-type tel que  $\sigma_a^2 = E(|a_n|^2) - |E(a_n)|^2$

**Q15.** Déterminer et représenter les deux symboles élémentaires composant un signal encodé en code Manchester. Il est conseillé de prévoir une symétrie de centre 0. Ces deux symboles seront notés  $g_0(t)$  et  $g_1(t)$ .

**Q16.** Montrer que les transformées de Fourier  $G_0(f)$  et  $G_1(f)$  des signaux  $g_0(t)$  et  $g_1(t)$  s'écrivent :

$$G_1(f) = -G_0(f) = -j a \cdot T_b \cdot \text{sinc}\left(\pi f \frac{T_b}{2}\right) \cdot \sin\left(\pi f \frac{T_b}{2}\right)$$

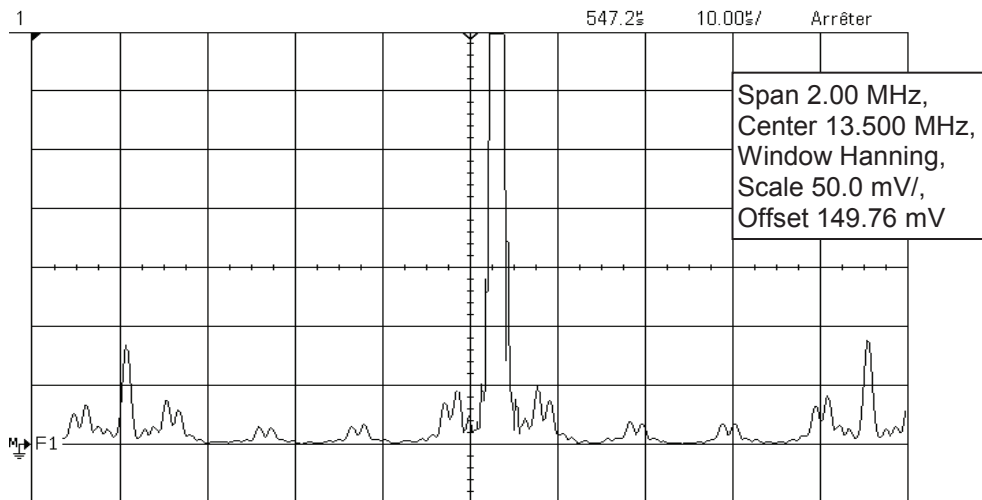
**Q17.** On suppose équiprobables les symboles  $g_0(t)$  et  $g_1(t)$ . En déduire l'expression de la densité spectrale de puissance  $||M(f)||^2$  du signal encodé en code Manchester.

**Q18.** Tracer l'allure de  $||M(f)||^2$  pour  $f$  comprise entre  $-\frac{4}{T_b}$  et  $+\frac{4}{T_b}$ . Préciser la particularité de la valeur de  $||M(f)||^2$  à  $\frac{0,75}{T_b}$ .

**Q19.** Tracer l'allure la densité spectrale de puissance du signal nommé « sous-porteuse OOK » sur la figure n°13. On notera  $f_{sp}$ , la fréquence de la sous-porteuse que l'on considérera sinusoïdale dans un premier temps.

**Q20.** Tracer l'allure la densité spectrale de puissance du signal nommé « Porteuse modulée » sur la figure n°13. On notera  $f_p$ , la fréquence de la porteuse.

*L'ingénieur demande la vérification du modèle obtenu. Pour cela, il se base sur la réponse correcte du badge MIFARE® à une requête de la station de base. Après un changement d'appareil, le relevé de la figure n°14 est effectué en mode linéaire.*



**Figure n°14 : spectre relevé pour un Badge MIFARE®**

**Q21.** Relever la valeur approximative de la fréquence de la porteuse, la fréquence de la sous-porteuse et la fréquence  $\frac{0,75}{T_b}$ . Valider cette capture par rapport au fonctionnement illustré à la figure n°13, puis en déduire le débit de la transmission du badge vers la station de base.



## Communication avec les TAG RF-HDT-DVBB et I•CODE SLI (NXP)

Le relevé de la figure n°14 ayant validé l'allure de la densité spectrale de puissance déduite des calculs, l'ingénieur propose de se pencher sur la trop faible portée des TAG.

Des relevés sont effectués avec les TAG RF-HDT-DVBB. Le premier a eu lieu au sein de son laboratoire de test (figure n°15.a). Le second a eu lieu sur le site de la confiserie (figure n°15.b).

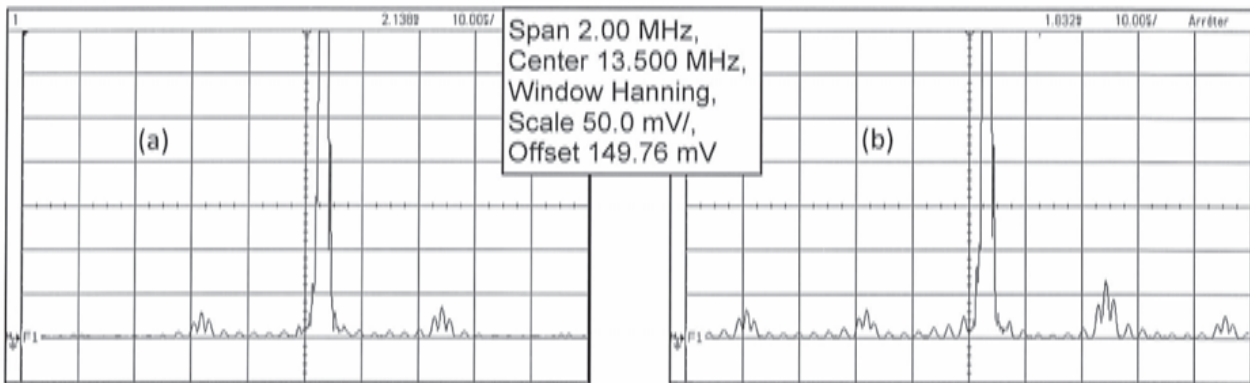


Figure n°15 : spectre relevé pour les deux situations de communication

Pour une étiquette RF-HDT-DVBB, la norme donne :

- débit = 26,48 kbps ;
- sous-porteuse = 423,75 kHz.

Q22. Expliquer le phénomène observé sur les figures 15.a et 15.b.

Alors que, dans le cas des badges MIFARE et du contexte (a), le badge ou le TAG est détecté par le lecteur RFID (un signal sonore et un changement de couleur de LED précise cette détection), les étiquettes ou transpondeurs ne provoquent aucune réaction visuelle de l'appareil dans le contexte (b). L'application de suivi des fûts indique, par ailleurs, l'absence d'étiquette alors que le lecteur est placé sur l'une d'elle.

## B.2 Gestion des collisions des réponses

La collision est le nom donné à la situation où deux ou plusieurs transpondeurs transmettent simultanément des données vers la station de base.

L'anticollision est le mécanisme par lequel la station de base est capable de communiquer alors que plusieurs transpondeurs sont présents simultanément dans son champ magnétique.

La séquence complète « d'activation » du badge MIFARE® au standard ISO/IEC 14443 Type A est donnée en annexe 3. En effet, comme le montre le diagramme fourni, c'est au cours de cette séquence que sont traitées les éventuelles collisions.

Afin de mieux comprendre l'algorithme, on pourra prendre comme exemple que la réponse reçue à la requête « Anticollision L1 » est : 0001 0C01 01C1 ... avec C = collision (Le symbole transporté ne correspond ni à '0' ni à '1').



- Q23.** Décrire le mécanisme d'anticollision employé dans le cas des badges MIFARE®. Expliquer pourquoi deux badges ne peuvent être sélectionnés simultanément.
- Q24.** La littérature précise que cet algorithme d'anticollision est déterministe. Justifier ce terme dans le cadre des badges MIFARE®. Préciser l'avantage de cette propriété pour l'utilisation de ces badges dans les systèmes.

*L'ensemble des documentations des éléments RFID utilisés dans la confiserie (badges, étiquettes, TAG ou transpondeurs, lecteur/encodeur et composant CLRC632 le constituant) est fourni dans le dossier technique.*

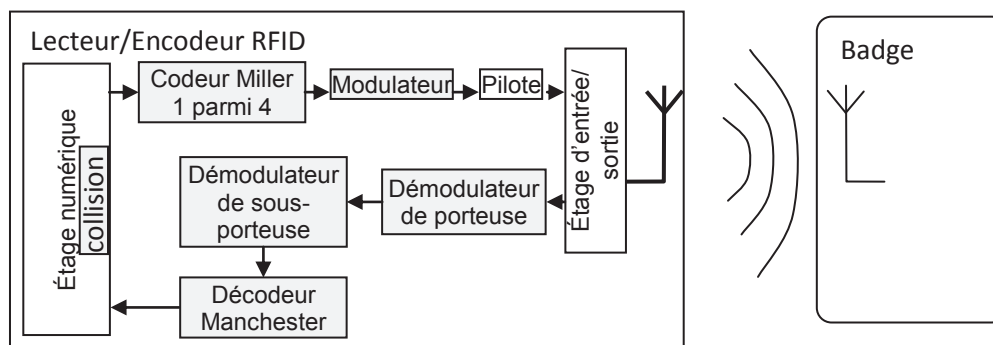
- Q25.** Vérifier si tous ces éléments RFID disposent d'un mécanisme d'anticollision puis conclure sur l'une des causes du premier dysfonctionnement décrit en A.3.

### B.3. Optimisation de la transmission haute fréquence

*Afin d'éliminer le problème de collision, le bureau affecté à la « gestion des arrivées et des sorties » a été dégagé de tout TAG/étiquette ou badge non utile. Les phénomènes ponctuels de non-activation des TAG/étiquettes ont, pourtant, persisté.*

*Par ailleurs, les collisions n'expliquent pas le problème observé par les opérateurs qui doivent mettre le lecteur en contact de l'étiquette pour que l'identifiant soit lu. Les étiquettes ou TAG utilisés respectent pourtant la norme ISO/IEC 15693 qui indique une portée de 1,50 m en lecture.*

*Il va donc s'agir d'étudier le système d'émission/réception existant afin d'envisager des corrections ou des améliorations possibles. Pour cela, le schéma ci-dessous (figure n°16) récapitule les éléments de traitement du lecteur, abordés dans la partie précédente. Il s'agit du codage Miller modifié (1 parmi 4) et de la modulation dans le cas de la transmission, de la démodulation (porteuse et sous-porteuse) et du décodage Manchester dans le cas de la réception.*



**Figure n°16 : schéma bloc des éléments étudiés jusqu'ici**

*La distance de fonctionnement réalisable pour un système RFID de proximité dépend :*

- de la taille de l'antenne de la station de base (et du TAG ou du badge) ;
- de l'adaptation de l'antenne ;
- du facteur de qualité du circuit d'antenne et d'adaptation ;
- de la puissance de la station de base ;
- des influences liées à l'environnement.

Dans l'hypothèse où l'adaptation de l'antenne est optimisée, où le facteur Q, l'antenne du TAG ou du badge et la puissance délivrée par le circuit intégré de la station de base sont donnés et fixés, seules la taille de l'antenne de la station de base et les influences de l'environnement sont à prendre en considération pour la conception de l'antenne.

Dans un premier temps, les influences de l'environnement seront négligées.

### 3.1. Étude de l'antenne intégrée au lecteur

Afin de déterminer le meilleur modèle à utiliser pour cette étude, on propose de se pencher sur le fonctionnement d'antennes élémentaires.

#### Dipôle idéal

Un dipôle est dit idéal quand l'amplitude du courant  $I_0$  est uniforme et que sa longueur  $l$  est très faible devant la longueur d'onde.

Si on considère qu'il est disposé sur l'axe  $z$  et isolé dans un espace illimité, la résolution des équations de Maxwell donne, en coordonnées polaires, (c'est-à-dire en fonction de la distance  $r$  et des angles  $\theta$  et  $\varphi$ ; voir figure n°17) :

- pour le champ magnétique  $H$  :  $H_r = 0$  ;  $H_\theta = 0$

$$H_\varphi = - \left[ \frac{I_0 l \sin \theta}{4\pi} \left( \frac{1}{(jr)^2} + \frac{\beta}{jr} \right) \right] e^{-j\beta r}$$

avec la constante de phase :  $\beta = \omega \sqrt{\mu \epsilon} = \frac{2\pi}{\lambda}$

- pour le champ électrique  $E$  :  $E_\varphi = 0$

$$E_r = - \left[ \frac{I_0 l \cos \theta}{2\pi \epsilon_0 \omega} \left( \frac{1}{(jr)^3} + \frac{\beta}{(jr)^2} \right) \right] e^{-j\beta r}$$

$$E_\theta = - \left[ \frac{I_0 l \sin \theta}{4\pi \epsilon_0 \omega} \left( \frac{1}{(jr)^3} + \frac{\beta}{(jr)^2} + \frac{\beta^2}{jr} \right) \right] e^{-j\beta r}$$

#### Boucle de courant

On considère, à nouveau, une antenne filaire dont les dimensions sont petites par rapport à la longueur d'onde.

