

BOUDHINA Mohamed

19/08/2024

# Rapport de stage

Développement d'Applications  
Web pour la Collecte de Données  
Gestuelles

*Rapport de stage de 2<sup>ème</sup> année*

Parcours : IRIS

Enseignant référent: Mme Audrey Minghelli  
Dr Pakorn Ubolkosold

Année Universitaire 2023/2024

## Engagement de non plagiat.

Je soussigné, BOUDHINA MOHAMED

N° carte d'étudiant : ...22207065.....

Déclare avoir pris connaissance de la charte des examens et notamment du paragraphe spécifique au plagiat.

Je suis pleinement conscient(e) que la copie intégrale sans citation ni référence de documents ou d'une partie de document publiés sous quelques formes que ce soit (ouvrages, publications, rapports d'étudiants, internet, etc....) est un plagiat et constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait le ...18/08/2024.....

Signature(s)

M. Boudy

Ce document doit être inséré en première page de tous les rapports, dossiers et/ou mémoires.

*Document du chapitre 10 annexe 5, issu de la Charte des examens adoptée en Conseil d'Administration le 11 juillet 2013 après avis du CEVU du 27 juin 2013 - Délibération N°2013-73 – Modifié suite au CFVU du 12/03/2015.*

## Résumé :

Ce rapport présente mon expérience de stage axée sur le développement d'applications web pour la collecte de données sur les gestes corporels, notamment les gestes de la main, les expressions faciales et les postures du corps. Au cours de mon stage, j'ai acquis des compétences en programmation avec Python, ainsi qu'une maîtrise des frameworks Flask et des techniques de machine learning. J'ai également développé trois applications web distinctes qui permettent aux utilisateurs de capturer et de stocker des données pour entraîner des modèles d'apprentissage automatique. Ce stage a renforcé ma confiance en mes capacités techniques et a approfondi mon intérêt pour l'intelligence artificielle, me préparant ainsi à une carrière future dans ce domaine.

### Mots clés :

- Application web
- Collecte de données
- Gestes corporels
- Machine learning
- Python
- Flask
- Intelligence artificielle

---

### Summary:

This report presents my internship experience focused on developing web applications for collecting data on body gestures, including hand gestures, facial expressions, and body postures. During my internship, I acquired programming skills in Python, as well as proficiency in Flask frameworks and machine learning techniques. I also developed three distinct web applications that allow users to capture and store data to train machine learning models. This internship has boosted my confidence in my technical abilities and deepened my interest in artificial intelligence, thus preparing me for a future career in this field.

### Keywords:

- Web application
- Data collection
- Body gestures
- Machine learning
- Python
- Flask
- Artificial intelligence

## Table des matières

Résumé .....	2
I. Remerciements.....	5
II. Introduction .....	5
III. L'environnement du laboratoire de recherche .....	6
1. Présentation du laboratoire de recherche .....	6
2. Identification des enjeux .....	6
3. Objectifs .....	6
4. Réglementation.....	7
5. Conclusion .....	7
IV. Récapitulatif des tâches qui m'ont été confiées, le temps consacré, mon degré d'autonomie : .....	8
1. Première étape - Acquisition des compétences en Python (10 jours).....	8
2. Deuxième étape - Réunion avec Pakorn (1 jour).....	8
3. Troisième étape - Acquisition des compétences en Machine Learning (3 jours) .....	8
4. Quatrième étape - Développement du script et de l'application web (4 jours).....	9
5. Cinquième étape - Développement de l'application web pour la collecte des gestes de la main (28 jours).....	9
6. Sixième étape - Adaptation du code pour le visage et le corps (15 jours).....	9
V. Description complète des tâches énumérées précédemment .....	10
1. Description complète du développement de l'application BMI.....	10
a. Objectif et Contexte .....	10
b. Ressources Utilisées.....	10
c. Processus de Développement .....	10
2. Description complète du développement de l'application de prédiction de l'espèce Iris 12	
a. Objectif et Contexte .....	12
b. Ressources Utilisées.....	12
c. Processus de Développement .....	12
3. Description de l'Application Web pour la Reconnaissance des Gestes de la Main .....	14
a. Introduction.....	14
b. Architecture de l'Application .....	14
c. Fonctionnalités de l'Application.....	15
d. Conclusion .....	19
e. Perspectives d'Amélioration .....	19
4. Application Web pour la Détection du Visage .....	20

a.	Introduction .....	20
b.	Fonctionnalités Principales .....	20
5.	Application Web pour la Détection du Corps .....	22
a.	Introduction .....	22
b.	Fonctionnalités Principales .....	22
c.	Conclusion .....	23
VI.	Bilan et conclusion personnels et professionnels sur la projection pour l'avenir .....	24
1.	Bilan personnel .....	24
2.	Bilan professionnel .....	24
3.	Projection pour l'avenir .....	24

## I. Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'égard de toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de mon stage. Je remercie tout particulièrement mon responsable de stage, Dr. Karel Sterckx, pour sa confiance et son encadrement tout au long de cette expérience. Un remerciement spécial à mon tuteur, Dr. Pakorn Ubolkosold, pour ses conseils avisés et son soutien continu, qui m'ont permis de progresser dans mon projet.

Je souhaite également remercier Dr. Poompat Saengudomlert, Dr. Waleed Mohammed et Dr. Romuald Jolivot, avec qui j'ai eu le plaisir d'échanger. Leurs retours et suggestions m'ont été d'une grande aide et ont enrichi mon expérience au sein du laboratoire. Leur expertise et leur bienveillance ont grandement contribué à mon apprentissage.

Enfin, je remercie tous mes collègues et amis du laboratoire, dont l'atmosphère de collaboration et de camaraderie a rendu cette période inoubliable.

---

## II. Introduction

Dans un monde de plus en plus axé sur la technologie et les données, l'importance de la collecte et de l'analyse des données devient cruciale, notamment dans le domaine de l'apprentissage automatique. Mon stage a eu lieu dans un laboratoire de recherche à Bangkok University, où j'ai eu l'opportunité de travailler sur un projet innovant visant à développer des applications web pour la collecte de données sur les gestes corporels, incluant les gestes de la main, les expressions faciales et les poses du corps.

Encadré par Dr. Karel Sterckx et sous la tutelle de Dr. Pakorn Ubolkosold, j'ai été immergé dans un environnement de recherche dynamique, où j'ai pu appliquer mes connaissances en Python et en machine learning pour créer des applications web fonctionnelles. Ce projet visait à combler un vide dans les outils disponibles pour la collecte de données sur les gestes corporels, facilitant ainsi le travail des chercheurs et des praticiens dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Au cours de ce stage, j'ai acquis des compétences techniques précieuses, tout en apprenant à collaborer efficacement au sein d'une équipe de recherche. Ce rapport présente les tâches que j'ai réalisées, les compétences que j'ai acquises et les résultats obtenus, ainsi que ma réflexion sur cette expérience enrichissante.

### III. L'environnement du laboratoire de recherche

#### 1. Présentation du laboratoire de recherche

Le laboratoire de recherche où j'ai réalisé mon stage est intégré à Bangkok University, une institution académique de premier plan qui s'engage à promouvoir l'innovation et la recherche scientifique dans divers domaines. Ce laboratoire se spécialise dans le développement de technologies avancées, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle, de la vision par ordinateur et de l'apprentissage automatique. Il est composé d'une équipe de chercheurs multidisciplinaires, incluant des experts en informatique, en neurosciences et en ergonomie, favorisant ainsi une approche intégrée et collaborative.

