



TECH



RAPPORT DE STAGE

Stage en laboratoire

10 juin 2024 - 30 août 2024

**Université Sésame
Zone Industrielle I- BP 4 parc technologique El Ghazela
2088-Ariana Tunisie
sesame@sesame.com.tn**

ORGANISATRICE HOTE

Mme Sihem Guemara

MAITRE DE STAGE

Mme Emna Ghorbel

ENSEIGNANTE REFERENTE

Mme Nguyen Thi Hien

REMERCIEMENTS

Au terme de cette expérience enrichissante, il me tient à cœur de remercier chaleureusement toutes les personnes qui m'ont accompagnée tout au long de mon stage à l'étranger.

Je souhaite ainsi exprimer ma sincère gratitude à ma maître de stage, **Madame Emna Ghorbel**, pour son soutien, son accompagnement bienveillant, ses précieux conseils, et son encadrement tout au long de cette période. Votre expertise et votre patience ont été inestimables pour mon apprentissage.

Je tiens également à remercier **Madame Sihem Guemara**, Responsable de la coopération internationale à l'Université Sésame, pour son aide précieuse et son soutien constant dans toutes nos démarches administratives. Votre disponibilité et votre efficacité ont grandement facilité notre intégration et notre expérience au sein de l'université.

Enfin, je remercie chaleureusement toute l'équipe de Sésame pour leur accueil convivial et leur générosité. Être accueilli dans ce pays, qui est non seulement celui de mes origines mais aussi celui de mon cœur, a rendu cette expérience d'autant plus spéciale et significative pour moi. Ce stage a été une véritable aventure humaine et intellectuelle, dont je garderai un souvenir précieux.

Avec toute ma gratitude,

Waël Belhaj

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	4
2.	ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL A L'UNIVERSITE SESAME	5
2.1.	L'Ariana : Un Hub Technologique en Pleine Expansion.....	5
2.2.	L'université SéSAME : « Innover pour mieux former ».....	5
2.3.	Organisation et fonctionnement	6
3.	DEVELOPPEMENT D'UN SITE DE RECONNAISSANCE FACIAL	7
3.1.	Ma Mission.....	7
3.2.	Définitions des exigences fonctionnelles et non-fonctionnelles du site	7
3.3.	Mes Résultats	8
3.4.	Réseau de neurone convolutif (CNN)	8
3.5.	Conception du site « Advanced Facial Recognition »	9
3.5.1.	<i>Une fois connecté</i>	10
3.5.2.	<i>Reconnaissance faciale</i>	10
3.5.3.	<i>Détection de visage</i>	10
3.5.4.	<i>Reconnaissance d'émotion</i>	11
3.5.5.	<i>Interface Administrateur</i>	11
3.5.6.	<i>Apprentissage continu de l'algorithme de reconnaissance faciale</i>	11
3.6.	Mon Analyse.....	12
4.	BILAN	13
4.1.	Compétences techniques	13
4.2.	Savoir-être acquis	13
4.3.	Profession	13
4.4.	Développement personnel	14
5.	CONCLUSION	15
6.	ANNEXES, BIBLIOGRAPHIE ET NOTE DE STAGE	16

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de ma formation et avec l'objectif de favoriser mon ouverture à l'international tout en renforçant mon autonomie, j'ai choisi de réaliser ce stage à l'étranger en intégrant l'Université Sésame à L'Ariana, en Tunisie. Durant 12 semaines, j'ai eu l'opportunité de participer à un projet visant à concevoir un site web de reconnaissance faciale.

En utilisant les bibliothèques Python et l'environnement Flask, j'ai développé une solution innovante permettant de réutiliser de manière intelligente les données des utilisateurs pour créer une base de données de visages enrichie.

Le projet qui m'a été proposé s'aligne parfaitement avec mon désir d'acquérir des compétences techniques solides, consolidant ainsi les connaissances en programmation acquises durant mon cursus à CY Tech. Ces compétences seront indispensables pour mon projet professionnel, qui est de travailler en finance quantitative et en modélisation mathématique. Puis, le fait de côtoyer des personnes issues de divers horizons m'a permis d'aborder la résolution de problématiques sous des angles différents et d'adopter une approche orientée Solutions, une compétence clé en finance de marché où la compréhension des dynamiques mondiales est essentielle.

