



Rapport d'activité

Stage de technicien supérieur en conception mécanique

Institut P' CNRS UPR3346 – département GMSC – équipe ROBIOSS

du 12 avril 2021 au 18 juin 2021

Hao Yuan

Etudiant

Génie Mécanique et Productique

Institut Universitaire de Technologie de Poitiers

M Antoine Eon

Tuteur de stage

Maître de Conférence

M Arnaud Dectoire

Tuteur de stage

Ingénieur de Recherche

M Julian Le rouzic

Enseignant référent

Génie Mécanique et Productique

Institut Universitaire de Technologie de Poitiers



Remerciements

J'aimerais tout d'abord adresser mes remerciements M. Karl Joulain, Directeur du laboratoire Pprime du CNRS (Centre national de la recherche scientifique) qui m'a permis d'effectuer un stage dans les meilleures conditions ,

Et particulièrement,je tiens à remercier mes tuteurs de stage ,Monsieur Antoine Eon et Monsieur Arnaud Decatoire ,maître de conférence ,pour m'avoir accordé leur confiance , accompagné et guidé tout au long de mon stage.

Monsieur Mihai Arghir , le directeur du département GMSC,qui m'a largement fait profiter de son expérience , pour sa disponibilité , ses conseils et sa collaboration

Enfin ,je remercie Monsieur Julian Le Rouzic, mon enseignant référent , ainsi que l'équipe pédagogique de l'IUT Génie Mécanique et Productique de Poitiers , qui m'a su me faire acquérir les compétences techniques et humaines nécessaires au bon déroulement d'un stage en entreprise.

Abstract

As I am at the end of my 2-year graduate course specialising in Mechanical Engineering, I have to find a ten-week internship to consolidate the knowledge I have learned and accumulate work experience. My internship is in the Pprime Lab in the futurescope area.

The Pprime Institute is a laboratory of around 600 people that conducts research on scientific issues relating to the fields of transport, energy and the environment. The GMSC (Mechanical Engineering and Complex Systems) department is built on the objective of offering an integrated, system-type approach to understand the mechanical behavior of structures and complex systems.

The mission proposed to me is to design a device that should illustrate the law of conservation of angular momentum. These devices are mainly provided to college students for educational use.

This device consists of two parts, one is the plate allowing free rotation around the vertical axis, and the other is the motorized wheel which can be held by students or users.

This design is mainly composed of two parts, first of all, we must dimension the components on what we design according to the hypotheses we have proposed (distances, speed of rotation of the plate), to dimension the wheel, we can do the calculations (the kinetic and dynamic analysis) to obtain the equations which relate the acceleration of the inertia matrix of the wheel around its axis and the speed of rotation of the plate. Human parameters according to height, weight and sitting position (the distribution of mass) are needed, they can be obtained by calculation using the existing model. After having sized the wheel, we can size the plate, mainly the bearings (choose the right size of the bearing). To choose the bearings, we worked on excel software to help us choose the right bearing among 600 bearings automatically. This bearing should not be very expensive. In the second part we worked on SOLIDWORKS to design the chainring and the wheel, but we didn't have time to finish the modeling part of the chainring, it's very unfortunate.

This internship is an incredibly rewarding experience in more than one way: I made a lot of progress on dynamic analysis, it is the first time I am exposed to calculus which has so many variables. The simulation according to the equations and the assumptions also, one can establish a table on the excel, it is very practical. and then I was able to choose the good bearing, at the end, we learned the fundamental knowledge on the bearing (the method of calculating the lifespan, the static and dynamic loads), during the internship, I had the chance to apply everything I learned in school.

Sommaire

Remerciements.....	1
Abstract.....	2
Sommaire.....	3
I. Introduction.....	3
II. Présentation de l'entreprise.....	4
1. Identité,historique et géographie.....	5
a. CNRS.....	5
b. L'institut Pprime.....	5
2. Le département "Génie Mécanique et Systèmes Complexes"	6
3. L'équipe RoBioSS.....	7
4. Les objectifs scientifiques de l'équipe RoBioSS.....	7
III. Méthodologie.....	8
1. Contexte du projet.....	8
2. la mission.....	8
3. Principe de fonctionnement / d'utilisation	9
4. Compétences attendues.....	9
5. La planification.....	10
6. les résultat qu'on a obtenus apres la simulation.....	12
IV. Bilan.....	16
1. Apport de la mission et état du projet en fin de stage.....	16
2. Difficultés rencontrées, solutions apportées	17
3. Acquis de l'expérience : savoirs, savoir-faire et savoir-être mis en œuvre.....	18
V. Conclusion.....	19

I. Introduction

L'institut Pprime et son équipe RoBioSS (Robotique, Biomécanique, Sports, Santé) m'a accueillie pour mon stage de fin d'étude.

