



ÉCOLE CENTRALE LYON

UE PRO - PE 39
RÉFÉRENTIEL DE GESTION DE PROJET - RVP1

Analyse de Matches de Tennis de table (Préparation JO 2024)

Élèves :

Cyprien AUDREN-DE-KERDEL
Yanis FILIPPI
Corentin LEFEVRE
Heitor MACHADO-FERRI-DA-SILVA
Côme LASSARAT

Commanditaire et tuteur :
Romain VUILLEMOT

***Conseiller en
communication :***
Emmanuel RHÉTY

***Conseiller en gestion de
projet :***
Arnaud BRÉARD

14 décembre 2019

Introduction

Ce Projet d'Étude ou PE 39 intitulé « Analyse de matchs de tennis de table (JO 2024) » vise à saisir l'opportunité qu'offrent les progrès technologiques à avoir une analyse plus quantitative du sport en général. Ce projet est proposé et commandité par Romain VUILLEMOT, professeur et chercheur à l'Ecole Centrale Lyon, et encadré par un conseiller en communication, Emmanuel RHETY, ainsi que par un conseiller en gestion de projet, Arnaud BRÉARD.



LEFEVRE Corentin



FILIPPI Yanis



AUDREN-DE-KERDEL Cyprien



MACHADO-FERRI-DA-SILVA
Heitor



LASSARAT Côme

FIGURE 1 – Membres du PE

Table des matières

1	Contexte du projet	2
2	Objectifs Cahier des charges	3
2.1	Objectifs	3
2.2	Cahier des charges fonctionnel	4
3	Éléments de structuration	7
3.1	Diagramme de Gantt	7
3.2	Gestion des coûts	7
4	Conclusion	8
5	Annexes	9

1 Contexte du projet

Apparu tel que nous les connaissons à la fin du 19^{ème} siècle, le tennis de table est un sport de raquette qui a constamment évolué au cours du siècle suivant de par la standardisation des règles (hauteur du filet, dimension des tables), mais aussi par la volonté des joueurs de devenir meilleur en améliorant leurs équipements, grâce aux progrès techniques, tels que leurs raquettes (nature du revêtement, ...) pour donner toujours plus de vitesse et d'effet à la balle. Les premiers championnats du monde apparaissent en 1926 avec la création de la Fédération Internationale de Tennis de table, donnant ainsi naissance aux premières rivalités mondiales. Si jusqu'aux années 1950 les européens dominent les championnats du monde, l'essor du sport en Asie va engendrer la domination des chinois et des japonais dans ces championnats, jusqu'à une domination quasi-totale depuis les années 2000. Depuis que ce sport est devenu une discipline olympique en 1988, on observe le même constat dans cette compétition. Pour autant, le tennis de table est très populaire en Europe et particulièrement en France, qui ne compte pas moins de 3 millions de pratiquants réguliers et un peu moins de 200000 licenciés. Les statistiques témoignent de la croissante popularité de ce sport en France entre les années 1990 et 2000.

Aujourd'hui, le titre olympique apparaît comme la distinction la plus honorifique pour un pongiste ou un sportif. Ainsi, avec la perspective des JO organisés en 2024 en France, le Comité National Olympique et Sportif Français (CNOSF) aspire à voir leurs sportives et sportifs briller durant la compétition. De cette ambition est né le projet Sciences 2024 pour que « les universités, les grandes écoles et les étudiants puissent mettre leur expertise et leurs connaissances au service du sport de haut niveau » (Martin Fourcade, biathlète français, quintuple champion du monde et actuel membre du conseil d'administration des JO 2024). La ministre des Sports a affirmé qu'elle souhaitait voir la France "doubler son nombre de médailles".

Le tennis de table est une discipline délivrant 4 médailles d'or, 4 médailles d'argent et 4 médailles de bronze (1 simple dames et messieurs, 1 dames et messieurs par équipe). Ainsi, dans le but d'aider la France à avoir au moins une deuxième médaille olympique en tennis de table (la seule médaille française a été obtenue par Jean-Philippe Gatien, médaillé d'argent à Barcelone en 1992), grâce au projet Science 2024, scientifiques et sportifs coopèrent afin de déterminer des solutions techniques qui puissent accompagner les pongistes dans leur entraînement quotidien, les aider à progresser et optimiser leur apprentissage. Dans notre cas, cela passera par une acquisition numérique des mouvements des joueurs et de la balle lors d'un entraînement ou d'un match. Ces acquisitions pourront faire l'objet d'analyses quantitatives, fournissant ainsi des statistiques qui profiteront aux pongistes. C'est pourquoi du partenariat entre Science 2024 et l'École Centrale Lyon est né ce PE, « Analyses de matchs de tennis de table (Préparation JO 2024) ».



