



ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE ET  
D'ANALYSE DES SYSTÈMES

---

## PROJET DE FIN D'ANNÉE II

### Les corrections des lancers francs

---

**Réalisé par :**

- Mohamed Amine IBRAHIMI
- Mohamed GHARBI

**Encadré par :**

- Pr.Mahmoud EL-HAMLAOUI



# REMERCIEMENT

AU TERME DE CE TRAVAIL, J'AVOUE MA RECONNAISSANCE À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT CONTRIBUÉ, DE PRÈS OU DE LOIN, AU BON DÉROULEMENT DE NOTRE PROJET. ON TIENT À EXPRIMER TOUT PARTICULIÈREMENT NOTRE GRATITUDE À PR.EL HAMLAOUI MOHAMOUD POUR SON ACCUEIL, POUR AVOIR ACCEPTÉ LA CHARGE DE NOUS ENCADRER, IL A SU NOUS DONNER UNE GRANDE LIBERTÉ D'INITIATIVE TOUT EN RESTANT TOUJOURS PRÉSENT POUR DISCUTER LES PROBLÈMES RENCONTRÉS TOUTE LA DURÉE DU PROJET..

NOUS SAISISONS AUSSI L'OCCASION POUR REMERCIER NOS ENSEIGNANTS DE L'ENSIAS POUR NOUS AVOIR OFFERT UNE FORMATION ACTUALISÉE TRÈS COMPLÈTE.

# ABSTRAIT

CE PROJET CONSISTE À PRODUIRE UN PROGRAMME BASÉ SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE QUI PERMET D'AIDER LES ENTRAINEURS DE BASKET-BALL À DÉTÉCTER LES ERREURS QUI PEUVENT ENGENDRER UN MAUVAIS LANCER FRANC. ETANT DONNÉ QUE L'ENTRAINEUR DOIT ENTRER UNE VIDEO QUI COMPORTE LE LANCER FRANC, IL DOIT AVOIR COMME SORTIE DES STATISTIQUES QUI PEUVENT L'AIDER À DONNER DES CONSEILS AU LANCEUR AFIN QU'IL PUISSE AMÉLIORER SA TECHNIQUE ET RÉUSSIR LES LANCERS FRANCS.

A L'AIDE DU MODÈLE POSENET ON VA SUIVRE LE MOUVEMENT DES POINTS ESSENTIELLES DU CORPS(KEYPOINTS) DANS LE BUT DE TIRER DES STATISTIQUES QUI PEUVENT DIFFÉRENTIER UN BON LANCER D'UN MAUVAIS. EN PARTICULIER, L'ÉTUDE DES ALLURES DES COURBES QUI DÉCRIVENT LE MOUVEMENT DE CES POINTS À TRAVERS LE TEMPS PAR RAPPORT À L'AXE HORIZONTAL ET VERTICAL VA PERMETTRE À L'ENTRAÎNEUR DE DONNER DES REMARQUES ET DE TIRER DES CONCLUSIONS QUI PEUVENT ÊTRE UTILES POUR L'AMÉLIORATION DU LANCEUR.

**Mot-clés :** : Basket-Ball, Sport, Intelligence Artificielle, PoseNet , Keypoints,lancer franc....

# ABSTRACT

This project consists of producing a program based on artificial intelligence that helps basketball coaches spot mistakes that can lead to a bad free throw.

Since the coach must enter a video that features the free throw, he must have statistics output that can help him give advice to the pitcher so that he can improve his technique and achieve a successful free throw.

Using the PoseNet model we will follow the movement of the essential points of the body (Keypoints) in order to derive statistics that can differentiate a good throw from a bad one. In particular, the study of the paces of the curves which describe the movement of these points through time in relation to the horizontal and vertical axis will allow the trainer to give remarks and draw conclusions that may be useful for improving the launcher..

**Mot-clés :** IA, Basket-Ball, PoseNet, Shoot, Shooting distant.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Cas des Lancers à un grand angle de vue</b>	<b>1</b>
1.1	Source de Données : Kaggle . . . . .	1
1.2	Data Set Utilisé . . . . .	1
1.3	Comment Interagir avec notre Dataset . . . . .	2
1.4	Dessin des courbes . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Cas des lancer de petit angle de vue</b>	<b>4</b>
2.1	Introduction . . . . .	4
2.2	Detection de posture de joueur . . . . .	4
2.3	Conception . . . . .	5
2.3.1	Diagramme d'activité . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Détéction du trajet du ballon</b>	<b>6</b>
3.1	Introduction : . . . . .	6
3.2	Exemple de suivi d'un ballon vert . . . . .	7
3.3	Chemin suivi par le ballon vert . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Visualisation des résultat des Lancers</b>	<b>9</b>
4.1	Introduction . . . . .	9
4.2	Visualisation des résultats . . . . .	10
4.3	Proposition des solution possibles . . . . .	11
4.4	Etude de la trajectoire . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Réalisation du projet</b>	<b>12</b>
5.1	Environnement de développement . . . . .	12
5.1.1	Langages de développement . . . . .	12
5.1.1.1	Python . . . . .	12
5.1.1.2	Numpy . . . . .	12
5.1.1.3	openCV . . . . .	13
5.1.2	Logiciels . . . . .	13
5.1.2.1	Atom . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>14</b>

