



CHEVALLIER Anouk

## Journal de bord du projet conception mécanique et mécanique vibratoire

### Le sujet :

Pour ce projet, j'ai choisi de réaliser un **banc de flexion**.

Dans un premier temps, le but de ce projet est de mettre en place un banc de test afin de vérifier si la vibration d'une lame de flexion à vide correspond bien à la théorie que nous allons évaluer. Des masses et des amortisseurs pourront ensuite être ajoutés à la lame afin de vérifier la théorie.

Dans un second temps, nous devons concevoir un système d'excitation mécanique forcée de la lame afin de mettre en évidence les différents modes propres de vibration de la lame et les comparer avec la théorie. Ce système d'excitation forcée devra s'intégrer parfaitement à notre banc de test.

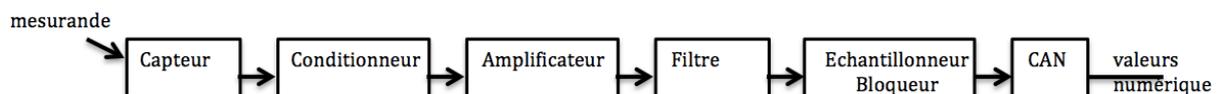
Pour réaliser ce projet, nous partons d'un banc de test déjà existant que nous devons adapter.

### Mon travail :

Durant ce projet, je vais travailler avec Maël Floc'h tout le semestre et avec Fatima-Zahra Zaoui seulement en seconde partie de semestre.

Nous serons en charge de la réalisation de l'ensemble de la chaîne d'acquisition de données, de l'Interface Homme Machine (IHM), de la mise en place du moteur et de son électronique pour soumettre la lame à une excitation mécanique forcée.

Dans un premier temps, nous allons nous focaliser sur le dimensionnement de l'ensemble de la chaîne d'acquisition de données.



#### *Schéma bloc de la chaîne d'acquisition de données*

Pour cette partie, M BOURGEOT nous propose un accéléromètre et un microcontrôleur STM32 (déjà utilisé en S5 S6 microprocesseur) mais nous souhaitons aussi réfléchir nous-même et proposer une solution.

Cette partie consiste à :

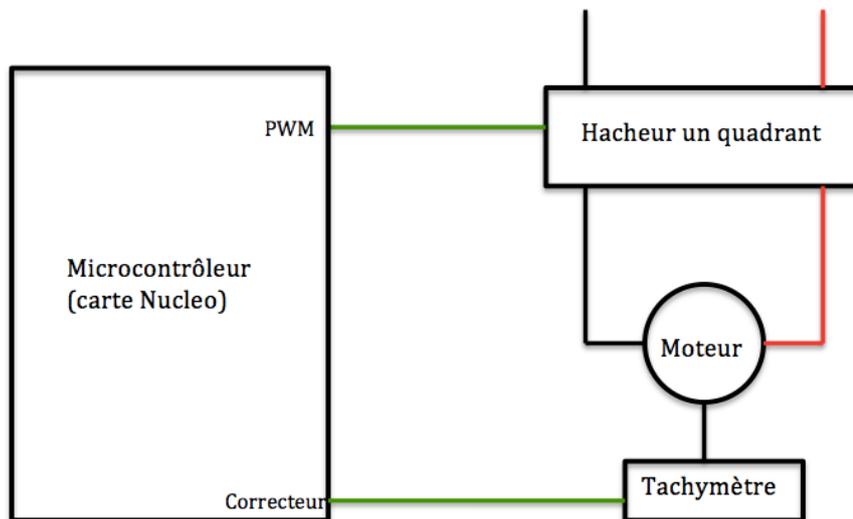
- identifier le(s) mesurande(s),
- se demander si il est possible de les mesurer directement ou si l'on doit passer pas d'autres grandeurs physiques,
- identifier le(s) capteur(s) répondant à notre besoin et qui peuvent s'adapter au microcontrôleur,
- déterminer avec l'aide de la partie étude vibratoire, les caractéristiques auxquelles doi(ven)t répondre le(s) capteur(s),

- déterminer la fréquence d'échantillonnage avec l'aide de la partie étude vibratoire,
- faire des devis et commander le(s) capteur(s),
- câbler l'ensemble de la chaîne d'acquisition,
- écrire l'algorithme qui permet de récupérer les données du capteur sur le microcontrôleur.

Nous allons ensuite mettre en place une première partie de l'IHM. Cette IHM se fera sur ordinateur. Cette partie consiste à :

- réfléchir quelle(s) grandeur(s) physique(s) l'utilisateur pourra contrôler ? (par exemple pour la vitesse de rotation du moteur qui entraîne l'excitation forcée de la lame), par quel type d'interaction allons nous faire varier cette (ces) grandeur(s) ?
- réfléchir à quelle(s) information(s) est (sont) pertinente(s) à afficher pour l'utilisateur ? Par quel moyen les afficher ?
- faire un algorithme pour pouvoir afficher ce que l'on souhaite sur l'IHM

Nous allons nous focaliser sur le moteur à courant continu et son électronique pour soumettre la lame à une excitation forcée.

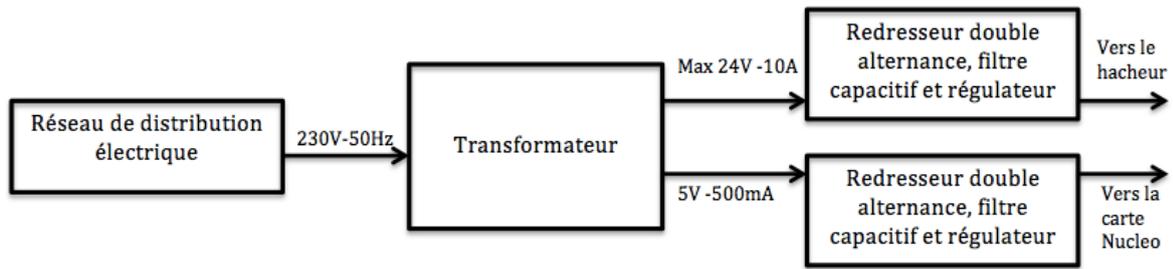


*Schéma bloc de la partie moteur*

Dans cette partie nous allons :

- aider nos camarades en charge de la partie mécanique à choisir le moteur en fonction de ses caractéristiques mécaniques notamment le couple qu'il délivre
- acheté un hacheur permettant de contrôler le moteur
- générer le signal PWM permettant de contrôler le hacheur et faire varier son rapport cyclique
- asservir le moteur en vitesse
- ajouter à l'IHM ce que l'on souhaite que l'utilisateur puisse contrôler et les informations que l'on souhaite afficher en retour à l'utilisateur.

Nous allons réaliser l'alimentation de notre système qui sera branché sur le secteur.