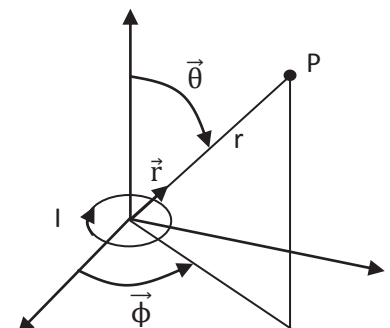


Figure n°17

**Q26.** Montrer que les champs électromagnétiques de cette petite boucle de courant peuvent s'écrire :

- pour le champ électrique E :  $E_r = 0$  ;  $E_\theta = 0$

$$E_\varphi = \left[ \frac{I_m l' \sin \theta}{4\pi} \left( \frac{1}{(jr)^2} + \frac{\beta}{jr} \right) \right] e^{-j\beta r}$$

avec  $I_m$  = courant fictif magnétique uniforme et  $l'$  = longueur équivalente

On aura  $I_m \cdot l' = j\omega\mu_0 S$

- pour le champ magnétique H :  $H_\varphi = 0$

$$H_r = - \left[ \frac{I_m l' \cos \theta}{2\pi\mu_0\omega} \left( \frac{1}{(jr)^3} + \frac{\beta}{(jr)^2} \right) \right] e^{-j\beta r}$$

$$H_\theta = - \left[ \frac{I_m l' \sin \theta}{4\pi\mu_0\omega} \left( \frac{1}{(jr)^3} + \frac{\beta}{(jr)^2} + \frac{\beta^2}{jr} \right) \right] e^{-j\beta r}$$

### Champ proche

On définit, dans le cas d'une antenne aux dimensions très petites par rapport à  $\lambda$ , la zone de champ proche comme étant la région de l'espace pour laquelle  $r \ll \frac{\lambda}{2\pi}$ .

**Q27.** Compte tenu des données de l'application, montrer que le système fonctionnera en champ proche.

**Q28.** En déduire l'expression des champs lorsque  $r \ll \frac{\lambda}{2\pi}$  puis conclure quant à la prédominance des champs dans le cas d'une antenne boucle. Préciser les propriétés du dominant.

### Transmission d'énergie

Comme cela a déjà été précisé dans le sujet, l'antenne permet, également, de transmettre l'énergie de la station de base vers le TAG/l'étiquette ou le badge d'identification. Cette transmission sans fil peut être modélisée par le principe du transformateur :

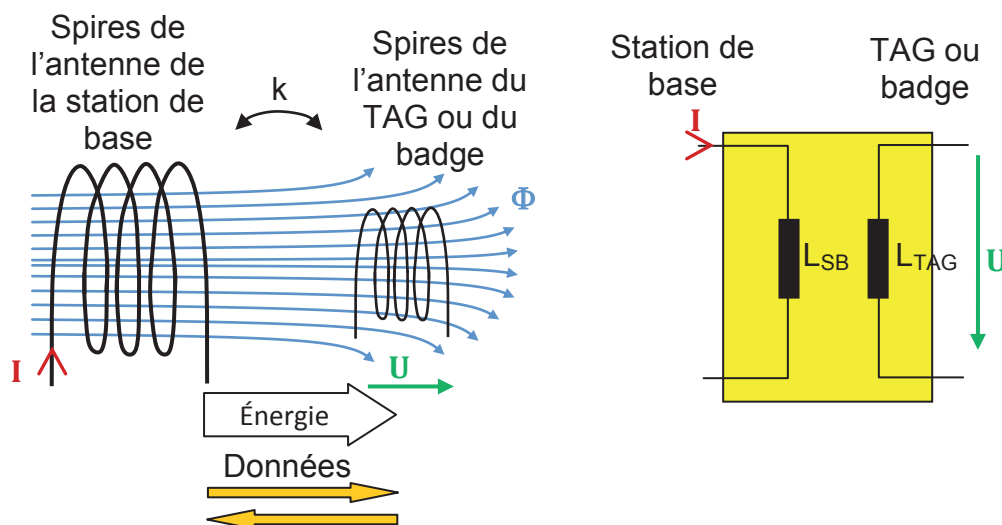


Figure n°18 : modèle transformateur du couplage entre station de base et TAG ou badge

Compte tenu du principe mis en évidence à la figure n°18, et à l'aide des lois de l'induction électromagnétique telles que la loi de Biot et Savart, la densité de flux moyenne peut être exprimée en fonction de la distance d'utilisation et du rayon de l'antenne de la station de base.

La loi de Biot et Savart donne le champ magnétique dans le cas d'un circuit filiforme fermé de courbe C parcouru par un courant d'intensité I constante :

$$\vec{H} = \frac{1}{4\pi} \oint_C \frac{I d\vec{l} \wedge \vec{r}}{r^2}$$

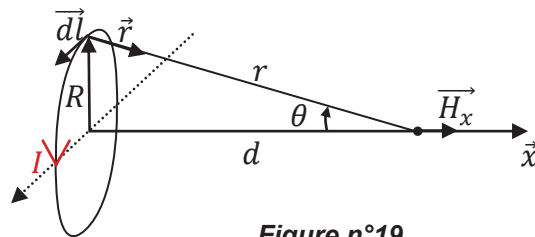


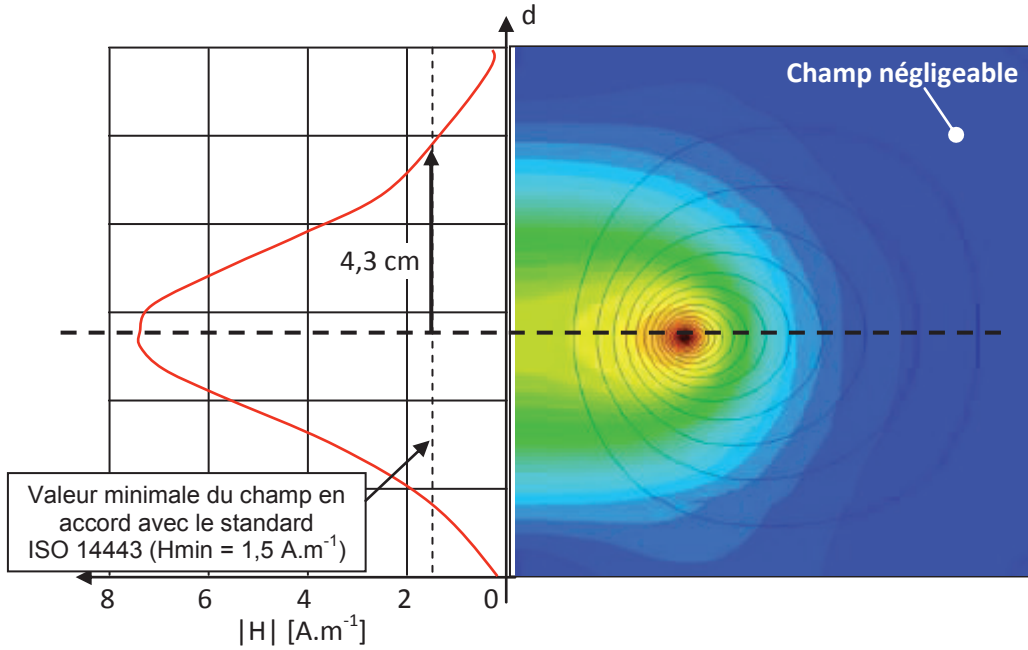
Figure n°19

- Q29.** Dans ce contexte, exprimer le champ, orienté selon l'axe x, orthogonal au centre de la boucle en fonction de I (courant dans le circuit), R (rayon de la boucle) et d (distance au centre de la boucle). En déduire l'expression de ce champ pour N spires.
- Q30.** Représenter l'allure de ce champ en fonction du rayon de la spire ( $H_x = f(R)$ ) pour  $I = 100 \text{ mA}$ ,  $N = 1$  et  $d = 2 \text{ cm}$  puis  $d = 10 \text{ cm}$ . Préciser la valeur maximale du champ.
- Q31.** Calculer le nombre minimal de spires nécessaire, dans chacun des cas, pour répondre aux exigences du standard ISO/IEC 14443 (voir annexe 3) en matière de champ minimum. Préciser ce qu'il en est pour les TAG RF-HDT-DVBB avant de conclure sur la faisabilité dans chacun des cas de distance.

### Choix du constructeur

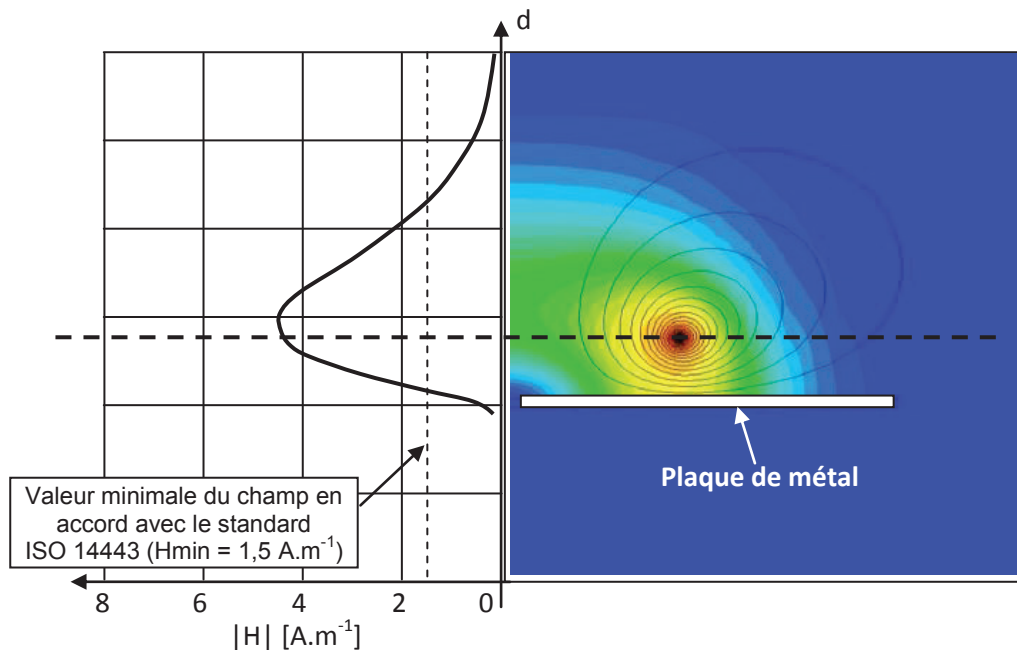
Le choix du constructeur s'est porté sur une antenne circulaire de 5 cm de diamètre et 6 spires. Une version expérimentale a été réalisée afin de mieux comprendre le problème.

La figure n°20 montre le champ à 2 dimensions de l'antenne circulaire de test. La partie de droite montre la distribution du champ. L'intensité de champ la plus élevée est générée dans la zone de la bobine. La partie gauche montre l'amplitude de l'intensité du champ H par rapport à la distance d. La ligne correspondant au champ minimal de  $1,5 \text{ A.m}^{-1}$  selon le standard ISO 14443 est représentée en pointillés fins.



**Figure n°20 : distribution du champ dans le cas d'une antenne circulaire expérimentale non perturbée.**

La figure n°21 montre la distribution de champ de la même antenne mais avec une plaque métallique à proximité.



**Figure n°21 : distribution du champ dans le cas d'une antenne circulaire expérimentale perturbée par une plaque métallique.**

**Q32.** Décrire, après observation de la figure n°21, l'impact de la plaque métallique sur le champ généré par l'antenne. Conclure sur les dysfonctionnements possibles du lecteur Prox'n roll dont une photo est fournie à la figure 1 de l'annexe 1. Par ailleurs, il est rappelé que la figure n°2 de la partie A illustre le contexte d'utilisation de cet appareil.

### 3.2. Définition des caractéristiques d'une antenne externe par modélisation

Compte tenu de l'étude précédente, il apparaît que l'antenne choisie par les constructeurs est correctement dimensionnée par rapport aux attentes. Toutefois, une amélioration est nécessaire afin de réduire la sensibilité aux interférences dues à la proximité de pièces métalliques.

Il est envisagé d'ajouter une antenne externe à la place de celle existante. L'antenne expérimentale est reprise et équipée d'un écran à base de ferrite comme illustré à la figure n°22.

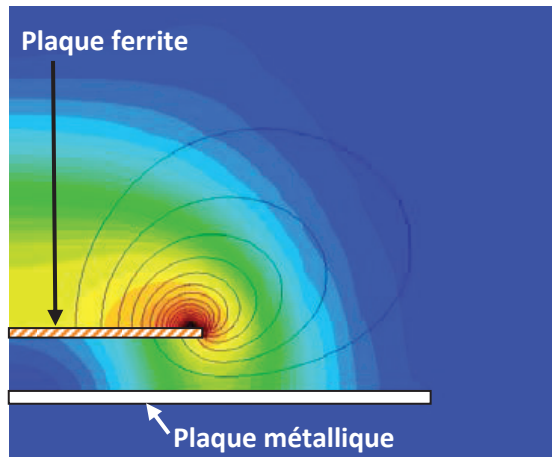
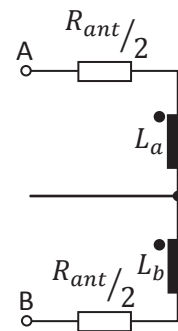


Figure n°22 : amélioration de la distribution du champ par ajout d'un écran en ferrite.

Afin de correctement dimensionner cette nouvelle solution, il est proposé de modéliser l'existant qui pourrait être partiellement conservé.

Dans cet objectif, des mesures ont été réalisées sur l'antenne pour une fréquence de 13,56 MHz. Elles donnent les valeurs suivantes :

$$L_{ant} = 3,5 \mu H \text{ et } R_{ant} = 0,3 \Omega$$



La nomenclature partielle des composants utilisés dans le lecteur/encodeur exploité est fournie en annexe 1.

Leur câblage respecte celui de la note d'application donnée dans la documentation du composant CLRC632 dont un extrait est également fourni en annexe 8.

Modèle à vide (sans TAG ou étiquette ou badge)

En raison de la symétrie des circuits proposés pour l'antenne complète, l'étude de la solution peut se limiter au demi-étage supérieur. Par ailleurs, on négligera les capacités parasites.

Il est proposé, dans la suite, de construire le modèle progressivement en partant de l'antenne.