# Table des figures

1.1	Image	1
1.2	Image	2
1.3	Image	2
2.1	Video de sortie	4
2.2	Diagramme d'activité	5
3.1	Image : Code de suivi du ballon	6
3.2	Image : Code de suivi du ballon	7
3.3	Suivi un ballon	7
3.4	Suivi un ballon	8
4.1	Graphe correspondant aux Keypoints 4 , 6 et 7	9
4.2	Graphe correspondant aux deux solutions données	11
4.3	Graphe correspondant aux deux solutions données	11
5.1	Logo Python	12
5.2	Logo Numpy	12
5.3	Logo openCv	13
5.4	Logo Atom	13

# INTRODUCTION

L'industrie du sport connaît un développement important depuis une dizaine d'année, et avec cette croissance, on voit l'arrivée de multiples appareils et gadgets pour mesurer, analyser et quantifier les activités physiques. Et grâce à l'intelligence artificielle cette croissance ne cesse pas de s'agrandir jour après jour... En profitant de cette énorme force technologique il est possible maintenant d'intégrer des systèmes intelligents afin d'améliorer les performances des joueurs et les aider à devenir mieux.

Dans le basket-ball, l'intelligence artificielle est devenue une partie intégrante de ce spot, il est possible maintenant de réaliser des programmes qui peuvent aider à détecter les erreurs d'un lancer franc.

Partant de la vidéo d'un lancer franc on va essayer de suivre le mouvement des différentes parties du corps du lanceur afin de pouvoir tirer des traits qui caractérisent un bon lancer d'un mauvais, tout en exploitant la puissance du modèle de vision PoseNet. Générer des graphes du contenu visuel qui contient des informations pertinentes peut aider l'entraîneur plus, donc on va essayer de automatiser la génération des graphes qui décrivent le mouvement des "KeyPoints" du corps.

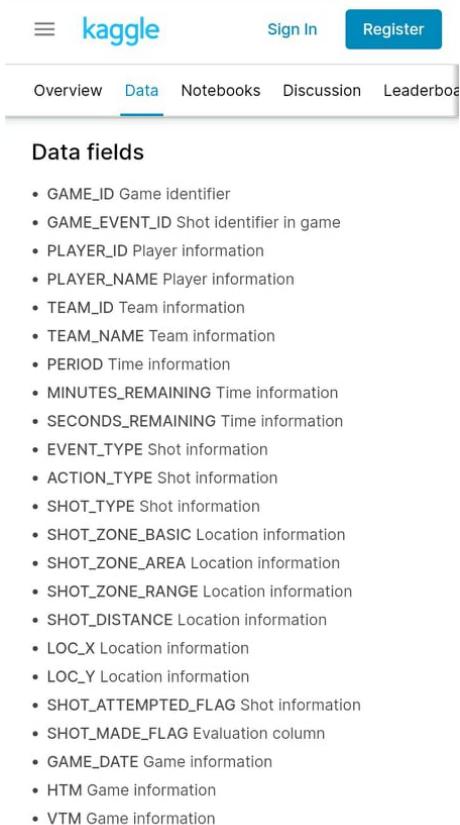
# Chapitre 1

## Cas des Lancers à un grand angle de vue

### 1.1 Source de Données : Kaggle

Kaggle est une plateforme web organisant des compétitions en science des données. Sur cette plateforme, les entreprises proposent des problèmes en science des données et offrent un prix aux datalogistes obtenant les meilleures performances..

### 1.2 Data Set Utilisé



The screenshot shows the Kaggle interface for a dataset titled "NBA shots". At the top, there are navigation links: "Overview", "Data" (which is underlined), "Notebooks", "Discussion", and "Leaderboard". Below the navigation bar, the title "Data fields" is displayed, followed by a bulleted list of 27 data fields:

- GAME\_ID Game identifier
- GAME\_EVENT\_ID Shot identifier in game
- PLAYER\_ID Player information
- PLAYER\_NAME Player information
- TEAM\_ID Team information
- TEAM\_NAME Team information
- PERIOD Time information
- MINUTES\_REMAINING Time information
- SECONDS\_REMAINING Time information
- EVENT\_TYPE Shot information
- ACTION\_TYPE Shot information
- SHOT\_TYPE Shot information
- SHOT\_ZONE\_BASIC Location information
- SHOT\_ZONE\_AREA Location information
- SHOT\_ZONE\_RANGE Location information
- SHOT\_DISTANCE Location information
- LOC\_X Location information
- LOC\_Y Location information
- SHOT\_ATTEMPTED\_FLAG Shot information
- SHOT\_MADE\_FLAG Evaluation column
- GAME\_DATE Game information
- HTM Game information
- VTM Game information

FIGURE 1.1 – Image

Dans ce chapitre nous allons élaborer la phase de préparation de données, en invoquant l'architecture du Dataset utilisée.