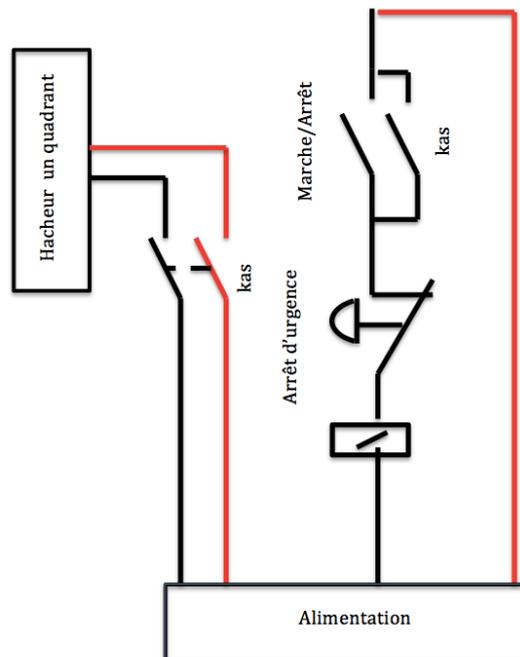
*Schéma bloc de la partie alimentation*

Dans cette partie il faudra donc :

- acheter une alimentation répondant aux caractéristiques que nous aurons spécifiées

Nous allons enfin sécuriser notre système en mettant en place:

- un bouton d'arrêt d'urgence
- un bouton de mise en énergie du système
- un capteur pour détecter l'ouverture de la porte du carter de protection
- un relais et des contacts associés pour réaliser l'auto-maintien et alimenter la partie puissance de notre système



*Schéma de la partie puissance à gauche et de la partie commande à droite*

### **Mon rôle dans l'équipe:**

Je pense que mon rôle durant ce projet sera d'apporter et de mettre en pratique mes connaissances apprises en Interface Puissance Système, en microprocesseur et en programmation. Je vais aussi essayer de dynamiser le groupe quand il le faudra.

## **Évolution et cheminement de mon travail :**

### **Séance 1 (25 février 2020)- Présentation du sujet et prise de contact avec l'équipe**

Après la présentation des deux projets, j'ai choisi le sujet qui m'intéressait le plus et j'ai rejoint le groupe. Nous nous sommes répartis les trois grands axes de travail : la conception mécanique du bâti, l'étude théorique de la vibration de la lame, et la partie électronique que j'ai choisie.

### **Séance 2 (6 mars 2020)- Quel mesurande ? Quel capteur ? Quel prix ?**

Durant cette séance, nous avons établi avec Maël que nous souhaitions mesurer le déplacement de la lame. Nous avons réfléchi aux capteurs qui pourraient mesurer cette grandeur physique et sa mise en place. Le capteur qui nous paraît le plus approprié serait un capteur à effet hall linéaire.



*Capteur à effet hall linéaire : un aimant placé sur la lame en vibration et un capteur placé à proximité de la lame qui détecterait les variations du champ magnétique*

Entre les séances, j'ai comparé les prix des différentes solutions afin de déterminer laquelle est la plus abordable. Et j'ai repéré ce capteur à effet hall linéaire : <https://www.melexis.com/en/product/mlx90288/smd-programmable-linear-hall-sensor-analog-output>

### **Séance 3 (10 mars 2020) – Fixation d'une première lame et d'un accéléromètre sur la lame**

Durant cette séance, nous avons fixé provisoirement une lame afin de commencer à mettre en place l'accéléromètre proposé par M. BOURGEOT. La mise en place a été un peu laborieuse.

Nous avons aussi soumis à M BOURGEOT notre choix de capteur pour obtenir le déplacement : un capteur de position à effet Hall linéaire.

M BOURGEOT nous demandé de vérifier dans la documentation technique du capteur :

- le débattement maximal que peut mesurer notre capteur,
- la bande passante (c'est à dire la plage de fréquence du mouvement dans laquelle la distance est mesurable),
- la tension de sortie du capteur afin de pouvoir le connecter avec le microcontrôleur fourni.

Entre les séances, j'ai pris le matériel électronique pour pouvoir continuer le projet à la maison. Avec Maël, nous avons lu et cherché les informations dans la documentation technique du capteur que nous avons repéré. Nous nous sommes rendu compte que ce capteur n'était pas adapté car sa bande passante était trop grande comparée à ce que l'on souhaite mesurer (cf image extraite de la documentation technique).

Parameter	Symbol	Remark	Min	Typ	Max	Unit
Startup time <sup>(1)</sup>	$t_{STARTUP}$		200	500	800	$\mu s$
Main Oscillator Frequency	$F_{OSC}$	Tolerance $\pm 10\%$	900	1000	1100	kHz

*Extrait de la documentation technique du MLX90288*

#### **Séance 4 (17 mars 2020) – Rédaction du cahier des charges du banc de flexion, récupération périodique de l'accélération sur la carte Nucleo**

Durant cette séance, nous avons rédigé le cahier des charges de notre projet. Je me suis chargée de rédiger l'introduction, la partie sur la chaîne d'acquisition, sur l'IHM et en partie sur le moteur pour l'excitation forcée. J'ai aussi rédigé un document expliquant nos choix techniques pour le capteur, la chaîne d'acquisition et l'IHM. Ce document a été transmis à M BOURGEOT pour pouvoir en discuter.

Nous avons abandonné l'idée d'utiliser un capteur à effet hall pour mesurer la position de la lame car nous avons peur de recevoir tardivement ce capteur et de ne pas avoir le temps d'implémenter l'IHM à cause du confinement.

Entre les séances, j'ai commencé à implémenter le code sur la carte Nucleo STM32F411RE :

- j'ai déterminé grossièrement la fréquence d'échantillonnage en fonction de l'étude théorique en mécanique vibratoire réalisée par Ismaël (environ 100Hz)
- j'ai mis en place le timer TIM5 présent sur la carte Nucleo pour générer des interruptions périodiques à la période d'échantillonnage
- j'ai commencé à implémenter le code qui va nous permettre de récupérer les valeurs de l'accélération dans la routine d'interruption. Je ne suis pas sûre de moi pour cette partie, je ne sais pas si j'utilise les bonnes fonctions, je souhaite donc poser des questions à M BOURGEOT durant la prochaine séance.
- j'ai commencé à réaliser un document expliquant ce que j'ai codé en vue d'une future présentation
- j'ai réalisé un git pour pouvoir partager mon code avec les autres membres de mon groupe

#### **Séance 5 (24 mars 2020) – Transmission des valeurs d'accélération à l'IHM via la liaison série et réflexion sur l'architecture et le langage de l'IHM**

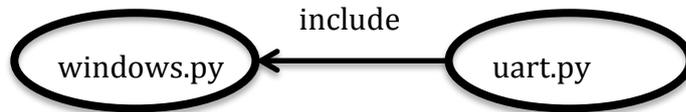
Durant cette séance, j'ai lu les remarques faites par M BOURGEOT sur le document expliquant nos choix techniques pour en tenir compte par la suite.

J'ai aussi discuté avec M BOURGEOT pour vérifier les fonctions que j'utilise pour récupérer la valeur de l'accélération. Après cette discussion, je dois retenir que la fréquence d'échantillonnage que j'ai choisie sera sûrement à modifier en fonction de la vitesse que l'UART est capable de supporter.

J'ai donc implémenté la partie du code sur la carte Nucleo qui permet d'envoyer les données à l'ordinateur via l'UART. J'ai aussi implémenté la partie du code qui permet de recevoir les données sur l'ordinateur.