Cette expérience en Tunisie m'a ainsi offert une occasion précieuse de redécouvrir la culture de mes origines sous un angle nouveau, tout en étant immergé dans un environnement professionnel. Cette immersion m'a permis d'explorer des aspects culturels que je connaissais peu, tout en évoluant dans un cadre de travail international et multiculturel. Ce séjour a été marqué par la chaleur humaine et la générosité de la population tunisienne, dont l'accueil bienveillant a rendu cette expérience particulièrement enrichissante sur le plan personnel. Le cadre méditerranéen, avec son climat doux et ensoleillé, a également ajouté une dimension agréable et unique à ce stage.

Ainsi, c'est au travers de ce rapport de stage que je présenterai les différentes étapes de cette expérience. Je commencerai par décrire l'environnement de travail au sein de l'Université Sésame, en mettant en lumière son fonctionnement, les objectifs, et l'organisation des équipes du laboratoire dans lequel j'ai évolué, afin de poser le cadre de ce stage. Je détaillerai ensuite les missions qui m'ont été confiées, les résultats obtenus, ainsi que l'analyse des défis rencontrés et des solutions apportées. Enfin, après ces 12 semaines, je dresserai un bilan personnel en revenant sur les leçons apprises, les réflexions sur l'avenir, suivies des conclusions générales et des perspectives professionnelles.

2. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL A L'UNIVERSITE SESAME

2.1. L'Ariana : Un Hub Technologique en Pleine Expansion

Situé au nord de Tunis, L'Ariana est une ville jeune, dynamique et en expansion, tant sur le plan économique que technologique.



L'Ariana abrite la technopole d'El Ghazala, un vaste centre spécialisé dans les technologies de l'information et les télécommunications. Ce pôle d'innovation majeur accueille de nombreuses entreprises de premier plan, telles qu'Alcatel et HP. Grâce à la concentration de ces entreprises d'envergure, la technopole joue un rôle crucial dans le développement socio-économique de la Tunisie. Elle favorise l'innovation technologique, attire des investissements étrangers, et crée des opportunités d'emploi qualifié pour les jeunes talents tunisiens, contribuant ainsi à réduire la fuite des cerveaux. C'est au cœur de cette dynamique que j'ai effectué un stage à l'université de Sésame pour une durée de 12 semaines.

2.2. L'université Sésame : « Innover pour mieux former »

L'école Supérieure des Sciences Appliquées et de management (SESAME) est une université privée tunisienne qui a été fondée en 2007. Cette école se présente à la fois comme une école d'ingénieur ainsi qu'une école de management et a conclu des partenariats avec des écoles françaises prestigieuses telles que CY Tech permettant par exemple la mobilité internationale ou l'obtention de double diplôme. L'école a notamment obtenu récemment les prestigieux labels européens EUR-ACE et ASIIN. De plus, elle met l'accent sur la professionnalisation. Nous avons pu observer régulièrement des forums entreprises au sein de l'université.

L'Université Sésame s'engage activement dans le développement durable, non seulement grâce à son emplacement stratégique au cœur de la technopole d'El Ghazala mais aussi à travers ses pratiques internes et ses programmes académiques. En effet, l'université propose un mastère professionnel dédié au développement durable en plus d'intégrer des thématiques environnementales dans l'ensemble de ses cursus. Des projets de recherche sont régulièrement menés en collaboration avec des entreprises de la technopole dans le but de développer des solutions technologiques durables. Ces initiatives ne se contentent pas seulement de former des professionnels conscients des enjeux environnementaux, elles contribuent également au développement socio-économique durable de la Tunisie.



L'université offre un cadre et un environnement moderne, avec des bâtiments neufs équipés des dernières technologies, une connectique de haut débit et une liaison à l'Internet par fibre optique. Elle est dotée aussi d'une plateforme de ressources informatiques de dernière génération utilisant les concepts les plus avancés de la virtualisation et du cloud computing. Ainsi, l'université permet aux étudiants de bénéficier d'un cadre d'apprentissage optimal et de se familiariser avec les systèmes et équipements vers lesquels les entreprises sont entraînées à migrer. L'Université SéSAME est un édifice moderne composé de quatre étages, agencés autour d'un espace central nommé l'Atrium. Il existe deux amphithéâtres principaux servant à accueillir divers événements scientifiques et culturels, comme des conférences sur le même système que CY Tech.