Le laboratoire travaille sur des projets de recherche appliquée et fondamentale, visant à résoudre des problématiques sociétales et technologiques actuelles. Par ses travaux, il contribue à la production de connaissances scientifiques et techniques, permettant d'accroître le savoir-faire dans le domaine de l'intelligence artificielle et d'améliorer l'interaction entre l'homme et la machine.

#### 2. Identification des enjeux

Le laboratoire de recherche fait face à plusieurs enjeux significatifs, qui sont cruciaux pour sa réussite et son développement. Parmi les principaux enjeux, on peut identifier :

1. **Innovation technologique** : Dans un domaine en constante évolution, l'innovation est essentielle pour maintenir une position de leader. Le laboratoire doit développer des technologies de pointe et anticiper les tendances afin de répondre aux besoins futurs des utilisateurs et aux avancées technologiques.
2. **Financement et ressources** : La recherche est souvent confrontée à des contraintes budgétaires. Il est donc crucial pour le laboratoire de diversifier ses sources de financement, notamment par le biais de subventions, de collaborations avec d'autres institutions et de projets de recherche conjoints. Une gestion efficace des ressources humaines et matérielles est également indispensable pour garantir la réussite des projets.
3. **Transfert de technologie** : Pour maximiser l'impact de ses recherches, le laboratoire doit assurer un transfert efficace des innovations vers des applications concrètes. Cela implique d'établir des collaborations avec d'autres acteurs, afin d'adapter les résultats de recherche aux besoins du marché et d'assurer leur mise en œuvre.

#### 3. Objectifs

Le laboratoire de recherche se fixe plusieurs objectifs qui visent à renforcer son impact et à soutenir son développement :

1. **Développement de technologies innovantes** : L'objectif principal du laboratoire est de concevoir des solutions technologiques qui répondent aux défis contemporains, notamment dans les domaines de la reconnaissance de gestes, de l'interaction homme-machine et de l'analyse de données.
2. **Renforcement des collaborations** : Le laboratoire s'efforce d'établir des partenariats avec d'autres institutions académiques et des entités du secteur privé pour élargir son réseau et multiplier les opportunités de recherche et de développement.

3. **Formation et sensibilisation** : Le laboratoire a pour mission de former la prochaine génération de chercheurs et d'experts en technologie. Il propose des stages, des séminaires et des programmes de formation sur des sujets d'actualité afin de transmettre son savoir-faire et son expertise.
4. **Valorisation des résultats de recherche** : Le laboratoire vise à valoriser ses travaux de recherche à travers des publications, des brevets et des projets collaboratifs. Cela permet d'assurer que les innovations développées aient un impact tangible sur la société.

## 4. Réglementation

Le laboratoire est également confronté à des exigences réglementaires qui influencent ses activités de recherche :

1. **Normes éthiques** : Le développement de technologies, notamment celles impliquant la collecte de données personnelles ou la reconnaissance faciale, doit respecter des normes éthiques strictes pour garantir la protection des droits des individus.
2. **Réglementations sur la protection des données** : Les lois sur la protection des données, telles que le RGPD en Europe, imposent des restrictions sur la collecte et l'utilisation des données personnelles. Le laboratoire doit veiller à se conformer à ces réglementations afin d'éviter d'éventuelles sanctions.
3. **Normes de sécurité** : Les technologies développées doivent répondre à des normes de sécurité pour garantir qu'elles ne présentent pas de risques pour les utilisateurs ou pour les systèmes d'information.

## 5. Conclusion

Le laboratoire de recherche à Bangkok University joue un rôle essentiel dans le développement de solutions innovantes dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la vision par ordinateur. En identifiant les enjeux auxquels il est confronté, en définissant ses objectifs et en s'adaptant à un environnement en évolution, le laboratoire est en mesure de contribuer significativement à l'avancement de la recherche et de l'innovation. Son engagement envers l'éthique, la collaboration et la formation garantit que ses travaux auront un impact positif sur la société et l'industrie.



#### IV. Récapitulatif des tâches qui m'ont été confiées, le temps consacré, mon degré d'autonomie :

Lors de mon arrivée, mon tuteur Pakorn m'a exposé l'objectif de mon stage : "Il est généralement très contraignant pour une personne de collecter des données sur les repères du corps tels que la posture du corps, la posture des mains et l'expression faciale, qui peuvent être utilisées pour l'entraînement d'un modèle d'apprentissage automatique. À notre connaissance, il n'existe aucun outil convivial pour effectuer une telle activité. Dans ce projet, nous avons proposé le développement d'une application web qui permet aux utilisateurs de capturer et de stocker facilement des données sur les gestes corporels pour l'entraînement de leurs modèles."

##### 1. Première étape - Acquisition des compétences en Python (10 jours)

Mon tuteur m'a assigné ma première tâche : maîtriser Python. J'ai disposé de 10 jours pour acquérir cette compétence et réaliser un mini-projet consistant en une application web BMI (Indice de Masse Corporelle). Pour cela, j'ai utilisé le site W3School pour apprendre les bases de Python, ce qui m'a permis d'acquérir plusieurs compétences essentielles. Ensuite, pour réaliser l'application web, j'ai dû apprendre à utiliser Flask. Après avoir pris en main Flask, j'ai commencé mon mini-projet qui consistait à développer une application web permettant à l'utilisateur de saisir son poids et sa taille, et de retourner l'IMC avec une interprétation. J'ai utilisé Visual Studio Code pour écrire le script.

Pour afficher le code sous forme d'application web, j'ai dû rédiger un script HTML permettant aux utilisateurs de visualiser l'application. De mon côté, j'ai rapidement appris le HTML et le CSS, et il m'a fallu 2 jours pour comprendre le principe et créer ma page HTML.

##### 2. Deuxième étape - Réunion avec Pakorn (1 jour)

Nous avons eu une réunion pour faire le point sur l'avancement de mon projet. J'ai présenté l'état d'avancement de mon projet, et il était satisfait. Pour faire avancer le projet principal, il m'a conseillé d'en apprendre davantage sur le machine learning en Python, notamment sur les différents algorithmes d'apprentissage. Pour mieux maîtriser le machine learning, il m'a recommandé de réaliser l'apprentissage de l'iris, qui consiste à développer un script utilisant un algorithme d'apprentissage tel que l'arbre de décision à partir d'un fichier .csv contenant des données sur trois espèces différentes de la fleur Iris (Iris setosa, Iris virginica et Iris versicolor). Ce script permet de prédire les noms des espèces avec de nouvelles données (longueur et largeur des pétales et sépales). Il m'a également suggéré de créer une application web permettant aux utilisateurs de saisir certaines caractéristiques et, en utilisant le modèle enregistré, de prédire le nom de l'espèce.

##### 3. Troisième étape - Acquisition des compétences en Machine Learning (3 jours)

Je me suis dirigé vers la plateforme W3School où j'ai trouvé un cours complet sur le machine learning. J'ai ainsi acquis des compétences sur le fonctionnement du ML, les différentes méthodes utilisées, telles que la régression, la classification, et les algorithmes d'apprentissage comme l'arbre de décision et KNN.

#### 4. Quatrième étape - Développement du script et de l'application web (4 jours)

J'ai commencé à développer mon script utilisant Flask, Python, HTML et l'algorithme d'apprentissage de l'arbre de décision. Tout d'abord, j'ai réalisé un script qui prend en entrée mon fichier .csv, utilise l'algorithme d'apprentissage et enregistre un modèle permettant de prédire les noms des espèces. Ensuite, dans un script séparé, j'ai créé une application web en utilisant Flask, en reprenant le modèle obtenu précédemment pour prédire les noms des espèces. Enfin, j'ai rédigé le code HTML pour la page web.