Entre les séances :

- J'ai réfléchi à l'architecture de l'IHM et aux différentes bibliothèques que nous allons utiliser.  
L'IHM sera réalisée en python.



Le module `uart.py` implémentera les fonctions qui permettent la lecture et l'écriture sur le port série. Le module `windows.py` utilisera ces fonctions pour communiquer avec la carte Nucleo, réalisera l'affichage graphique de l'IHM, le traitement des données et l'affichage des différents résultats.

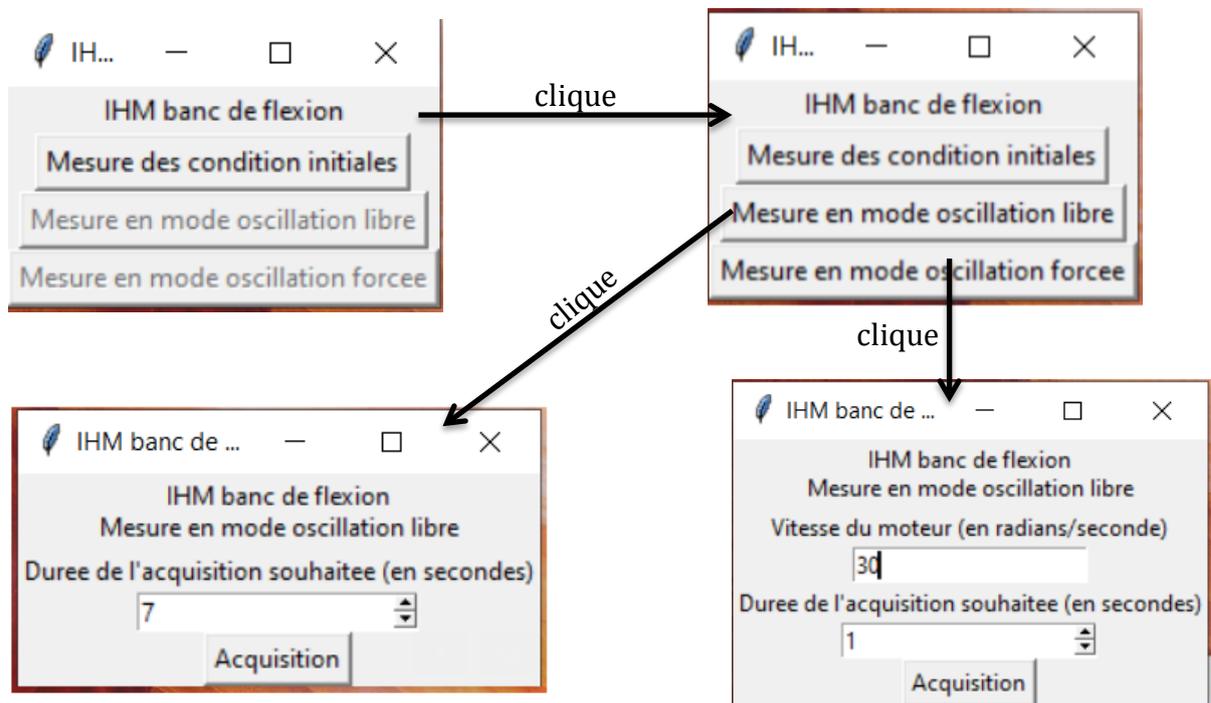
La bibliothèque `Pyserial` nous sera utile pour communiquer avec la carte Nucleo. La bibliothèque `Tkinter` nous sera utile pour l'affichage des différentes fenêtres de l'IHM.

Les différents services proposés par la bibliothèque `SciPy`, notamment les bibliothèques `NumPy`, `matplotlib` et la librairie `SciPy` vont nous permettre de calculer des intégrales, de calculer la transformée de Fourier et de les afficher graphiquement.

- J'ai dessiné sur un papier l'IHM pour que le responsable communication et le chef de projet le montrent à M PELT lors de l'entrevue de la prochaine séance.
- J'ai réalisé un document récapitulatif de tout ce qui a été fait, de ce qu'il reste à faire pour la partie électronique ainsi que mes questions pour l'entrevue.

### Séance 6 (31 mars 2020) - Implémentation de l'interface graphique de l'IHM en Python Tkinter et schéma global de la partie électronique

Durant cette séance, j'ai implémenté l'interface graphique de l'IHM en Python Tkinter.



#### Entre les séances :

- J'ai réalisé un schéma représentant une vue d'ensemble de la partie électronique de notre système.
- J'ai envoyé un e-mail à M. HELBERT afin de savoir si les fonctions Python que je souhaite utiliser pour l'intégration de l'accélération et le calcul de la transformée de Fourier sont appropriées.

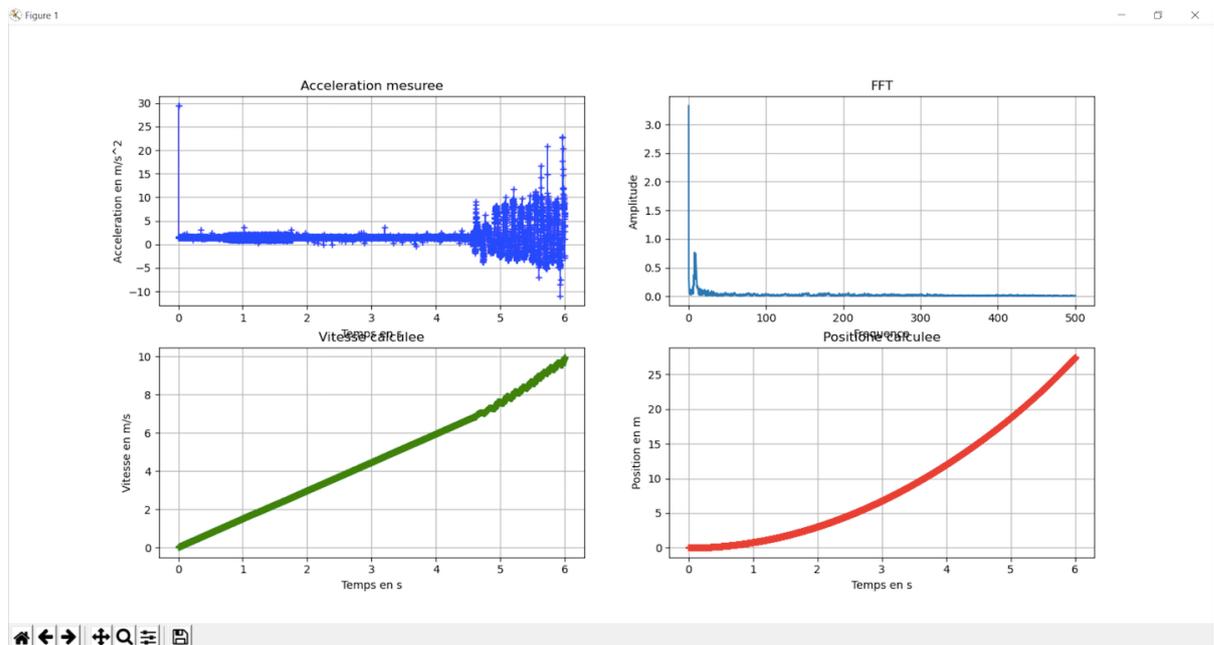
- J'ai modifié le cahier des charges en fonction des remarques de M. PELT

**Séance 7 (7 avril 2020) – Affichage graphique de la courbe d'accélération, intégration et affichage de la vitesse et de la position, affichage du spectre fréquentiel, organisation chronologique de l'échange entre la carte d'acquisition et le capteur**

Durant cette séance j'ai continué à implémenter l'IHM du côté ordinateur et aussi le code du côté carte Nucleo.