FIGURE 2 – Simon Gauzy aux JO de Rio en 2016 (Source : sport.francetvinfo)

2 Objectifs Cahier des charges

2.1 Objectifs

Comme évoqué précédemment, ce PE a pour objectif principal d'aider les pongistes français à améliorer leurs performances en vue des Jeux Olympiques de Paris 2024. Pour cela, nous souhaitons proposer aux joueurs français de pouvoir analyser leur jeu et celui de leurs adversaires grâce au travail réalisé sur des acquisitions vidéo.

Notre premier objectif est donc de pouvoir enregistrer la trajectoire de la balle dans l'espace par motion capture (et dans un second temps par tracking vidéo). Le motion capture est une technique d'acquisition qui se base sur des caméras infrarouges et des capteurs passifs réfléchissants fixés au sujet dont on souhaite enregistrer les mouvements. Ceci représente un véritable enjeu car il s'est avéré après plusieurs essais qu'il est difficile d'avoir une bonne acquisition où la position de la balle est enregistrée pour tout instant. Ainsi, il en découle plusieurs sous-objectifs comme déterminer la position optimale des capteurs, leur forme, etc., mais aussi pouvoir rendre réalisable une acquisition en veillant à ce que les outils utilisés n'altèrent pas les conditions de jeu des pongistes, pour que le dispositif final soit rapide et confortable à utiliser.

Notre deuxième objectif est de pouvoir déterminer de manière théorique la trajectoire d'une balle en fonction de différents paramètres en entrée : vitesse, rotation, hauteur initiale, angle de la raquette, etc., et de cette étude pouvoir simuler le mouvement de la balle avec ses rebonds. A terme, il faudra exhiber, de ces trajectoires simulées, des caractéristiques propres à chaque type de coup : lifté, coupé, etc.

Enfin, pouvoir indiquer à un pongiste, pour un coup enregistré, l'effet utilisé et le quantifier (vitesse, etc.) constitue notre dernier objectif. La connaissance de ces données intéressent les pongistes professionnels pour suivre leurs performances et accompagner leurs entraînements. La mise en place d'un tel système passera par le développement programmes informatiques prenant en entrée la trajectoire de la balle, issue de l'acquisition par motion capture. Le but final est de pouvoir faire un compte rendu d'un point de vue

statistique d'un match entier acquis par du motion capture.

2.2 Cahier des charges fonctionnel

Fonctions Principales	Sous-Fonctions	Détails des Fonctions
Enregistrer une partie de Tennis de Table	Établir un Protocole d'Enregistrement	Donner un moyen rapide de mettre en place l'acquisition.
		Établir un rapport optimal Nombre de capteurs/Qualité de capture ; Donner une liste des positions les plus importantes pour les capteurs
	Extraire et traiter les données	Extraire les données dans un format optimal pour le traitement sous Python.
		Identifier les mouvements de la balle, du joueur et de sa raquette (Angles de rebond, trajectoire, vitesse, accélération, etc...).
Analyser une partie de Tennis de Table	Recenser les différents coups existants au tennis de table	Réaliser un état de l'art du tennis du table et de ses stratégies/coups
		Étudier et exhiber les paramètres théoriques de ces coups.
	Identifier un coup spécifique	Utiliser des algorithmes de comparaison sur les différents paramètres, évaluer quel type d'algorithme est le plus performant pour chaque paramètre.
		Relever le nombre d'occurrences de chaque coups et quantifier ces derniers (vitesse, angle, etc.).
Retourner l'analyse de performances du joueur	Fournir une analyse quantitative des performances du joueur	Recenser dans un tableau les statistiques du joueur durant l'acquisition
		Faire apparaître les données significatives et nécessaires à la progression du joueur (vitesse moyenne, etc.)
	Fournir une analyse tendancielle des performances du joueur	Relever les instants où un coup a été gagnant et/ou a mené à une erreur de l'adversaire.
		Corréler les données précédentes avec les coups ou les suites de coups qui ont le plus souvent mené à une victoire.