Une fois que l'application de prédiction Iris permettant de prédire le type de l'espèce à partir des caractéristiques était terminée, j'ai pu acquérir les compétences nécessaires pour entamer le travail essentiel de mon stage, qui consistait à développer une web app permettant de collecter notre propre base de données sur les gestes du corps.

#### 5. Cinquième étape - Développement de l'application web pour la collecte des gestes de la main (28 jours)

D'abord, nous avons convenu que pour faciliter le travail, nous allions commencer par développer une application web permettant d'obtenir une base de données uniquement des gestes de la main. Pour cela, il fallait que je sois autonome et que je fasse mes propres recherches sur ce qui avait été fait auparavant sur ce sujet, et par quoi il fallait commencer. Après de longues recherches sur W3School et sur Google, j'ai pu trouver les informations nécessaires sur les bibliothèques à utiliser et la structure nécessaire pour le code Python et le code HTML. Le développement de cette application m'a pris environ 28 jours.

#### 6. Sixième étape - Adaptation du code pour le visage et le corps (15 jours)

Enfin, une fois que mon application web pour collecter une base de données des gestes de la main était terminée, j'ai pu adapter ce code pour pouvoir collecter des données sur les expressions faciales et les poses du corps. À la fin de mon stage, j'ai réussi à concevoir trois applications web permettant d'obtenir notre propre base de données des gestes du corps.

## V. Description complète des tâches énumérées précédemment

### 1. Description complète du développement de l'application BMI

#### a. Objectif et Contexte

L'objectif de cette première étape de ton stage était de te familiariser avec Python et Flask en développant une application web simple de calcul de l'Indice de Masse Corporelle (IMC). Cette application permet aux utilisateurs de saisir leur poids et leur taille, et de recevoir leur IMC ainsi qu'une interprétation de celui-ci (sous-poids, poids normal, surpoids, obésité).

#### b. Ressources Utilisées

- **Python** : Langage de programmation utilisé pour écrire la logique de l'application.
- **Flask** : Framework web léger en Python pour créer l'application web.
- **HTML** : Utilisé pour créer les pages web interactives pour l'utilisateur.
- **CSS** : Utilisé pour styliser les pages web.
- **W3School** : Plateforme utilisée pour apprendre les bases de Python, Flask, HTML et CSS.

#### c. Processus de Développement

##### 1. Apprentissage de Python et Flask

- Utilisation de tutoriels et de ressources en ligne (comme W3School) pour apprendre les bases de Python et Flask.
- Compréhension des concepts fondamentaux de la programmation en Python et de la création d'applications web avec Flask.

##### 2. Développement de la Fonctionnalité de Calcul de l'IMC

- **Fonction calculate\_bmi** :
  - Prend le poids (en kilogrammes) et la taille (en mètres) comme entrées.
  - Calcule l'IMC en utilisant la formule :  $IMC = \text{poids} / (\text{taille} * \text{taille})$ .
- **Fonction interpret\_bmi** :
  - Prend l'IMC calculé comme entrée.
  - Retourne une interprétation de l'IMC selon les catégories standard : sous-poids, poids normal, surpoids, obésité.

##### 3. Création de l'Application Flask

- **Route /** :
  - Gère les requêtes GET et POST.
  - Si la méthode de requête est POST, elle récupère le poids et la taille soumis par l'utilisateur via le formulaire, calcule l'IMC, interprète la catégorie de l'IMC, et affiche le résultat sur la page result.html.

- Si la méthode de requête est GET, elle affiche simplement le formulaire de saisie sur la page index.html.

#### 4. Création des Pages HTML

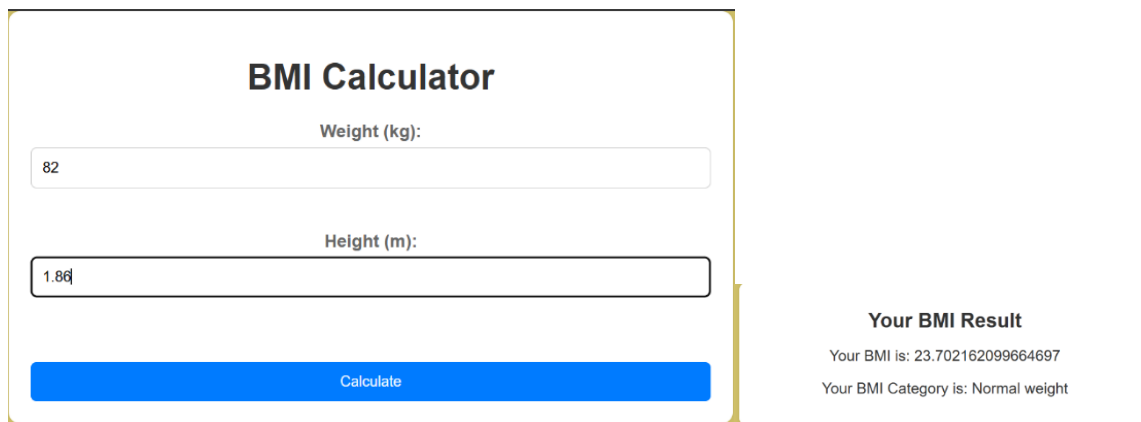
- **Page index.html :**
  - Contient un formulaire permettant à l'utilisateur de saisir son poids et sa taille.
- **Page result.html :**
  - Affiche l'IMC calculé et son interprétation.

#### 5. Styling avec CSS

- Ajout de styles CSS pour améliorer l'apparence des pages web. Les styles sont chargés à partir d'un fichier CSS situé dans le dossier static.

#### 6. Difficultés Rencontrées et Solutions

- **Problème de précision des calculs :** Initialement, les calculs de l'IMC n'étaient pas assez précis. Solution : Conversion explicite des entrées en float pour assurer la précision.
- **Styling des pages web :** Besoin d'apprendre rapidement HTML et CSS pour styliser les pages web. Solution : Utilisation de tutoriels et de ressources en ligne pour maîtriser les bases.



The image shows a web application titled "BMI Calculator". It has two input fields: "Weight (kg)" with the value "82" and "Height (m)" with the value "1.86". Below these fields is a blue "Calculate" button. To the right of the form, under the heading "Your BMI Result", the text displays "Your BMI is: 23.702162099664697" and "Your BMI Category is: Normal weight".

Figure 2: Page HTML BMI de saisie (index.html)

Figure 1: Page HTML de résultat (result.html)

## 2. Description complète du développement de l'application de prédiction de l'espèce Iris

### a. Objectif et Contexte

L'objectif de cette tâche était de me familiariser avec le machine learning en Python et de développer une application web capable de prédire l'espèce d'une fleur Iris à partir de ses caractéristiques (longueur et largeur des sépales et des pétales). La fleur Iris compte trois espèces différentes (Iris setosa, Iris virginica et Iris versicolor). Grâce à une base de données contenant les caractéristiques de ces espèces, j'ai pu entraîner un modèle de décision qui permet de prédire, en fonction des caractéristiques saisies, le nom de l'espèce. Cette application utilise un modèle d'arbre de décision préalablement entraîné pour effectuer les prédictions. Ce projet m'a permis d'acquérir des compétences en machine learning et d'approfondir mes connaissances en développement web avec Flask.

### b. Ressources Utilisées

- **Python** : Langage de programmation utilisé pour le développement du modèle de machine learning et de l'application web.
- **Flask** : Framework web léger en Python pour créer l'application web.
- **Pandas** : Bibliothèque utilisée pour la manipulation des données.
- **Joblib** : Utilisé pour charger le modèle de machine learning.
- **HTML** : Utilisé pour créer les pages web interactives pour l'utilisateur.