À l'issue de deux années de formation en Génie Mécanique et Productique à l'institut universitaire de technologie de Poitiers, un stage de dix semaines doit permettre de se forger une première expérience professionnelle et gagner en maturité. Les missions qui m'ont été proposées sont de concevoir un dispositif qui doit permettre d'illustrer la loi de conservation du moment cinétique. Ces dispositifs sont principalement fournis aux collégiens et lycéens pour une utilisation pédagogique.

Ce dispositif est constitué en deux parties, l'une est le plateau permettant une rotation libre autour de l'axe vertical, et l'autre est la roue motorisée qui peut être tenue par les élèves ou utilisateurs.

Cette conception est composée principalement en deux parties, tout d'abord, on doit dimensionner sur ce qu'on conçoit selon des hypothèses qu'on a proposé (les distances, la vitesse de rotation du plateau), pour dimensionner la roue, on peut faire les calculs (l'analyse cinétique et dynamique et faire le PFD) pour obtenir les équations qui lient l'accélération de la matrice d'inertie de la roue autour de son axe et la vitesse de rotation du plateau. Dans cette équation, il y a des constantes selon la taille, le poids et la position assise (la répartition de la masse), on peut les obtenir par calcul en utilisant la modèle qui existe. après avoir dimensionné la roue, on peut dimensionner le plateau, principalement les roulements (choisir la bonne taille du roulement), pour choisir les roulements, on a travaillé sur excel pour nous aider à choisir le bon roulement parmi 600 roulements automatiquement, ce roulement ne doit pas être trop cher. Dans la deuxième partie on a travaillé sur SOLIDWORKS pour concevoir le plateau et la roue. Mais on a pas eu le temps pour finir la partie de la modélisation du plateau, c'est très malheureux.

Pour le plan du rapport d'activité, tout d'abord on va présenter l'entreprise et la mission, ensuite, on va présenter la méthodologie pour la conception, puis, on va faire le bilan, et finalement, on va faire une conclusion.

II. Présentation de l'entreprise

1. Identité, historique et géographie

a. CNRS

Le Centre national de la recherche scientifique est une institution de recherche parmi les plus importantes au monde. Pour relever les grands défis présents et à venir, ses scientifiques explorent le vivant, la matière, l'univers et le fonctionnement des sociétés humaines. Internationalement reconnu pour l'excellence de ses travaux scientifiques, le CNRS est une référence aussi bien dans l'univers de la recherche et développement que pour le grand public.



Illustration 1 Situation des employés du CNRS

b. L'institut Pprime

L'Institut



L'institut P' est un laboratoire de recherche des domaines des Sciences Physiques et des Sciences de l'Ingénierie. C'est une UPR CNRS conventionnée avec l'Université de Poitiers (Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées, Faculté des Sciences du Sport et École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers, ENSIP) et l'École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, ISAE-ENSMA.

Ses activités couvrent un large spectre de thématiques et de compétences complémentaires allant de la physique des matériaux à la mécanique des fluides et des matériaux, au génie mécanique et à l'énergétique. Il s'agit notamment de s'appuyer sur ce panel de compétences reconnues aux niveaux national et international pour favoriser les collaborations et les synergies entre les différentes disciplines, et ainsi apporter

une réponse adaptée aux nouveaux besoins du secteur socio-économique. Les domaines d'application privilégiés sont les transports et l'énergie, en portant une attention particulière aux aspects environnementaux.

Ses chercheurs et enseignants chercheurs (dont 50% sont HDR) appartiennent aux sections 5, 9 et 10 du Comité National de la Recherche Scientifique et aux sections 28, 60, 62 et 63 du Conseil National des Universités.

Les activités de recherche de l'Institut se développent sur 38 000 m² de locaux, principalement localisés sur le site du Futuroscope, mais aussi du Campus de l'Université, d'Angoulême et de Niort.

La plate forme technologique PROMETEE/CEAT est actuellement basée sur le site de Biard et sera implantée fin 2016 sur le site du Futuroscope.

Le laboratoire Pprime est lauréat d'un programme EQUIPEX pour son projet GAP: Groupe Aéro Propulseur, porté par l'ISAE-ENSMA. Il est aussi membre de l'EQUIPEX ROBOTEX porté par le CNRS.

Il est associé à NANOIMAGESX (Synchrotron SOLEIL).

2. Le département “Génie Mécanique et Systèmes Complexes”

Le département Génie Mécanique et Systèmes Complexes (GMSC) est articulé autour de quatre axes de recherches en génie mécanique (CoBRA, PEM, RoBioSS et TriboLub) où la culture du couplage entre l'expérimentation et la modélisation est prédominante. Cette approche stimule la transversalité entre les axes et favorise la cohérence des activités de recherches.

