SAE Mesure sans contact d’objets métalliques



carine allaf

[Nom de la société]

[Adresse de la société]

# Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de ce projet de près ou de loin, mais également toutes celles qui nous ont aidé lors de la rédaction de ce rapport de fin de projet.

Tout d’abords nous adressons nos remerciements à l’équipes pédagogique de GEI1 de l’IUT de Cachan, qui nous ont suivit durant toute notre formation, et tout au long de ce projet.

Mais nous mettons un point d’honneur à remercier Mr Le Bihan, qui était notre tuteur de projet. Il a su nous aider et nous conseiller durant la durée intégrale de celui-ci.

De plus, nous remercions vivement Mme Vareille, pour ses conseils lors de la rédaction du rapport de projet.

# Résumé

Le Bachelor Universitaire de Technologie en Génie Électrique et Informatique Industrielle comporte divers projets durant ces 3 ans de formations.

Lors de la dernière année, celle-ci comporte un dernier projet de 12 semaines.

Ces semaines permettent d’appliquer les connaissances acquises tout au long de la formation. D’un point de vue théorique mais également pratique.

Durant cette période, nous avons pu mettre en pratique les connaissances théoriques acquises au cours de ma formation, mais plus précisément, nos connaissances de mathématiques, électronique ?????????

Dans ce rapport de stage, nous allons présenter en détail

# Abstract

# Glossaire

# Liste des sigles

BUT : Bachelor Universitaire de Technologie

GEII : Génie Électrique et Informatique Industrielle

PSM : Phase Sensitive Multimeter

IAI : Impedance Analysis Interface

GUI : Graphical User Interface

R : Résistance

I : Courant électrique

L : Bobine

# Introduction

La mesure sans contact d'objets métalliques revêt une importance significative dans divers domaines tels que l'industrie, la recherche, la sécurité et bien d'autres. Elle offre des avantages en termes de précision, de rapidité et de sécurité, permettant ainsi d'améliorer considérablement les processus existants.

Celui-ci peut avoir des applications dans des domaines variés.

Dans l’industrie pour le contrôle qualité, car les mesures sans contact d'objets métalliques peuvent être utilisées pour la détection de défauts, la mesure de l'épaisseur des matériaux, le tri des pièces et le suivi de la production.

Dans la fabrication de composants électroniques, les mesures sans contact peuvent être utilisées pour inspecter les connexions, les soudures et les circuits imprimés.

Dans l’automobile, les mesures sans contact peuvent être appliquées pour inspecter des pièces métalliques, notamment pour la vérification de la géométrie, de l'épaisseur et de la qualité de la surface.

Notre objectif général se décline en :

**Objectifs spécifiques** : Sont d’obtenir un système de mesure de métaux et une interface graphique permettant de déterminer les paramètres physiques de celui-ci. Pour obtenir la forme, le type de métaux et potentiellement l’épaisseur.

**Objectif opérationnel :** Les résultats concrets à atteindre pour notre projet consistent, dans un premier temps, à obtenir un système physique de mesure avec le PSM3517 et la bobine pour mesurer la conductivité et l'épaisseur de n'importe quel métal. Ensuite, il s'agit d'établir une interface avec un modèle d'interaction capteur-cible sur Matlab, permettant la communication avec le PSM3517 via RS232, ainsi que l'implémentation d'algorithmes d'estimation basés sur les relevés de mesure effectués.

**Objectifs stratégiques :** Concevoir et optimiser le système de mesure sans contact d'objets métalliques en utilisant des bobines, un analyseur d'impédance et une interface RS232.

Nous devons donc développer un système de mesure sans contact d'objets métalliques permettant la détection précise de leurs propriétés électromagnétiques à l'aide de bobines et d’un analyseur de réponse en fréquence PSM1735 mais également d’une interface d'analyse d'impédance IAI, et fournir une interface conviviale pour l'opérateur grâce au protocole de communication RS232.