**Q33.** Proposer un modèle électrique simplifié équivalent à l'étage constitué par la demi-antenne et la résistance  $R_s$  apparaissant sur la figure 27 de l'annexe 8. En déduire l'expression puis la valeur de son facteur de qualité  $Q$ .

**Q34.** Proposer un modèle électrique simplifié équivalent à l'ensemble constitué par la demi-antenne, la résistance  $R_s$  déjà citée et l'étage adaptation d'impédance/résonance  $C_1 + C_2$ . En déduire l'expression de la fonction de transfert  $\underline{T}(j\omega)$  correspondant au rapport du courant  $\underline{I}_a$  dans l'antenne sur la tension  $\underline{V}_{IN}$  d'entrée de l'étage.

**Q35.** Montrer que cette fonction de transfert peut se mettre sous la forme suivante :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{K}{1 + jQ \cdot \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

$$\text{avec : } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_a(C_1 + C_2)}} \text{ et } K = \frac{C_1}{R_a(C_1 + C_2)}$$

**Q36.** En déduire l'expression et la valeur de la fréquence  $f_0$  puis calculer le courant maximal dans l'antenne en considérant que la tension  $v_{IN}$  est sinusoïdale et d'amplitude 5 V. Préciser, d'après la documentation, ce qui permet de faire cette hypothèse.

**Q37.** Donner le modèle électrique parallèle équivalent à la demi-antenne associée à  $R_s$ . Préciser l'expression littérale de chacun des éléments en fonction de  $Q$ .

**Q38.** Exprimer la partie réelle de l'impédance d'entrée de l'ensemble demi-antenne +  $C_1 + C_2$  en fonction des éléments du schéma et pour la pulsation  $\omega_0$ .

**Q39.** Démontrer que la partie réelle de l'impédance d'entrée peut s'écrire :

$$\Re \left[ \underline{Z}_{IN} \right] = \frac{R_p L_a (C_1 + C_2)}{R_p^2 C_1^2 + L_a (C_1 + C_2)}$$

avec  $R_p$  : résistance du schéma équivalente de l'antenne associée à  $R_s$ .

En déduire la valeur numérique de  $\Re \left[ \underline{Z}_{IN} \right]$  et décrire ce qu'il conviendrait de faire pour ajouter une antenne externe via une liaison filaire.

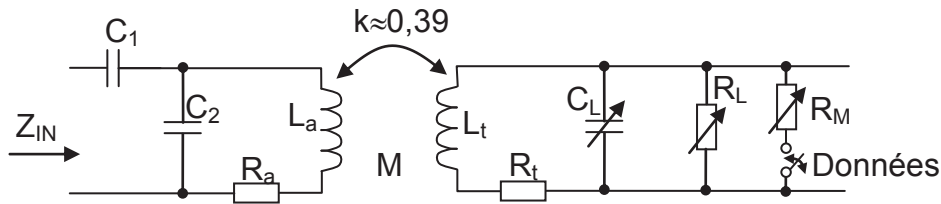
*La documentation explique, par ailleurs, que les composants  $L_0$  et  $C_0$  ( $C_{01}$  et  $C_{02}$ ) de la figure 27 de l'annexe 8 assurent le rôle de filtre « EMC ». Leur valeur est donnée dans la nomenclature partielle fournie en annexe 1.*

**Q40.** Montrer, par un calcul assorti d'explications, que ces valeurs permettent de respecter les contraintes décrites par la documentation.



**Modèle en charge (Avec un TAG)**

Un TAG est placé dans le champ du lecteur utilisé. On choisit de modéliser l'ensemble de la façon suivante :

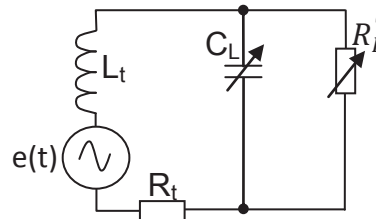


**Figure n°23 : modèle équivalent simplifié de la station de base sur laquelle est posé un TAG**

**Q41.** Justifier la présence de chacun des éléments de ce modèle.

On peut extraire un modèle équivalent du TAG du schéma de la figure n°23.

On a :  $R_t = 4,6 \Omega$  ;  $L_t = 0,98 \mu\text{H}$  ;  
 $R'_L = 5000 \Omega$  et  $C_L = 132 \text{ pF}$



**Figure n°24 : modèle équivalent simplifié du TAG seul**

**Q42.** Démontrer que la fonction de transfert  $T_2(j\omega)$  correspondant au rapport de la tension aux bornes de la charge  $V_L$  sur la tension  $E$  d'entrée de l'étage peut s'écrire :

$$\underline{T}_2(j\omega) = \frac{A_0}{1 + j \frac{\omega}{Q \cdot \omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

avec :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{R_t + R'_L}{L_t R'_L C'_2}} \quad \text{et} \quad Q = \frac{\sqrt{(R_t + R'_L) \cdot L_t R'_L C'_2}}{L_t + R'_L R_t C'_2}$$

**Q43.** Exprimer puis calculer la fréquence de résonance du transpondeur et son coefficient de qualité. En déduire l'influence du transpondeur sur le système complet.

Ces calculs ont permis d'obtenir un modèle qui sera utilisé pour optimiser la conception de l'antenne externe afin d'augmenter la portée.

Une autre piste reste maintenant à explorer pour améliorer encore le fonctionnement du système.

## C. Amélioration du logiciel

Dans la partie précédente, seuls les aspects matériels ont été analysés pour résoudre les problèmes décrits dans le paragraphe A.3. Les paramètres mis en évidence concernaient l'adéquation du lecteur avec les badges et les TAG utilisés, la gestion des collisions ou la portée de l'antenne. Ils ne justifient pas à eux seuls les problèmes liés à l'identification des fûts.

Cette partie va nous amener à nous interroger sur la qualité de développement de l'application du système côté poste de saisie. Le diagramme de déploiement précise le système d'exploitation installé sur ce tout-en-un tactile. Il s'agit d'un environnement Linux.

La figure n°4 fournit le diagramme de séquences du cas « Saisir les données de transformation ». Il inclut les deux cas particuliers qui sont « s'identifier » et « identifier un lot d'olives ».

Cette description pourrait être complétée par le diagramme d'activité suivant :

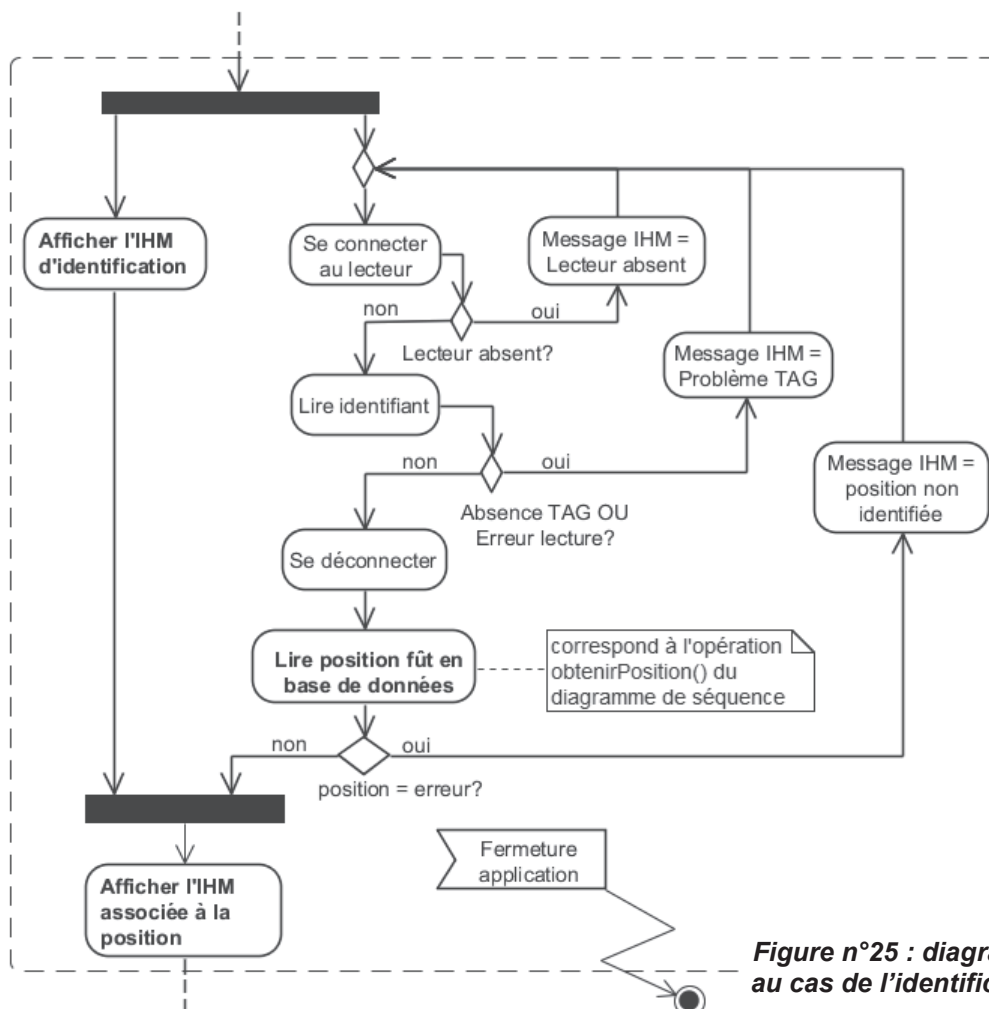


Figure n°25 : diagramme d'activité réduit au cas de l'identification d'un lot d'olives

**Q44.** Décrire et critiquer le mécanisme d'architecture logicielle utilisé pour identifier le lot d'olives compte tenu des dysfonctionnements décrits en A.3.

Au moment du passage du lecteur devant le TAG d'un fût, on observe, à l'aide d'un analyseur USB placé entre l'appareil et le poste de saisie, les échanges dont un extrait est fourni à la figure n° 26.

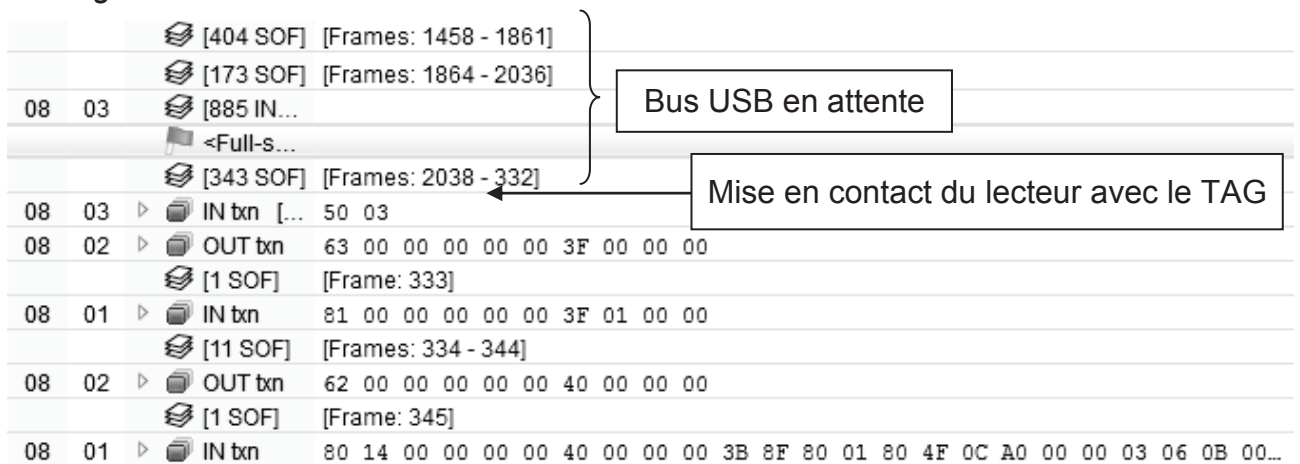


Figure n°26 : échanges entre lecteur RFID et poste de saisie lors du passage devant un TAG.

Q45. Compte tenu des observations qui peuvent être faites sur cette capture, proposer une autre solution d'architecture logicielle et fournir un diagramme d'activité.

Il a, par ailleurs, été choisi d'implémenter cette partie de l'application de la façon illustrée par la figure n°27. Pour des raisons de simplification, seuls les deux principaux processus ont été représentés. La zone mémoire partagée est constituée de cinq octets. Le premier octet est un drapeau utilisé par ailleurs et ne sera pas approfondi ici. Les 4 octets suivants constituent l'identifiant du fût tout au long du processus de transformation.

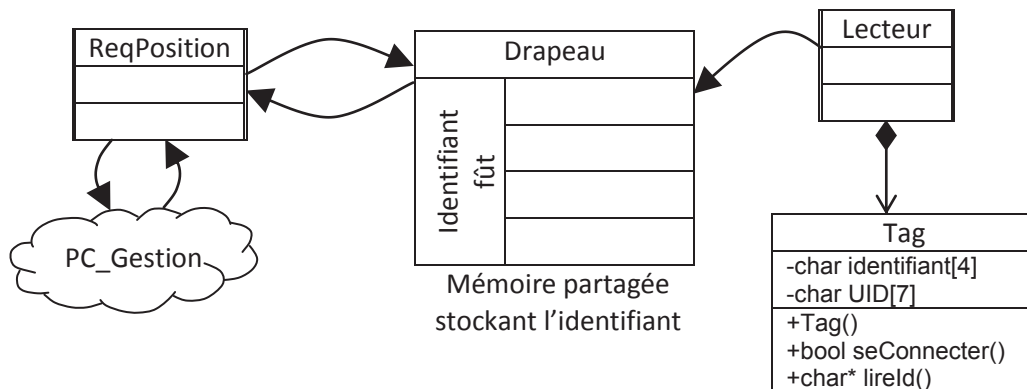


Figure n°27 : schéma simplifié de la communication entre les processus « Lecteur » et « ReqPosition ».