### 1.3 Comment Interagir avec notre Dataset

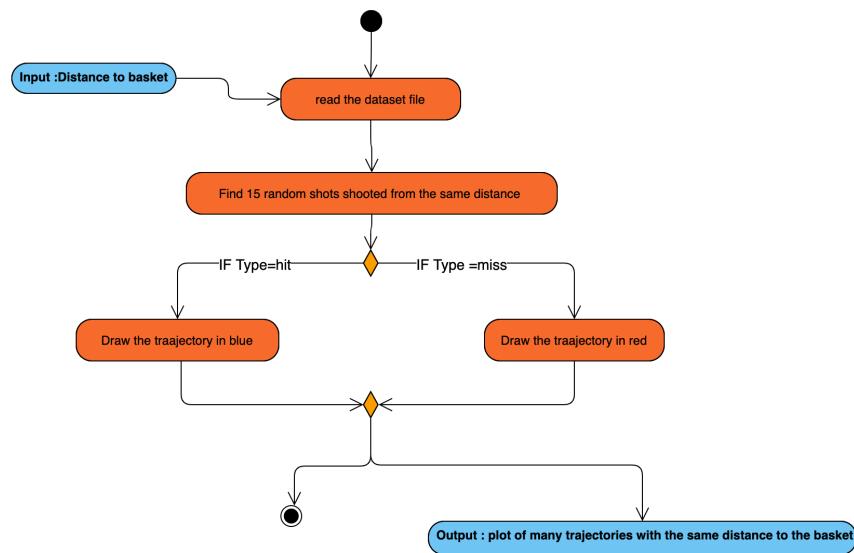


FIGURE 1.2 – Image

### 1.4 Dessin des courbes

Pour dessiner des courbes, on prend aléatoirement des courbes à des coordonnées enregistrées dans la Dataset utilisé, ce que nous aller permettre de dessiner les courbes représentées dans la figure suivante.

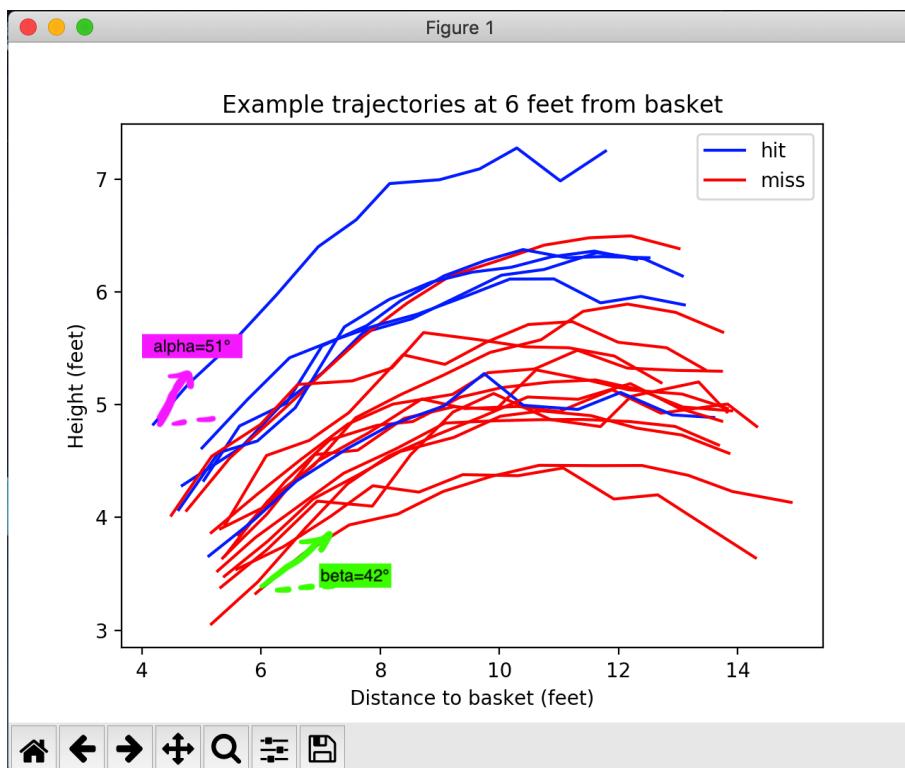


FIGURE 1.3 – Image

On va supposer que le basketteur lance le ballon à partir du même endroit (environ 6m) et la hauteur du panier est toujours fixe (environ 3m) . On peut remarque que l'angle du lancement du ballon est un peu incliné ( $<45^\circ$ ) pour les coups de basket ratés par contre au coups réussit, les coups réussit sont plus concave que les autres coups. la portée est plus importante lorsque le trajectoire est concave ,c'est le cas des coups réussit .

# Chapitre 2

## Cas des lancer de petit angle de vue

### 2.1 Introduction

Pour déetecter les différentes parties du corps humain, on a recours au modèle PoseNet.