FIGURE 3 – Cahier Des Charges Fonctionnel

Découpage en tâches

Lot 1 : Gestion de projet

Tâche 1.1 : Mise en cohérence des enjeux du projet

Participants : Tous

Durée : 2 semaines

Livrables : Synthèse de la gestion du projet (Diagramme de Gantt et organigramme)

Antécédents : Aucun

Tâche 1.2 : Réalisation du RVP1

Participants : Tous

Durée : 8 semaines

Livrables : Rapport expliquant le déroulement du projet (Référentiel de Gestion de Projet)

Antécédents : Tâches 1.1 et 3.1

Tâche 1.3 : Réalisation du RVP2

Participants : Tous

Durée : 8 semaines

Livrable : Rapport rapportant l'avancement du projet

Antécédents : Tâche 1.2

Tâche 1.4 : Rapport final

Participants : Tous

Durée : 10 semaines

Livrable : Rapport synthétisant les actions, expériences menées durant l'année, ainsi que leurs résultats

Antécédents : Toutes les tâches

Lot 2 : Acquisitions en motion capture

Tâche 2.1 : Prise en main du matériel et du logiciel de motion capture

Participants : Tous

Durée : 3 semaines

Livrables : Document consulté pour prendre en main le système

Antécédents : Aucun

Tâche 2.2 : Premières acquisitions en motion capture

Participants : Corentin LEFEVRE

Durée : 6 semaines

Livrables : Exemple d'une acquisition menée à terme

Antécédents : Tâche 2.1

Tâche 2.3 : Récupération des données temporelles et rédaction d'une procédure

Participants : Corentin LEFEVRE

Durée : 9 semaines

Livrables : Protocole de récupération des données

Antécédents : Tâche 2.2

Lot 3 : Analyse du mouvement de la balle, confrontation de la théorie et de la pratique

Tâche 3.1 : Réaliser un état de l'art du tennis de table

Participants : Heitor MACHADO-FERRI-DA-SILVA

Durée : 6 semaines

Livrables : rapport d'état de l'art avec synthèse des caractéristiques du tennis de table

Antécédents : Aucun

Tâche 3.2 : Définition de la trajectoire théorique d'une balle de tennis de table

Participants : Cyprien AUDREN-DE-KERDEL

Durée : 13 semaines

Livrables : Établissement de la théorie sur la trajectoire d'une balle de tennis de table

Antécédents : Aucun

Tâche 3.3 : Pouvoir caractériser le type de coup à l'aide de la trajectoire de la balle

Participants : Heitor MACHADA-FERRI-DA-SILVA

Durée : 9 semaines

Livrables : Tableau regroupant des caractéristiques de trajectoire propres à chaque coup

Antécédents : Tâche 3.2

Tâche 3.4 : Livrable 2 : Etat de l'art du tennis de table, définition d'une trajectoire théorique

Participants : Cyprien AUDREN-DE-KERDEL

Durée : 6 semaines

Livrables : Rapport regroupant de manière synthétique les aboutissements des tâches 3.1 à 3.3

Antécédents : Tâche 3.3

Lot 4 : Programmes informatiques

Tâche 4.1 : Réaliser des programmes calculant vitesses, angles, ... à partir des acquisitions

Participants : Yanis FILIPPI

Durée : 9 semaines

Livrables : Code commenté Python qui regroupe les différentes fonctions calculant vitesse, accélération, angles, etc. pour une trajectoire de balle donnée en entrée

Antécédents : Tâche 2.3

Tâche 4.2 : Réaliser des programmes permettant de réaliser la tâche 3.3

Participants : Yanis FILIPPI

Durée : 13 semaines

Livrables : Code commenté Python qui identifie un coup pour une trajectoire de balle donnée en entrée

Antécédents : Tâches 3.4 et 3.5

Tâche 4.3 : Livrable 4 : programmes informatiques et résultats

Participants : Yanis FILIPPI et Corentin LEFEVRE

Durée : 24 semaines

Livrables : Rapport regroupant les aboutissements des tâches 4.1 et 4.2 : programmes Python réalisés et résultats de tests

Antécédents : Tâches 4.1 et 4.2

Lot 5 : Validation des acquisitions, synthèse et mise en forme des résultats

Tâche 5.1 : Gestion du stockage des acquisitions et expériences

Participants : Corentin LEFEVRE

Durée : 36 semaines

Livrables : Base de données regroupant toutes les acquisitions durant l'année

Antécédents : Tâche 2.2

Tâche 5.2 : Validation finale des expériences effectuées

Participants : Côme LASSARAT

Durée : 8 semaines

Livrables : Rapport synthétisant les analyses et commentaires des résultats finaux du projet