Le processus « Lecteur » récupère l'identifiant contenu dans le Tag et l'écrit dans la mémoire partagée. Le processus ReqPosition lit l'identifiant stocké en mémoire partagée et transmet une requête au PC\_Gestion afin de connaître la position normale du fût.

Il est, ici, volontairement employé le terme « processus » afin de laisser le libre choix entre processus léger (thread) et processus lourd.

Quelques éléments de programmation sont fournis en annexe 9.

**Q46.** Justifier le choix d'une mémoire partagée pour communiquer entre le processus « Lecteur » et le processus « ReqPosition », puis compléter l'extrait de code du processus « Lecteur » fourni dans le document réponse afin d'en synchroniser les accès.

## D. Conclusion

---

**Q47.** Lister les différentes améliorations qui peuvent être apportées au système pour résoudre les problèmes décrits en partie A.3.

## DOSSIER TECHNIQUE

Annexe 1 : lecteur/encodeur RFID choisi .....	2
Annexe 2 : documentation partielle des capteurs Zigbee XS-Z16-CB2R .....	4
Annexe 3 : extraits du standard ISO/IEC14443 Type A .....	5
<b>ISO/IEC 14443-2: 2010 part 2:</b> <i>radio frequency power and signal interface</i> .....	5
<b>ISO/IEC 14443-3: 2011 part 3:</b> <i>initialization and anticollision for type A</i> .....	6
Annexe 4 : extraits du standard ISO/IEC15693 .....	8
Annexe 5 : extrait de la documentation du TAG RF-HDT-DVBB.....	10
Annexe 6 : extrait de la documentation des étiquettes I•CODE SLI.....	11
Annexe 7 : extrait de la documentation du badge MIFARE ® .....	12
Annexe 8 : extrait de la documentation du composant CLRC632 .....	14
Annexe 9 : quelques éléments de programmation Linux.....	16

## Annexe 1 : lecteur/encodeur RFID choisi

**Springcard**



### Prox'N'Roll PC/SC

#### Lecteur/encodeur PC/SC sans contact de bureau

Le Prox'N'Roll PC/SC est un lecteur/encodeur de tags RFID et de cartes à puce sans contact à 13,56 MHz, qui séduit par son design attractif et sa polyvalence.

Grâce à sa conformité PC/SC, le Prox'N'Roll masque toutes les spécificités des cartes sans contact et permet des développements plus simples, dans un cadre ouvert et interopérable.

#### Caractéristiques du Prox'N'Roll PC/SC

##### Interface sans contact

- Base station (PCD/VCD) multi-protocoles dans la bande RFID HF (13.56MHz) : proximité (normes ISO/IEC 14443 A et B) et voisinage (normes ISO/IEC 15693 et 18000-3 mode 1).
- Protocole T=CL embarqué dans le coupleur (trames de 256 octets).
- Cartes à puce sans contact (PICC) compatibles (liste non exhaustive) : NXP MIFARE Classic et MIFARE Plus, MIFARE UltraLight, DESfire, ProX, SmartMX ; Infineon SLE66, STMicroelectronics ST19, Atmel AT88 ; S.T. Microelectronics SR176 et SRiX, ASK CTS256B et CTS512B ; Inside Contactless PicoTag et HID iClass (numéro de série seulement) ; Calypso (y compris protocole radio Innovatron « 14443-B' »).
- Tags et étiquettes RFID (VICC) compatibles (liste non exhaustive) : NXP ICODE1, ICODE-SLI ; Texas Instrument TagIT ; S.T. Microelectronics LRI.
- Transmission RFID : porteuse 13.56MHz, débit 106, 212, 424 ou 848 kbps (mode PCD - ISO/IEC 14443), 26kbps (mode VCD - ISO/IEC 15693).
- Chipset NXP/Philips Semiconductors RC632 avec unité de chiffrement CRYPTO1 et stockage sécurisé des clés MIFARE.
- Portée : 0 à 6 cm (selon la carte).

##### Interface USB PC/SC

- Profil standard USB CCID, conforme aux spécifications PC/SC version 2.
- USB 2.0 full-speed (12 Mbit/s) compatible USB 1.1, alimenté par le bus.
- Interpréteur d'APDU embarqué, permettant notamment l'accès aux cartes sans contact à mémoire (Mifare, ICode et autres) à travers les commandes classiques READ BINARY et UPDATE BINARY.

##### Données techniques :

RFID/NFC Standards	ISO 14443 A-B, ISO 15693, NFC peer-to-peer (ISO 18092 initiator, passive communication mode)
Carrier frequency	13.56MHz (RFID HF, NFC)
RF field level	Typ.: 2A/m at 0.5cm
Operating distance	Typ.: 0-1cm, up to 4cm (depends on card/tag)
Card/tag baudrate	26kbps (ISO 15693), 106/212/424/848kbps (ISO 14443)
Communication with host	USB 2.0 (1.1 compliant) 12Mbps
Standards	CCID 1.1 profile - PC/SC v 2.01
Drivers	PC/SC driver for Windows / works with PCSC-Lite under Linux, Mac OS X
SDK	Free SDK for SpringCard PC/SC couplers
In-field firmware upgrade	Yes (USB / proprietary)
Visual - sound	3 LEDs (RYG) - single tone beeper

## Caractéristiques mécaniques

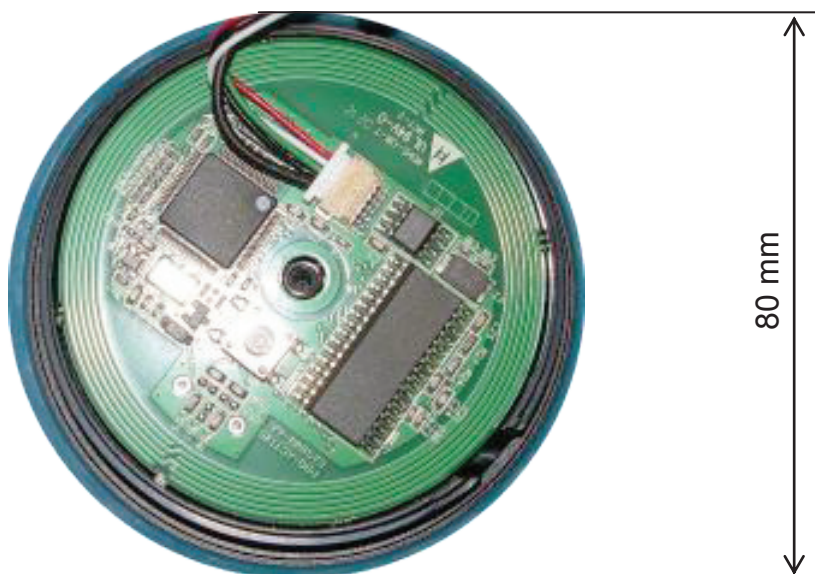


Figure 1 : dimensions du lecteur RFID et image interne

## Nomenclature

Nom	Valeur	Remarque	Nom	Valeur	Remarque
L <sub>0</sub>	1 $\mu$ H	TDK NL322522T-1R0J	C <sub>3</sub>	1 nF	Céramique NP0, Tolérance $\leq \pm 10 \%$ )
C <sub>01</sub>	68 pF	Céramique NP0, Tolérance $\leq \pm 2 \%$ )	C <sub>4</sub>	100 nF	Céramique X7R, Tolérance $\leq \pm 10 \%$ )
C <sub>02</sub>	56 pF	Céramique NP0, Tolérance $\leq \pm 2 \%$ )	R <sub>1</sub>	2,2 k $\Omega$	
C <sub>1</sub>	9,1 pF	Céramique NP0, Tolérance $\leq \pm 2 \%$ )	R <sub>2</sub>	820 $\Omega$	
C <sub>2</sub>	C <sub>21</sub>	68 pF	R <sub>s</sub>	4,3 $\Omega$	
	C <sub>22</sub>	1 pF			
U <sub>1</sub>	KF33	Régulateur 3,3 V	U <sub>3</sub>	H8S/2212C	Microcontrôleur 16 bits
U <sub>2</sub>	CLRC632	Circuit intégré, lecteur multi-protocole			



## Annexe 2 : documentation partielle des capteurs Zigbee XS-Z16-CB2R

<b>XBee® Sensor</b>	
<b>Performance</b>	
Frequency Band	ISM 2.4 GHz
RF Data Rate	250,000 bps
Indoor/Urban Range	133 ft (40 m)
Outdoor RF Line-of-sight Range	400 ft (120 m)
Transmit Power	1.25 mW (+1 dBm) normal mode ; 2 mW (+3 dBm) boost mode
Receiver Sensitivity (1 % PER)	-96 dBm boost mode ; -95 dBm normal mode
<b>Features</b>	
Interfaces	ZigBee : integrated XBee ZB module supports ZigBee PRO Feature Set
LEDs	Power : solid when powered and not associated to network ; Associate : blinks when unit is associated to network
Push Button	Device reset ; Configuration reset to factory defaults ; Identification/Commissioning mode
Antenna Options	Internal
<b>Integrated Sensors</b>	
Temperature Sensor	Range : -18 °C to +55 °C (-0.4 °F to +131 °F) ; Accuracy : +/- 2 °C
Ambient Light Sensor	Range of spectral bandwidth : 360 to 970 nm (similar to human eye) ; Wavelength of peak sensitivity : 570 nm
Humidity Sensor	Range : 0 to 100 % RH ; Interchangeability : +/- 5 %RH(0 %RH to 59 %RH), +/-8 %RH (60 %RH to 100 %RH) ; Accuracy : +/- 3.5 % RH
<b>Networking &amp; Security</b>	
Networking Topologies	Mesh, Point-to-point, Point-to-multipoint
Number of Channels	16 (Direct Sequence Spread Spectrum)
Filtration Options	PAN ID, Channel, 64-bit Addresses

# Annexe 3 : extraits du standard ISO/IEC14443 Type A

**Terms and Abbreviations:**  
 PCD: Proximity Coupling Device ("Contactless Reader")  
 PICC: Proximity Integrated Circuit ("Contactless Card")

*Data Transmission PCD →PICC: (ISO/IEC 14443-2: 2010 Part 2: Radio frequency power and signal interface)*

**Data Coding:**  
 As the PICC is passive, the energy for the PICC has to be provided during the communication between PCD and PICC. Therefore, MIFARE® (ISO14443A) uses an optimised coding to provide a constant level of energy independently from the data transmitted to the PICC. This is the modified Miller code, which is shown below (Figure 4) in detail.

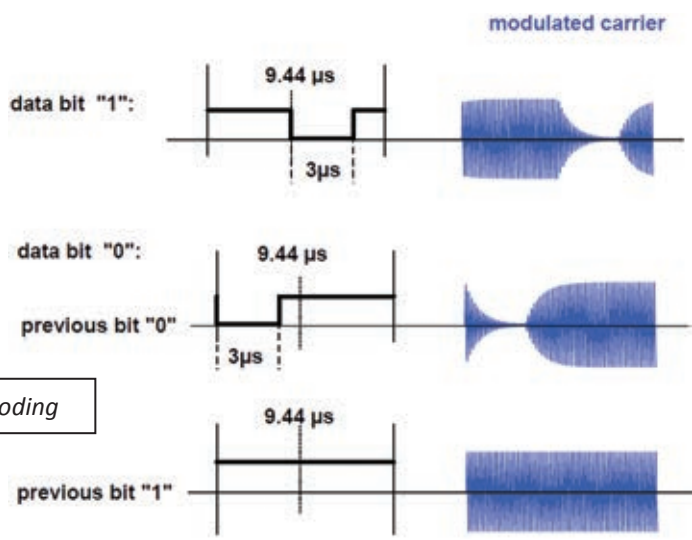


Figure 4 : data Transmission PCD →PICC, Miller Coding

**Pulse shape:**  
 For the antenna design, the pulse shape (Q-Factor) shall be checked according to the figure 5:

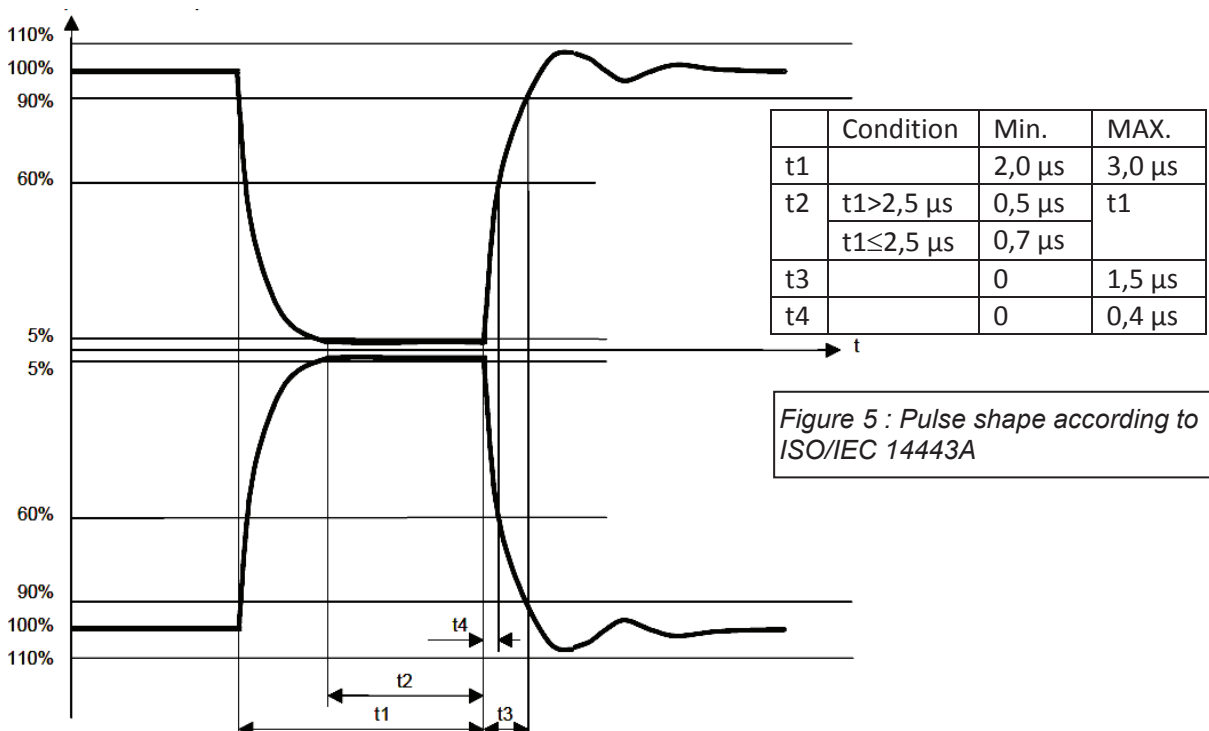


Figure 5 : Pulse shape according to ISO/IEC 14443A

The time t1-t2 describes the time span, in which the signal falls from 90% down below 5 % of the signal amplitude. As the pulse length of Micore is accurate enough, only the times t2 and t4 have to be checked: the signal has to remain below 5% for the time t2.