Ce dernier est un modèle de vision qui peut être utilisé pour estimer la pose d'une personne dans une image ou une vidéo en estimant où se trouvent les articulations clés du corps.

Comment ça fonctionne ? L'estimation de la pose fait référence aux techniques de vision par ordinateur qui détectent les figures humaines dans les images et les vidéos, afin que l'on puisse déterminer, par exemple, où le coude d'une personne apparaît dans une image.

En donnant ce modèle l'un des deux vidéos des lancers étudiés, la vidéo en sortie semble toujours intéressante car il permet une visualisation graphique de ces Keypoints en temps réel, à cela s'ajoute que les squelettes colorées peuvent aider facilement à détecter combien de personnes sont présentes dans scène. Pour notre cas, on va avoir une seule personne dans la scène, donc on aura pas de problèmes de confusion entre le lanceur et une autre personne.

### 2.2 Détection de posture de joueur

Dans ce chapitre, nous étendrons la représentation du diagramme d'activité qui décrit l'entrée et sortie de programme qui détecte le ballon lorsqu'il est proche.

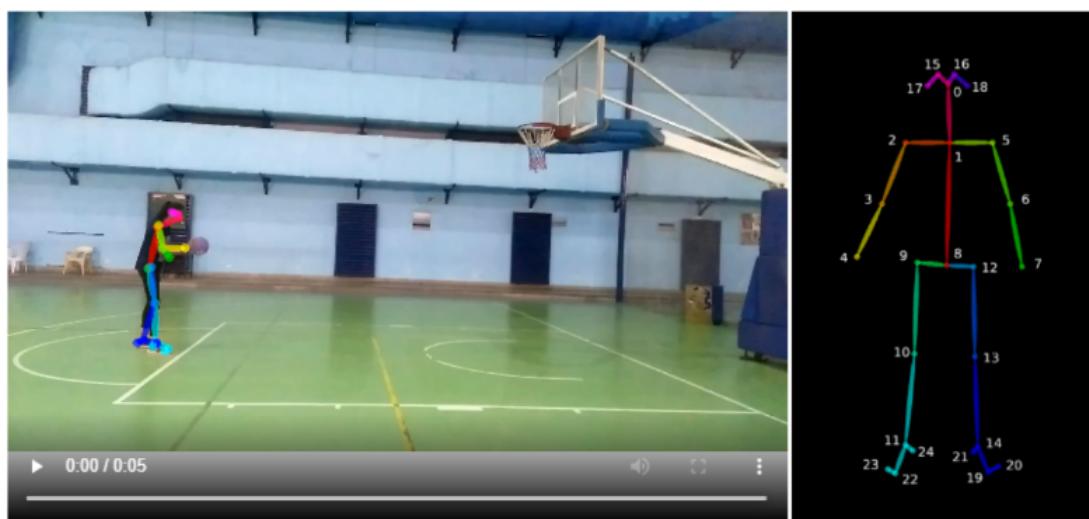


FIGURE 2.1 – Video de sortie

## 2.3 Conception

### 2.3.1 Diagramme d'activité

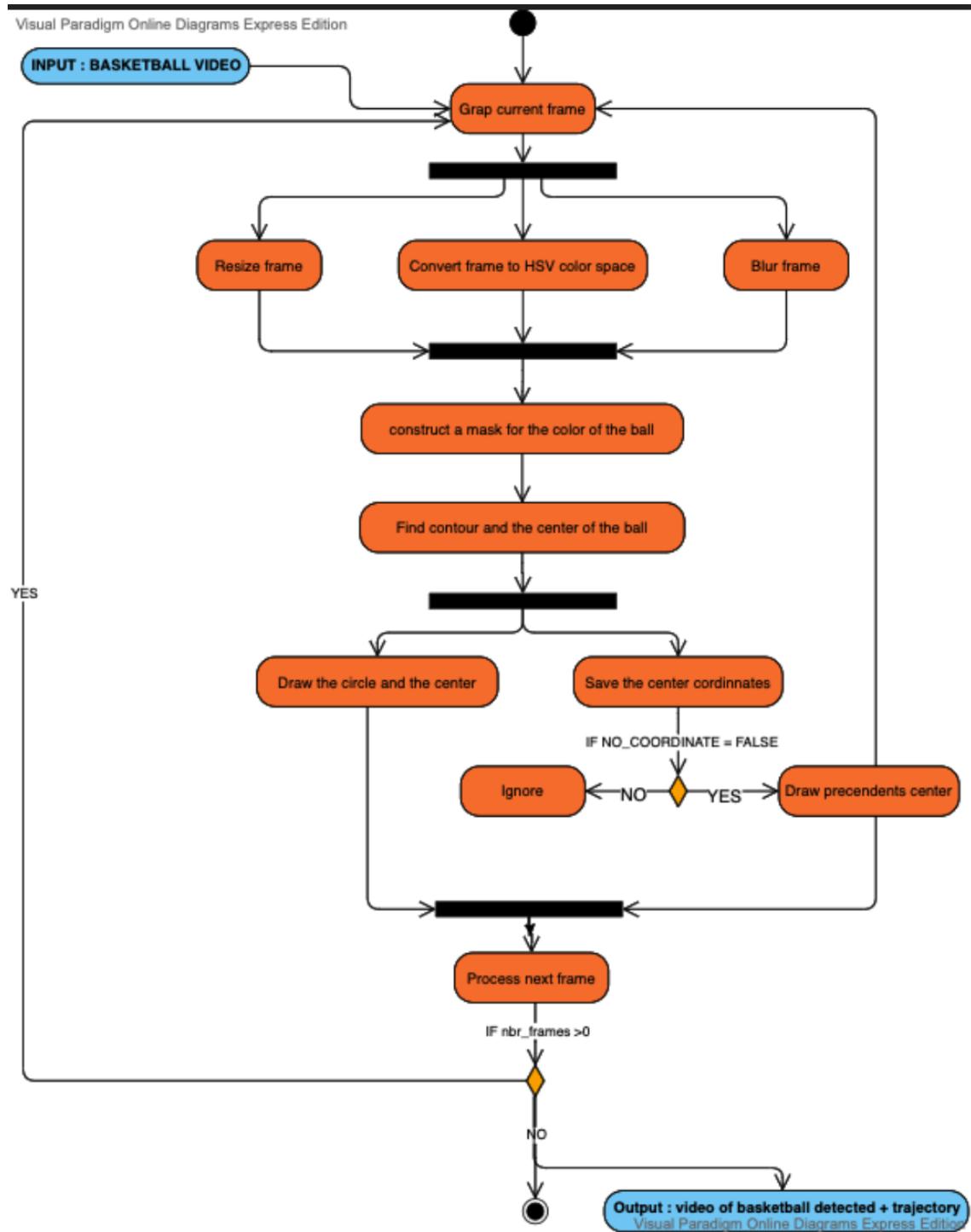


FIGURE 2.2 – Diagramme d'activité

Le diagramme d'activité est un diagramme comportemental d'UML, permettant de représenter le déclenchement d'événements en fonction des états du système et de modéliser des comportements parallélisables.

# Chapitre 3

## Détection du trajet du ballon

### 3.1 Introduction :

Dans ce chapitre on va essayer de tracer le chemin suivi par le ballon à l'aide d'un modèle de Computer Vision, ensuite on garder leurs coordonnées afin de les reutiliser dans la phase de l'étude de trajet.