Table des matières

[Remerciements 1](#_Toc151391812)

[Résumé 2](#_Toc151391813)

[Abstract 2](#_Toc151391814)

[Glossaire 3](#_Toc151391815)

[Liste des sigles 3](#_Toc151391816)

[Introduction 4](#_Toc151391817)

[Tables des illustrations 6](#_Toc151391818)

[1 Objectifs du projet 7](#_Toc151391819)

[1.1 Principaux objectifs 7](#_Toc151391820)

[1.1.1 Découverte du projet 7](#_Toc151391821)

[1.1.2 Utilisation du matériel de mesure 8](#_Toc151391822)

[1.2 Explications des principes physiques 10](#_Toc151391823)

[1.2.1 Conductivité électrique des matériaux 10](#_Toc151391824)

[1.2.2 Courant de Foucault 10](#_Toc151391825)

[1.2.3 Induction électromagnétique 11](#_Toc151391826)

[1.2.4 Loi de Faraday 11](#_Toc151391827)

[1.2.5 Effet de peau 11](#_Toc151391828)

[2 Réalisations du projet 12](#_Toc151391829)

[2.1 Communication RS232 et réglages du PSM+IAI 12](#_Toc151391830)

[2.1.1 Communication en RS232 12](#_Toc151391831)

[2.1.2 Différents protocoles de réglage du PSM+IAI 12](#_Toc151391832)

[2.2 Choix de la fréquence d’utilisation 15](#_Toc151391833)

[2.3 Comparaisons modele / mesures 15](#_Toc151391834)

[3 Interface graphique et pilotage de l’appareil??? 15](#_Toc151391835)

[3.1 Interface graphique : GUI 15](#_Toc151391836)

[3.1.1 Création de l’interface graphique primaire 15](#_Toc151391837)

[3.1.2 Protocole de réglage 15](#_Toc151391838)

[3.2 Acquisition des mesures du PSM 15](#_Toc151391839)

[3.3 Mesure de conductivité 15](#_Toc151391840)

[Conclusion 16](#_Toc151391841)

[Conclusion technique 16](#_Toc151391842)

[Conclusion personnelle 16](#_Toc151391843)

[Perspective d’avenir 16](#_Toc151391844)

[Annexe 17](#_Toc151391845)

[Bibliographie 17](#_Toc151391846)

# Tables des illustrations

[Figure 1 : Schéma synoptique 5](#_Toc151381763)

[Figure 2 : Diagramme de Gantt 5](file:///C:\travail\mesures_sans_contact_obj_met\Documentation\structure_plan_rapport.docx#_Toc151381764)

[Figure 3 : Matérielles à disposition 6](#_Toc151381765)

[Figure 4 : Petite et grande bobine 6](file:///C:\travail\mesures_sans_contact_obj_met\Documentation\structure_plan_rapport.docx#_Toc151381766)

[Figure 5 : PSM et IAI 6](file:///C:\travail\mesures_sans_contact_obj_met\Documentation\structure_plan_rapport.docx#_Toc151381767)

[Figure 6 : Pièce supérieur SolidWorks 1/2 7](#_Toc151381768)

[Figure 7 : Pièce supérieur SolidWorks 2/2 7](#_Toc151381769)

[Figure 8 : Pièce inférieur SolidWorks 1/2 7](#_Toc151381770)

[Figure 9 : Pièce inférieur SolidWorks 2/2 7](#_Toc151381771)

[Figure 10 : Tableau conductivité électrique des matériaux 8](#_Toc151381772)

[Figure 11 : Schéma courant de Foucault 8](#_Toc151381773)

[Figure 12 : Schéma induction électromagnétique 9](#_Toc151381774)

[Figure 13 : Schéma communication RS232 11](#_Toc151381775)

# Objectifs du projet

## Principaux objectifs

### Découverte du projet

BLABLABLA

* **A diagram of a process

  Description automatically generated**Schéma synoptique

Figure : Schéma synoptique

* A screenshot of a computer

  Description automatically generatedDigramme de Gantt

Figure : Diagramme de Gantt

* Eléments du cahier des charges

### Utilisation du matériel de mesure

Liste du matériel :