Les recherches de l'axe Cobotique, Bioingénierie et Robotique pour l'Assistance (CoBRA) consistent à développer des approches optimales de synthèse de mécanismes pour faire émerger de nouvelles cinématiques pour des dispositifs haptiques et systèmes multi-robots collaboratifs innovants en vue d'applications médicales et l'assistance. Ces recherches s'appuient sur l'expertise des praticiens hospitaliers et un environnement composé par des matériels de pointes tel que la technologie SimLife permettant de simuler des situations réalistes d'un bloc opératoire.

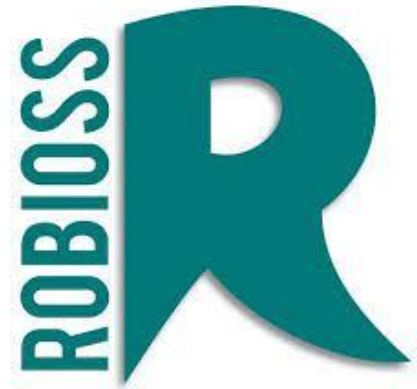
Les travaux de l'axe Photomécanique & analyse expérimentale en Mécanique des solides (PEM) portent sur le développement de méthodes de mesures non perturbatrices et sans contact en mécanique ainsi que sur l'utilisation des données expérimentales collectées pour mener une analyse approfondie de la réponse mécanique des solides.

Les problématiques de l'axe Robotique, Biomécanique, Sport, Santé (RoBioSS) portent sur la coordination des systèmes multicorps en fusionnant les concepts propres à la robotique et à la biomécanique du mouvement humain.

Les recherches de l'axe Mécanique des Interfaces Lubrifiées (Tribolub) couvrent toute la problématique de la Lubrification et les aspects de la Mécanique du Contact, de l'Usure et du Frottement rencontrés dans divers organes de machines.

3. L'équipe RoBioSS

L'équipe RoBioSS (Robotique, Biomécanique, Sport, Santé) développe des approches théoriques et expérimentales centrées sur la coordination des systèmes multi corps (évaluation du mouvement humain, préhension et manipulation robotique, robotique collaborative et ouverte, robotique humanoïde). Elle conçoit des démonstrateurs mécatroniques, véritables plateformes de simulation et de validation pour les modèles développés. Ces études permettent à l'équipe de jouir d'une reconnaissance et d'une visibilité nationale et internationale.



4. Les objectifs scientifiques de l'équipe RoBioSS

Les objectifs scientifiques de l'équipe RoBioSS fusionnent les concepts propres à la robotique et à la biomécanique ; ils se déclinent à travers deux grandes opérations « Dynamique des systèmes poly articulés et évaluation de la performance motrice » et « Préhension et conception de systèmes mécaniques innovants ». La méthodologie mise en œuvre, pour mener à bien ces développements dans les champs de la biomécanique et de la robotique, suppose l'élaboration et le contrôle de la finesse des modèles mécaniques et biomécaniques. Les enjeux scientifiques concernent ainsi d'une part, les développements théoriques liés à la conception mécatronique dans le domaine de la manipulation robotique et d'autre part, le contrôle de dispositifs mécatroniques complexes en interaction avec l'environnement et en particulier avec l'humain.

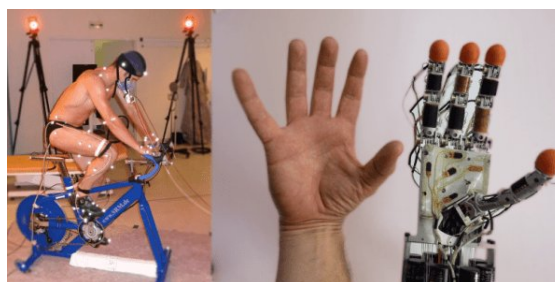


Illustration 2 du "Robotics, Biomechanics, Sport and Health– ROBIOSS"

III. Méthodologie

1. Contexte du projet

L'équipe RoBioSS, conventionnée avec le CRITT Sport-Loisirs de Châtelleraut (labellisé Centre de Ressources Technologiques) développe depuis plus de 10 ans le concept des Classes Olympiques Sciences et Sport. Ces classes ont pour objectif de sensibiliser les jeunes élèves (niveau collège) aux sciences à travers l'analyse de leur pratique physique et sportive. Afin d'étendre à la région Nouvelle Aquitaine le périmètre d'intervention, qui se limite actuellement au département de la Vienne, le CRITT souhaite mettre au point de nouveaux travaux pratiques. Actuellement les élèves peuvent analyser leurs performances en saut en longueur en les comparant à celle d'un champion à l'aide d'outils d'analyse d'images vidéo et de réalité virtuelle. Les notions de systèmes poly articulés, de centres de gravité et de vitesse sont abordées. D'autres ateliers s'intéressent à la notion de force d'interaction en étudiant la détente verticale à partir d'une plateforme de force. Le CRITT souhaite disposer d'un atelier permettant d'aborder les notions de moment cinétique, moment d'inertie et vitesse angulaire. L'objectif du stage est donc de concevoir le dispositif mécatronique qui servira de support à cet atelier.