2.3. Organisation et fonctionnement

L'université est structurée pour encourager la collaboration inter-établissement, favorisant les échanges académiques et les projets communs entre différentes institutions, mon stage a été supervisé par deux personnes :

- Madame Sihem Guemara : Responsable de la coopération internationale. Elle nous a guidés tout au long du processus d'installation, nous assurant une intégration fluide et efficace au sein de l'université.
- Madame Emna Ghorbel : Ma tutrice, professeur à l'Université SESAME et chercheuse senior au laboratoire CRISTAL (GRIFT) de l'ENSI Tunisie. Docteure en informatique, elle est spécialisée en vision par ordinateur et en machine learning. Grâce à son expertise en reconnaissance faciale, j'ai reçu un soutien précieux tout au long de mon projet.

Pendant toute la durée de mon stage, j'ai travaillé au sein du département IT de l'université SéSAME.

3. DEVELOPPEMENT D'UN SITE DE RECONNAISSANCE FACIAL

3.1. Ma Mission

Au cours de mon stage à l'Université Sésame, j'ai été chargé du développement d'une plateforme web dédiée à l'évaluation des méthodes de reconnaissance faciale, intégrant un questionnaire psycho-visuel. Ce projet, réalisé principalement en Python et framework¹ Flask vise à créer une application web permettant aux utilisateurs de télécharger des images de visages pour entraîner un modèle de reconnaissance faciale. Cette fonctionnalité clé permettait non seulement d'évaluer les performances des algorithmes de reconnaissance faciale, mais aussi d'améliorer continuellement leur précision en fonction des données recueillies.

Objectif : Ce projet s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue des algorithmes de machine learning, notamment à travers un intermédiaire l'oracle (souvent l'utilisateur). Ce processus, connu sous le nom d'apprentissage actif, est essentiel dans le domaine de la reconnaissance faciale et plus généralement en machine learning, où la disponibilité d'une vaste quantité de données est cruciale pour affiner et perfectionner les modèles de reconnaissance. Ce modèle d'échange est devenu un axe de recherche majeur. De plus, des entreprises comme Google et Tesla offrent leurs services en échange de données utilisateurs, optimisant ainsi leurs algorithmes.

3.2. Définitions des exigences fonctionnelles et non-fonctionnelles du site

La première étape de ce projet qui a été de réaliser est une analyse approfondie des besoins fonctionnels à travers un cahier des charges pour développer un site de reconnaissance faciale performant. Les besoins non fonctionnels, tels que la sécurité des données et l'ergonomie du site, ont également été soigneusement pris en compte.

- Gestion des rôles et des permissions : Implémenter un système de connexion permettant aux utilisateurs de se connecter. Cette fonctionnalité doit permettre d'inclure une gestion avancée des rôles et des permissions, permettant à l'administrateur de distinguer les administrateurs des utilisateurs standards
- Fonctionnalité de reconnaissance faciale en trois phrases : Développer nos fonctionnalités de reconnaissance faciale en 3 phases (Chargement de la photo, analyse et résultat)
- Intégration de divers types de reconnaissance facial : Intégrer différents types de reconnaissance faciale pour répondre à divers besoins. (Reconnaissance faciale, Détection de visage, Détection d'émotion et Détection d'âge)
- Flexibilité du système et reconnaissance de visage simultanée : Le système doit pouvoir reconnaître plusieurs visages simultanément, et un panel de visage différent.
- Outils de maintenance et gestion de la base de données : Les administrateurs doivent pouvoir gérer la base de données des visages de manière efficace incluant la lecture, la mise à jour et la suppression de donnée.

¹ Base standardisée sur laquelle les développeurs peuvent construire et déployer des applications de manière plus efficace et cohérente

Des statistiques détaillées et des matrices de confusion doivent être fournies pour analyser et améliorer les processus en continu.