To guarantee a correct antenna tuning, the following shall be checked:

- I) The signal has to fall below the 5 % value.
- II) The time t2 shall be in the limit:  $0.7\mu s < t2 < 1.4\mu s$   
 If  $t2 < 0.7 \mu s$ , the Q-factor is too high ( $Q > 35$ ).  
 If  $t2 > 1.4 \mu s$ , the Q-factor is too low and the operating distance will be dissatisfying.

Field :

	Description	Value	Unit
$H_{min}$	Minimum Unmodulated Operating Field	1.5	A/m
$H_{MAX}$	Maximum Unmodulated Operating Field	7.5	A/m

Chip Type Identification Procedure: (ISO/IEC 14443-3: 2011 Part 3: Initialization and anticollision for type A)

## 6.1 Frame format and timing

This section defines the frame format and timing used during communication initialization and anticollision. For bit representation and coding refer to ISO/IEC 14443-2.

### 6.1.1 Frame delay time

The frame delay time FDT is defined as the time between two frames transmitted in opposite directions.

### 6.1.2 Frame delay time PCD to PICC

This is the time between the end of the last pause transmitted by the PCD and the first modulation edge within the start bit transmitted by the PICC and shall respect the timing defined in figure 1, where  $n$  is an integer value.

Table 1 defines values for  $n$  and FDT depending on the command type and the logic state of the last transmitted data bit in this command.

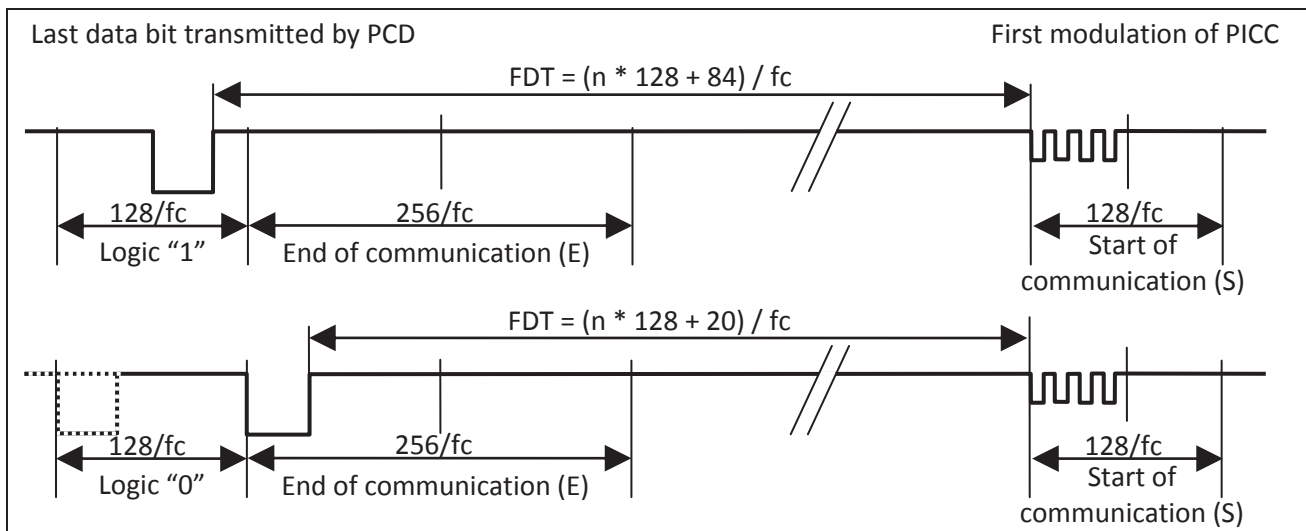


Figure 6 — Frame delay time PCD to PICC

## 6.1.5 Frame formats

### 6.1.5.1 Short frame

A short frame is used to initiate communication and consists of, in the following order: start of communication; 7 data bits transmitted LSB first (for coding see Table 2); end of communication. No parity bit is added.

## 6.3 Command set

The commands used by the PCD to manage communication with several PICCs are REQA, WUPA, ANTICOLLISION, SELECT, HLTA. The commands use the byte and frame formats described above.

### 6.3.1 REQA and WUPA Commands

Table 2 — Coding of Short Frame

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	Meaning
0	1	0	0	1	1	0	'26' = REQA
1	0	1	0	0	1	0	'52' = WUPA
0	1	1	0	1	0	1	'35' = Optional timeslot method
1	0	0	x	x	x	x	'40' to '4F' = Proprietary
1	1	1	1	x	x	x	'78' to '7F' = Proprietary
all other values							RFU

The REQA and WUPA Commands are sent by the PCD to probe the field for PICCs of Type A. They are transmitted within a short frame. See Figure 7 to check in which cases PICC actually have to answer to these respective commands.

Particularly the WUPA Command is sent by the PCD to put PICCs which have entered the HALT State back into the READY State. They shall then participate in further anticollision and selection procedures.

## 6.4 Select sequence

### 6.4.3 Anticollision and Select

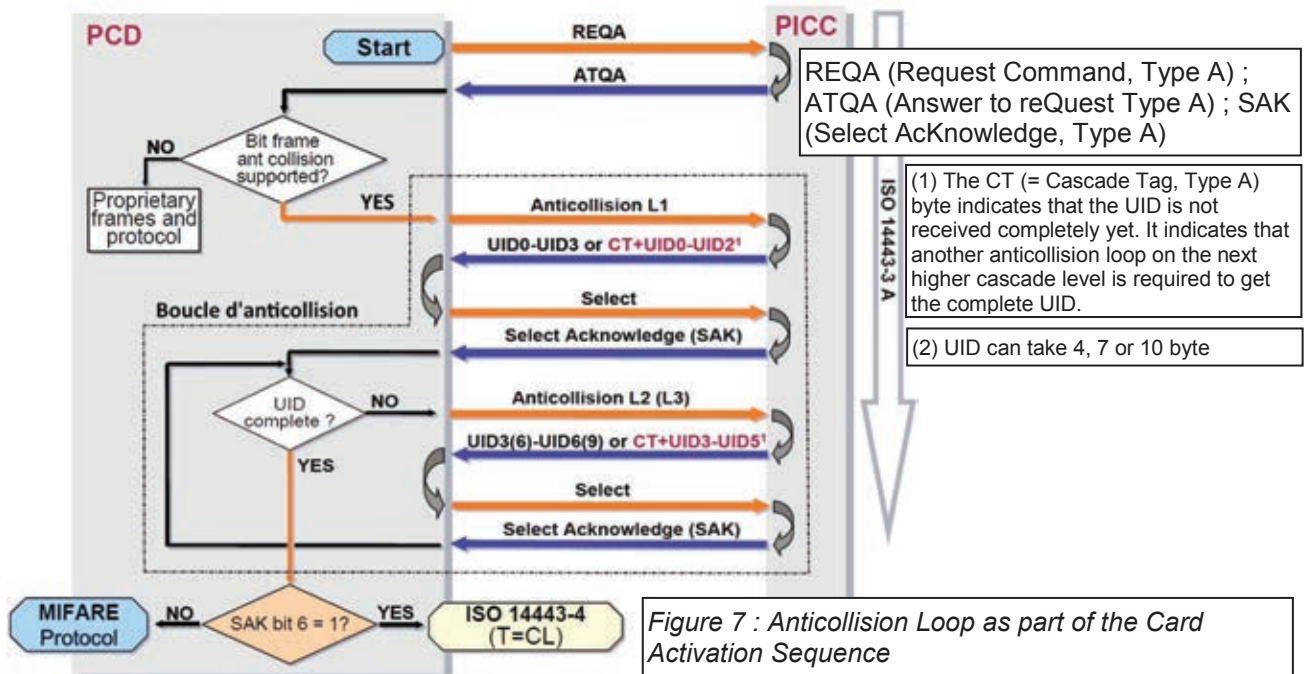
#### Type A: Bit-wise arbitration

The PCD typically polls for PICCs in the field. This is done with the REQA. When a PICC is within the operating range of the PCD and receives the REQA, any MIFARE PICC returns the ATQA.

The content of the ATQA should be ignored in a real application, even though according to the ISO/IEC 14443 it indicates that the PICC supports the Anticollision scheme.

**Note:** In the case two or more MIFARE PICCs are in the operating field of the PCD at the same time, the received (combined) ATQA might contain "collisions". That means there might be no unambiguous content anyway.

The complete card activation sequence is shown below. The bit 6 in the SAK indicates, whether the PICC is compliant to the ISO/IEC14443-4 or not. However, it does not necessarily indicate, whether the PICC supports the MIFARE Protocol or not.



The anticollision loop for ISO14443A PICCs is as follows:

1. The PCD sends the anticollision command with NVB (Number of Valid Bits) = 0x20.
2. All PICCs will respond with their UIDs.
3. If more than one PICC responds, there will be collision. If there is no collision, steps 4-8 should be skipped.
4. The PCD then reads the Collision Position Register to determine the number of valid bytes and bits and reads the valid data from the FIFO.
5. The PCD assigns the value of the Collision Position Register to NVB.
6. The PCD transmits the anticollision command with the new NVB followed by the valid bits.
7. Now only the PICCs of which part of the UID is equal to the valid bits transmit the remaining bits of the UID.
8. If again collision occurs, steps 4-7 are repeated.
9. If no collision occurs, PCD transmits SELECT command with NVB = 0x70 followed by the complete UID.
10. The PICC which UID matches responds with a SAK message.
11. The PCD checks for the cascade bit in the SAK. If set, steps 1-9 are executed with the appropriate SELECT command (Host Command 0xA2).

This method manipulates the individual bits in the word. (bit-wise)

## Annexe 4 : extraits du standard ISO/IEC15693

### Identification cards — Contactless integrated circuit cards — Vicinity cards

#### Terms and Abbreviations:

VCD: Vicinity Coupling Device ("Contactless Reader")

VICC: Vicinity Integrated Circuit ("Contactless Card")

Data Transmission VCD → VICC: (ISO/IEC15693-2: 2006 Part 2: Air interface and initialization)

#### Data Coding:

Data Coding is done by pulse position modulation. Two different data coding methods are possible: 1 out of 256 and 1 out of 4.

Two data coding modes shall be supported by the VICC. The selection shall be made by the VCD and indicated to the VICC within the start of frame (SOF).

Data coding mode: 1 out of 4 Pulse position modulation for 1 out of 4 mode shall be used, in this case the position determines two bits at a time. Four successive pairs of bits form a byte, where the least significant pair of bits is transmitted first. Figure 6 illustrates the 1 out of 4 pulse position technique and coding.

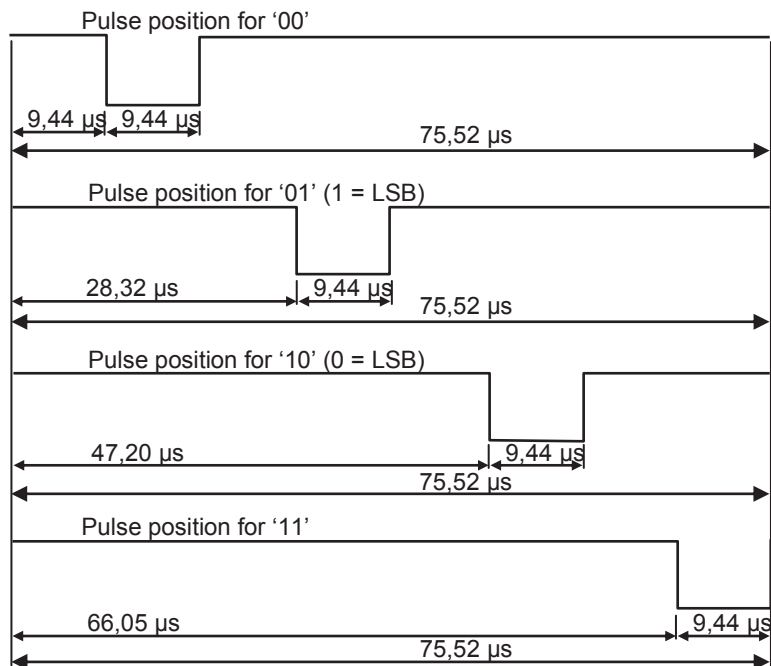
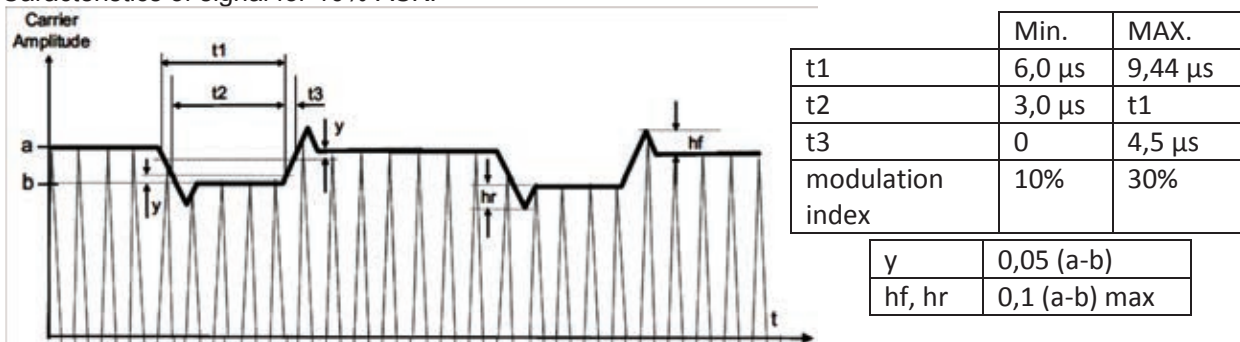


Figure 6 : 1 out of 4 coding mode

Characteristics of signal for 10% ASK:



The VICC shall be operational for any value of modulation index between 10% and 30%.