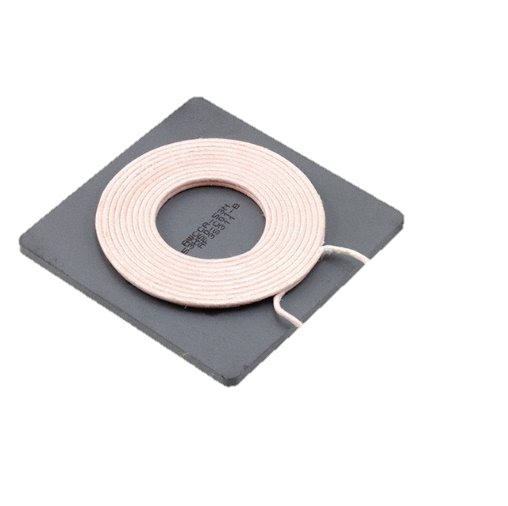
* Bobines Abracon AWCCA 53N53
* 2 bobines Wurth Elektronik 760308101220
* PSM1735 Newtons 4th Ltd
* IAI (Impedance Analysis Interface) Newtons 4th Ltd
* Câble RS232

Liste des logiciels :

* Matlab
* SolidWorks
* Pack Office
* Git Hub
* Canva

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nature des dépenses** | **Références** | **Montants en euros *Toute Taxe Comprise*** | **Montants en euros *Hors Taxes\**** |
| PSM3517 + IAI | N4L | 3 632 | **3 026** |
| Grandes bobines x2 | Wurth Elektronik 760308101105 | 12 | 10 |
| Petites bobine X2 | Wurth Elektronik 760308101220 | 9,17 | 7,64 |
| Câble RS232 | Référence variable | 8 | 6,67 |
| Support bobine | IUT | Prise en charge par l’IUT | Prise en charge par l’IUT |
| Ordinateur + écran | Référence variable | 500 | 416 |
| **Budget global en euros** |  | + 4 170 | + 3 473 |

Figure : Matérielles à disposition



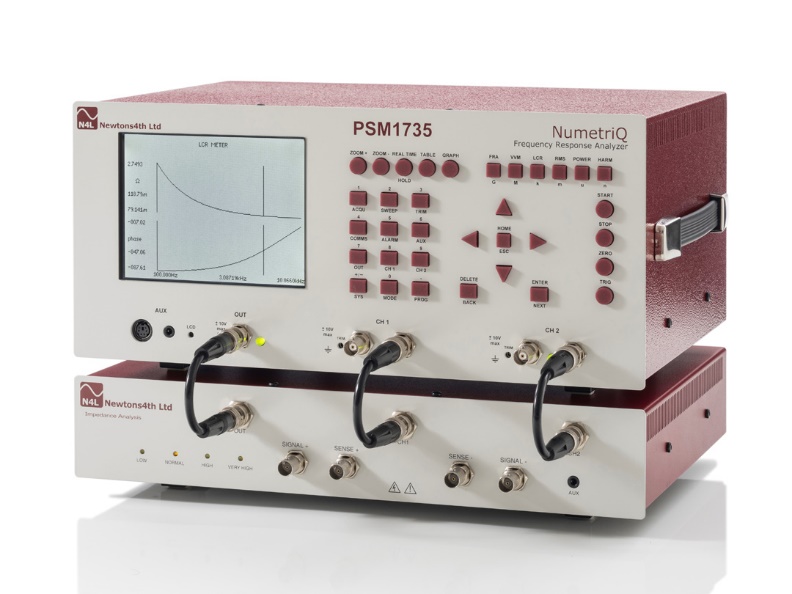


Figure : Petite et grande bobine

Figure : PSM et IAI

PSM1735

IAI

* Liste des métaux

Lors de ce projet, nous disposons de différents métaux, tels que :

* Cuivre
* Duralium
* Bronze
* Alliage de fer

Nous utiliserons donc ces métaux lors de nos expérimentations et mesures. Et nous préciserons à chaque fois lequel nous utiliserons.