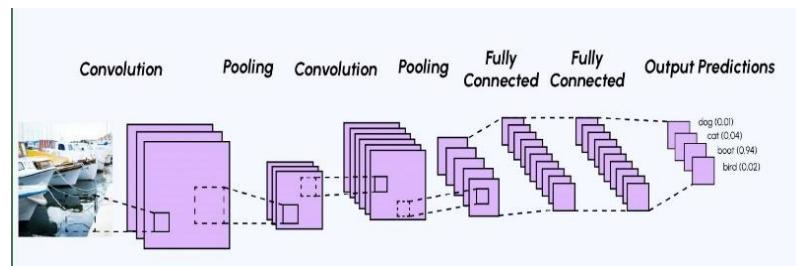
- Sécurité : Mettre en place des mesures de sécurité rigoureuses pour protéger les données des utilisateurs. Chiffrer les mots de passe et vérifier systématiquement les informations fournies (par exemple, format de l'email) pour assurer la validité et la fiabilité des données.
- Interface Utilisateur et Navigabilité : Concevoir une interface utilisateur intuitive et fluide. Adopter une approche modulaire avec des barres de navigation facilitant l'accès aux différentes sections du site. Utiliser des éléments visuels clairs et concis pour améliorer la clarté visuelle et la navigation. Les couleurs et signalétiques doivent être cohérentes pour éviter la confusion, en utilisant notamment le rouge pour maintenir une identité visuelle forte et reconnaissable.
- Affichage Visuel et Esthétique : Choisir des couleurs et des signalétiques qui améliorent la clarté visuelle de l'interface, facilitant ainsi la compréhension et la navigation pour les utilisateurs.

3.3. Mes Résultats

J'ai développé mon site web de reconnaissance faciale de reconnaissance faciale à partir de plusieurs frameworks et bibliothèques :

- Le Framework Flask : Flask accélère le développement et permet l'intégration du code Python, couramment utilisé en intelligence artificiel, dans un site web
- Les bibliothèques de reconnaissance faciale DEEP FACE et Face-recognition : Toutes deux se basent sur le principe des réseaux de neurones convolutifs (CNN) un principe de détection d'images.

3.4. Réseau de neurone convolutif (CNN)



Un réseau de neurones convolutifs (CNN) fonctionne ainsi : L'image à analyser est convertie en matrices² de nombres. Des filtres³ sont ensuite appliqués à l'image d'entrée pour extraire des caractéristiques spécifiques, telles

² Une matrice est un objet mathématique représentant un tableau à N lignes et P colonnes. Dans le cas d'une image en noir et blanc, chaque case de la matrice représente un pixel avec une valeur indiquant la teinte de gris. Pour les images en couleur, on utilise un tenseur, qui inclut des dimensions supplémentaires pour représenter les différentes couleurs.

³ Les filtres utilisent une opération mathématique appelée produit de convolution pour transformer l'image. En termes simples, le produit de convolution consiste à déplacer un petit tableau sur l'image pour le filtrer.

que les formes et les contours. Une fonction appelée ReLU est utilisée pour introduire de la non-linéarité, ce qui permet de mieux capturer les informations complexes de l'image. Ensuite, la taille des images obtenues est réduite tout en conservant les informations importantes grâce à une opération appelée "pooling". Cela aide à simplifier les calculs et à rendre le modèle plus efficace. Les matrices de caractéristiques sont alors transformées en un vecteur (une seule ligne de nombres). Ces vecteurs sont ensuite passés à travers des couches de neurones entièrement connectées qui combinent les caractéristiques pour effectuer la classification de l'image. Enfin, les résultats sont transformés en probabilités grâce à une fonction appelée softmax pour déterminer à quelle classe d'objet appartient l'image, ce qui permet d'identifier les visages.

Pour bien structurer et organiser mon site web avant de commencer le développement, j'ai créé un diagramme de cas d'utilisation avec StarUML (logiciel déjà utilisé en cours de java), un outil très utilisé en informatique. Ce diagramme illustre les différentes interactions entre les utilisateurs et le système pour mon site, permettant ainsi d'avoir une meilleure vision de son fonctionnement. (cf. Annexe 1)

Les utilisateurs peuvent s'enregistrer, se connecter, s'abonner à des services avancés, et utiliser des fonctionnalités telles que la reconnaissance faciale, l'identification de l'âge et du genre, ainsi que l'identification des émotions. Les administrateurs ont des privilèges supplémentaires comme la gestion des droits, ou peuvent voir les statistiques.