2. la mission

La mission principale proposée est de concevoir le dispositif schématisé ci-dessous qui comprend deux parties devant interagir.

La première partie consiste en un plateau permettant une rotation libre autour de l'axe vertical. Les élèves / utilisateurs devront pouvoir s'asseoir sur le plateau de manière sécurisée. La rotation (angle) du plateau devra pouvoir être mesurée, enregistrée et affichée sur un écran.

La deuxième partie correspond à une roue motorisée tenue par les élèves / utilisateurs. Le mouvement de rotation (vitesse angulaire) de cette roue doit pouvoir être pilotée par les élèves / utilisateurs. Le moment d'inertie de la roue doit également pouvoir être modifiée pendant la rotation de celle-ci. Les réglages de vitesse de rotation et de moment d'inertie

doivent pouvoir être mesurés, enregistrés et affichés. La roue doit pouvoir fonctionner de manière autonome, c'est-à-dire alimentée sur batteries (sans fil). La roue doit être munie d'un système d'arrêt automatique lorsqu'elle est lâché par les élèves / utilisateurs.

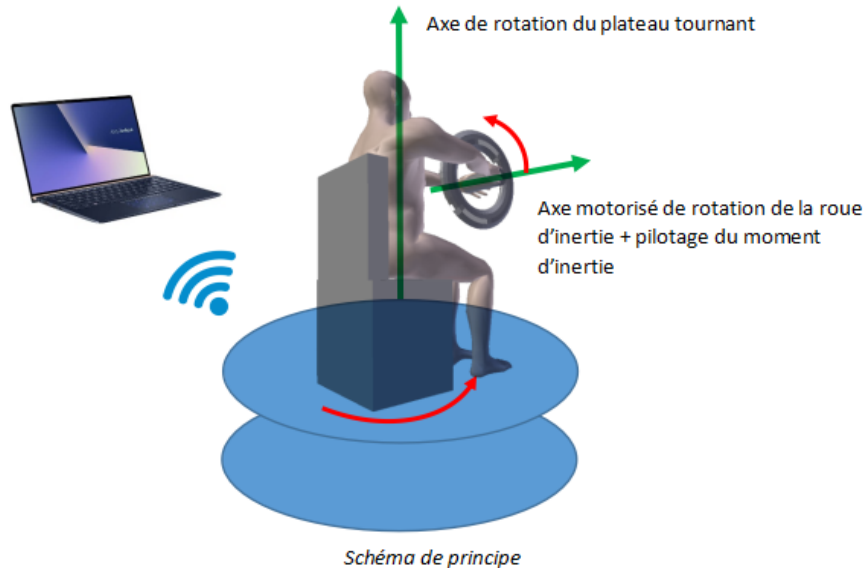


Illustration 3 schéma de principe

3. Principe de fonctionnement / d'utilisation

Le dispositif doit permettre d'illustrer la loi de conservation du moment cinétique. Au départ, les élèves / utilisateurs sont assis sur le plateau tournant, en tenant à bout de bras la roue d'inertie avec l'axe de rotation de la roue à l'horizontale. Aucun élément n'est en rotation. Puis les élèves / utilisateurs mettent en rotation la roue d'inertie. Quels que soient les réglages de la vitesse de rotation ou du moment d'inertie, le plateau tournant reste immobile. Par contre, lorsque les élèves / utilisateur modifient l'axe de rotation de la roue d'inertie pour l'amener à la verticale, le plateau tournant se met en rotation dans le sens opposé à celui de la roue d'inertie et à une vitesse de rotation proportionnelle au rapport d'inertie entre les deux systèmes (plateau + élève et roue d'inertie). Un minimum de frottements dans l'articulation du plateau tournant doit être obtenu afin de mettre en évidence les effets dus à la modification des réglages de la roue d'inertie.

4. La planification

--Discuter le sujet avec le maître de stage

--L'analyse cinématique et dynamique pour obtenir les équations nécessaires qui nous permet faire la simulation suivante.

-- L'analyse de la matrice d'inertie du corps en une position assise pour établir un tableau sur l'excel , cela permet calculer l'inertie du corps en son centre de gravité automatiquement tandis qu'on mets des paramètre d'une personne dans un tableau de constante y compris le sexe , la taille ,le poids.Dans cette partie , on a utilisé le théorème de HUYGENS pour effectuer le changement de la base.