Field :

	Description	Value	Unit
$H_{min}$	Minimum Unmodulated Operating Field	0.15	A/m
$H_{MAX}$	Maximum Unmodulated Operating Field	5.0	A/m

#### Anticollision Sequence for ISO1569 (-3: 2009 Part 3: Anticollision and transmission protocol)

The following describes the inventory procedure/anti-collision sequence for the ISO15693.

Consider four VICCs with UIDs E00700000000012A, E00700000000032A, E00700000000045A and E007000000000345 in the read range of the reader. For convenience, the UIDs are represented as x12A, x32A, x45A and x345 respectively.

The first row in the tables below represents the slot number and their hexa-decimal representation in brackets. The second row shows the UIDs of the VICCs that respond in that slot.

**Round 1:** Mask value = 0, Mask length = 0



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10(A)	11(B)	12(C)	13(D)	14(E)	15(F)
-	-	-	-	-	x345	-	-	-	-	x12A x32A x45A	-	-	-	-	-

The reader sends out an Inventory request with mask value and length zero. The VICC compares the LSB of its UID with the slot number + mask. Since the mask value is zero in Round 1, the VICCs compare their UIDs to the slot number only. Thus, anticollision algorithm:

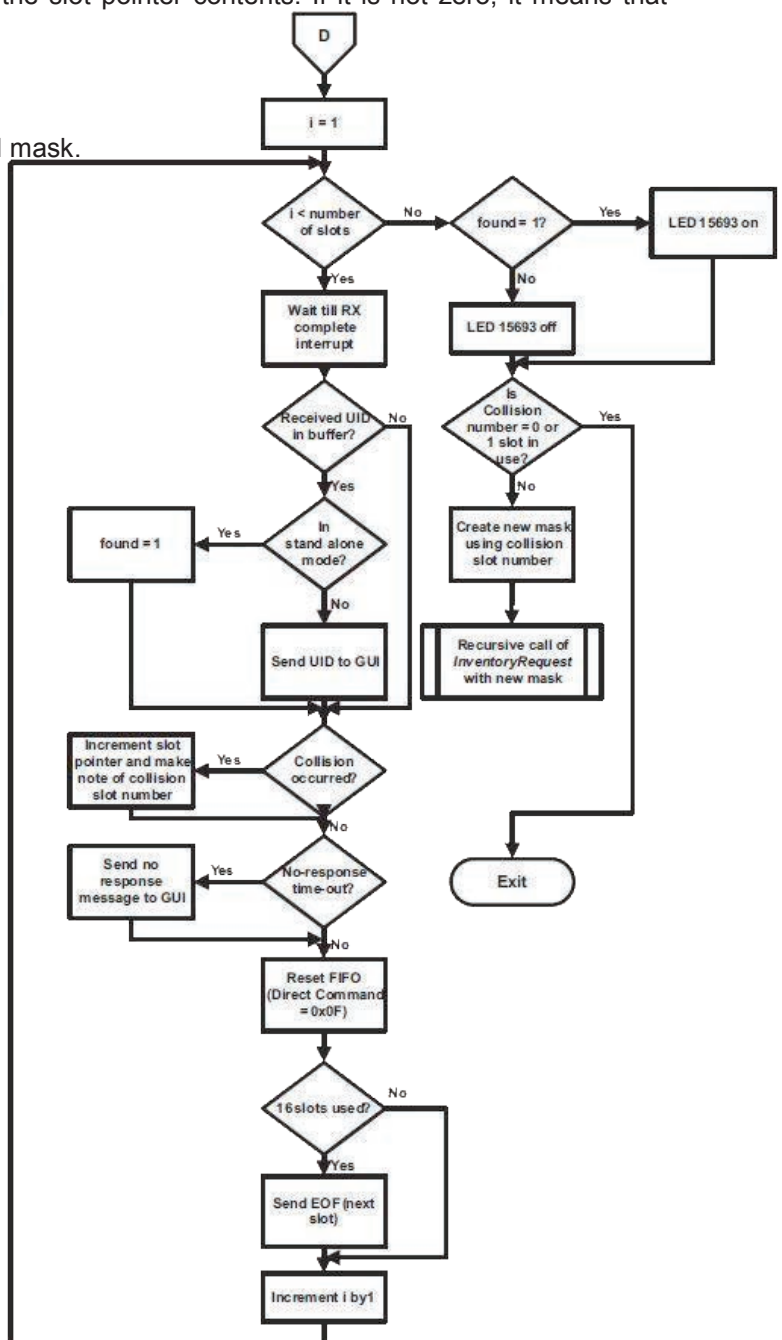
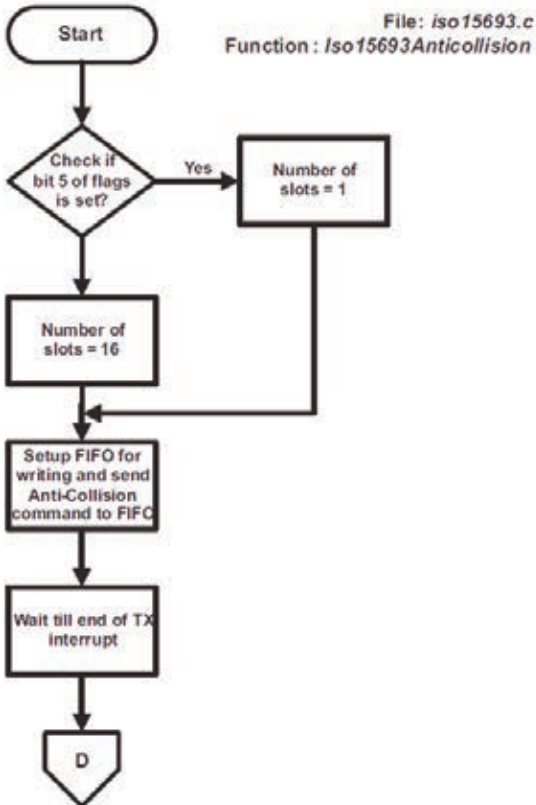
1. The reader sends a mask value and number of slots along with the inventory request. The number of slots can be 1 or 16.
2. The VICC compares the least significant bits of its UID to the slot number plus the mask value. If it matches, it sends a response. If number of slots is 1, comparison is made on the mask value only.
3. If only one VICC responds, then there is no collision and the VCD receives the UID.
4. If the reader detects a collision, it increments the slot pointer and makes note of the slot number in which collision occurred.
5. The reader sends an EOF to switch to the next slot. The VICC increments its slot counter on reception of EOF.

If the number of slots is 16, steps 1-4 are repeated for all 16 slots.

At the end of 16 slots, the reader examines the slot pointer contents. If it is not zero, it means that collision has occurred in one or more slots.

To determine the new mask value :

1. Increment the mask length by 4.
  2. Calculate New mask = Slot number (in which collision occurred) + old mask.
  3. Decrement slot pointer by 1.
- Repeat from start with the new mask value until slot pointer is zero.



## 13.56-MHz ENCAPSULATED PLUS TRANSPONDER

### FEATURES

**ISO/IEC 15693-2,-3; ISO/IEC 18000-3  
Compliant**  
**13.56-MHz Operating Frequency**  
**2048-Bit User Memory in 64 × 32-bit Blocks**  
**User and Factory Lock Per Block**  
**Application Family Identifier (AFI)**  
**Data Storage Format Identifier (DSFID)**  
**Combined Inventory Read Block**

### APPLICATIONS

**Laundry**  
**Process Automation**  
**Product Authentication**  
**Asset Management**



### DESCRIPTION

Texas Instruments' 13.56-MHz encapsulated plus transponder is compliant with the ISO/IEC 15693 and ISO/IEC 18000-3 global open standards. This product offers a user accessible memory of 2048 bits, organized in 64 blocks and an extensive command set.

Designed for harsh environments, such as garment tracking in laundries, each transponder has a 64-bit factory programmed Read Only Number, which is also laser engraved on the transponder housing. Prior to delivery, transponders undergo complete functional and parametric testing to provide the high quality that customers have come to expect from TI.

The 13.56-MHz encapsulated plus transponders are well suited for a variety of applications including but not limited to : laundry garment tracking, process automation, product authentication, and asset management.

### OPERATING CHARACTERISTICS

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	RF-HDT-DVBB (1)	UNIT
Supported standard	ISO/IEC 15693-2,-3; ISO/IEC 18000-3	
Resonance frequency (at 25°C)	13.56 MHz ± 300 kHz	
Typ. required activation field strength to read (at 25°C)	112	dB µA/m
Typ. required activation field strength to write (at 25°C)	115	dB µA/m
Factory programmed read only number	64	bits
Memory (user programmable)	2k bits organized in 64 × 32-bit blocks	
Typical programming cycles (at 25°C)	100 000	
Data retention time (at 25°C)	>10 years	
Simultaneous identification of tags	Up to 50 tags per second (reader/antenna dependent)	
Dimensions	∅ 22 ± 0.2 mm × 3 ± 0.2 mm	
Weight	2.1 ± 0.2	grams

(1) For highest possible read-out coverage, TI recommends operation of readers at a modulation depth of 20% or higher.



# SL2 ICS50/SL2 ICS51

I•CODE SLI-L/ I•CODE SLI-L HC

## 1. General description

The I•CODE SLI-L/ I•CODE SLI-L HC is a dedicated chip for smart label applications with the need for a leaner custom-specific command set, smaller memory and/or a product which takes care of the increasing demand for perfect customer privacy. This IC is another member of our product family of smart label ICs that fully comply to the ISO standard ISO/IEC 15693. The IC is also available in high capacitance version for small label designs.

The I•CODE system offers the possibility of operating more than one label simultaneously in the field of the reader antenna (Anticollision). It is designed for long range applications with a special command for the use under the European regulations.

### 1.1 Anticollision

An intelligent anticollision function allows to operate more than one card in the field simultaneously. The anticollision algorithm selects each card individually and ensures that the execution of a transaction with a selected card is performed correctly without data corruption resulting from another card in the field.

### 1.3 Contactless energy and data transfer

Whenever connected to a very simple and cheap type of antenna (as a result of the 13.56 MHz carrier frequency) made out of a few windings printed, wound, etched or punched coil the I•CODE SLI-L/ I•CODE SLI-L HC can be operated without line of sight up to a distance of 1.5 m (gate width). No battery is needed. When the smart label is positioned in the field of an interrogator antenna, the high speed RF communication interface allows to transmit data with up to 53 kbit/s

## 2. Features

### 2.1 I•CODE SLI-L RF interface

- Contactless transmission of data and supply energy (no battery needed)
- Operating distance : up to 1.5 m (depending on antenna geometry)
- Operating frequency : 13.56 MHz (ISM, world-wide licence free available)
- I•CODE SU- L Functionality (ISO/IEC 15693)
  - + Fast data transfer : up to 53 kbit/s
  - + High data integrity : 16-bit CRC, framing
  - + True anti-collision
- + Additional fast anti-collision read
- + Password protected Electronic Article Surveillance (EAS) incl. application selection
- + Application Family Identifier (AFI) supported
- + Data Storage Format Identifier (DSFID)
- + Privacy command with 32-bit Privacy password
- + Destroy command with 32-bit Destroy password
- Long Range Command
- Write distance equal to read distance

### 2.3 Security features

- Unique identifier for each device
- Lock mechanism for each user memory block (write protection)
- Lock mechanism for DSFID, AFI, EAS
- Password (32-bit) protected Label Destroy
- Password (32-bit) protected Privacy Mode
- Password (32-bit) protected EAS Functionality



## MF1S70yyX/V1

MIFARE Classic EV1 4K - Mainstream contactless smart card IC for fast and easy solution development

Rev. 3.1 — 8 September 2014  
279331

### 1. General description

NXP Semiconductors has developed the MIFARE Classic MF1S70yyX/V1 to be used in a contactless smart card according to ISO/IEC 14443 Type A.

The MIFARE Classic EV1 4K MF1S70yyX/V1 IC is used in applications like public transport ticketing and can also be used for various other applications.

#### 1.1 Anticollision

An intelligent anticollision function allows to operate more than one card in the field simultaneously. The anticollision algorithm selects each card individually and ensures that the execution of a transaction with a selected card is performed correctly without interference from another card in the field.