## Explications des principes physiques

### Conductivité électrique des matériaux

La conductivité électrique ��caractérise l'aptitude d'un [matériau](https://fr.wikipedia.org/wiki/Conducteur_(%C3%A9lectricit%C3%A9)), à laisser les [charges électriques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Charge_%C3%A9lectrique) se déplacer librement et donc permettre le passage d'un [courant électrique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Courant_%C3%A9lectrique). Celle-ci se mesure en siemens par mètre (S/m).

| **Métal** | **Conductibilité électrique (S/m)** |
| --- | --- |
| Argent (Ag) | 6,30 × 107 |
| Cuivre (Cu) | 5,96 × 107 |
| Or (Au) | 4,10 × 107 |
| Aluminium (Al) | 3,50 × 107 |
| Fer (Fe) | 1,00 x 107 |

Figure : Tableau conductivité électrique des matériaux

BLBLA sur les matériaux magnétique et dire qu’on ne va pas les utiliser + donner raison

### Courant de Foucault

[Une force électromotrice](https://byjus.com/physics/electromotive-force/) induite est produite dans la bobine lorsqu'il y a un changement dans le flux magnétique lié à cette bobine. Les courants de Foucault sont ainsi nommés parce qu'ils ressemblent à des tourbillons. Lorsqu'un conducteur est placé dans un champ magnétique changeant, le courant induit dans le conducteur est appelé courant de Foucault.

Lorsque la variation de [flux](https://www.techno-science.net/definition/5135.html) est due à un déplacement du milieu devant un champ magnétique constant, les [courants de Foucault](https://www.techno-science.net/definition/3266.html) sont responsables de l'apparition de forces de Laplace qui s'opposent au déplacement, d'où l'effet de freinage observé.

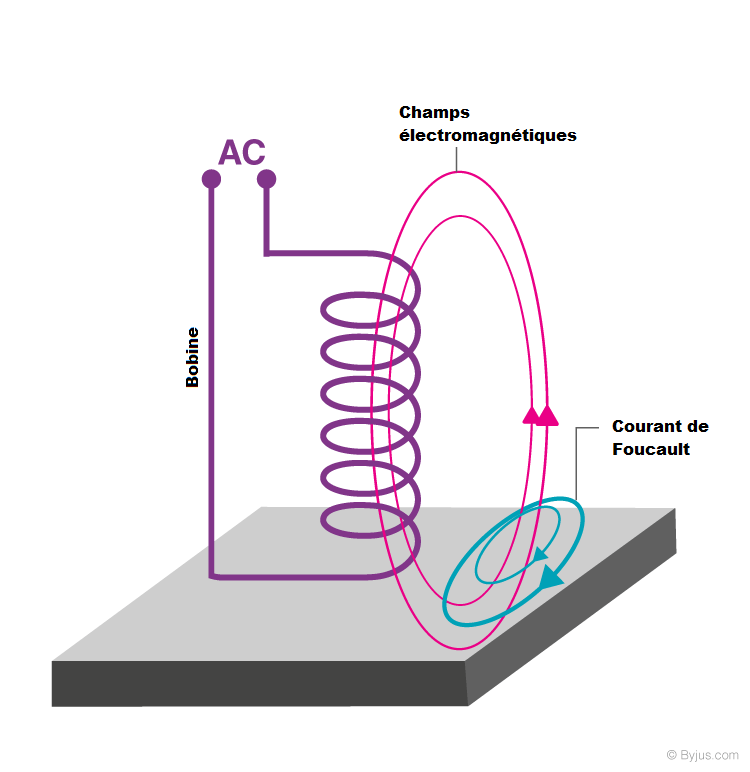
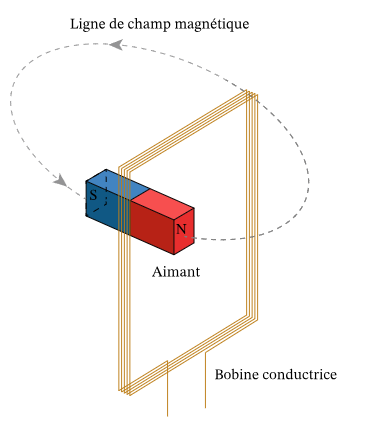


Figure : Schéma courant de Foucault

### Induction électromagnétique

L’induction électromagnétique est un phénomène physique, conduisant à l’apparition d’une force électromotrice dans un conducteur soumis à un flux de champs magnétique variable au court du temps.



Mouvement de l’aimant

Figure : Schéma induction électromagnétique

### Loi de Faraday

La loi de Faraday montre que la force électromotrice induit dans un bobinage fermé et placé dans un champ magnétique est proportionnelle à la variation au cours du temps du flux du champ magnétique qui entre dans le circuit.