--La simulation pour deux cas en utilisant l'excel si bien que nous puissions trouver les valeurs les plus pertinentes pour les paramètres de la roue y compris :la vitesse de la rotation de la roue , l'accélération de la roue ;l'inertie de la roue.

Le premier cas : l'angle de flexion du bras est une constante (l'axe de la roue est verticale) ,l'inertie de la roue constante,l'accélération de la vitesse de la roue variable

Le deuxième cas : l'angle de flexion du bras est une constante (l'axe de la roue est verticale),l'inertie de la roue variable ,l'accélération de la vitesse de la roue constante.

--Choisir le roulement en utilisant l'excel pour nous aider à filtrer les bons roulements les plus économiques.

Les contraintes pour choisir le roulement :

->charge statique équivalente doit être inférieur à charge statique de la base du roulement ($P_0 < C_0$).

->durée de vie du roulement doit être supérieur à 20000h.

->le contrainte(la traction et le cisaillement) doit être inférieur à la limite élasticité du matériaux avec " $k=2$ ".

->l'angle de déformation en les points du roulement doit être inférieur à deux minutes d'angle($\pi/5400$). il est donné par le constructeur

->la distance au dessus et au dessous des deux roulements doit être inférieur à l'épaisseur de ces deux roulement ($h > 2 \cdot B$).

-le travaille sur solidwork,effectuer la modélisation selon les dimensions qu'on a obtenues.

5. les résultat qu'on a obtenus après la simulation

1.

pour l'enfant	1,3m	35kg	longueur av bi	0,25647			
			Rmax	0,17098	Rmin	0,08549	
pour l'homme	1,8m	75kg	longueur av bi	0,36713			
			Rmax	0,24475			
Matrice du moment d'inertie (plateau ; humain)							
F		masse(kg)	taille (m)		M	masse(kg)	taille (m)
		35	1,3			35	1,3
l'unité pour le moment d'inertie : $kg \cdot m^2$							
			4,69291	0,64714	0,00000		
matrice d'inertie F			0,64714	2,31908	0,00000		
			0,00000	0,00000	4,88965		
			4,52561	0,69883	0,00000		
matrice d'inertie M			0,69883	2,28345	0,00000		
			0,00000	0,00000	5,10641		
première simulation							
MAX theta3	62,8318531	F MAX			M MAX		
m3	2	theta1	theta1 point	eta1 deux poir	theta1	theta1 point	eta1 deux poir
C3 MAX	0,05846832	2,97471942	1,32209752	1,76279669	2,9853585	1,326825999	1,7691013
C3 Min	0,01461708	deuxième simulation					
C3 point MA	0,02505785	theta1	theta1 point	eta1 deux poir	theta1	theta1 point	eta1 deux poir
R MAX	0,17098		1,51855895	0,84874819		1,497759583	0,8597611
R MIN	0,08549						
theta3 point	94,2						

Illustration 4 le tableau de résultat

C'est un tableau de simulation qui est composé en deux parties , le tableau ci-dessous est le calcul d'inertie du corps, on peut saisir la valeur de la masse et la taille , et puis l'excel nous calcul son inertie automatiquement. Au dessous de ces deux tableaux , le R signifie la distance entre de bloc de fer et la centre de la roue,ce distance peut varier avec un moteur ,sa vitesse de changement peut être bien contrôlée et réglée.C'est le croquis que nous avons fait:

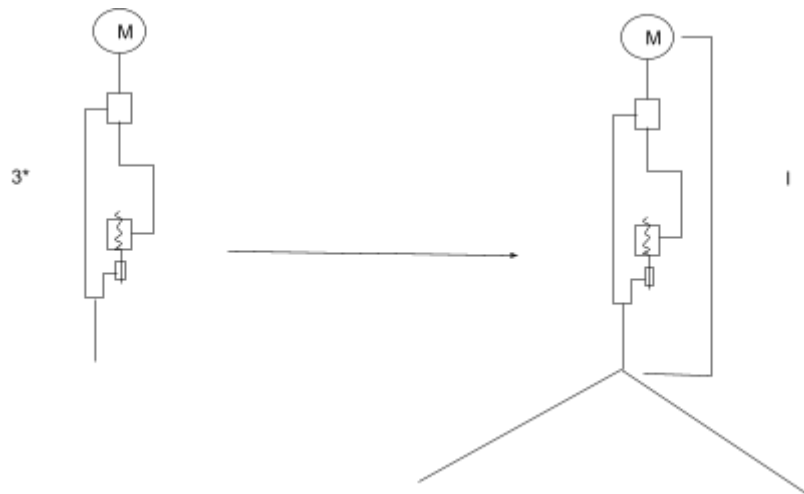


Illustration 5 modèle de la roue

La réglage de son inertie peut être fait par régler la distance entre une masse et le centre de la roue($I=MR^2$). Ce processus peut être fait en installant un petit moteur, et contrôler à distance la vitesse de son changement de distance via l'ordinateur.