[3.5. Conception du site « Advanced Facial Recognition »](#)

Le site conçu s'appelle "Advanced Facial Recognition". Dès l'entrée sur le site, la page d'accueil affiche l'image d'accueil. Cette page se présente avec un menu à gauche, incluant un bouton "Accueil" pour faciliter la navigation. En haut à droite, des boutons "Connexion" et "S'enregistrer", permettent aux utilisateurs de se connecter ou de créer un compte en toute simplicité (cf. Annexe 2). L'image centrale du site met en avant les capacités avancées du site. Cette représentation vise à capter l'attention des visiteurs et à illustrer les capacités techniques du site.

La page de création de compte permet aux nouveaux utilisateurs de s'inscrire en fournissant des informations telles que le prénom, le nom, le nom d'utilisateur, l'adresse e-mail, et le mot de passe. Ce formulaire assure que les utilisateurs puissent facilement créer un compte et accéder aux services de reconnaissance faciale offerts par le site.

La fonctionnalité de connexion permet aux utilisateurs enregistrés d'accéder à leur compte en utilisant leur nom d'utilisateur et leur mot de passe. Cette fonctionnalité est essentielle pour garantir que seuls les utilisateurs autorisés puissent accéder aux services avancés du site. Le processus de connexion utilise une vérification sécurisée des informations d'identification pour protéger les données des utilisateurs. (cf. Annexe 3)

Les informations des utilisateurs sont stockées sous forme de fichiers JSON, les informations utilisateurs sont totalement chiffrer pour une protection efficace des données. (cf. annexe 4).

3.5.1.Une fois connecté

La page d'accueil de l'utilisateur (aussi appelé « user ») comprend un menu latéral avec des boutons pour accéder aux sections principales : "Accueil", "Reconnaissance Faciale", "Détection de visage", "Analyse d'émotion" et "Identification de l'âge et du genre". En haut à droite, des boutons "Déconnexion", "User" et "Abonnement" permettent de gérer la session utilisateur. "Déconnexion" permet de se déconnecter, "User" affiche le type d'utilisateur ("user", "admin", "super-admin") et "Abonnement" donne accès aux options d'abonnement. Pour les abonnés, le bouton "Abonnement" devient "Abonné". (cf. Annexe 5)

3.5.2.Reconnaissance faciale

Lorsqu'un utilisateur souhaite effectuer une reconnaissance faciale, il peut charger une image en cliquant sur le bouton "Choisir un fichier". Une fois l'image sélectionnée, elle apparaît dans une zone de prévisualisation au centre de la page. Sous cette zone de prévisualisation, deux boutons sont disponibles : "Chercher" et "Supprimer". Le bouton "Chercher" lance le processus de reconnaissance faciale. Cette fonctionnalité utilise un algorithme de reconnaissance pour analyser l'image et comparer le visage avec une base de données de visages préenregistrés. Une fois le processus terminé, les résultats de la reconnaissance sont affichés à l'utilisateur, lui permettant de voir si le visage a été identifié avec succès. Le bouton "Supprimer" permet de retirer l'image téléchargée. (cf. Annexe 6)

Après analyse de l'image, le système de reconnaissance faciale identifie la personne. L'interface affiche les résultats de manière claire. Les utilisateurs peuvent évaluer l'exactitude avec les options "Bon" ou "Faux" et soumettre leur avis en cliquant sur "Soumettre Avis". Un bouton "Retour" permet de revenir à l'étape précédente en cas d'erreur ou de modification.