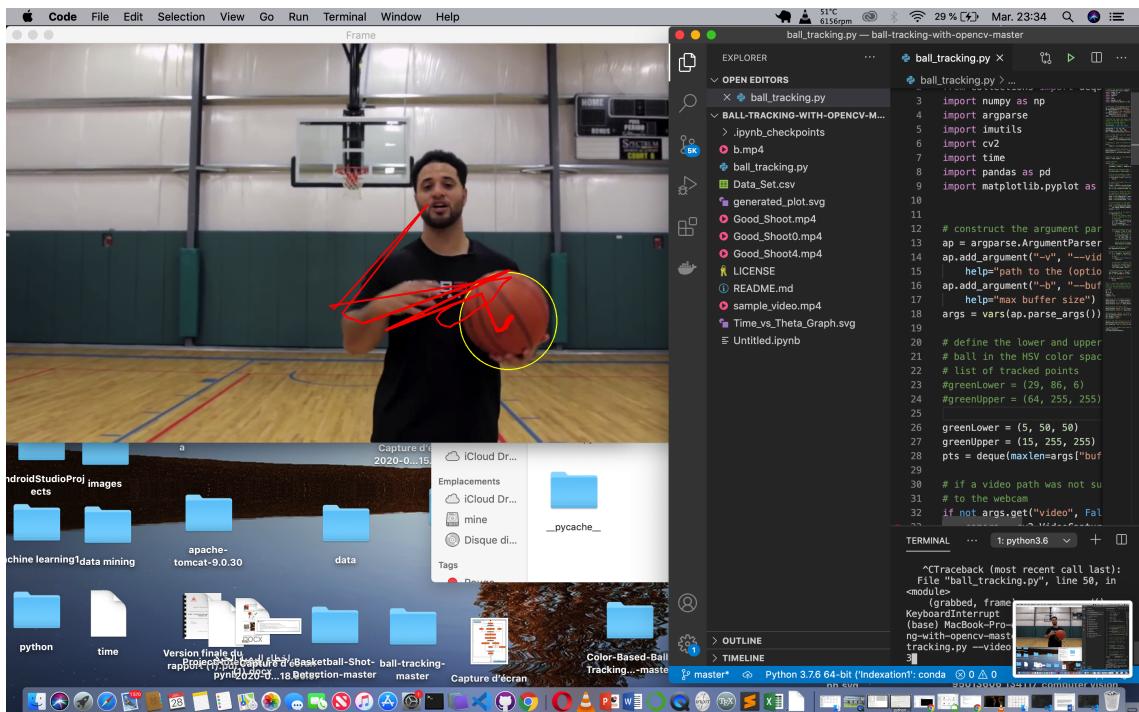


FIGURE 3.1 – Image : Code de suivi du ballon

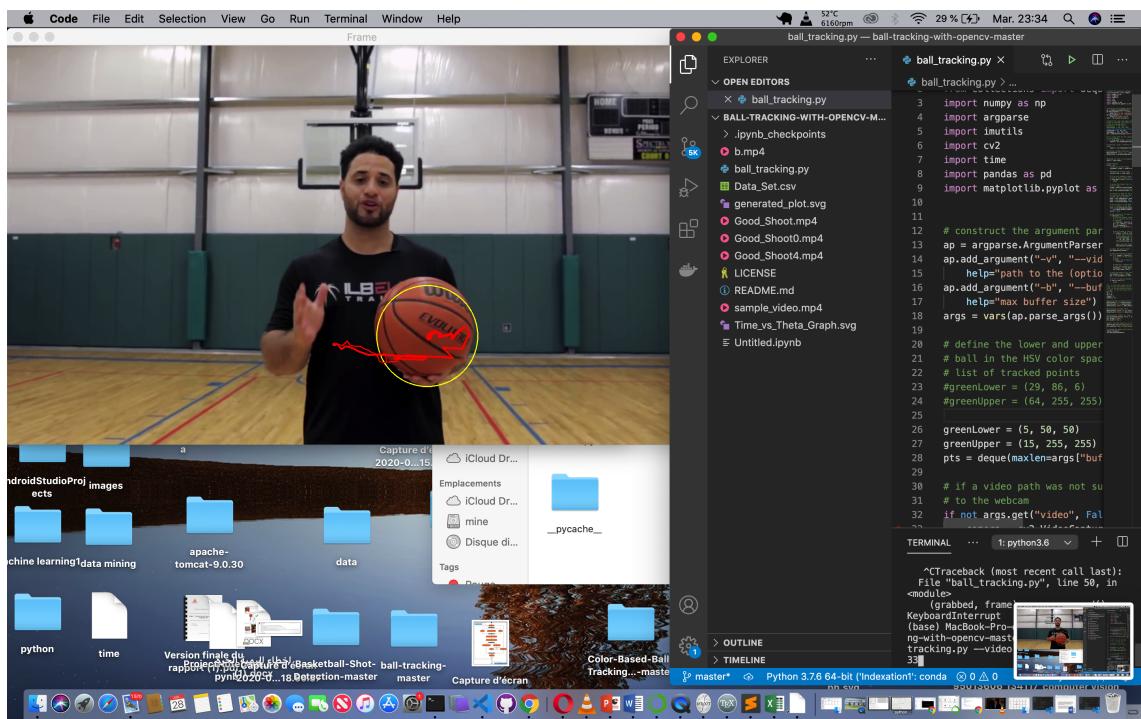


FIGURE 3.2 – Image : Code de suivi du ballon

### 3.2 Exemple de suivi d'un ballon vert



FIGURE 3.3 – Suivi un ballon

### 3.3 Chemin suivi par le ballon vert

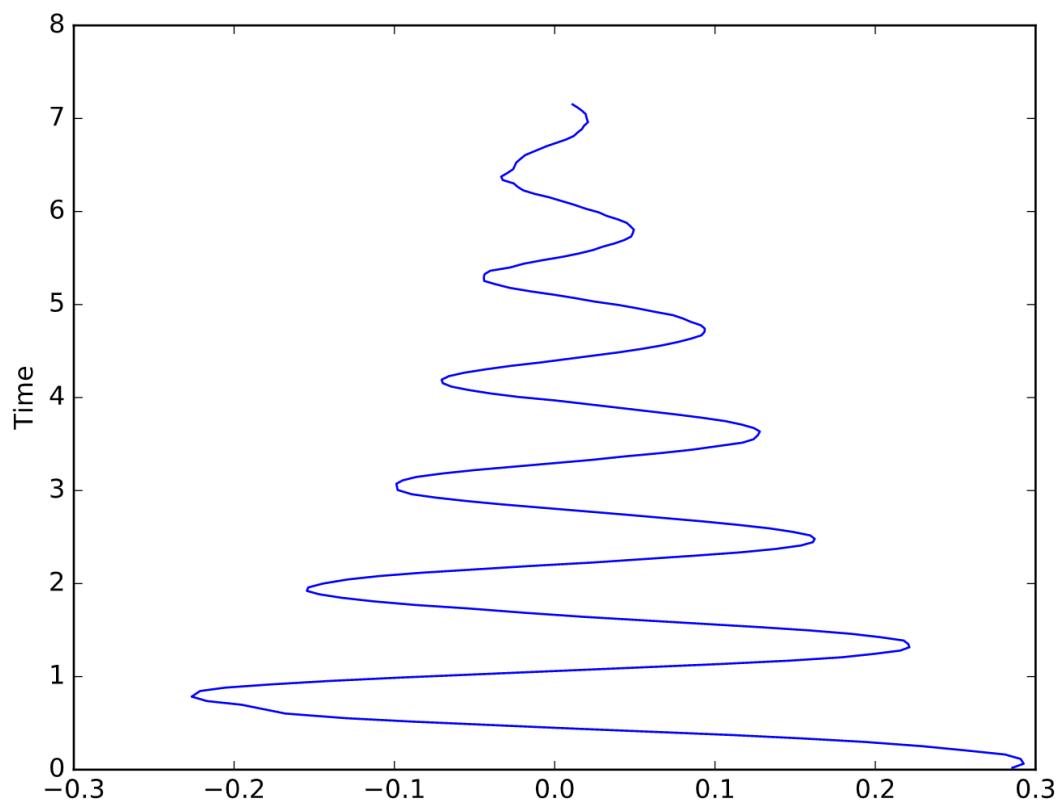


FIGURE 3.4 – Suivi un ballon

La figure ci-dessous décrive le chemin suivé par le ballon, un chemin qui varie avec le temps, ce qui a permis de recevoir la figure données.

## Chapitre 4

# Visualisation des résultat des Lancers

### 4.1 Introduction

Pour répondre a cette question, on a exploité les Keypoint attachés