Pour le tableau au dessus , les valeurs en rouge sont ce qu'on doit mettre (les constantes et les variables), et puis,l'excel va faire la simulation en fonction du temps comme l'image dessous :

tion por theta 2 égale 90,C3 point égale 0, theta									
	theta3 point MAX				62,83185307 rad/s				
					m(kg)	2			
					C3	0,058468321			
				F					
en s	eta3 deux poi	theta3 point	theta3	I	m3	C3	B1	theta1	theta1 point
0	83,77580409	0	0	0,44784	2	0,058468321	2,32	0	0
0,01	83,77580409	0,837758041	0,00418879	0,44784	2	0,058468321	2,32	8,81398E-05	0,017627967
0,02	83,77580409	1,675516082	0,016755161	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,000352559	0,035255934
0,03	83,77580409	2,513274123	0,037699112	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,000793259	0,052883901
0,04	83,77580409	3,351032164	0,067020643	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,001410237	0,070511868
0,05	83,77580409	4,188790205	0,104719755	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,002203496	0,088139835
0,06	83,77580409	5,026548246	0,150796447	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,003173034	0,105767802
0,07	83,77580409	5,864306287	0,20525072	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,004318852	0,123395768
0,08	83,77580409	6,702064327	0,268082573	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,005640949	0,141023735
0,09	83,77580409	7,539822368	0,339292007	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,007139327	0,158651702
0,1	83,77580409	8,377580409	0,41887902	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,008813983	0,176279669
0,11	83,77580409	9,21533845	0,506843615	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,01066492	0,193907636
0,12	83,77580409	10,05309649	0,603185789	0,44784	2	0,058468321	2,32	0,012692136	0,211535603

Illustration 6 tableau de simulation

Et puis l'excel va trouver la valeur maximum dans la colonne en bleu et les mettre dans la droite du tableau de simulation.(la vitesse de rotation et l'accélération

du plateau) pour la sécurité, on a proposé $\pi/2$ comme la valeur maximum pour la vitesse de rotation.

2. les tableaux finaux

MODE ENFANT								
Matrice du moment d'inertie (plateau ; humain)								
F	masse(kg)	taille (m)			M	masse(kg)	taille (m)	
	35	1,3				35	1,3	
l'unité pour le moment d'inertie : kg/m^2								
			4,69291	0,64714	0,00000			
matrice d'inertie F			0,64714	2,31908	0,00000			
			0,00000	0,00000	4,88965			
			4,52561	0,69883	0,00000			
matrice d'inertie M			0,69883	2,28345	0,00000			
			0,00000	0,00000	5,10641			
première simulation								
MAX theta3	56,54867	F MAX			M MAX			
m3	2	theta1	theta1 point a1	deux po	theta1	theta1 point a1	deux po	
C3 MAX	0,058468	2,677247	1,189888	1,58652	2,68682	1,194143	1,59219	
C3 Min	0,014617							
deuxième simulation								
C3 point MA	0,025058	theta1	theta1 point a1	deux po	theta1	theta1 point a1	deux po	
R MAX	0,17098		1,552305	0,65071		1,519641	0,65915	
R MIN	0,08549							
theta3 point	72,22							

MODE ADULT								
Matrice du moment d'inertie (plateau ; humain)								
	masse(kg)	taille (m)			M	masse(kg)	taille (m)	
	75	1,8				75	1,8	
l'unité pour le moment d'inertie : kg/m^2								
			13,68569	2,65858	0,00000			
matrice d'inertie F			2,65858	6,69006	0,00000			
			0,00000	0,00000	14,49394			
			13,18027	2,87095	0,00000			
matrice d'inertie M			2,87095	6,54370	0,00000			
			0,00000	0,00000	15,56629			
première simulation								
MAX theta3	141,37167	F MAX			M MAX			
m3	2	theta1	theta1 point a1	deux po	theta1	theta1 point a1	deux po	
C3 MAX	0,0584683	2,4739389	1,0995284	1,466038	2,506294	1,113908	1,485211	
C3 Min	0,0146171							
deuxième simulation								
C3 point MAX	0,0250579	theta1	theta1 point a1	deux po	theta1	theta1 point a1	deux po	
R MAX	0,17098		1,4767804	0,627799		1,465295	0,640261	
R MIN	0,08549							
theta3 point	188,4							

Illustration 7 mode de fonctionnement

Après d'avoir faire la simulation, on a décidé proposer deux modes (mode d'enfant et mode d'adulte)

Pour la mode d'enfant, l'exemplaire qu'on a pris : 35 kg, 1.3m pour les deux sexes.