### c. Processus de Développement

## 1. Apprentissage du Machine Learning

- Utilisation de tutoriels et de ressources en ligne pour comprendre les concepts fondamentaux du machine learning, les différentes méthodes utilisées (régression, classification) et les algorithmes d'apprentissage (comme les arbres de décision et KNN).

## 2. Développement du Modèle de Machine Learning

- Préparation des données : Utilisation du jeu de données Iris, qui contient les caractéristiques des fleurs et leurs espèces.
- Entraînement du modèle : Utilisation de l'algorithme d'arbre de décision pour entraîner le modèle sur les données d'entraînement.
- Sauvegarde du modèle : Utilisation de Joblib pour sauvegarder le modèle entraîné dans un fichier (modele\_decision\_tree.h5).

## 3. Développement de l'Application Flask

- **Charger le modèle** : Utilisation de Joblib pour charger le modèle de machine learning préalablement entraîné.

- **Route /** : Affiche la page d'accueil avec le formulaire de saisie des caractéristiques des fleurs.
- **Route /predict** :
  - Récupère les données du formulaire soumis par l'utilisateur.
  - Utilise le modèle chargé pour prédire l'espèce de la fleur en fonction des caractéristiques saisies.
  - Affiche le résultat de la prédiction sur une nouvelle page.

#### 4. Création des Pages HTML

- **Page index.html** :
  - Contient un formulaire permettant à l'utilisateur de saisir les caractéristiques de la fleur (longueur et largeur des sépales et des pétales).
- **Page result.html** :
  - Affiche l'espèce prédite de la fleur en fonction des caractéristiques saisies par l'utilisateur.

#### 5. Difficultés Rencontrées et Solutions

- **Chargement du modèle** : Initialement, des problèmes de compatibilité avec les versions de Joblib et Pandas ont été rencontrés. Solution : Mise à jour des bibliothèques et réentraînement du modèle pour assurer la compatibilité.
- **Validation des données** : Besoin de gérer des entrées de formulaire incorrectes ou non valides. Solution : Ajout de validations supplémentaires dans le formulaire HTML et le code Python.

### Iris Species Prediction

Sepal Length:

Sepal Width:

Petal Length:

Petal Width:

Figure 3: Page HTML Iris de saisie (index.html)

### Result

The predicted species is: Iris-virginica

[Back to prediction](#)

Figure 4: Page HTML de résultat (result.html)

### 3. Description de l'Application Web pour la Reconnaissance des Gestes de la Main

#### a. Introduction

L'application web pour la reconnaissance des gestes de la main a été développée pour permettre aux utilisateurs de capturer des données de gestes, de former des modèles de machine learning et de réaliser des prédictions en temps réel. Cette application se base sur des technologies modernes telles que Flask, OpenCV et Mediapipe, offrant une interface interactive et intuitive. L'objectif principal de l'application est d'aider à la collecte et à l'analyse des gestes de la main, facilitant ainsi le développement d'interfaces utilisateur plus naturelles et interactives.

Cette application permet à l'utilisateur de créer sa propre base de données. Par exemple, si l'utilisateur souhaite obtenir une base de données sur des gestes de la main spécifiques, comme le geste "ok" et "stop" (voir figure 9), il peut saisir le nombre 2 dans la case "nombre de classes", car il s'agit ici de deux gestes. Ensuite, il nommera ces deux classes "ok, stop", en séparant les noms des classes par une virgule. L'utilisateur choisit ensuite le nombre d'échantillons qu'il souhaite obtenir dans sa base de données pour chaque classe, puis il appuie sur "capture" pour démarrer la collecte des données.

**Voici le lien pour avoir accès aux scripts des applications :**<https://github.com/mohamedtns>

[mohamedtns \(MGA\) · GitHub](#)

#### b. Architecture de l'Application

##### 1. Technologie Utilisée

- **Flask:** Un micro-framework pour Python qui facilite le développement d'applications web. Il gère les requêtes HTTP et le rendu des templates HTML.
- **OpenCV:** Une bibliothèque open source utilisée pour la vision par ordinateur, permettant de capturer des vidéos et de traiter des images.
- **Mediapipe:** Une bibliothèque de Google pour la détection et le suivi des mains, permettant d'extraire les coordonnées des landmarks des mains.
- **JavaScript:** Utilisé pour rendre l'interface interactive, gérer les événements utilisateur, et communiquer avec le backend via des requêtes AJAX.

##### 2. Structure de l'Application

L'application est structurée en plusieurs composants :

- **Frontend:** Comprend des fichiers HTML/CSS/JavaScript qui fournissent l'interface utilisateur.
- **Backend:** Comprend des scripts Python qui gèrent la logique métier, la communication avec le modèle de machine learning et le traitement des données.
- **Base de données:** Bien que l'application ne nécessite pas de base de données persistante, les données capturées sont stockées temporairement dans des fichiers CSV pour l'entraînement du modèle.

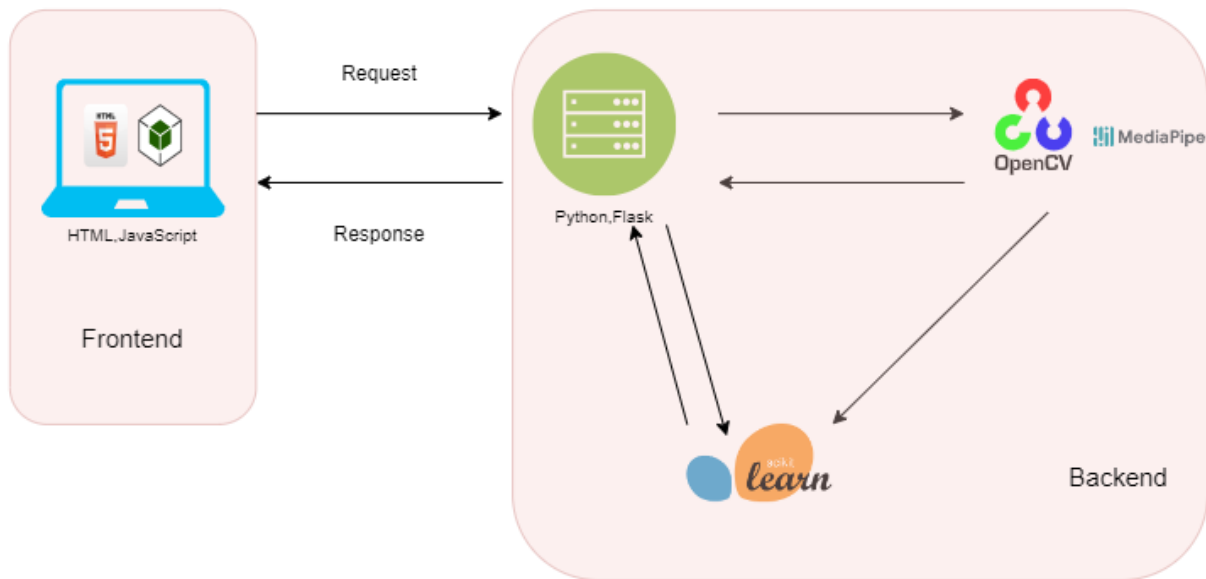


Figure 5: Structure de l'Application

### Explication :

L'application web de reconnaissance des gestes de la main intègre plusieurs technologies dans un processus séquentiel pour fournir ses fonctionnalités. Le processus commence avec le Frontend (HTML, JavaScript), où l'utilisateur interagit avec l'interface pour initier des actions telles que la capture de données, l'apprentissage du modèle et les prédictions. Ces demandes sont envoyées au backend (Flask), qui gère les routes et les points de terminaison, orchestrant ainsi le flux de travail global.