Soit

* A organiser
* Définitions + schéma

### Effet de peau

L'effet de peau ou effet pelliculaire, est un phénomène électromagnétique qui fait que, à fréquence élevée, le courant a tendance à ne circuler qu'en surface des conducteurs.

+ Schéma

# Réalisations du projet

## Communication RS232 et réglages du PSM+IAI

### Communication en RS232

Pourquoi ? Comment ? Détails du RS ?

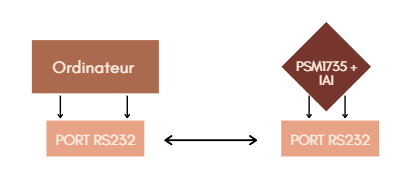


Figure 13 : Schéma communication RS232

### Différents protocoles de réglage du PSM+IAI

*Protocole de réglage du PSM1735 + IAI en manuelle*

1. Connecter le PSM1735 et l’IAI grâce à une NAP sur le port « EXTENSION »

\*Pour établir la connexion

1. Les mettre sous tension grâce au câble d’alimentation
2. Sur le PSM aller dans le menu « AUX » et choisir « IAI » LCD shunt -> NORMAL

\*Allumage de la Led « NORMAL » sur l’IAI

1. Aller dans le menu « OUT » du PSM, et mettre la sortie « OUT » sur « ON »

\*Allumage de la Led « OUT » sur le PSM

1. Toujours dans le menu « OUT » régler la fréquence (dans notre cas on fixe la fréquence à 33kHz)
2. Aller dans le menu « LCR » pour observer les résultats

*Protocole de réglage du PSM1735 + IAI via Matlab*

\*MODIFIER LE BAUDRATE EN MANUELLE ET LE AUX FIXTURE

s=serial ('COM1','BaudRate', 9600,'Terminator','CR/LF') ;

CR= Retour chariot

LF =Line Feed

Débits en Bds

Port de connexion

\*Création de notre liaison série avec paramètres

fopen(s);\*Ouverture de la communication RS232/PSM+IAI

fprintf(s,'OUTPUT,ON'); \*Agit sur le Menu OUTPUT du PSM et active la sortie

fprintf(s, 'FREQUE, 3.3e4’); \*Agit sur la fréquence du PSM et fixe la fréquence à 33kHz

fprintf(s,'LCR?'); \*Fonction pour avoir un retour de valeur du LCR

Val=fscanf(s) ;\*Acquisition des valeurs du PSM

fclose(s);\*Fermeture de la communication RS232/PSM+IAI

SUR LA COMMANDE :

str2num(Val);\*Converti la matrice de chaînes en tableau numérique

Valnum=str2num(Val);

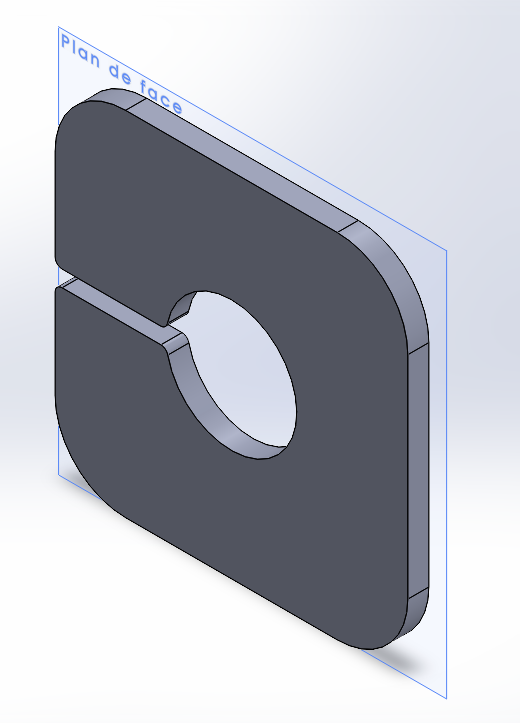
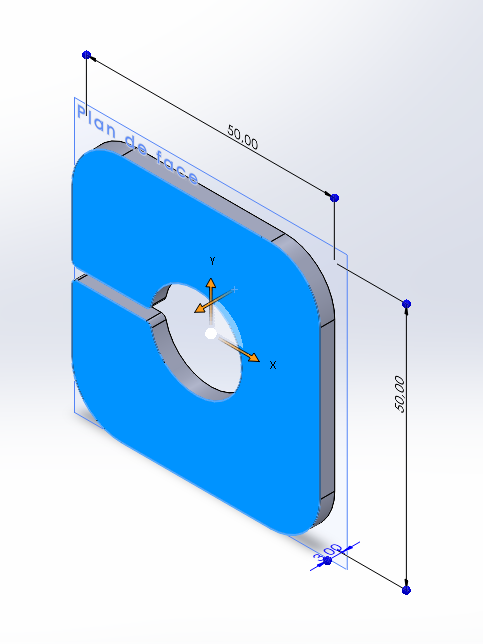
 