Pour la mode d'adulte ,l'exemplaire qu'on a pris :75 kg ,1.8m pour les deux sexes.

Le dispositif que nous concevons doit satisfaire au maximum toutes les utilisateurs, donc lors des simulations, les échantillons que nous prélevons sont légèrement plus grands.

On va parler plus de détails de l'équation qui lie la vitesse de rotation du plateau et la vitesse de rotation de la roue/la vitesse et son accélération de l'inertie de la roue.

3. la simulation pour choisir le roulement

				oui	non	7207 ACC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BE-	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEC	35,00	72,00
				oui	non	7207 BEP	35,00	72,00
STATIQUE		DYNAMIQUE						
F	1500	F	1500					
r	0,5	r	0,1					
h	0,035	h	0,035					
FrA	21428,57	FrA	4285,714					
FaA	1500	FaA	1500					
Fa/Fr	0,07	Fa/Fr	0,35					
FrB	21428,57	FrB	4285,714					
Fab	0	Fab	0					
Fa/Fr	0	Fa/Fr	0					

Illustration 8 le choix du roulement

Le roulement qu'on a décidé choisir est 7207 BE-2RZP, parce que parmi ces roulements passés , ce roulement est étanche , on n'a pas besoin de monter l'étanchéité, c'est plus pratique.

IV. Bilan

Cette première expérience professionnelle m'a permis de mettre en œuvre une démarche de technicien telle que je l'ai apprise lors de ma formation. j'ai pu réinvestir et utiliser des connaissances de différents domaines d'étude, notamment la conception ,pour pouvoir imaginer un système cohérent qui répond aux contraintes imposées par l'environnement.

1. Apport de la mission et état du projet en fin de stage

J'ai fait appel à mes connaissances et mon expérience en conception ,l'analyse cinétique et dynamique , la méthode pour choisir le roulement, la méthode d'utilisation du logiciel CAD SOLIDWORKS: pendant mon stage , la première chose qu'il faut faire avant la conception est le dimensionnement , j'ai utilisé environ trois semaines pour faire les calculs théoriques pour qu'on puisse obtenir les équations qui lient l'inertie de la roue et la vitesse de rotation du plateau.Pour effectuer ca , il faut utiliser la connaissance de l'analyse cinétique et dynamique et appliquer le PFD qu'on a appris à l'IUT.la méthode n'est pas très difficile , mais dans notre cas , il y a beaucoup de variables .En outre. Parce que chaque pièce est indépendante, chaque pièce a un système de coordonnées. C'est pour ça qu'on doit convertir le système de coordonnées fréquemment pendant le processus de calcul.Évidemment, cela rendra le processus de calcul plus lourd. Mais heureusement, avec l'aide de Monsieur EON, après de nombreuses révisions, j'ai enfin terminé la partie calcul. Après avoir terminé la première partie du calcul, nous avons trouvé une équation importante,c'est une équation qui lie l'inertie de la roue et la vitesse de rotation du plateau.L'équation est suivant :

$$\begin{aligned} & B_1 \ddot{\theta}_1 + l^2 m_3 \ddot{\theta}_1 + A_3 \ddot{\theta}_1 \left(\cos(\theta_2) \right)^2 - 2A_3 \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2 \cos(\theta_2) \sin(\theta_2) \\ & - C_3 \dot{\theta}_2 \cos(\theta_2) \left(\dot{\theta}_3 - \dot{\theta}_1 \sin(\theta_2) \right) - C_3' \cdot \sin(\theta_2) \cdot \left(\dot{\theta}_3 - \dot{\theta}_1 \sin(\theta_2) \right) \\ & - C_3 \sin(\theta_2) \cdot \left(\ddot{\theta}_3 - \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2 \cos(\theta_2) - \ddot{\theta}_1 \sin(\theta_2) \right) = 0 \end{aligned}$$

avec cette équation du mouvement on a fait la simulation après, mais dans cette équation , il y a aussi une constante qu'on ne connais pas (B1), c'est une constante qui dépend de l'utilisateur (sa taille ; son sexe ;son poids ; sa position assise).C'est

pour ça qu'on a travaillé sur excel pour établir un tableau pour calculer son inertie lui-meme. Enfin nous avons obtenu un tableau d'excel qui calcule les valeurs d'inertie après avoir entré la taille, le poids, le sexe de l'utilisateur. Après ça ,on a fait la simulation en proposant deux hypothèses ,pour chaque hypothèse ,on a trouvé une équation correspondant selon l'équation du mouvement (Cela dépend de ce que nous supposons)et voici les deux équations pour les deux hypothèses :