Une fois que le backend reçoit une demande, il utilise des technologies de vision par ordinateur (OpenCV, Mediapipe) pour capturer et traiter la vidéo en temps réel, en détectant les points de repère de la main nécessaires à la reconnaissance des gestes. Ces données traitées sont ensuite renvoyées au backend, qui utilise l'apprentissage automatique (Scikit-learn) pour former un modèle de classification des gestes sur les données capturées ou pour faire des prédictions en temps réel basées sur le modèle. Les résultats de ces prédictions ou les confirmations de la capture des données et de l'apprentissage du modèle sont renvoyés à l'interface pour que l'utilisateur puisse donner son avis, ce qui complète la boucle interactive.

Ce diagramme et ce résumé mettent en évidence l'interconnexion et l'ordre des opérations entre les technologies, ce qui permet de bien comprendre le fonctionnement de l'application de bout en bout

### c. Fonctionnalités de l'Application

#### 1. Capture des Données de Gestes

##### 1.1 Interface Utilisateur

L'utilisateur interagit avec l'application via une interface conviviale qui inclut un formulaire pour saisir les détails de la capture des données. Les champs comprennent :

- **Nombre de classes:** Un champ numérique permettant à l'utilisateur de spécifier combien de classes de gestes il souhaite capturer.



- **Noms des classes:** Un champ de texte pour entrer les noms des classes, séparés par des virgules.
- **Nombre d'échantillons:** Un champ numérique spécifiant combien d'échantillons doivent être capturés pour chaque classe.

L'interface comprend également un bouton "Démarrer la Capture" qui, une fois cliqué, initie le processus de capture.

### 1.2 Processus de Capture

Lorsqu'un utilisateur soumet le formulaire, un gestionnaire d'événements JavaScript est déclenché. Ce gestionnaire effectue les opérations suivantes :

1. **Préparation des Données:** Les valeurs du formulaire sont récupérées et stockées dans des variables. Les noms des classes sont divisés en un tableau.
2. **Démarrage du Compte à Rebours:** Avant la capture des données, un compte à rebours de 5 secondes est lancé pour préparer l'utilisateur. Cela est géré par une fonction `startTimer` qui met à jour l'affichage du temps restant.
3. **Capture des Gestes:** Après le compte à rebours, une requête POST est envoyée au serveur pour commencer la capture. Le serveur lance alors une boucle de capture de vidéo qui traite chaque image pour détecter les gestes.
4. **Stockage des Données:** Les coordonnées des landmarks des mains détectées sont stockées dans un tableau. Chaque fois qu'un geste est capturé, les données sont ajoutées à une liste, y compris la classe correspondante.

### 1.3 Feedback Utilisateur

Tout au long du processus de capture, des messages de statut sont affichés sur l'interface utilisateur. Par exemple, lorsque la capture pour une classe commence, un message tel que "Capturing class: [class\_name]" est affiché, et une mise à jour est faite pour indiquer combien d'échantillons ont été capturés.

## Hand Gesture Recognition

Number of classes:  Class names (comma separated):  Number of samples:

Capturing class: ok



Figure 6: Interface Utilisateur

## 2. Entraînement du Modèle

### 2.1 Initiation de l'Entraînement

Après la capture des données, l'utilisateur peut cliquer sur le bouton "Entraîner le Modèle". Cela envoie une requête POST au serveur pour démarrer le processus d'entraînement. Le backend exécute les étapes suivantes :

1. **Chargement des Données:** Le serveur lit le fichier CSV contenant les données capturées. Les coordonnées des landmarks et les étiquettes de classe sont extraites pour l'entraînement.
2. **Préparation des Données:** Les données sont divisées en ensembles d'entraînement et de test, avec 80 % des données utilisées pour l'entraînement et 20 % pour le test. Cela garantit que le modèle peut être évalué sur des données qu'il n'a pas vues pendant l'entraînement.
3. **Entraînement du Modèle:** Un modèle de classification (Decision Tree) est entraîné sur les données d'entraînement. Les performances du modèle sont évaluées sur l'ensemble de test, et la précision est calculée.
4. **Sauvegarde du Modèle:** Le modèle entraîné est enregistré sous forme de fichier .h5 à l'aide de la bibliothèque joblib, permettant une utilisation future sans avoir à réentraîner.

### 2.2 Affichage des Résultats

Une fois l'entraînement terminé, l'application affiche un message à l'utilisateur indiquant si l'entraînement a été réussi, accompagné de la précision du modèle. Cela permet à l'utilisateur d'évaluer la performance du modèle avant de l'utiliser pour des prédictions.

## Hand Gesture Recognition

Number of classes:  Class names (comma separated):  Number of samples:    
      
 Capture completed!  
 Accuracy: 1

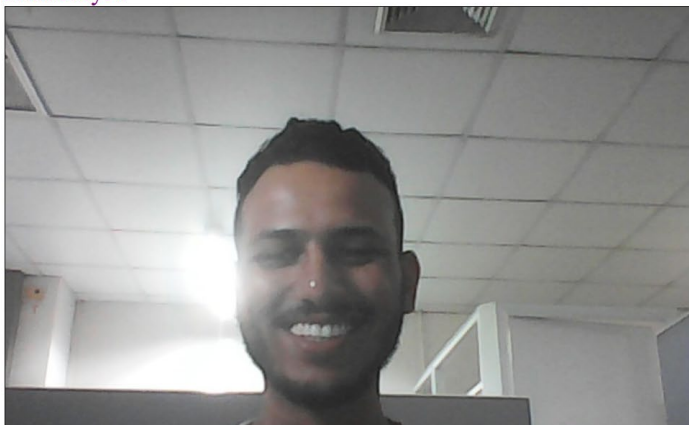


Figure 7: Entraînement du Modèle

### 3. Prédiction des Gestes

#### 3.1 Démarrer les Prédictions

Pour commencer les prédictions, l'utilisateur clique sur le bouton "Démarrer la Prédiction". Cela envoie une requête POST pour charger le modèle entraîné et commencer à traiter les images capturées en temps réel.

#### 3.2 Traitement en Temps Réel

Une fois que les prédictions commencent, l'application effectue les étapes suivantes :

1. **Chargement du Modèle:** Le modèle précédemment entraîné est chargé à partir du fichier .h5.
2. **Détection en Temps Réel:** À chaque image capturée, les landmarks des mains sont extraits. Le modèle prédit la classe du geste basé sur les données de landmarks. La prédiction est affichée en temps réel sur l'interface utilisateur.
3. **Affichage des Résultats:** Les résultats de la prédiction sont mis à jour sur l'écran, permettant à l'utilisateur de voir quel geste est actuellement reconnu.