Figure 6 : Pièce supérieur SolidWorks 1/2

Figure 7 : Pièce supérieur SolidWorks 2/2

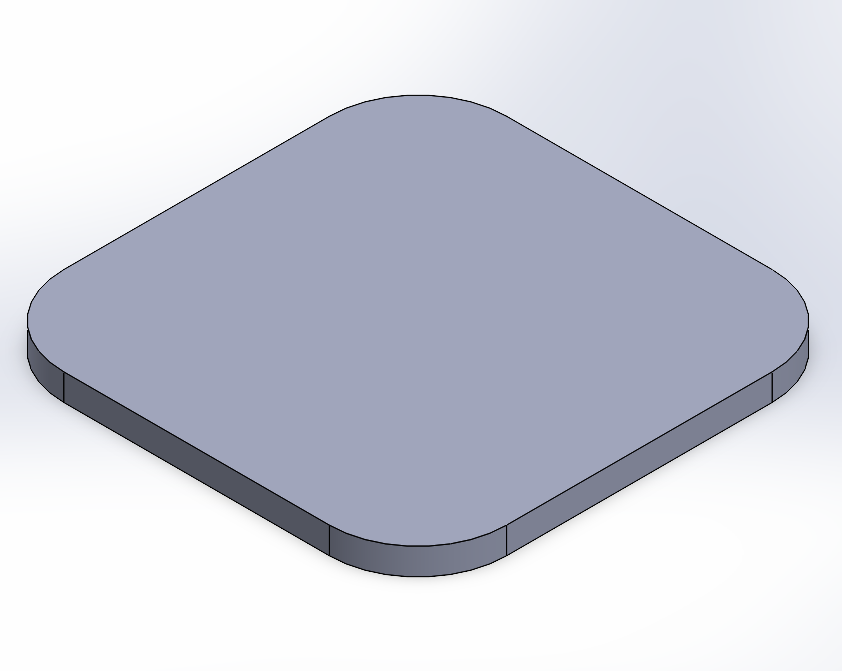
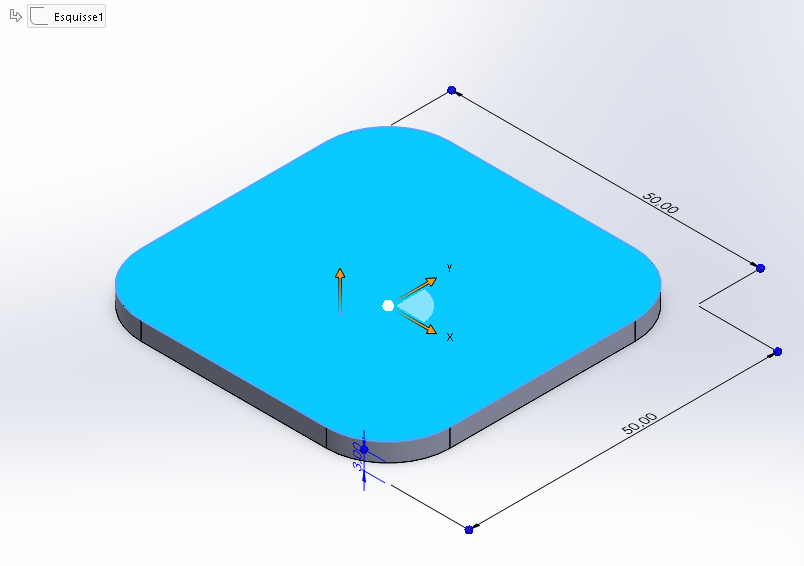
 

Figure 8 : Pièce inférieur SolidWorks 1/2

Figure 9 : Pièce inférieur SolidWorks 2/2

## Choix de la fréquence d’utilisation

* Explications choix de fréquence plus justesse des mesures avec la théorie
* Tableau des mesures
* Courbe de Matlab

## Comparaisons modele / mesures

* Explications de la justesse entre le modelé donné par le prof et les mesures faites.