$$CAS1 - - \theta_2 = 90, C_3' = 0, \theta_2' = 0, \theta_3' \text{ variable} . \rightarrow \theta_1 = C_3 \cdot \frac{\theta_3}{B_1 + l^2 \cdot m_3 + C_3}$$

$$CAS2 - - \theta_2 = 90, C_3' \text{ variable}, \theta_2' = 0, \theta_3' \text{ constante} \rightarrow$$

$$\theta_1' = C_3 \cdot \frac{\theta_3'}{B_1 + l^2 \cdot m_3 + C_3} - C_3 \cdot \frac{\theta_{3\text{en0s}}'}{B_1 + l^2 \cdot m_3 + C_3}$$

$$\theta_1'' = C_3' \cdot \theta_3' \cdot \frac{(B_1 + l^2 \cdot m_3)}{(B_1 + l^2 \cdot m_3 + C_3)^2}$$

avec ces deux équations , on a fait la simulation pour trouver une bonne inertie C3 et les autres paramètres de la roue qui peut rendre la vitesse de rotation du plateau inférieur à $\pi/2$ par seconde. Enfin nous avons proposé deux modes pour ce dispositif avec des différents paramètres : mode d'enfant et mode d'adulte. Après avoir dimensionné la roue ,on doit dimensionner le plateau, le plus important est pour choisir le bon roulement, Il est important de choisir un roulement capable de résister à une force suffisante et d'avoir une longue durée de vie. C'est pour ça qu'on a établi un tableau pour nous aider à choisir le plus pertinent roulement parmi un groupe de 600 roulements avec 5 contraintes. Finalement, on a choisi 7207 BE-2RZP comme le roulement utilisé dans le plateau. Après tout est fait, on a commencé le travail sur SOLIDWORKS. Mais malheureusement ,on n'a pas eu le temps pour finir la modélisation de la roue , mais pour plateau , c'est bien fini !

2. Difficultés rencontrées, solutions apportées

Le principal défi fût d'adapter mes connaissances à la conception et au dimensionnement: le premier changement dans mon travail quotidien était l'utilisation de SOLIDWORKS, un logiciel assez similaire à CATIA V5 dans son fonctionnement

.En fait ,la première semaine du stage a été consacrée à une autoformation sur le logiciel SOLIDWORKS. J'ai suivi le tutoriel du solidworks pour apprendre sa méthode d'utilisation.le passage de l'un à l'autre s'est fait assez rapidement et relativement facilement pour moi,si ce n'est pour l'utilisation de modules nouveaux tels que celui de simulation , de travail surfacique ou encore de rendu visuel. Le deuxième changement est que le stage implique des calculs plus difficiles que les exercices qu'on a touché en iut, bien que la méthode soit la même.

le fait de travailler en équipe avec des professionnels m'a demandé un certain temps d'adaptation. En tant que stagiaire , c'est parfois difficile d'exprimer son avis ou ses idées auprès de personnes plus expérimentées surtout comme un étranger! Mais dans cette équipe j'ai toujours senti une écoute bienveillante de la part de tous les membres .Surtout mes tuteurs monsieur Eon et monsieur Decatoire, ils ont pris le temps de me donner de l'aide.Chaque fois quand j'ai bloqué sur certaines questions , ils sont venus toujours m'aider.

3. Acquis de l'expérience : savoirs, savoir-faire et savoir-être mis en œuvre

Ce stage est une expérience incroyablement enrichissante à plus d'un titre : j'ai fait un gros progrès sur l'analyse dynamique , c'est la première fois je suis exposé à des calculs qui ont tant de variables.J'ai pu aussi faire la simulation selon les équations et les hypothèses aussi, on peut établir un tableau sur l'excel ,c'est tres pratique.et puis j'ai pu choisir le bon roulement,à l'iut ,on a appris les connaissances fondamentales sur le roulement (la méthode du calcul de la durée de vie ,les charges statique et dynamique), pendant le stage , j'ai eu la chances d'appliquer tout ce que j'ai appris à l'école.

V. Conclusion

Le stage est très important pour une personne. Il donne non seulement à une personne l'opportunité d'appliquer les connaissances qu'elle a apprises, mais permet également aux stagiaires d'être exposés à de nombreux nouveaux contenus. Cela peut nous aider à élargir nos horizons personnels et à enrichir notre expérience professionnelle, qui jouera un rôle clé dans la recherche d'un emploi à l'avenir.

Pour moi personnellement, J'ai la chance d'avoir pu faire un stage de deux mois dans le laboratoire du CNRS, ce qui a grandement renforcé mes connaissances que j'ai apprises à l'IUT. J'ai commis quelques erreurs dans le travail que j'ai réalisé, mais j'ai su les identifier les corriger et donc en apprendre davantage.