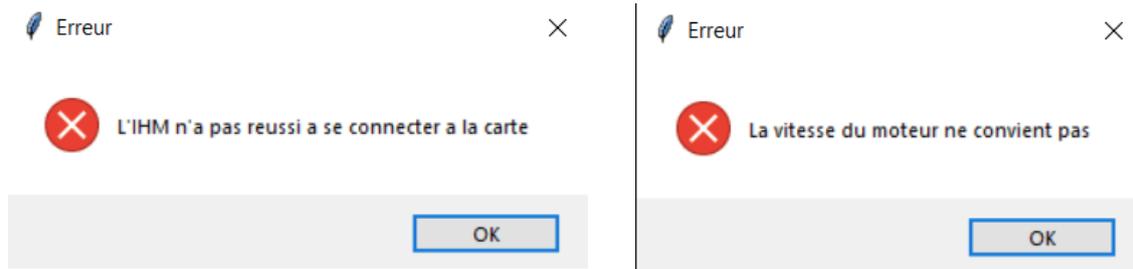
Entre les séances (vacances) :

- J'ai continué d'implémenter l'IHM sur l'ordinateur et le code sur la carte Nucleo.



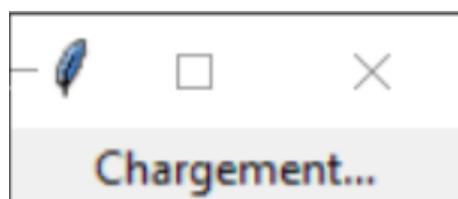
*Premiers graphiques que nous avons obtenus avec l'IHM*

J'en ai profité pour ajouter des messages d'erreur.



*A gauche, erreur qui s'affiche dès que la connexion avec la carte est interrompue et à droite, erreur qui s'affiche lorsque la vitesse du moteur est inatteignable du fait des caractéristiques du moteur.*

J'ai du utiliser la classe python Treading pour gérer le multiprocessus. En effet, lorsque la mesure est en cours, une fenêtre de chargement s'affiche mais il faut en même temps que l'IHM récupère les valeurs d'accélération envoyées par la carte Nucléo. Je n'avais pas anticipé ce problème avant de l'avoir rencontré.



Ecran de chargement lorsque les mesures sont en cours.

J'ai mis tous les codes sur le gitlab ENIB.

J'ai simulé un mouvement oscillatoire en faisant bouger le capteur avec ma main mais les courbes de la vitesse et de la position ne correspondent pas a ce que nous attendions j'ai donc envoyé un message à M BOURGEOT pour pouvoir lui montrer mon IHM par visio-conférence.

Il restera à implémenter le calcul du rapport cyclique du signal PWM pour commander le hacheur du côté ordinateur.

Côté carte Nucleo, il restera à mettre en place l'asservissement en vitesse du moteur à courant continu.

## Ordinateur

L'utilisateur choisit dans quel mode il souhaite travailler (oscillation libre ou forcée). Il choisit la durée d'expérimentation. S'il a choisi le mode oscillation forcée, il doit aussi renseigner la vitesse du moteur.

Calcul du nombre d'échantillons total à recevoir en fonction de la durée de l'expérimentation et de la période d'échantillonnage. Si en mode oscillation forcée calcul du rapport cyclique du signal PWM.

Envoi du mode et du rapport cyclique

Tant que le nombre d'échantillons reçu < nombre d'échantillons total

Réception et stockage de la valeur d'accélération

Conversion de chaque valeur d'accélération en  $m/s^2$  et intégration pour obtenir la vitesse et la position

Calcul de la transformée de Fourier Affichage des graphiques

Réception du mode et du rapport cyclique

Le timer TIM5 génère des interruptions à la période d'échantillonnage pour lire la valeur d'accélération et l'envoie

Le compteur TIM2 permet de générer un signal PWM

Temps

## Carte Nucleo

Organisation temporelle des interactions entre la carte Nucleo et l'IHM

- J'ai lu le plus en détail les caractéristiques de l'accéléromètre. L'accéléromètre :
  - mesure des valeurs d'accélération entre -3 g et +3 g
  - possède une bande passante entre 0.5Hz et 1600Hz pour les axes x et y et de 0.5Hz a 550Hz pour l'axe z
  - a 0g si le capteur est alimenté par un tension de 3 V, la tension de sortie du capteur vaut entre 1.2 V et 1.8 V pour l'axe z et entre 1.35 V et 1.65 V pour les axes x et y.
  - la tension d'alimentation du capteur doit être comprise entre 1.8 V et 3.6 V.
- J'ai modifié le schéma représentant la vue d'ensemble de notre système en fonction des remarques de M PELT

## Séance 8 (28 avril 2020) – Mise en place du capteur sur une règle, calibrage du capteur et rédaction du rapport

Durant cette séance, nous avons fait un point avec M. PELT pour lui montrer tout ce que nous avons réalisé durant les vacances. Je lui ai donc montré les avancements sur l'IHM.

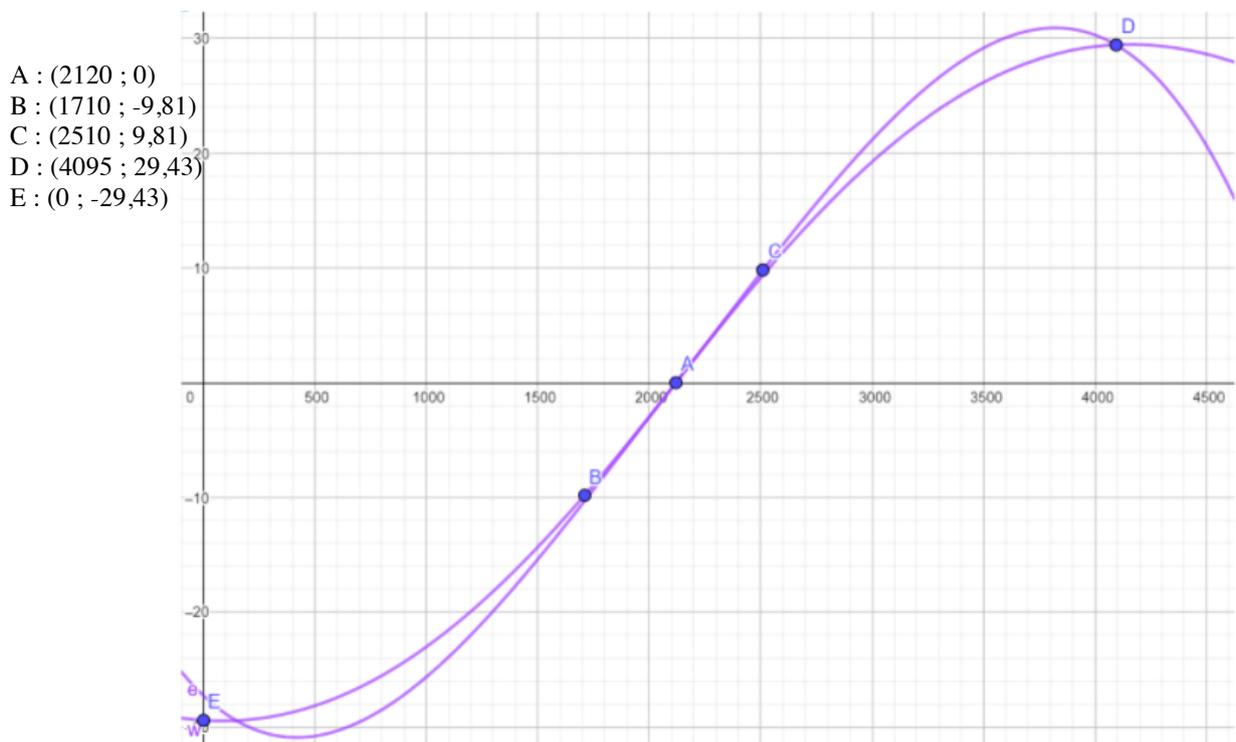
A la pause de midi j'ai installé l'accéléromètre sur ma règle comme ceci :