# Interface graphique et pilotage de l’appareil???

## Interface graphique : GUI

### Création de l’interface graphique primaire

* Introduction aux parties de l’interface graphique
* Introduction aux codes des BP, EditText etc…

### Protocole de réglage

* Protocole Word avec ligne de code + explication
* Comment lier les caractéristiques de l’interface graphique, avec le code de réglage

## Acquisition des mesures du PSM

## Mesure de conductivité

# Conclusion

## Conclusion technique

Ce qu’on a fait :

Ce qu’on n’a pas fait :

Comment on aurait pu le faire :

+ Synthèse

## Conclusion personnelle

Carine :

Pierre :

## Perspective d’avenir

Industrie manufacture et contrôle qualité :

* Les mesures sans contact d'objets métalliques peuvent être utilisées pour le contrôle de la qualité, la détection de défauts, la mesure de l'épaisseur des matériaux, le tri des pièces et le suivi de la production dans l'industrie manufacturière.

Électronique :

* Dans la fabrication de composants électroniques, les mesures sans contact peuvent être utilisées pour inspecter les connexions, les soudures et les circuits imprimés.

Automobile :

* Les mesures sans contact peuvent être appliquées à l'inspection des pièces métalliques dans l'industrie automobile, notamment pour la vérification de la géométrie, de l'épaisseur et de la qualité de la surface

# Annexe

# Bibliographie

TECHNIQUE :

Loi de faraday :[http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electri/faraday.html#:~:text=La%20loi%20de%20Faraday%20dit,%3D%20%E2%88%92%20d%CE%A6%20%2F%20dt](http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electri/faraday.html" \l ":~:text=La%20loi%20de%20Faraday%20dit,%3D%20%E2%88%92%20d%CE%A6%20%2F%20dt)).

Effet de peau :<https://en.wikipedia.org/wiki/Skin_effect>

Capteur à courant de Foucault :<https://www.pm-instrumentation.com/mesure-par-courant-de-foucault>

Conductibilité électrique :<https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/la-conductibilite-electrique-s1021>

PSM1735 :<https://www.newtons4th.com/products/frequency-response-analyzers/psm1735-frequency-response-analyzer/>

PSM1735 Brochure :<https://www.newtons4th.com/media/docs/D000189-PSM1700-1735-Brochure.pdf>

IAI :<https://www.newtons4th.com/products/impedance-analyzers/impedance-analysis-interface/>

Datasheet petite bobine :<https://www.we-online.com/components/products/datasheet/760308101220.pdf>

Courbe sur Matlab :<https://fr.mathworks.com/help/matlab/learn_matlab/basic-plotting-functions.html>

Rs232 schéma Matlab :<https://fr.mathworks.com/help/slrealtime/io_ref/serial-drivers.html>

Mesure :[https://www.helmut-fischer.com/fr/techniques/induction-magnetique#:~:text=La%20sonde%20de%20mesure%20%C3%A0,p%C3%B4les%20du%20noyau%20de%20fer](https://www.helmut-fischer.com/fr/techniques/induction-magnetique" \l ":~:text=La%20sonde%20de%20mesure%20%C3%A0,p%C3%B4les%20du%20noyau%20de%20fer).

Détection métaux :<https://megalocators.com/fr/quest-ce-que-linduction-dimpulsions-pi-dans-la-detection-de-metaux-et-quand-utiliser-le-detecteur-de-metaux-pi/>

<https://moineau-instruments.com/content/19-detecteur-de-metaux>

AUTRES :

Sitographie exemple :<https://saintcharles-laprovidence.basecdi.fr/pmb/Dossier_portail/TPE_fiches_methode/comment_faire_une_sitographie.pdf>