Figure 8: Prédiction des Gestes

4	ok,0.19999,199299291,0.1
5	ok,0.20789,063769340515,0.7
6	ok,0.23621,38443660736,0.7
7	ok,0.26615,74631500244,0.77
8	ok,1.08029,43674469,0.6657
9	ok,0.48190,69228744507,0.7
10	ok,0.98436,36155128479,0.619
11	ok,0.46269,07408237457,0.80
12	ok,0.94793,4091091156,0.6247
13	ok,0.44355,714321136475,0.81
14	ok,0.93673,27094078064,0.60
15	ok,0.03659,8727107048035,0.
16	ok,0.17945,1892747879,0.735
17	ok,0.19338,1770210266,0.740
18	ok,0.18823,77625846863,0.7
19	ok,0.16622,6419658661,0.747
20	ok,0.16482,36981391907,0.73
21	ok,0.14945,71935653687,0.72
22	ok,0.94085,39669418335,0.62
23	stop,0.2362,75415,0.8
24	stop,0.2508,17711,0.84
25	stop,0.2633,330505,0

Figure 9: Base de données de la main

### 3.3 Arrêter les Prédictions

L'utilisateur peut interrompre le processus de prédiction à tout moment en cliquant sur le bouton "Arrêter la Prédiction". Cela envoie une requête POST au serveur, qui arrête le traitement des images pour les prédictions.

## 4. Gestion des Données

### 4.1 Téléchargement des Données Capturées

Après avoir capturé des données, l'utilisateur a la possibilité de télécharger le fichier CSV contenant les échantillons de gestes. Cela se fait via un lien de téléchargement qui envoie une requête GET au serveur, récupérant le fichier.

### 4.2 Téléchargement du Modèle Entraîné

De même, l'utilisateur peut télécharger le modèle entraîné. Un autre lien de téléchargement permet d'accéder au fichier .h5 du modèle, ce qui facilite le partage et la réutilisation du modèle.

## 5. Sécurité et Gestion des Erreurs

L'application intègre des mécanismes de gestion des erreurs pour informer l'utilisateur en cas de problèmes lors de la capture, de l'entraînement ou des prédictions. Les messages d'erreur sont affichés clairement dans l'interface utilisateur, permettant à l'utilisateur de comprendre ce qui a mal tourné.

### d. Conclusion

Cette application web pour la reconnaissance des gestes de la main représente un outil puissant pour la collecte de données et le développement d'interfaces utilisateur plus intuitives. Grâce à son architecture modulaire et à ses fonctionnalités interactives, l'application permet aux utilisateurs de capturer des gestes, d'entraîner des modèles de machine learning et de réaliser des prédictions en temps réel. En intégrant des technologies avancées telles que Flask, OpenCV et Mediapipe, l'application offre une solution robuste et efficace pour la reconnaissance des gestes de la main.

### e. Perspectives d'Amélioration

Bien que l'application soit fonctionnelle, plusieurs améliorations pourraient être apportées, notamment :

1. **Interface Utilisateur:** L'amélioration de l'interface utilisateur pour la rendre encore plus intuitive et attrayante visuellement.
2. **Système de Feedback:** L'intégration d'un système de feedback pour que les utilisateurs puissent signaler des problèmes ou suggérer des améliorations.
3. **Extensions Fonctionnelles:** Ajout de fonctionnalités supplémentaires, telles que la possibilité de personnaliser les modèles de machine learning ou d'utiliser différents algorithmes de classification.
4. **Support Multilingue:** La prise en charge de plusieurs langues pour une utilisation plus large et une accessibilité accrue.

## 4. Application Web pour la Détection du Visage

### a. Introduction

Cette application web permet de collecter des données sur les expressions faciales, en utilisant des techniques de traitement d'image avancées et des modèles de machine learning. L'objectif est de reconnaître et de classer les différentes expressions faciales en temps réel. L'application utilise des bibliothèques populaires telles que Flask, OpenCV et Mediapipe pour gérer les fonctionnalités.

### b. Fonctionnalités Principales

#### 1. Capture Vidéo en Direct :

- La fonctionnalité principale de l'application est la capture vidéo en direct à partir de la caméra de l'utilisateur. Cela permet d'analyser les mouvements et les expressions faciales en temps réel.
- Un flux vidéo est envoyé à l'interface utilisateur via un endpoint spécifique, permettant à l'utilisateur de voir ce que la caméra capte.

#### 2. Détection des Visages :

- Utilisation de Mediapipe pour détecter les visages dans le flux vidéo. Mediapipe propose des modèles pré-entraînés qui permettent de localiser les visages avec précision.
- Les landmarks du visage sont extraits et affichés sur le flux vidéo pour visualiser les points clés de détection.

### Facial Expression Recognition

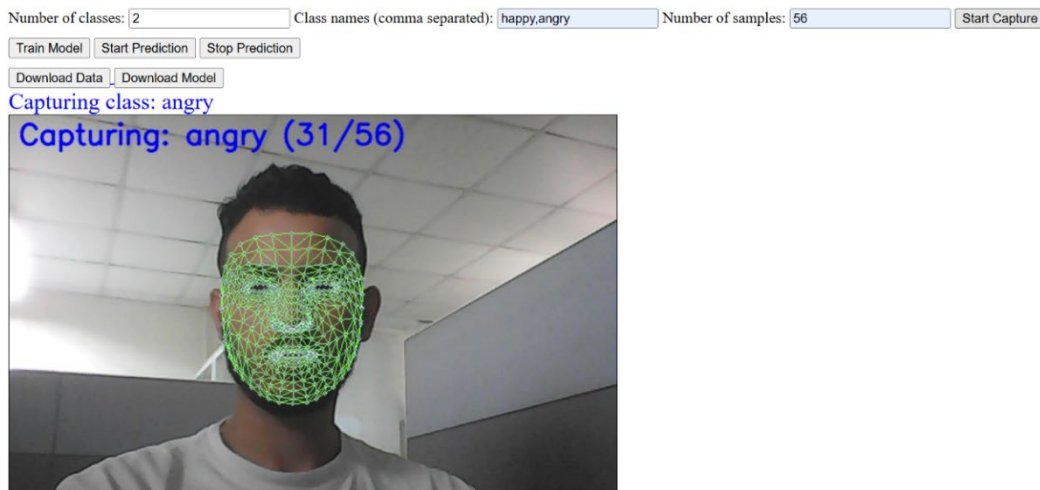


Figure 10: Détection du visage

#### 3. Collecte de Données :

- L'application permet à l'utilisateur de capturer des données en définissant un nombre spécifique d'expressions faciales à enregistrer. L'utilisateur peut



sélectionner une expression, et la collecte des données commencera automatiquement.

Les données sont stockées sous forme de coordonnées (landmarks) pour chaque expression détectée, ce qui permet d'analyser et d'entraîner le modèle de machine learning.

#### 4. Entraînement du Modèle :

- Après la collecte des données, l'utilisateur peut entraîner un modèle de machine learning sur les données capturées. Un algorithme, tel qu'un arbre de décision, est utilisé pour classifier les expressions faciales.
- Une fois le modèle entraîné, il est sauvegardé pour une utilisation future, permettant des prédictions sur de nouvelles données.

#### Facial Expression Recognition

Number of classes: 2 Class names (comma separated): happy,angry Number of samples: 56 Start Capture

Train Model Start Prediction Stop Prediction

Download Data Download Model

Capture completed!

Prediction started...

Model Accuracy: 100.00%

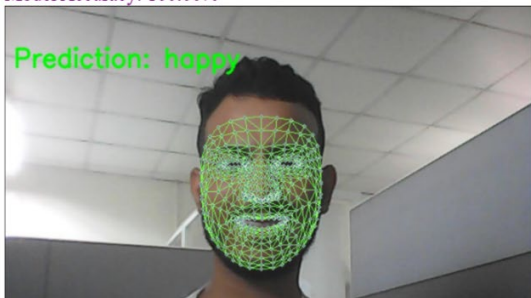


Figure 11: Entraînement du Modèle

#### 5. Prédiction des Expressions Faciales :

- Une fois le modèle entraîné, l'application peut prédire les expressions faciales en temps réel. L'utilisateur peut commencer à prédire les expressions détectées par le modèle, et les résultats seront affichés sur l'interface.
- Les prédictions sont effectuées en analysant les landmarks détectés et en utilisant le modèle entraîné pour classer l'expression.