#### 1.3 Security and privacy

- Manufacturer programmed 7-byte UID or 4-byte NUID identifier for each device
- Random ID support
- Mutual three pass authentication (ISO/IEC DIS 9798-2)
- Individual set of two keys per sector to support multi-application with key hierarchy

### 2. Features and benefits

- Contactless transmission of data and energy supply
- Operating distance up to 100 mm depending on antenna geometry and reader configuration
- Operating frequency of 13.56 MHz
- Data transfer of 106 kbit/s

- Data integrity of 16-bit CRC, parity, bit coding, bit counting
- Typical ticketing transaction time of < 100 ms (including backup management)
- Random ID support (7 Byte UID version)

### 4. Quick reference data

Table 1. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
C <sub>i</sub>	input capacitance		[1]	14.9	16.9	19.0	pF
f <sub>i</sub>	input frequency			-	13.56	-	MHz
<b>EEPROM characteristics</b>							
t <sub>ret</sub>	retention time	T <sub>amb</sub> = 22 °C		10	-	-	year
N <sub>endu(W)</sub>	write endurance	T <sub>amb</sub> = 22 °C		100000	200000	-	cycle

[1] T<sub>amb</sub>=22°C, f=13,56Mhz, V<sub>LaLb</sub> = 1,5 V RMS

## 6. Block diagram

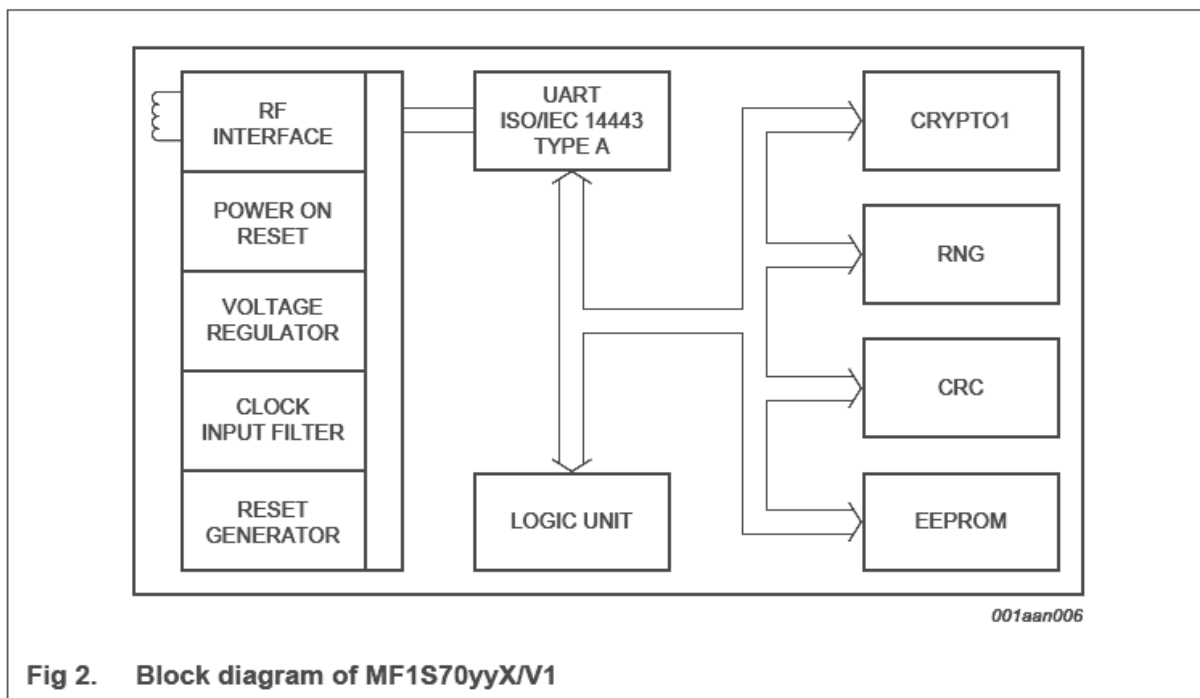


Fig 2. Block diagram of MF1S70yyX/V1

### 6.1 Block description

The MF1S70yyX/V1 chip consists of a 4 kB EEPROM, RF interface and Digital Control Unit. Energy and data are transferred via an antenna consisting of a coil with a small number of turns which is directly connected to the MF1S70yyX/V1. No further external components are necessary. Refer to the document [Ref. 1](#) for details on antenna design.

- RF interface :
  - Modulator/demodulator
  - Rectifier
  - Clock regenerator
  - Power-On Reset (POR)
  - Voltage regulator
- Anticollision : Multiple cards in the field may be selected and managed in sequence
- Authentication : Preceding any memory operation the authentication procedure ensures that access to a block is only possible via the two keys specified for each block
- Control and Arithmetic Logic Unit : Values are stored in a special redundant format and can be incremented and decremented
- EEPROM interface
- Crypto unit : The CRYPTO1 stream cipher of the MF1S70yyX/V1 is used for authentication and encryption of data exchange.
- EEPROM : 4 kB is organized in 32 sectors of 4 blocks and 8 sectors of 16 blocks. One block contains 16 bytes. The last block of each sector is called “trailer”, which contains two secret keys and programmable access conditions for each block in this sector.

# Annexe 8 : extrait de la documentation du composant CLRC632

## CLRC632

Standard multi-protocol reader solution

### 2. General description

The CLRC632 is a highly integrated reader IC for contactless communication at 13.56 MHz. The CLRC632 reader IC provides :

- outstanding modulation and demodulation for passive contactless communication
- a wide range of methods and protocols

All protocol layers of the ISO/IEC 14443 A and ISO/IEC 14443 B communication standards are supported provided :

- additional components, such as the oscillator, power supply, coil etc. are correctly applied.
- standardized protocols, such as ISO/IEC 14443-4 and/or ISO/IEC 14443 B anticollision are correctly implemented

The CLRC632 supports contactless communication using MIFARE higher baud rates. The receiver module provides a robust and efficient demodulation/decoding circuitry implementation for compatible transponder signals.

The digital module, manages the complete ISO/IEC 14443 standard framing and error detection (parity and CRC). In addition, it supports the fast MIFARE security algorithm for authenticating the MIFARE products.

All layers of the I-CODE1 and ISO/IEC 15693 protocols are supported by the CLRC632. The receiver module provides a robust and efficient demodulation/decoding circuitry implementation for I-CODE1 and ISO/IEC 15693 compatible transponder signals. The digital module handles I-CODE1 and ISO/IEC 15693 framing and error detection (CRC).

The internal transmitter module can directly drive an antenna designed for a proximity operating distance up to 100 mm without any additional active circuitry.

### 3. Features and benefits

#### 3.1 General

- Highly integrated analog circuitry for demodulating and decoding card/label response
- Buffered output drivers enable antenna connection using the minimum of external components
- Proximity operating distance up to 100 mm
- Supports both ISO/IEC 14443 A and ISO/IEC 14443 B standards
- Supports MIFARE dual-interface card ICs and the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K protocols
- Contactless communication at MIFARE higher baud rates (up to 424 kBd)
- Supports both I-CODE1 and ISO/IEC 15693 protocols
- Crypto1 and secure non-volatile internal key memory
- 64-byte send and receive FIFO buffer
- Unique serial number
- Bit-oriented and byte oriented framing
- Internal oscillator buffer optimized for low phase jitter enables 13.56 MHz quartz connection
- Clock frequency filtering
- 3.3 V to 5 V operation for transmitter in short range and proximity applications
- 3.3 V or 5 V operation for the digital module

#### 13.3.3 Antenna driver output pin characteristics

The source conductance of the antenna driver pins TX1 and TX2 for driving the HIGH-level can be configured using the CwConductance register's GsCfCW[5:0] bits, while their source conductance for driving the LOW-level is constant.

The antenna driver default configuration output characteristics are specified in Table 167.

Table 167. Antenna driver output pin characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V <sub>OH</sub>	HIGH-level output voltage	V <sub>DD(TVDD)</sub> = 5.0 V ; I <sub>oL</sub> = 20 mA	-	4.97	-	V
		V <sub>DD(TVDD)</sub> = 5.0 V ; I <sub>oL</sub> = 100 mA	-	4.85	-	V
V <sub>oL</sub>	LOW-level output voltage	V <sub>DD(TVDD)</sub> = 5.0 V ; I <sub>oL</sub> = 20 mA	-	30	-	mV
		V <sub>DD(TVDD)</sub> = 5.0 V ; I <sub>oL</sub> = 100 mA	-	150	-	mV
I <sub>o</sub>	output current	transmitter; continuous wave; peak-to-peak	-	-	200	mA

## 15. Application information

### 15.1 Typical application

#### 15.1.1 Circuit diagram

Figure 27 shows a typical application where the antenna is directly matched to the CLRC632 :

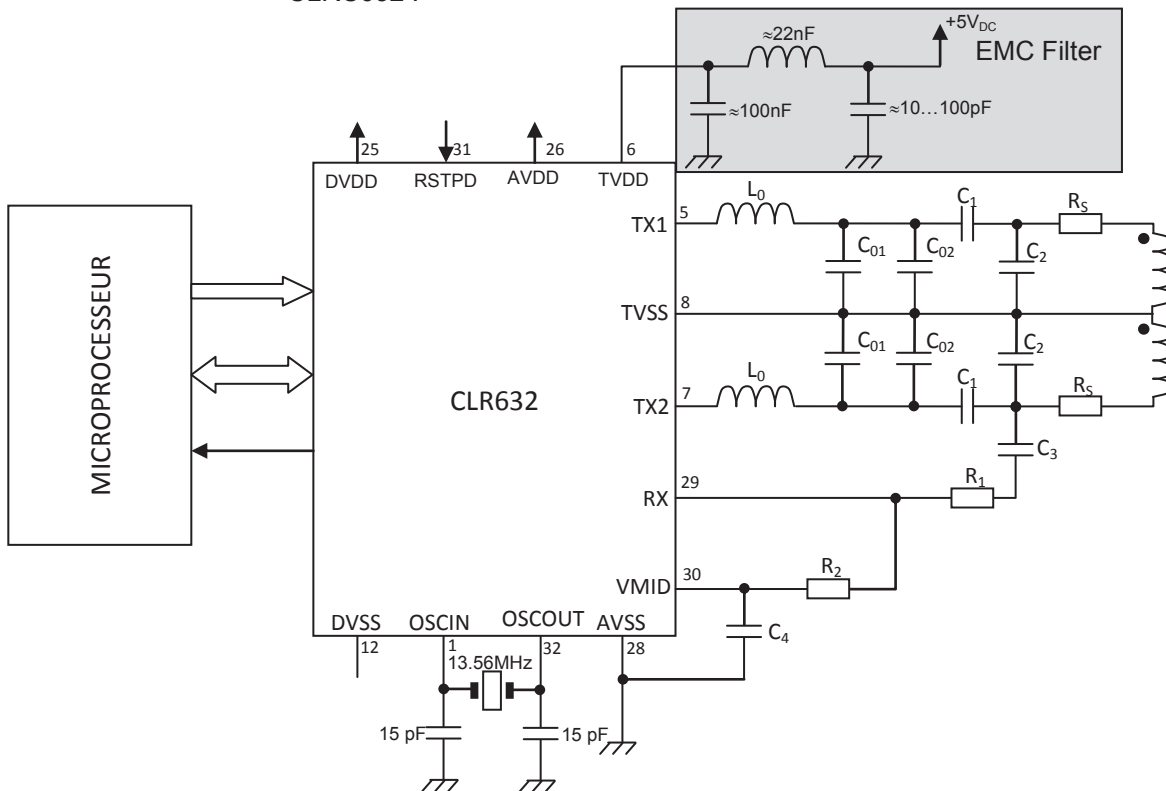


Fig 27. Application example circuit diagram : directly matched antenna

#### 15.1.2 Circuit description

The matching circuit consists of an EMC low-pass filter (L<sub>0</sub> and C<sub>0</sub>), matching circuitry (C<sub>1</sub> and C<sub>2</sub>), a receiver circuit (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub>) and the antenna itself.

##### 15.1.2.1 EMC low-pass filter

The MIFARE system operates at a frequency of 13.56 MHz. This frequency is generated by a quartz oscillator to clock the CLRC632. It is also the basis for driving the antenna using the 13.56 MHz energy carrier. This not only causes power emissions at 13.56 MHz, it also emits power at higher harmonics. International EMC regulations define the amplitude of the emitted power over a broad frequency range. To meet these regulations, appropriate filtering of the output signal is required.

A multilayer board is recommended to implement a low-pass filter as shown in Figure 27. The low-pass filter consists of the components L<sub>0</sub> and C<sub>0</sub>.

## Annexe 9 : quelques éléments de programmation Linux

### Documentation réduite sur les Sémaphores POSIX

Les sémaphores POSIX permettent aux processus et aux threads de synchroniser leurs actions.

La librairie POSIX comprend une implémentation des sémaphores qui expose plusieurs fonctions aux utilisateurs. Les fonctions principales sont les suivantes :

```
#include <fcntl.h>          /* Pour les constantes O_* */
#include <sys/stat.h>       /* Pour les constantes « mode » */
#include <semaphore.h>

int sem_init(sem_t *sem, int pshared, unsigned int value);
sem_t *sem_open(const char *name, int oflag);
sem_t *sem_open(const char *name, int oflag, mode_t mode, unsigned int value);
int sem_destroy(sem_t *sem);
int sem_wait(sem_t *sem);
int sem_post(sem_t *sem);
int sem_close(sem_t *sem);
```

Le fichier semaphore.h contient les différentes définitions de structures qui sont nécessaires au bon fonctionnement des sémaphores ainsi que les signatures des fonctions de l'API. Un sémaphore est représenté par une structure de données de type `sem_t`. Toutes les fonctions de manipulation des sémaphores prennent comme argument un **pointeur vers le sémaphore concerné**.