au corp de joueur, ce que nous a donné la possibilité de suivre les mouvements de de toute partie de son corps, les courbes fournies ci dessous decrivent la variation de la position de l'avant bra gauche (point 6 et 7) et la main droite de joueur (point 4)

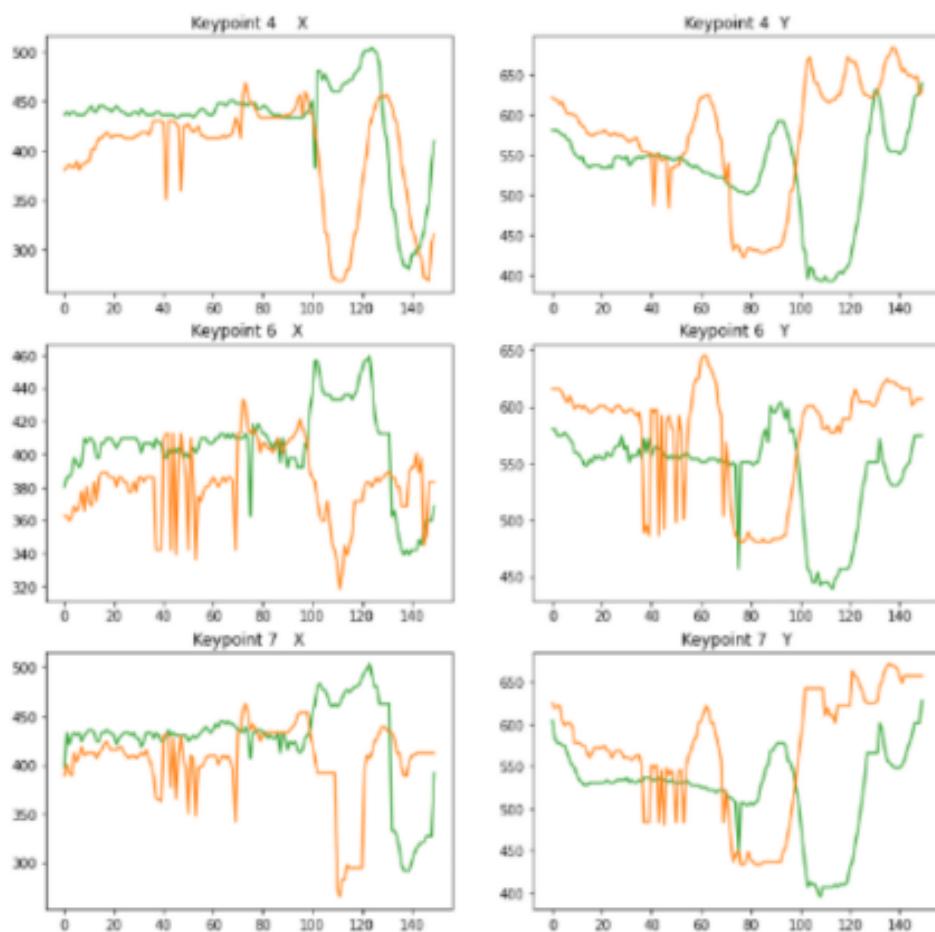


FIGURE 4.1 – Graphe correspondant aux Keypoints 4 , 6 et 7

## 4.2 Visualisation des résultats

L'étude des différentes Keypoints dans leur mouvement nous a permis de tracer des courbes qui suivent ces points par rapport aux deux axes, X,Y, respectivement l'axes horizontale et le vertical, et comparer notre lancer qu'on veut analyser avec un bon lancer.