Figure 12: Prédiction des Expressions Faciales

## 6. Téléchargement des Données et du Modèle :

- L'application permet à l'utilisateur de télécharger les données capturées au format CSV pour une analyse ultérieure, ainsi que le modèle entraîné pour une utilisation hors ligne.

## 5. Application Web pour la Détection du Corps

### a. Introduction

Similaire à l'application pour la détection du visage, cette application est conçue pour détecter et analyser les poses du corps. Elle utilise également des technologies avancées pour fournir une interface utilisateur intuitive et des capacités de traitement en temps réel.

### b. Fonctionnalités Principales

#### 1. Capture Vidéo en Direct :

- Comme pour l'application de détection du visage, cette application capte le flux vidéo en direct de la caméra, permettant de visualiser les poses du corps en temps réel.
- Le flux est traité pour détecter les positions des différentes parties du corps, telles que les bras, les jambes et le torse.

#### 2. Détection des Poses :

- Utilisation de Mediapipe pour détecter les poses du corps. Le modèle permet d'identifier les articulations clés et d'évaluer les angles entre elles.
- Les poses détectées sont superposées sur le flux vidéo, offrant une visualisation claire des mouvements.

#### 3. Collecte de Données :

- L'utilisateur peut définir le nombre de poses à enregistrer, et l'application collectera les données correspondantes lors de la détection des mouvements.
- Les données de pose sont stockées de manière structurée pour faciliter l'entraînement du modèle.

#### 4. Entraînement du Modèle :

- Les utilisateurs peuvent entraîner un modèle de machine learning sur les données de poses capturées, permettant au modèle d'apprendre à reconnaître différentes poses corporelles.
- Une fois l'entraînement terminé, le modèle est enregistré pour des prédictions futures.

#### 5. Prédiction des Poses :

- L'application peut effectuer des prédictions sur les poses du corps en temps réel, en analysant le flux vidéo et en utilisant le modèle entraîné.

- Les résultats des prédictions sont affichés à l'utilisateur, facilitant l'interaction et l'analyse.

## 6. Téléchargement des Données et du Modèle :

- Tout comme l'application de détection du visage, cette application permet le téléchargement des données et du modèle entraîné, offrant une flexibilité pour une analyse ultérieure.

### Body Pose Detection

Number of classes:  Class names (comma separated):  Number of samples:

Capture completed!  
Prediction stopped.

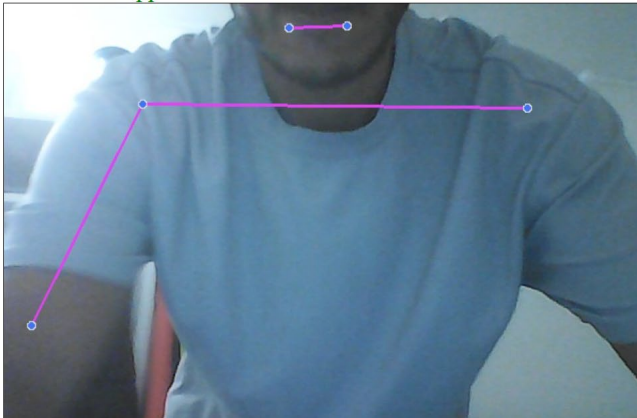


Figure 13: Détection des Poses



Figure 14:Prédiction des Poses

### c. Conclusion

Ces deux applications web offrent une approche puissante pour la collecte et l'analyse de données relatives aux expressions faciales et aux poses corporelles. Elles combinent des technologies avancées pour permettre aux utilisateurs de réaliser des analyses en temps réel, tout en offrant des outils pour le développement et l'entraînement de modèles de machine learning. Chaque application est conçue pour être intuitive et facile à utiliser, ce qui en fait des outils précieux pour les chercheurs et les développeurs dans le domaine de la reconnaissance des gestes et des expressions.



## VI. Bilan et conclusion personnels et professionnels sur la projection pour l'avenir

Mon stage m'a permis d'acquérir des compétences techniques et professionnelles précieuses dans le domaine de la programmation, du développement d'applications web et de l'apprentissage automatique. Cette expérience m'a non seulement donné l'occasion de mettre en pratique mes connaissances théoriques, mais elle m'a également ouvert les yeux sur l'importance de l'innovation technologique dans le domaine de la collecte de données pour l'apprentissage machine.

### 1. Bilan personnel

Sur le plan personnel, ce stage a renforcé ma confiance en moi et ma capacité à travailler de manière autonome. En prenant en main des projets complexes, j'ai appris à gérer mon temps de manière efficace, à surmonter les obstacles et à chercher des solutions créatives aux problèmes rencontrés. La collaboration avec mon tuteur, Pakorn, m'a également permis de bénéficier de ses conseils et de son expertise, ce qui a été inestimable dans mon apprentissage.

Ce stage a également approfondi mon intérêt pour le domaine de l'intelligence artificielle et du machine learning. En développant des applications pour la collecte de données sur les gestes du corps, j'ai pris conscience des nombreuses possibilités offertes par ces technologies pour améliorer notre quotidien. Cela m'a incité à me projeter dans une carrière où je pourrais continuer à explorer et à contribuer à ce domaine en pleine expansion.

### 2. Bilan professionnel

Professionnellement, ce stage m'a permis de développer une compréhension solide des technologies et des outils utilisés dans le développement d'applications web. En apprenant à utiliser Python, Flask, HTML et CSS, j'ai acquis des compétences techniques essentielles qui me seront utiles dans ma future carrière. La réalisation de projets concrets, tels que l'application de collecte de données sur les gestes corporels, a été particulièrement enrichissante, car elle m'a permis de voir l'impact direct de mon travail.

De plus, cette expérience m'a donné une vision claire des défis liés à la collecte de données pour l'apprentissage automatique. J'ai compris l'importance de créer des outils conviviaux et efficaces pour faciliter cette collecte, et je me sens désormais prêt à relever ces défis dans le futur.

### 3. Projection pour l'avenir

En regardant vers l'avenir, je suis déterminé à poursuivre mes études et à approfondir mes connaissances dans le domaine du machine learning et de l'intelligence artificielle. Je prévois de suivre des cours supplémentaires pour me familiariser davantage avec des algorithmes avancés et des techniques de traitement des données. De plus, je suis convaincu que des projets de recherche ou des stages dans ce domaine me permettraient d'acquérir une expérience pratique et de me préparer au mieux à intégrer le marché du travail.

À long terme, je rêve de travailler dans une entreprise innovante qui utilise l'intelligence artificielle pour résoudre des problèmes complexes. Je souhaite contribuer au développement de solutions technologiques qui améliorent la vie des gens et favorisent la durabilité. En gardant à l'esprit les leçons apprises durant mon stage, je suis convaincu que je pourrai relever les défis qui m'attendent et avoir un impact positif dans ce domaine en constante évolution.