Nous avons fait aussi un point avec M. HELBERT sur la partie mécanique vibratoire et sur le traitement qu'il souhaite que l'on réalise. J'ai donc pu lui montrer aussi tout ce que j'ai réalisé durant les vacances et lui exposé mon problème. Il a dit qu'il voulait bien m'aider et que c'était peut-être une erreur d'intégration. Je lui donc donné accès à notre git et fournit un fichier texte contenant des valeurs brutes d'accélération encodées sur 12 bits.

#### Entre les séances :

- Entre les séances j'ai fait une visioconférence avec M. BOURGEOT le 29 avril pour lui exposer mon problème. Voici ce qu'il m'a expliqué :
  - Faire des mesures pour faire la correspondance entre  $-g$ ,  $0$  et  $+g$  et les valeurs mesurées par l'accéléromètre et encodées sur 12 bits.
  - Pour éviter les plages de saturation du capteur d'accélération, faire les deux intégrations successives sur une fenêtre.
- J'ai essayé d'appliquer ce que M BOURGEOT m'a expliqué :  
 J'ai fait les différentes mesures et j'ai placé les points sur un graphique. J'ai essayé de relier les points entre eux par une courbe en utilisant le polynôme interpolateur de Lagrange.



$$w(x) = -9.81 \frac{(x-2120)(x-2510)(x-4095)x}{(1710-2120)(1710-2510)(1710-4095)1710} + 9.81 \frac{(x-2120)(x-1710)(x-4095)x}{(2510-2120)(2510-2510)(2510-4095)2510} + 29.43 \frac{(x-2120)(x-1710)(x-2510)x}{(4095-2120)(4095-2510)(4095-4095)4095} - 29.43 \frac{(x-2120)(x-1710)(x-2510)(x-4095)}{(0-2120)(0-1710)(0-2510)(0-4095)}$$

La courbe  $w$  obtenue présente un maximum avant le point D ce qui ne me semblait pas vraisemblable. Par contre la partie de la courbe  $w$  est convenable entre les points E et A, bien que la tangente en E soit, semble-t-il horizontale. Nous avons alors décidé de remplacer la courbe  $w$  entre A et D par la courbe  $e$ , symétrique de  $w$  par rapport à A.

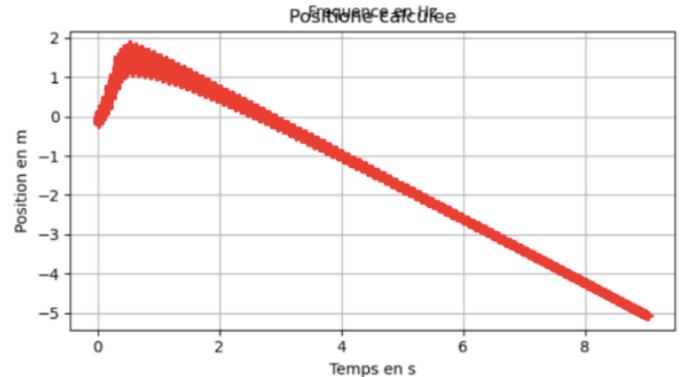
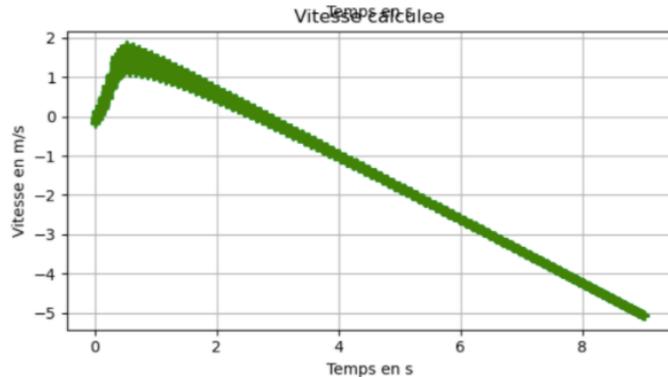
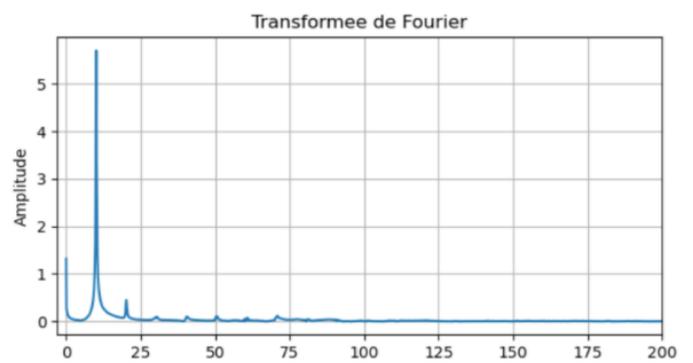
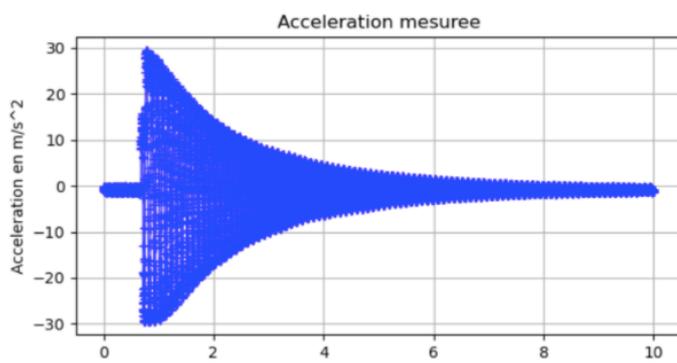
$$e(x) = -w(4240 - x) \text{ (Symétrique de } w(x) \text{ par rapport à A)}$$

Si  $x \leq 2120$  alors on utilise l'équation  $w(x)$   
Sinon on utilise  $e(x)$

Les deux intégrations successives ne sont faites que lorsque le signal est inférieur à 80% de ses valeurs extrêmes, donc sur la plage  $[-2,4 \text{ g} ; +2,4 \text{ g}]$ .