Les avis des utilisateurs ("Bon" ou "Faux") améliorent le système de reconnaissance faciale. Les feedbacks sont intégrés dans une matrice de confusion⁴ pour évaluer les performances : Vrai Positif (VP), Faux Positif (FP), Vrai Négatif (VN), et Faux Négatif (FN). Les Vrai Positifs enrichissent la base de données, renforçant le modèle et améliorant sa précision et sa fiabilité. (cf Annexe 7)

3.5.3.Détection de visage

La fonctionnalité détection visage permet de télécharger une image et de spécifier un nom pour identifier une personne. Les utilisateurs cliquent sur "Choisir un fichier" pour télécharger une image, qui apparaît en prévisualisation. Ils saisissent le nom, comme "Joe Biden", dans un champ de texte. En cliquant sur "Déecter", l'algorithme vérifie la présence et localise la personne. Le bouton "Supprimer" réinitialise l'image et le champ de texte pour une nouvelle recherche.

⁴ Une matrice de confusion est un tableau qui mesure la qualité d'un système de classification, il dira si notre système de reconnaissance facial est performant, en fonction de si l'utilisateur valide ou pas la reconnaissance.

L'algorithme analyse l'image pour vérifier la présence de la personne nommée et la localiser. Si trouvée, le visage est encadré en vert, comme Joe Biden dans l'exemple. Les utilisateurs peuvent ensuite télécharger l'image modifiée en cliquant sur "Télécharger Image" pour une preuve visuelle. Le bouton "Retour" permet de revenir à la page précédente pour une nouvelle détection (cf. Annexe 8)

3.5.4. Reconnaissance d'émotion

Le principe est le même pour reconnaissance âge et genre et il utilise le même modèle. La fonctionnalité d'analyse d'émotion permet de détecter et d'analyser les émotions des visages dans une image. Les utilisateurs téléchargent une image en cliquant sur "Choisir un fichier", qui s'affiche en prévisualisation. En cliquant sur "Analyser", l'application utilise Deep-face et face-recognition pour détecter des émotions telles que colère ou la joie. Chaque visage est encadré et annoté avec l'émotion dominante, présentée avec des pourcentages d'intensité et un résumé clair (Cf. Annexe 9).

3.5.5. Interface Administrateur

Le menu gauche de l'interface les administrateurs et super admins est conçu pour une navigation fluide et un accès rapide aux fonctionnalités de gestion du site. Il inclut des sections telles que "Accueil", "Statistiques", "Gestion des Utilisateurs" et "Gestion des Fichiers". La section "Accueil" permet de revenir à la page principale, "Statistiques" offre des outils d'analyse des performances, "Gestion des Utilisateurs" permet de gérer les comptes et permissions des utilisateurs, et "Gestion des Fichiers" facilite la gestion des données stockées. Cette organisation intuitive permet une gestion efficace et structurée des tâches administratives. (cf. Annexes 10 et 11)

La section "Statistiques" est cruciale pour accéder à des sous-sections comme la reconnaissance faciale et l'analyse d'émotions, permettant aux administrateurs d'évaluer les performances du site. L'interface de gestion des utilisateurs permet de modifier les rôles et de s'assurer que seuls les utilisateurs qualifiés ont accès aux données sensibles. Les super admins peuvent rétrograder les administrateurs, ajoutant une couche de contrôle. En outre, ils peuvent gérer les fichiers de visages connus, en créant des dossiers, en ajoutant ou en supprimant des images, garantissant ainsi une base de données bien structurée et accessible. (cf. annexe 12)

3.5.6 Apprentissage continu de l'algorithme de reconnaissance faciale (Utilisateur et administrateur)

L'axe principal de mon projet repose sur l'apprentissage continu et actif dans le contexte de la reconnaissance faciale. Lorsqu'un utilisateur fournit un retour validé par le système comme un « vrai positif » (c'est-à-dire une reconnaissance correcte du visage), l'image correspondante est renvoyée à la base de données si elle n'y figure pas déjà, contribuant ainsi à l'amélioration continue de l'algorithme de reconnaissance faciale. Cependant, un défi majeur réside dans la gestion des redondances : si une image déjà présente dans la base de données est ajouté à nouveau, cela peut entraîner des duplications inutiles. Pour éviter cela, l'algorithme compare chaque nouvelle image avec les images existantes afin de s'assurer qu'elle est unique avant de l'intégrer dans la base de données associé à la bonne personne.