Antécédents : Tâche 2.2

Tâches	Livrables
1. GESTION DE PROJET	
1.1 : Mise en cohérence des enjeux du projets	Synthèse de la gestion du projet (Diagramme de gantt et organigramme)
1.2 : Réalisation du RVP1	Rapport expliquant précisément le déroulement du projet (Référentiel de Gestion de Projet)
1.3 : Réalisation du RVP2	Rapport rapportant l'avancement du projet
1.4 : Rapport final	Rapport synthétisant les actions, expériences menées durant l'année, ainsi que leurs résultats
2. ACQUISITION EN MOTION CAPTURE	
2.1 : Prise en main du matériel et du logiciel de motion capture	Document consulté pour prendre en main le système
2.2 : Premières acquisitions en motion capture	Exemple d'une acquisition menée à terme
2.3 : Récupération des données temporelles	Protocole de récupération des données
3. ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE LA BALLE	
3.1 : Réaliser un état de l'art du tennis de table	Rapport d'état de l'art avec synthèse des caractéristiques du tennis de table
3.2 : Définition de la trajectoire théorique d'une balle de tennis de table	Établissement de la théorie sur la trajectoire d'une balle de tennis de table
3.3 : Caractérisation du coup à l'aide de la trajectoire de la balle	Tableau regroupant des caractéristiques de trajectoire propres à chaque coup
3.4 : Livrable 2 : Etat de l'art du tennis de table, définition d'une trajectoire théorique	Rapport regroupant de manière synthétique les aboutissements des tâches 3.1 à 3.3
4. PROGRAMMES INFORMATIQUES	
4.1 : Réaliser des programmes calculant vitesses, angles, ... à partir des acquisitions	Code commenté Python qui regroupe les différents programmes associés pour une trajectoire de balle donnée en entrée
4.2 : Réaliser des programmes permettant de réaliser la tâche 3.3	Code commenté Python qui identifie un coup pour une trajectoire de balle donnée en entrée
4.3 : Livrable 4 : programmes informatiques et résultats	Rapport regroupant les aboutissements des tâches 4.1 et 4.2 : programmes Python réalisés et résultats de tests
5. VALISATION DES ACQUISITIONS, SYNTHÈSE ET MISE EN FORME DES RÉSULTATS	
5.1 : Gestion du stockage des acquisitions et expériences	Base de données regroupant toutes les acquisitions durant l'année
5.2 : Validation finale des expériences effectuées	Rapport synthétisant les analyses et commentaires des résultats finaux du projet

FIGURE 4 – Tableau synthétisant les différentes tâches avec leurs livrables

3 Éléments de structuration

3.1 Diagramme de Gantt

Afin d'optimiser l'organisation de notre PE, nous avons eu recours à un diagramme de Gantt, qui synthétise et rend intelligible la coordination des différentes à effectuer. A la demande de notre tuteur et commanditaire, ce diagramme est court et concis.