J'ai aussi installé la règle avec des serre-joints à ma table pour qu'elle puisse vibrer horizontalement.

Voici les courbes que j'ai obtenues après avoir implémenté l'équation du polynôme de Lagrange et son symétrique par rapport au point A et l'intégration sur une fenêtre :

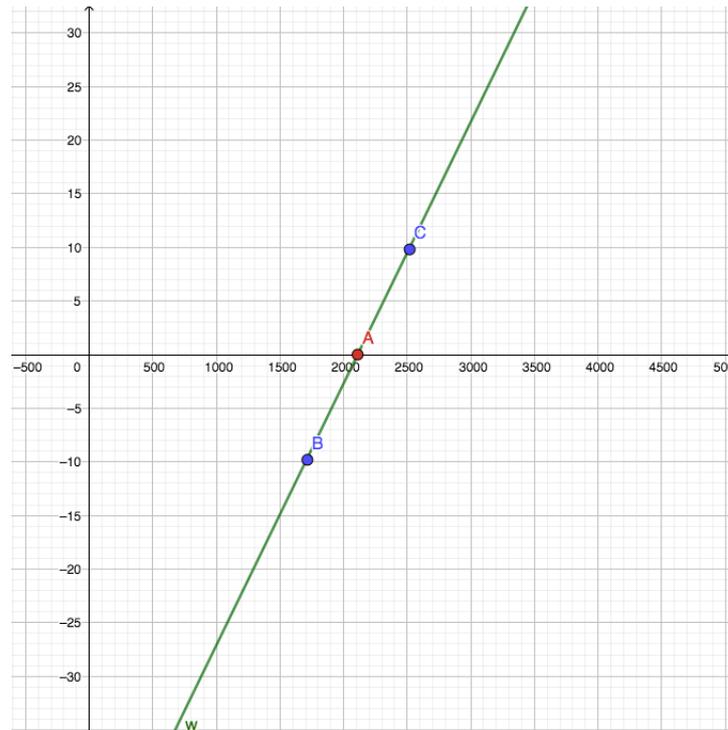


- J'ai aidé mon groupe à réaliser le rapport et le diaporama pour la soutenance de la prochaine séance. J'ai notamment rédigé la majorité de la partie électronique du rapport et du diaporama mais j'ai aussi aidé mes camarades pour la formulation et la rédaction de leurs parties.

### Séance 9 (12 mai 2020) – Calibration du capteur et déformées modales (début)

Durant cette séance j'ai encore discuté avec M. BOURGEOT sur la calibration du capteur. Pour lui le capteur a une caractéristique plus linéaire.

$A(x_A, 0)$   
 $B : (1710 ; -9,81)$   
 $C : (2510 ; 9,81)$   
 $w(x) = mx + p$

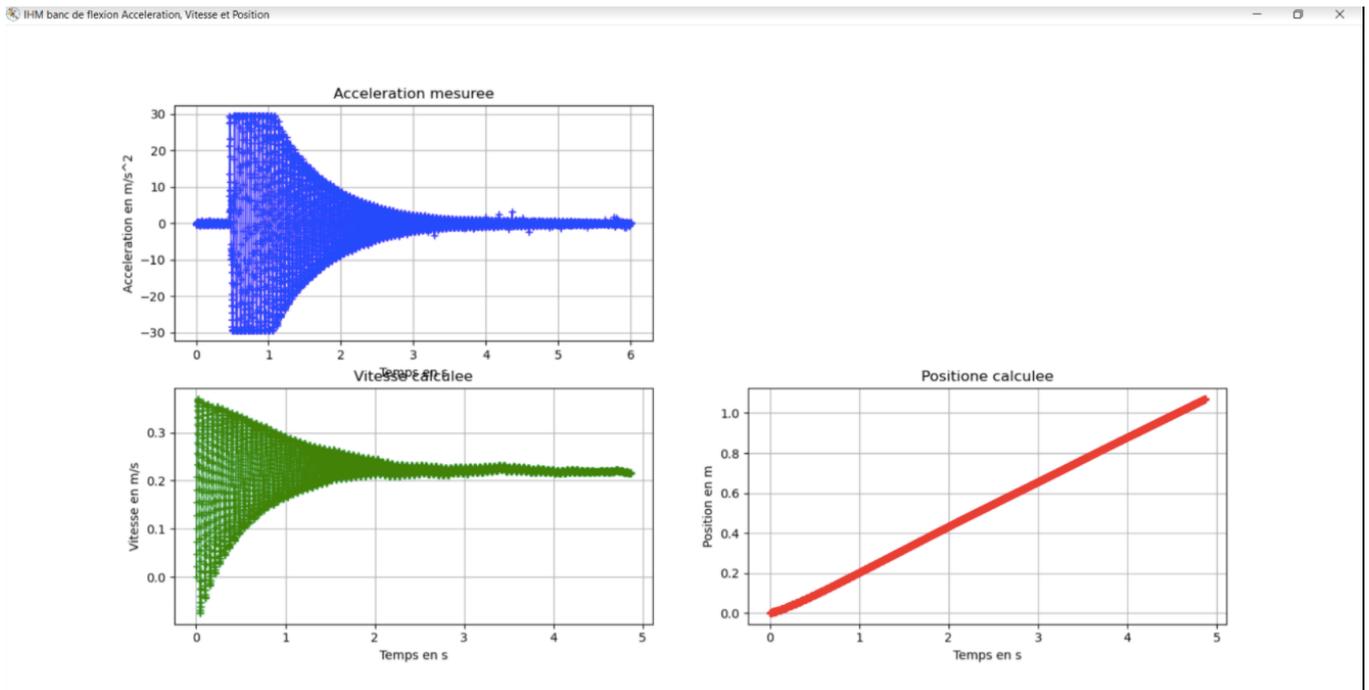


Le coefficient directeur,  $m$  de la droite  $w$  est calculé à partir des coordonnées des points B et C.

L'abscisse du point A,  $x_A$  est obtenue lors de l'appui sur le bouton mesure des conditions initiales sur l'IHM. 1 000 mesures sont alors réalisées et moyennées pour obtenir cette abscisse.

$$p = -m * x_A$$

Voici les courbes d'accélération, vitesse et position que l'on obtient avec cette nouvelle équation :



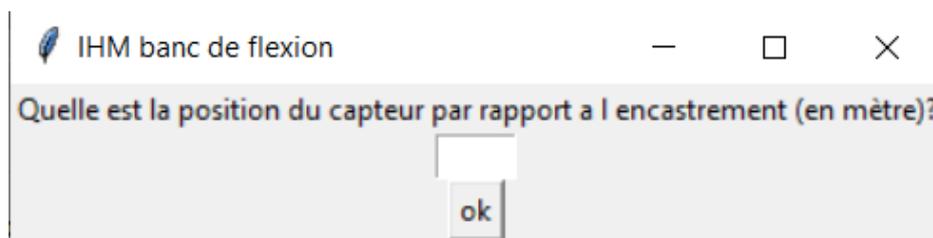
La courbe d'accélération semble maintenant plus vraisemblable.