3.6. Mon Analyse

Mon stage a consisté en un projet de programmation étroitement lié aux projets de développement Web et Java que j'ai réalisés au cours de cette année à CY Tech. Par exemple, j'avais participé à la création d'un site de vente de guitares pendant l'année scolaire. Cependant, j'ai constaté que ce stage m'a permis de bénéficier d'une plus grande autonomie, me permettant ainsi de mieux structurer mes tâches et de les aborder avec une efficacité accrue. Cette expérience m'a offert l'opportunité d'appliquer mes connaissances théoriques dans un contexte pratique, ce qui a renforcé ma compréhension et mes compétences en développement.

Un des aspects qui m'a permis de progresser par rapport à cette année scolaire a été l'approche par étapes des tâches, en adoptant davantage le point de vue de l'utilisateur final. J'ai également structuré mon projet de manière plus cohérente en séparant les différents aspects du développement en fichiers distincts. Par exemple, j'ai créé un fichier dédié à la gestion de la logique en Python, des fichiers spécifiques pour les styles CSS, et des fichiers HTML pour la structure de la page. Cette organisation modulaire a non seulement clarifié mon code, mais elle l'a également rendu plus facile à maintenir et à faire évoluer (cf. Annexe 13).

En ce qui concerne la programmation, je n'ai pas rencontré de difficultés majeures. Cependant, j'ai été confronté à un problème significatif lié à la reconnaissance faciale : lorsque la taille de l'image dépassait un certain seuil, le processus de détection devenait extrêmement lent, voire impossible. Ce problème était dû au nombre élevé de pixels dans les images. Par exemple, une image de 200 pixels de longueur et 600 pixels de largeur contient 120 000 pixels, ce qui complexifie et rallonge considérablement le temps de traitement.

Pour résoudre ce problème, j'ai tenté de redimensionner les images. Bien que cette approche ait permis de reconnaître certaines images, comme celle de Joe Biden, elle s'est avérée inefficace pour d'autres, notamment pour Donald Trump, ce qui m'a laissé perplexe. Après plusieurs jours de tests intensifs, j'ai compris que, sans redimensionnement, la reconnaissance était trop lente et impraticable, mais qu'un redimensionnement excessif réduisait le nombre de pixels à un point tel que la précision du modèle s'en trouvait compromise, rendant la reconnaissance incorrecte.

La solution est venue après de nombreux essais : j'ai déterminé qu'il existe un seuil optimal de redimensionnement au-delà duquel la reconnaissance reste efficace sans perte significative d'information. En maintenant les images au-dessus de ce seuil, j'ai pu éviter de perdre des détails essentiels tout en garantissant une vitesse de traitement acceptable. Cette solution a non seulement résolu le problème initial, mais m'a également enseigné l'importance de l'équilibre entre performance et précision dans le traitement d'images.

4. BILAN

Mon expérience à l'Université Sésame a été particulièrement enrichissante. Mes encadrantes ont fait preuve d'un grand professionnalisme et ont été d'un soutien inestimable tout au long de mon projet. Leur expertise a été cruciale pour la réussite de ma mission, me permettant de naviguer efficacement à travers les défis administratifs et techniques.

4.1. Compétences techniques

Ce stage m'a permis de consolider des compétences techniques essentielles, particulièrement utiles pour ma future carrière en modélisation mathématique et en mathématiques financières. J'ai renforcé ma culture mathématique dans des domaines clés tels que l'apprentissage automatique, en particulier la vision par ordinateur et la reconnaissance faciale.

J'ai également approfondi mes connaissances en utilisant des outils et des frameworks spécifiques, tels que Python et ses bibliothèques pour l'apprentissage automatique, ainsi que Flask pour le développement web. Ces compétences m'ont permis de comprendre les complexités du traitement des données à grande échelle et d'améliorer la précision des modèles prédictifs.

En outre, les échanges que j'ai pu avoir lors de mon stage m'ont permis d'acquérir une perspective internationale précieuse sur l'économie et la gestion financière, des compétences qui s'avéreront indispensables pour une carrière en finance de marché.