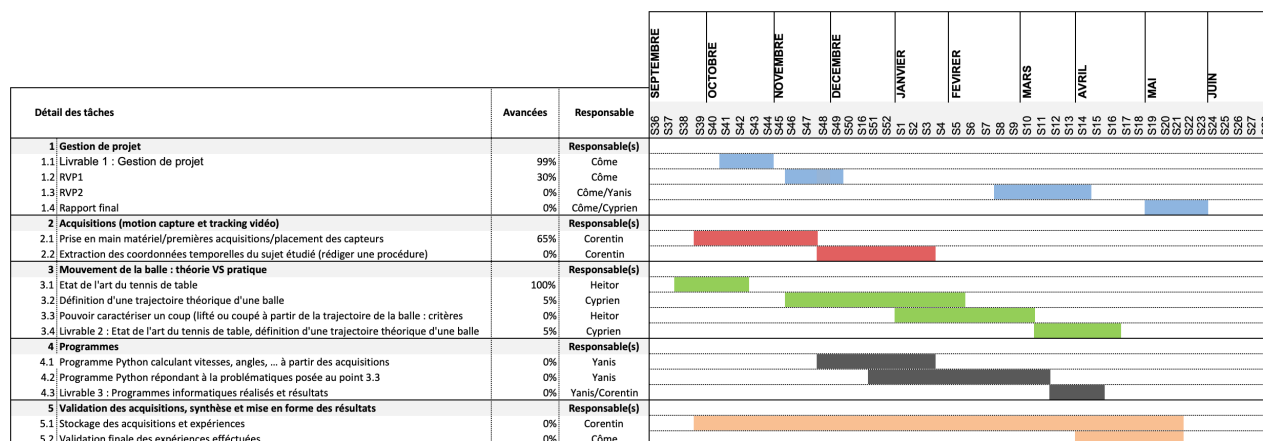


FIGURE 5 – Diagramme de Gantt du PE

3.2 Gestion des coûts

Notre budget ne prend en compte que très peu de sorties car nous avons la chance de profiter de ressources déjà présentes dans la salle Amigo (endroit où nous travaillons) : caméras de motion capture, table de tennis de tables, raquettes, capteurs. Mis à part les possibles cautions à payer pour le matériel que nous utilisons, une potentielle sortie

d'argent est le paiement du voyage vers les locaux de la FFTT où nous pourrions avoir à y effectuer des expériences avec des professionnels si notre projet aboutit. Un aller-retour par personne coûterait environ 86,60€ (2x40€ pour un aller-retour en train Lyon-Paris pris suffisamment à l'avance (sans carte de réduction) et 2x2,80€ pour un aller-retour en RER à Vincennes).

En entrée, nous bénéficions a priori du retour des cautions à la fin de l'année et éventuellement de cinq salaires en tant d'ingénieur-chercheurs.

Sorties	Entrées
Caution kit caméras infrarouges : 15 000	Trésorerie départ : 300
Caution GoPro : 500	Salaire chercheur-ingénieur : à déterminer
Caution table de tennis de table : 150	Caution caméras infrarouges : 15 000
Caution raquettes, balles et accessoires : 50	Caution GoPro : 500
Voyage à Paris pour 5 personnes : 428	Caution table de tennis de table : 150
	Caution raquettes, balles et accessoires : 50
	TOTAL : >-128

FIGURE 6 – Budget prévisionnel

4 Conclusion

Notre projet découle avant tout d'une envie de participer à la célébration mondiale du sport que sont les Jeux Olympiques. Il réunit cinq étudiants ingénieurs ayant beaucoup d'affinités avec le tennis de table et qui désirent mettre en pratique leurs connaissances techniques, utiliser les ressources technologiques de leur époque pour apporter assistance aux pongistes professionnels français.

5 Annexes

La "fiche de lancement" permet de synthétiser l'identité du projet, ses objectifs et de prendre du recul sur ce dernier pour le rendre intelligible par tous.

Fiche d'identité	Titre et éventuel acronyme : Analyse matchs tennis de table (Préparation JO 2024)
	Tuteur ou Commanditaire : Vuillemot Romain
Contexte	Origine du besoin : Bien que performante dans ce sport, l'équipe de France de tennis de table ne domine pas suffisamment dans cette discipline à l'échelle mondiale, contrairement à l'équipe chinoise par exemple.
	Enjeux : Préparation optimale pour les JO 2024 qui auront lieu en France, par l'amélioration du niveau de jeu des pongistes français et pouvoir leur donner l'opportunité de mieux analyser leurs matchs et ceux de leurs adversaires
Objectifs	Objectif général : Visualiser et enregistrer dans une base de données les mouvements dans l'espace des joueurs, de la balle et de sa rotation. A partir de la seule trajectoire de la balle acquise et de sa rotation, pouvoir déterminer s'il s'agit d'une balle liftée ou coupée.
	Indicateurs mesurables de réussite : <ul style="list-style-type: none"> - Exploitabilité des données récoltés par les acquisitions - Résultat en sortie du programme informatique pour un coup connu - Progression des pongistes français
	Nature du livrable principal : Protocole et programmes informatiques
Périmètre	Acteurs : FFTT et les pongistes professionnels français
	Ressources : 6 raquettes, 1 table, plusieurs balles, 1 caméra 4K, 6 caméras infrarouges, plusieurs capteurs
	Environnement et interfaces du projet : <ul style="list-style-type: none"> - Salle Amigo dans l'Ecole Centrale Lyon - Logiciels de motion capture et de tracking vidéo - Écrans
Contraintes	Coûts : Aucun pour le moment
	Délais Fin du projet en Juin 2020 (avec possibilité de continuer l'an prochain par une nouvelle équipe de PE)
	Autres contraintes XXX