Pour pouvoir utiliser un sémaphore non nommé, il faut d'abord l'initialiser. Cela se fait en utilisant la fonction `sem_init()` qui prend comme argument un pointeur vers le sémaphore à initialiser. L'argument *pshared* indique si ce sémaphore sera partagé entre les threads d'un processus ou entre processus. Si *pshared* vaut 0, le sémaphore est partagé entre les threads d'un processus et devrait être situé à une adresse visible par tous les threads (par exemple, une variable globale ou une variable allouée dynamiquement dans le tas). Le troisième argument est la **valeur initiale**, positive ou nulle du sémaphore.

`sem_open()` crée un nouveau sémaphore POSIX ou en ouvre un existant. Le sémaphore est identifié par *name* qui est de la forme `/unnom`. L'argument *oflag* spécifie les attributs qui contrôlent la manière d'opérer de l'appel. Si **O\_CREAT** est spécifié dans *oflag*, le sémaphore est créé s'il n'existe pas déjà. Par ailleurs, deux autres arguments doivent être fournis. L'argument *mode* spécifie les permissions à placer sur le nouveau sémaphore. L'argument *value* spécifie la valeur initiale du nouveau sémaphore.

Si elle réussit, `sem_open()` renvoie l'adresse du nouveau sémaphore ; cette adresse est utilisée lors de l'appel des autres fonctions sur les sémaphores. Si elle échoue, `sem_open()` renvoie **SEM\_FAILED** et écrit `errno` en conséquence.

`sem_post()` incrémente (déverrouille) le sémaphore pointé par *sem*. Si, à la suite de cet incrément, la valeur du sémaphore devient supérieure à zéro, un autre processus ou thread bloqué dans un appel `sem_wait()` sera réveillé et procédera au verrouillage du sémaphore.

`sem_wait()` décrémente (verrouille) le sémaphore pointé par *sem*. Si la valeur du sémaphore est plus grande que 0, la décrémentation s'effectue et la fonction revient immédiatement. Si le sémaphore vaut zéro, l'appel bloquera jusqu'à ce que soit il devienne disponible pour effectuer la décrémentation (c'est-à-dire la valeur du sémaphore n'est plus nulle), soit un gestionnaire de signaux interrompe l'appel.

La fonction `sem_destroy()` permet de libérer un sémaphore qui a été initialisé avec `sem_init()`. Les sémaphores consomment des ressources qui peuvent être limitées dans certains environnements. Il est important de détruire proprement les sémaphores dès qu'ils ne sont plus nécessaires.

`sem_close()` ferme le sémaphore nommé référencé par *sem*, permettant à toutes les ressources que le système a alloué au processus appelant pour ce sémaphore d'être libérées.

Les deux principales fonctions de manipulation des sémaphores sont `sem_wait()` et `sem_post()`. Certains auteurs utilisent `down` ou `P` à la place de `sem_wait()` et `up` ou `V` à la place de `sem_post()`.

## Fonctions de la mémoire partagée POSIX :

```
# include <fcntl .h> /* Defines O_* constants */
# include <sys/ stat .h> /* Defines mode constants */
# include <sys/ mman .h>
int shm_open ( const char *name , int oflag , mode_t mode );
int shm_unlink(const char *name);
void *mmap(void *addr, size_t length, int prot, int flags,int fd, off_t offset);
int munmap(void *addr, size_t length);
```

### DESCRIPTION

- La fonction **shm\_open()** crée et ouvre un nouvel objet de mémoire partagée POSIX, ou ouvre un objet existant. Il s'agit d'un descripteur utilisable par d'autres processus avec **mmap** pour projeter la même région mémoire. La fonction **shm\_unlink()** réalise l'opération complémentaire en supprimant l'objet créé précédemment par **shm\_open()**.

Le premier paramètre correspond au *nom* d'un segment mémoire à créer ou ouvrir. Pour un fonctionnement portable, le *nom* doit commencer par une barre oblique « / » et ne pas en contenir d'autres.

**oflag** est un masque de bit associant l'une des deux constantes **O\_RDONLY** ou **O\_RDWR** et un ou plusieurs des attributs décrits ci-après.

#### **O\_RDONLY**

Ouvrir l'objet en lecture seule. Un tel objet ne pourra être projeté en mémoire avec **mmap** qu'avec l'accès (**PROT\_READ**).

#### **O\_RDWR**

Ouvrir l'objet en lecture et écriture.

#### **O\_CREAT**

Créer l'objet de mémoire partagée s'il n'existe pas. Les bits de permission sont fixés en fonction des 9 bits de poids faible de *mode*. (0666 = droits de lecture et écriture pour tous)

Un nouvel objet de mémoire partagée a une taille initiale nulle --- on la fixe en utilisant **truncate()**.

Les octets d'un objet mémoire partagée nouvellement créé sont automatiquement initialisés à zéro.

#### **O\_TRUNC**

Si l'objet de mémoire partagée existait, tronquer sa taille à zéro.

Si elle réussit, la fonction **shm\_open()** renvoie un nouveau descripteur décrivant l'objet de mémoire partagée. Le descripteur est assuré d'être le plus petit numéro disponible dans la table des descripteurs du processus.

Le descripteur est utilisé normalement pour les appels ultérieurs à **truncate()** (pour un objet nouvellement créé) et **mmap()**. Après un appel à **mmap()** le descripteur peut être fermé sans affecter la projection mémoire.

- **shm\_unlink()** supprime le nom d'un objet de mémoire partagée, et, une fois que tous les processus ont supprimé leur projection en mémoire, libère et détruit le contenu de la portion de mémoire. Après un appel réussi à **shm\_unlink()**, les tentatives d'appeler **shm\_open()** avec le même *nom* échoueront (sauf si **O\_CREAT** est spécifié, auquel cas un nouvel objet distinct est créé).
- **mmap()** crée une nouvelle projection de fichier (ou autre objet) dans l'espace d'adressage virtuel du processus appelant. L'adresse de départ de la nouvelle projection est indiquée dans *addr*. L'argument *length* indique la longueur de la projection.

Si *addr* est NULL, le noyau choisit l'adresse à laquelle créer la projection ; c'est la méthode la plus portable pour créer une nouvelle projection.

Le contenu d'une projection de fichier est initialisé avec *length* octets à partir de la position *offset* dans le fichier (ou autre objet) référencé par le descripteur de fichier *fd*.

L'argument *prot* indique la protection mémoire que l'on désire pour cette projection, et ne doit pas entrer en conflit avec le mode d'ouverture du fichier. Il s'agit soit de **PROT\_NONE** (le contenu de la mémoire est inaccessible) soit d'un OU binaire entre les constantes suivantes :

#### **PROT\_READ**

On peut lire le contenu de la zone mémoire.

#### **PROT\_WRITE**

On peut écrire dans la zone mémoire.

Le paramètre *flags* détermine si les modifications de la projection sont visibles par les autres processus projetant la même région et si les modifications sont appliquées au fichier sous-jacent. Ce comportement est déterminé en incluant exactement une des valeurs suivantes dans *flags* :



## MAP\_SHARED

On peut partager cette projection. Les modifications de la projection sont visibles par les autres processus qui projettent ce fichier, et sont appliquées au fichier sous-jacent. En revanche, ce dernier n'est pas nécessairement mis à jour tant qu'on n'a pas appelé **msync()** ou **munmap()**.

- L'appel système **munmap()** détruit la projection dans la zone de mémoire spécifiée, et s'arrange pour que toute référence ultérieure à cette zone mémoire déclenche une erreur d'adressage. La projection est aussi automatiquement détruite lorsque le processus se termine. À l'inverse, la fermeture du descripteur de fichier ne supprime pas la projection. L'adresse *addr* doit être un multiple de la taille de page. Toutes les pages contenant une partie de l'intervalle indiqué sont libérées, et tout accès ultérieur déclencherà **SIGSEGV**. Aucune erreur n'est détectée si l'intervalle indiqué ne contient pas de page projetée.

## ftruncate

```
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
int ftruncate(int fd, off_t length);
```

### DESCRIPTION

**ftruncate()** tronque le fichier référencé par *path* ou par le descripteur *fd* à une longueur d'exactly *length* octets.

Si le fichier était plus long, les données supplémentaires sont perdues. Si le fichier était plus court, il est étendu, et la portion supplémentaire est remplie d'octets nuls.

Le pointeur de position n'est pas modifié.

Avec **ftruncate()**, le fichier doit être ouvert en écriture .

Cet appel système renvoie 0 s'ils réussissent et -1 s'ils échouent, auquel cas *errno* contient le code d'erreur.

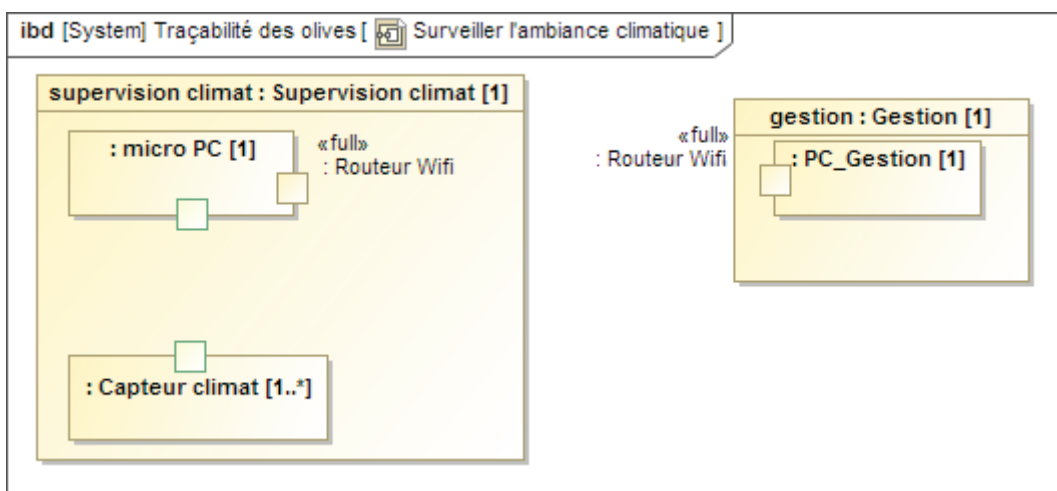


## Document réponse

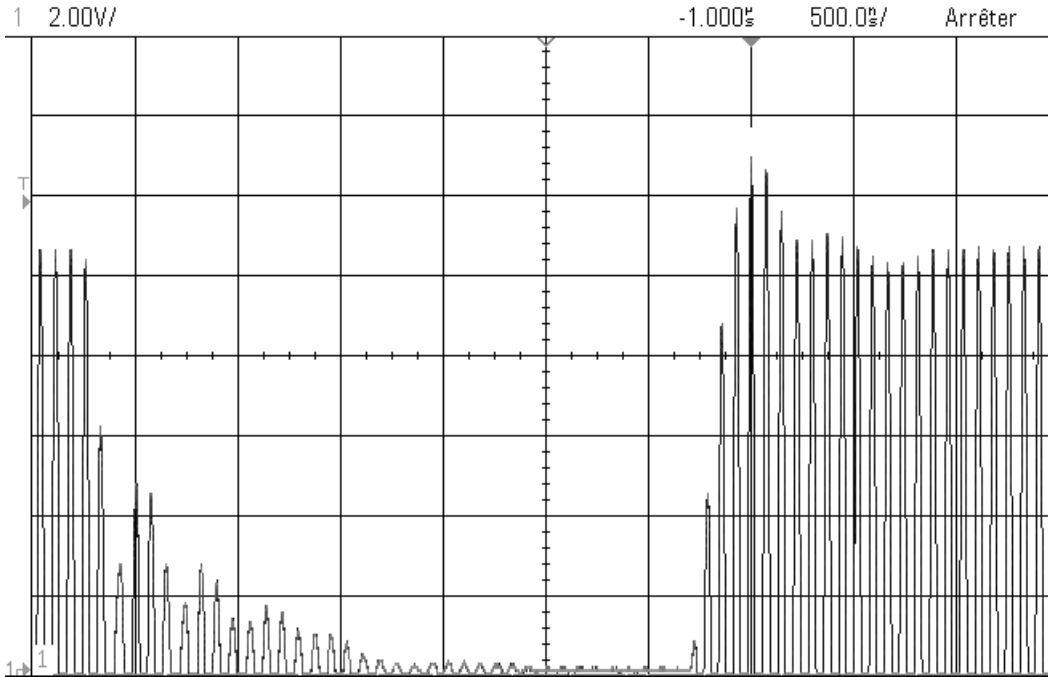
Document relatif à la question Q2 :



Document relatif à la question Q3 :



*Document relatif à la question Q10 :*



*Document relatif à la question Q46 :*

```
const char *name = "/identifFut";
const int SIZE = 5;
Tag leTag;
int shm_fd;          // file descriptor
char *shm_base;     // base address

.....
char *ptr;          // shm_base is fixed, ptr is movable
char* identifiant;

.....
shm_fd = shm_open(name, O_CREAT | O_RDWR, 0666);
//non montré : test valeur de retour

.....
ftruncate(shm_fd, SIZE);
//...
shm_base = (char *)mmap(0, SIZE, PROT_READ | PROT_WRITE, MAP_SHARED, shm_fd, 0);
// non montré : test valeur de retour et unlink

identifiant =leTag.lireld();
ptr = shm_base;
//...
*(ptr+1) = identifiant[0];
*(ptr+2) = identifiant[1];
*(ptr+3) = identifiant[2];
*(ptr+4) = identifiant[3];

.....
//...
int erreur = munmap(shm_base, SIZE);
// non montré : test valeur de retour

erreur = close(shm_fd);
// non montré : test valeur de retour //.....
```