La courbe de position que l'on n'obtient n'est pas très vraisemblable mais je ne vais plus travailler dessus car je pense que les courbes de la déformée modale sont plus prioritaire.

Durant cette séance j'ai aussi discuté avec M. HELBERT. Il m'a envoyé un code Scilab avec lequel il calcule les déformées modales grâce aux amplitudes des pics du spectre fréquentiel.

#### Entre les séances :

- J'ai analysé le code envoyé par M. HELBERT pour en extraire la méthode  
Méthode :
  1. Je place mon capteur à un endroit sur la règle. Je note dans un tableau sa position.
  2. Je relève l'amplitude des pics sur la transformée de Fourier pour les parties réelles ou imaginaires. Je stocke ces amplitudes dans un tableau.
  3. Je répète les opérations 1 et 2 plusieurs fois
  4. Je divise l'amplitude de chaque pics par l'amplitude du premier pic
  5. Afficher les courbes
- J'ai modifié mon IHM pour que l'utilisateur puisse indiquer à quelle position se situe le capteur sur la lame avant l'acquisition des valeurs d'accélération



- J'ai implémenté une fonction permettant de trouver l'amplitude des pics sur la transformée de Fourier

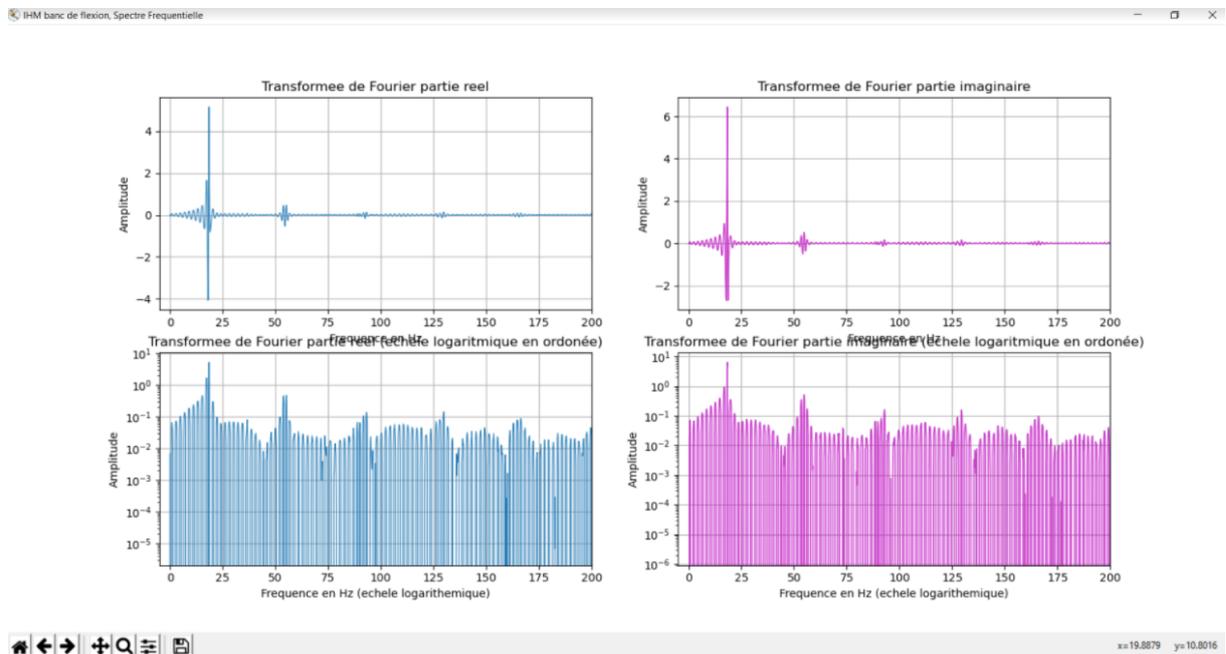
## Séance 10 (19 mai 2020) – Implémentation de la déformée modale (suite)

Durant cette séance, j'ai parlé avec M. HELBERT de l'implémentation de la déformée modale. Il m'a d'abord demandé d'afficher :

- le spectre fréquentiel de la partie réelle
- le spectre fréquentiel de la partie imaginaire
- la valeur absolue des amplitudes réelles sur une échelle logarithmique en ordonnée
- la valeur absolue des amplitudes imaginaires sur une échelle logarithmique en ordonnée

afin d'estimer la faisabilité.

J'ai donc implémenté l'affichage de toutes ces courbes. Voici ce que j'ai obtenu:



### Entre les séances :

J'ai envoyé un mail à M. HELBERT avec toutes ces courbes pour que nous puissions en discuter. Je pense que l'on pourrait afficher les 2 ou 3 premiers modes.

Je n'ai pas eu le temps d'avancer car j'avais beaucoup de devoir dans les autres matières.

Organisation de mon travail sur les séances restantes :

## Séance 11 (26 mai 2020) – Implémentation de la déformée modale (suite) – Recherche d'un moteur

Durant cette séance, nous avons commencé par faire un point avec M. PELT sur l'avancement de notre projet. Il a fait diverses remarques sur la partie électronique :

- rajouter un bouton sur l'IHM pour tester la communication entre l'IHM et Xbee
- rajouter un capteur de température sur le moteur et un capteur de courant. Ces deux grandeurs physiques seront affichées en permanence sur l'IHM. Elles pourront donc être surveillées pour éviter d'endommager le moteur.

J'ai ensuite continué à implémenter le calcul de la déformée modale mais vite été interrompue pour aidé Nizar à trouver un moteur à courant continu répondant aux caractéristiques mécaniques (couple et vitesse de rotation) et électriques (max 24V et 10A). Nous avons d'abord posé des questions à M. BOURGEOT pour bien chercher notre moteur :

Sur quel site internet ? <https://www.mdp.fr/>

Quelle gamme de prix ? Jusqu'à 500 Euro

Brushless ou non ? Moteur à courant continu normal car les brushless sont un peu plus compliqués à commander

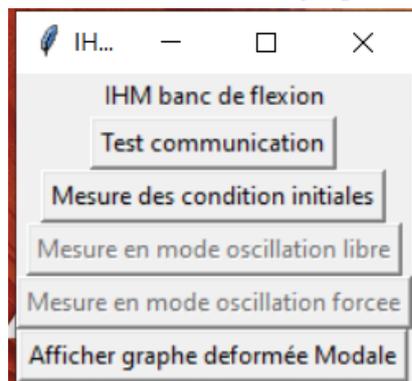
Encodeur intégré ou non ? Encodeur intégré

Quel hacheur ? M. BOURGEOT nous a conseillé le LMD18200 55V 3A de chez Texas Instrument

Nous avons trouvé un moteur mais en réfléchissant à tête reposée durant le week-end, je me suis rendu compte que nous n'avions pas vérifié sa vitesse de rotation.