FIGURE 7 – Fiche de lancement du PE

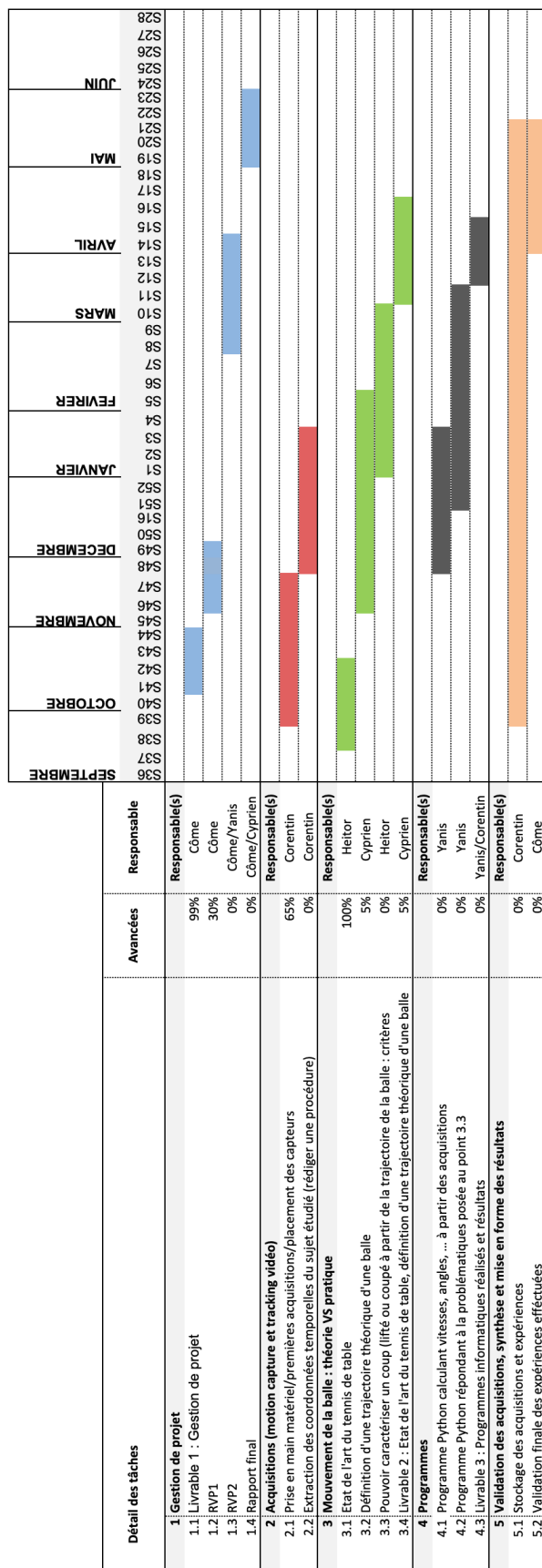


FIGURE 8 – Diagramme de Gantt du PE

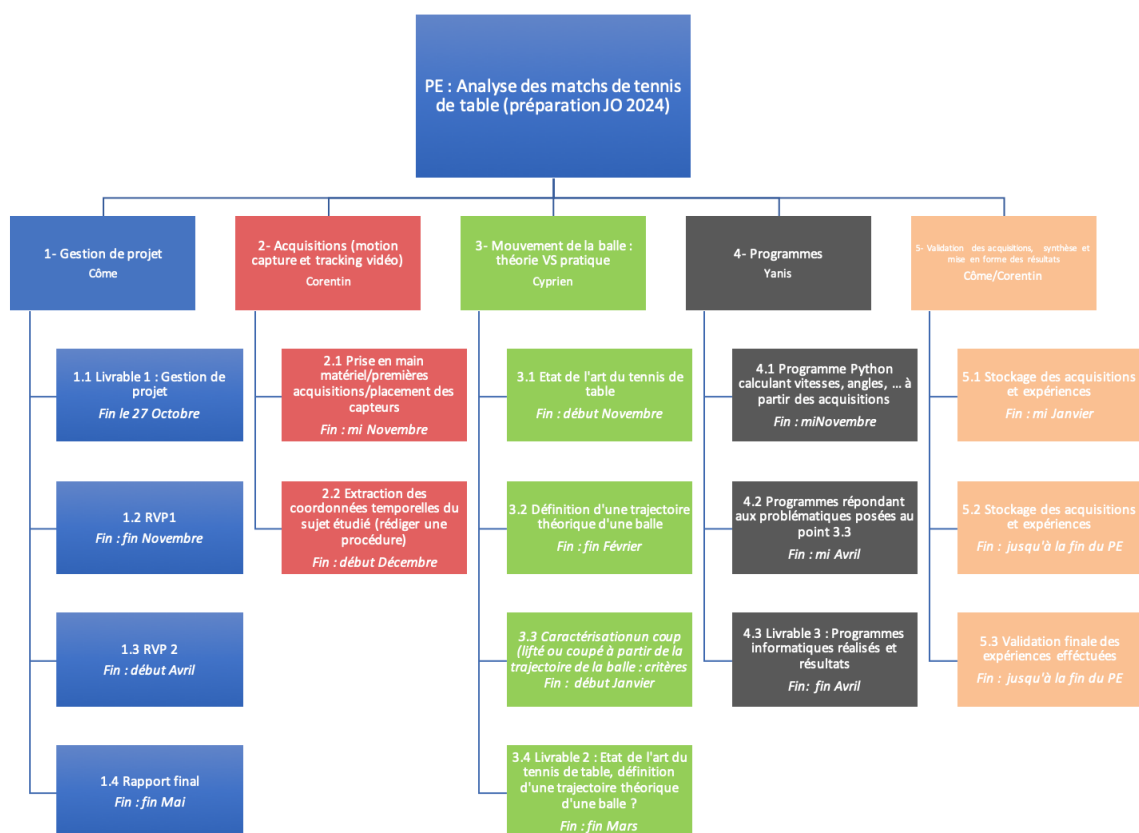


FIGURE 9 – Organigramme du PE

Tâches	Livrables
1. GESTION DE PROJET	
1.1 : Mise en cohérence des enjeux du projets	Synthèse de la gestion du projet (Diagramme de gantt et organigramme)
1.2 : Réalisation du RVP1	Rapport expliquant précisément le déroulement du projet (Référentiel de Gestion de Projet)
1.3 : Réalisation du RVP2	Rapport rapportant l'avancement du projet
1.4 : Rapport final	Rapport synthétisant les actions, expériences menées durant l'année, ainsi que leurs résultats
2. ACQUISITION EN MOTION CAPTURE	
2.1 : Prise en main du matériel et du logiciel de motion capture	Document consulté pour prendre en main le système
2.2 : Premières acquisitions en motion capture	Exemple d'une acquisition menée à terme
2.3 : Récupération des données temporelles	Protocole de récupération des données
3. ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE LA BALLE	
3.1 : Réaliser un état de l'art du tennis de table	Rapport d'état de l'art avec synthèse des caractéristiques du tennis de table
3.2 : Définition de la trajectoire théorique d'une balle de tennis de table	Établissement de la théorie sur la trajectoire d'une balle de tennis de table