Sur la base de la figure 4.1 du rapport, pour les points 4,(6 et 7) qui représentent la main droit et l'avant-bras gauche, nous pouvons remarquer que les courbes sont presque similaires avant de laisser le ballon, mais c'est juste après quand les courbes commencent à s'éloigner juste après. On peut alors citer les fautes suivantes ce qui provoque l'échec du lancer :

- En analysant les coordonnées des deux points 6 et 7 représentants l'avant-bras, ces deux derniers doivent conserver les mêmes coordonnées par rapport à l'axe X avant le lancement pour que l'avant-bras soit vertical.
- La main ne suit pas le ballon, d'autre mot, le joueur garde sa main une fois il tire. (On peut remarquer comment la courbe rouge diminue d'une manière brusque par rapport à X).
- En restant sur les deux points de l39 ;avant-bras, un lancer peut être mauvais si la force nécessaire n39 ;a pas été suffisamment générée. Contrairement à l'exemple d'un bon lancer, nous pouvons remarquer par les coordonnées comment l'avant-bras a été abaissé pour générer la force nécessaire pour le lancer.

### 4.3 Proposition des solution possibles

A l'aide de la visualisation des résultats et de document fourni par notre encadrant, qui contient des conseils nécessaires, nous pouvions proposer les solutions suivantes, qui peuvent améliorer le lancer.

- Concernant la première remarque, issue de la question 1, il faut que la main suive le ballon jusqu'au bout.

Tout en poussant le ballon, nous devons tourner la main autour du poignet jusqu'à ce que le ballon quitte la main.

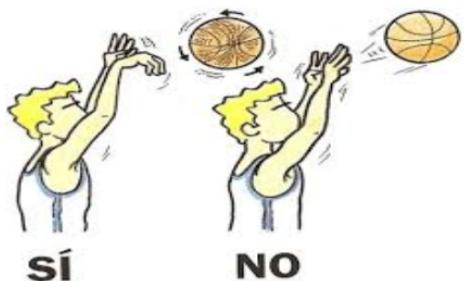


FIGURE 4.2 – Graphe correspondant aux deux solutions données

- L'avant-bras doit être vertical tout au long de lancer.



FIGURE 4.3 – Graphe correspondant aux deux solutions données

- Nous devons retourner l'avant-bras pour générer la force nécessaire à la poussée du ballon lors le lancer.

### 4.4 Etude de la trajectoire

On va supposer que le basketteur lance le ballon à partir du même endroit (environ 6m) et la hauteur du panier est toujours fixe (environ 3m). On remarque que l'angle du lancement du ballon est un peu incliné ( $<45^\circ$ ) pour les coups de basket ratés par contre au coups réussis, les coups réussis sont plus concave que les autres coups. La portée est plus importante lorsque le trajectoire est concave, c'est le cas des coups réussis.

# Chapitre 5

## Réalisation du projet

Dans ce chapitre nous allons élaborer la phase de réalisation de l'application , en vous montrant la partie de développement que nous avons implementé en utilisant Python.

### 5.1 [Environnement de développement](#)

#### 5.1.1 Langages de développement

##### 5.1.1.1 Python

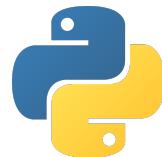


FIGURE 5.1 – Logo Python

Python est un langage de programmation interprété, multi-paradigme et multiplateformes. Il favorise la programmation impérative structurée, fonctionnelle et orientée objet.

##### 5.1.1.2 Numpy



FIGURE 5.2 – Logo Numpy

NumPy est une extension du langage de programmation Python, destinée à manipuler des matrices ou tableaux multidimensionnels ainsi que des fonctions mathématiques opérant sur ces tableaux.

### 5.1.1.3 openCV



FIGURE 5.3 – Logo openCv

OpenCV est une bibliothèque graphique libre, initialement développée par Intel, spécialisée dans le traitement d’images en temps réel.

### 5.1.2 Logiciels

#### 5.1.2.1 Atom



FIGURE 5.4 – Logo Atom

Est un éditeur de texte libre pour MacOs, GNU/Linux et Windows développé par GitHub. La plupart des extensions sont sous licence libre et sont maintenues par la communauté.

# Chapitre 6

## Conclusion

Au cours de déveleoppement de ce projet, nous avons appris à rechercher des informations et à faire une synthèse, notamment pour ce rapport, ce qui nous a permis de progresser rapidement dans l'apprentissage d'une technologie que nous ne connaissons pas.

En termes d'human ce projet, une réelle opportunité de vivre en étroite collaboration dans un groupe de travail. Cela nous a permis d'améliorer nos compétences technique et de communication.

Les objectifs du projet ont été atteints à long terme. En effet, les fonctionnalités sont mentionnées dans les spécifications sur les implémentations et sont fonctionnelles.

# Bibliographie

- [1] By Rouâa Ben Hammouda.  
<http://lycees.ac-rouen.fr/stvalery/html/cours/math/bacblancSTMG/bacblancSTMGweb.publi/web/co/e>
- [2] By : Fotolia / Rawf8.  
<https://www.proactiveacademy.fr/blog/formation/formation-en-ligne-e-learning/>
- [3] By : Onel Harrison.  
<https://moodle.org/?lang=fr>
- [4] By : Unknown.  
<https://www.udemy.com>
- [5] B : Kevin Liao  
<https://coursera.com>