# Fiche d'évaluation étudiant

***Ce document est à insérer dans le rapport. Le rapport est à fournir pour le 19 aout dernier délai.***

**Organisme d'accueil : bangkok university**

**Sujet du stage : Développement d'Applications Web pour la Collecte de Données Gestuelles**

Evaluation qualitative du stage	I	S	B	E	N	Commentaires
<b>Qualité de l'entreprise</b>						Le laboratoire offre un environnement favorable pour le développement des compétences en ingénierie, notamment dans les domaines du machine learning et du développement web.
L'entreprise offre-t-elle un contexte propice à une carrière d'ingénieur ?			B			
L'entreprise connaissait-elle l'école (accueil de stagiaire, embauche, relations autres...) ?				E		
L'entreprise a-t-elle mis à votre disposition les moyens nécessaires pour réaliser votre mission (documents, éléments d'information, matériels) ?				E		
<b>Qualité de la missions</b>						Les missions étaient parfaitement alignées avec ma formation en ingénierie, notamment en développement web et machine learning. Les tâches ont été en accord avec ce qui avait été défini au départ.
Vos missions étaient-elles en rapport avec votre formation ?				E		
Les missions effectuées étaient-elles bien celles définies au départ ?				E		
<b>Qualité de l'encadrement</b>						Mon tuteur m'a bien intégré dans l'équipe et m'a présenté le fonctionnement du laboratoire. Mon tuteur a été très disponible pour m'apporter de l'aide et des conseils tout au long du stage. L'enseignant référent n'a pas été sollicité de manière importante pendant le stage.
Votre tuteur organisme d'accueil a-t-il pris le temps de vous présenter le fonctionnement de la structure et l'équipe ?			B			
Votre tuteur organisme d'accueil vous a-t-il aidé et conseillé quand cela était nécessaire ?				E		
Votre enseignant référent vous a-t-il aidé et conseillé lorsque cela était nécessaire ?					N	

Explication des cotations	
I	(I) Insuffisant
S	(S) Suffisant
B	(B) Bien
E	(E) Excellent
N	(N) Non applicable

NB : Dans le but d'alléger la lecture du document, le genre masculin est utilisé sans discrimination pour le genre masculin et féminin.

**Autoévaluation : développement des compétences et trajectoire professionnelle**

En prenant un peu de recul sur votre activité durant le stage pensez-vous avoir travaillé / développé certaines des compétences du référentiel de la formation Seatech ? Lesquelles ? Pourquoi et comment ? D'autres compétences ?

Compétence	Critère	Commentaire
<b>Concevoir des solutions d'ingénierie</b>	Analyser le besoin	J'ai su identifier les fonctionnalités clés pour les applications de collecte de données sur les gestes corporels. Cela m'a permis de structurer le projet efficacement dès le départ.
	Répondre au besoin	J'ai conçu des solutions qui répondent directement aux besoins identifiés, notamment en ajustant les paramètres pour différentes catégories de gestes. Mon approche a permis de garantir la précision et la fiabilité du modèle de machine learning développé.
	Utiliser les outils appropriés	J'ai su choisir et utiliser les outils adéquats, comme Python, Flask, et des algorithmes de machine learning, pour développer l'application web. Ces choix technologiques ont été cruciaux pour la réalisation efficace du projet, démontrant ma capacité à sélectionner et appliquer les outils en fonction des exigences du projet.
	Documenter ses choix et ses sources	J'ai soigneusement documenté mes choix techniques et les ressources utilisées, garantissant ainsi la traçabilité et facilitant la compréhension pour d'autres développeurs.
<b>Mettre en œuvre des solutions</b>	Analyser et améliorer une solution existante	J'ai évalué les besoins pour la collecte de données et apporté des améliorations significatives aux solutions existantes pour optimiser leur efficacité.
	Proposer une solution nouvelle	J'ai proposé des applications web novatrices pour la collecte de données, introduisant des fonctionnalités spécifiques qui n'étaient pas présentes dans les solutions précédentes.
	Utiliser les principes de l'amélioration continue	J'ai continuellement itéré sur les applications en fonction des retours reçus, en adoptant une démarche d'amélioration continue pour maximiser leur performance.
	Rédiger un document scientifique et technique d'appui	J'ai produit des documentations techniques détaillées qui ont servi de référence pour le développement et la maintenance des applications.
<b>Développer une démarche R&amp;D</b>	Réaliser une veille technologique / un état de l'art	J'ai effectué une veille technologique approfondie pour identifier les outils et technologies les plus adaptés à la reconnaissance des gestes corporels.
	Formuler des hypothèses	J'ai développé des hypothèses sur les algorithmes de reconnaissance à utiliser, ce qui a orienté les choix techniques du projet.
	Proposer une démarche expérimentale, un protocole ou un modèle	J'ai conçu des modèles et des protocoles spécifiques pour la collecte et le traitement des données, assurant la rigueur scientifique du projet.
	Adopter une démarche d'innovation	J'ai innové en adaptant et améliorant des méthodes existantes pour répondre aux besoins uniques du projet, créant ainsi une solution originale.

<b>Piloter des projets d'ingénierie</b>	S'insérer dans ou conduire une ou plusieurs étapes d'un projet	J'ai piloté les différentes étapes du projet, de la conception à la mise en œuvre, assurant une progression cohérente et structurée.
	Prendre en compte la gestion globale des organisations ou les règles de fonctionnement, économiques ou juridiques	Non applicable dans le cadre de ce stage.
	Utiliser les outils de gestion de projet et outils collaboratifs	J'ai utilisé des outils de gestion de projet pour organiser mon travail et faciliter la collaboration avec mon tuteur, optimisant ainsi la productivité. Par exemple l'utilisation de teams, line.
	Identifier ou mobiliser les ressources appropriées	J'ai su mobiliser les ressources nécessaires, notamment les outils et compétences, pour mener à bien mes missions.
<b>Encadrer une équipe</b>	S'insérer et collaborer	J'ai collaboré efficacement avec mon tuteur, en participant activement aux échanges d'idées et en contribuant à la résolution de problèmes.
	Assurer une responsabilité d'animation	Non applicable dans le cadre de ce stage.
	Travailler en équipe pluridisciplinaire et/ou internationale	J'ai travaillé dans un environnement international et pluridisciplinaire, ce qui a enrichi mon expérience et m'a permis de développer des compétences interculturelles.
	Communiquer (écrit et oral) de manière adaptée	J'ai communiqué de manière claire et adaptée, tant à l'écrit qu'à l'oral, avec mon tuteur, facilitant ainsi la coordination du projet.
<b>Agir en professionnel responsable</b>	Prendre en compte les enjeux éthiques et sociétaux (RSE, DD, RGPD, ...)	Non applicable dans le cadre de ce stage.
	Assumer la responsabilité de ses actes et décision	J'ai assumé l'entière responsabilité de mes décisions tout au long du projet, en prenant soin de justifier chaque choix technique.
	Porter un regard critique sur le sens de l'activité conduite	J'ai régulièrement évalué l'impact de mes travaux sur le projet global, en veillant à ce que mes actions contribuent positivement aux objectifs fixés.
	Être dans une dynamique d'apprentissage	J'ai été proactif dans mon apprentissage, cherchant constamment à acquérir de nouvelles compétences et à approfondir mes connaissances pour maximiser ma contribution au projet.

### Trajectoire professionnelle

A la suite de votre stage, avez-vous confirmé ou affiné votre projet professionnel d'être ingénieur (métier plus précis, secteur, contexte ou type d'entreprise, ...) ? Si oui, quelles actions pensez-vous devoir entreprendre pour y arriver (renforcer certaines connaissances, développer certaines compétences, lesquelles) ?

Le stage a confirmé mon intérêt pour le développement de solutions innovantes en ingénierie, notamment dans les domaines du machine learning et du développement web. Pour poursuivre dans cette voie, je souhaite approfondir mes connaissances en intelligence artificielle et en ingénierie des données, tout en continuant à améliorer mes compétences en gestion de projets et en collaboration internationale.

Date et signature de l'étudiant :

18/08/2024

M. Boudj