3.3 : Caractérisation du coup à l'aide de la trajectoire de la balle	Tableau regroupant des caractéristiques de trajectoire propres à chaque coup
3.4 : Livrable 2 : Etat de l'art du tennis de table, définition d'une trajectoire théorique	Rapport regroupant de manière synthétique les aboutissements des tâches 3.1 à 3.3
4. PROGRAMMES INFORMATIQUES	
4.1 : Réaliser des programmes calculant vitesses, angles, ... à partir des acquisitions	Code commenté Python qui regroupe les différents programmes associés pour une trajectoire de balle donnée en entrée
4.2 : Réaliser des programmes permettant de réaliser la tâche 3.3	Code commenté Python qui identifie un coup pour une trajectoire de balle donnée en entrée
4.3 : Livrable 4 : programmes informatiques et résultats	Rapport regroupant les aboutissements des tâches 4.1 et 4.2 : programmes Python réalisés et résultats de tests
5. VALISATION DES ACQUISITIONS, SYNTHÈSE ET MISE EN FORME DES RÉSULTATS	
5.1 : Gestion du stockage des acquisitions et expériences	Base de données regroupant toutes les acquisitions durant l'année
5.2 : Validation finale des expériences effectuées	Rapport synthétisant les analyses et commentaires des résultats finaux du projet

FIGURE 10 – Tableau synthétisant les différentes tâches avec leurs livrables