#### Entre les séances :

- J'ai modifié le schéma électrique en fonction des remarques de M PELT.
- J'ai continué à implémenter l'IHM :
  - J'ai ajouté un bouton pour tester la communication entre l'IHM et le XBee. Ce qui sera réalisé pour tester cette communication devra être étudié par le groupe **suivant**
  - J'ai ajouté un bouton afin d'afficher les graphes de la déformée modale



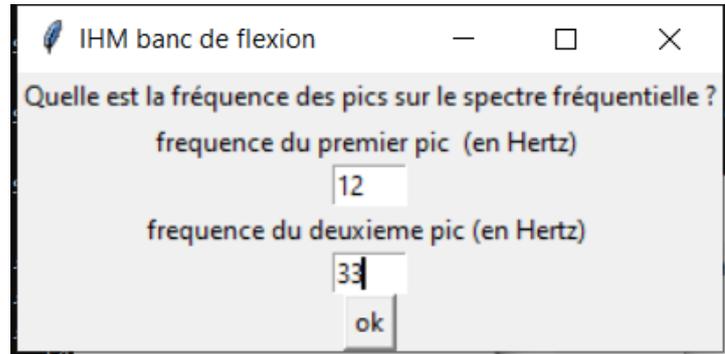
- J'ai continué à implémenter le calcul de la déformée modale mais je rencontre un problème car j'ai une boucle qui permet de tester si les fréquences sur lesquelles il y a des pics sont proches à 10% près. Il arrive que, des fois, cette condition soit bloquante et qu'on ne puisse pas afficher la déformée modale. Je vais donc demander à M. HELBERT si cette condition est obligatoire.

### **Séance 12 (2 juin 2020) - Implémentation de la déformée modale (suite) - Rédaction du rapport**

Cette séance a débuté par une discussion avec M. PELT. La partie transformation du mouvement par le système bielle-manivelle a surtout été abordée durant cet échange mais j'ai quand même écouté pour voir si cela induirait des changements sur la partie électronique.

Ensuite je me suis entretenu avec M. HELBERT sur le problème. Il m'a conseillé de faire apparaître, après la première mesure, une fenêtre dans laquelle l'utilisateur renseigne

les fréquences propres correspondant aux différents pics. Par la suite, lorsqu'une autre mesure est effectuée, l'algorithme cherchera les fréquences propres autour de celle renseignée précédemment. J'ai donc commencé à implémenter cette fenêtre.



J'ai aussi échangé avec Naoufal et Nizar afin qu'ils puissent retrouver par simulation mes résultats expérimentaux je leur ai transmis, les dimensions de ma règle ainsi que les fréquences propres que je trouvais.

Entre les séances :

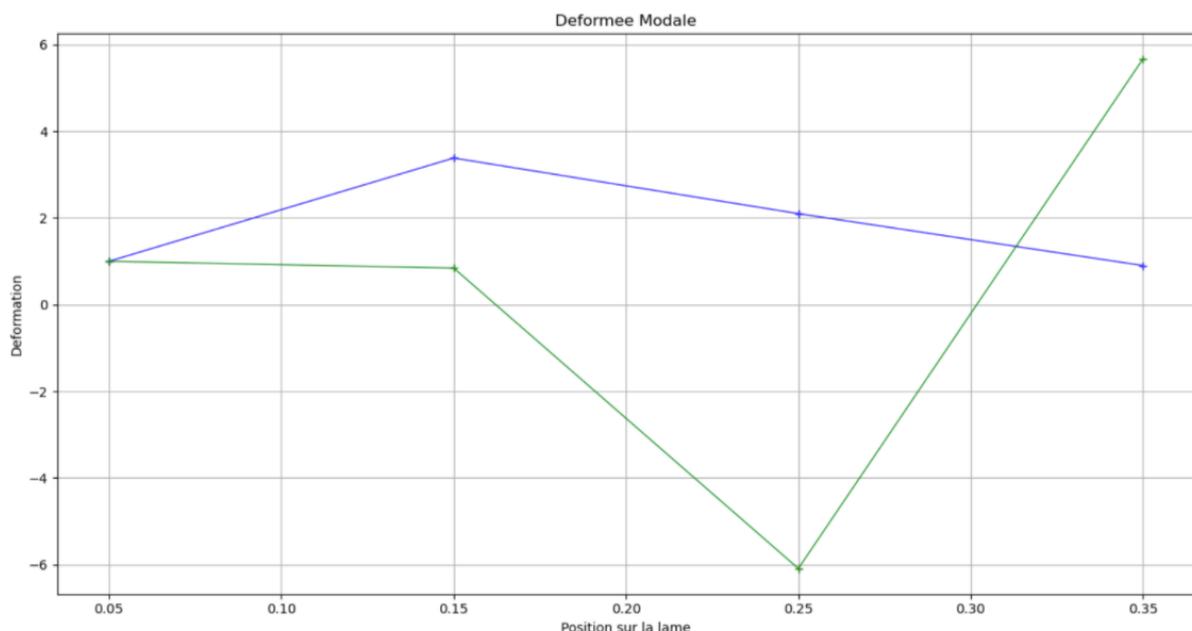
- J'ai aidé mon groupe à rédiger une nouvelle version du rapport en prenant en charge la partie électronique. J'ai essayé de prendre en compte toutes les remarques faites par les différents encadrants sur la version précédente.

### **Séance 13 (9 juin 2020) - Implémentation de la déformée modale (fin)**

Durant cette séance, M. PELT, M. BOURGEOT et M. HELBERT nous a donné ses remarques sur le rapport. Il faut:

- davantage expliciter les cas d'utilisation de l'IHM,
- indiquer la fréquence d'échantillonnage,
- davantage faire le lien avec la mécanique vibratoire : expliquer les conditions expérimentales, ce que l'on voit sur chaque courbe et comment elles ont été construites.

J'ai fini d'implémenter le calcul de la déformée modale.



### Entre les séances :

- J'ai pris en considération toutes les remarques faites par les différents intervenants et j'ai modifié et ajouté ce qu'il manquait à la partie électronique du rapport. J'ai renvoyé le rapport à M. HELBERT afin qu'il me donne son avis sur ce que j'ai ajouté sur la partie vibration.
- J'ai fait le diaporama pour la présentation de la partie électronique du banc de flexion. Je me suis entraîné plusieurs fois à l'oral pour réaliser cette présentation. Ce passage à l'oral m'angoisse beaucoup.

### **Conclusion**

Ce projet m'a beaucoup plu car il m'a permis de mettre en application des compétences et connaissances apprises dans plusieurs matières durant mon cursus à l'ENIB en y ajoutant les nouvelles connaissances apprises durant les cours théoriques de mécanique vibratoire.

L'aspect concret du sujet banc de flexion m'a permis de me projeter plus facilement et d'imaginer et de proposer des solutions techniques.

J'ai aussi beaucoup aimé les retours très réguliers faits par les différents encadrants. Leurs différences de point de vue ainsi que leurs expertises m'ont permis d'avancer et de faire murir les solutions techniques proposées.

Enfin, grâce à ce projet j'ai pu rencontrer et travailler avec des personnes d'horizons différents. Les différentes manières de penser de chacun m'ont permis de mieux appréhender et répondre aux problématiques rencontrées durant ce projet.