4.2. Savoir-être acquis

Ce stage m'a permis de renforcer plusieurs compétences transversales essentielles, qui sont :

- La gestion du temps : J'ai appris à gérer plus facilement mon temps, en établissant des priorités et en respectant les délais impartis pour les différentes tâches.
- L'autonomie : Durant mon stage en laboratoire, j'étais globalement assez libre. Je travaillais sur mon projet de manière autonome et discutais régulièrement de l'avancement de mon travail avec mon superviseur.
- La résolution de problème : J'ai été amené à résoudre divers problèmes durant la programmation, en développant des solutions adaptées et en surmontant les défis techniques rencontrés.
- L'esprit d'innovation : J'ai appris à m'intéresser à de nombreux domaines différents, comme la reconnaissance faciale, et à appliquer des approches innovantes pour résoudre des problèmes complexes.

4.3. Profession

Ce stage m'a conduit à envisager la possibilité de travailler et de me former à l'international. J'ai pris conscience des opportunités qu'une carrière à l'étranger peut offrir. Après mûre réflexion, j'ai réalisé que je souhaite élargir mes compétences, tant sur le plan technique que théorique. La combinaison de ces deux aspects dans mon travail constituerait un véritable atout. J'ai également compris que je recherche des opportunités de carrière me conférant

une certaine autonomie, et qui me permette d'exercer une certaine liberté de choix, tout en bénéficiant d'opportunités d'apprentissage continu et d'évolution tout au long de ma carrière.

4.4. Développement personnel

Ce stage m'a offert bien plus qu'une simple expérience professionnelle : il a été une expérience humaine incroyable, où j'ai eu l'occasion d'échanger avec des personnes venant des quatre coins du monde. J'ai également découvert davantage sur moi-même, notamment ma capacité à travailler en autonomie, mon intérêt pour les problématiques complexes, et mon orientation naturelle vers des solutions efficaces.

Ce stage à l'international m'a également permis de redécouvrir la culture de mes origines sous un nouvel angle, me reconnectant ainsi d'une certaine manière à ma double culture. Durant mes weekends, j'ai eu l'opportunité de visiter des lieux emblématiques de la Tunisie, accompagné de collègues de l'Université Sésame ainsi que de personnes rencontrées grâce à mon réseau étudiant. Ces explorations ont profondément enrichi mon séjour, me permettant de plonger au cœur de la richesse culturelle tunisienne. Par exemple, la visite du musée Bardo, avec ses mosaïques exceptionnelles datant de l'époque romaine et phénicienne, a été particulièrement marquante. Ces moments m'ont permis non seulement d'apprécier davantage la culture tunisienne, mais aussi de mieux comprendre les liens historiques et culturels qui façonnent le pays aujourd'hui, ainsi que son contexte social et économique.

En somme, cette immersion, enrichie par la chaleur humaine et la générosité des Tunisiens, a rendu mon expérience personnelle aussi précieuse qu'unique, ajoutant une dimension mémorable à mon stage.

Et si c'est à refaire, je ferais quoi ?

Si c'était à refaire, je chercherais à approfondir mes compétences techniques en m'engageant encore plus activement dans des projets plus complexes, en consacrant notamment davantage de temps à l'optimisation des modèles. Si la durée de mon stage avait été plus longue, je me serais également proposé pour participer à d'autres projets afin de diversifier mon expérience. Cela m'aurait permis d'aller au-delà de la reconnaissance faciale et de me familiariser avec des domaines tels que l'analyse prédictive ou la gestion des données à grande échelle. Cela m'aurait permis de renforcer mes compétences techniques nécessaires pour mon futur métier, mais aussi à approfondir des sujets spécifiques, me préparant ainsi à évoluer dans des environnements complexes et dynamiques.

5. CONCLUSION

Au terme de ce stage à l'Université Sésame, plusieurs points essentiels émergent.

J'ai pu développer une plateforme web de reconnaissance faciale en utilisant Python et Flask, un projet qui a considérablement enrichi mes compétences techniques. Les défis rencontrés, en particulier ceux liés à la performance de l'algorithme de reconnaissance faciale, m'ont permis de renforcer mes compétences en résolution de problèmes et en optimisation de modèles, des compétences clés pour mes aspirations de carrière en modélisation mathématique et en finance quantitative.

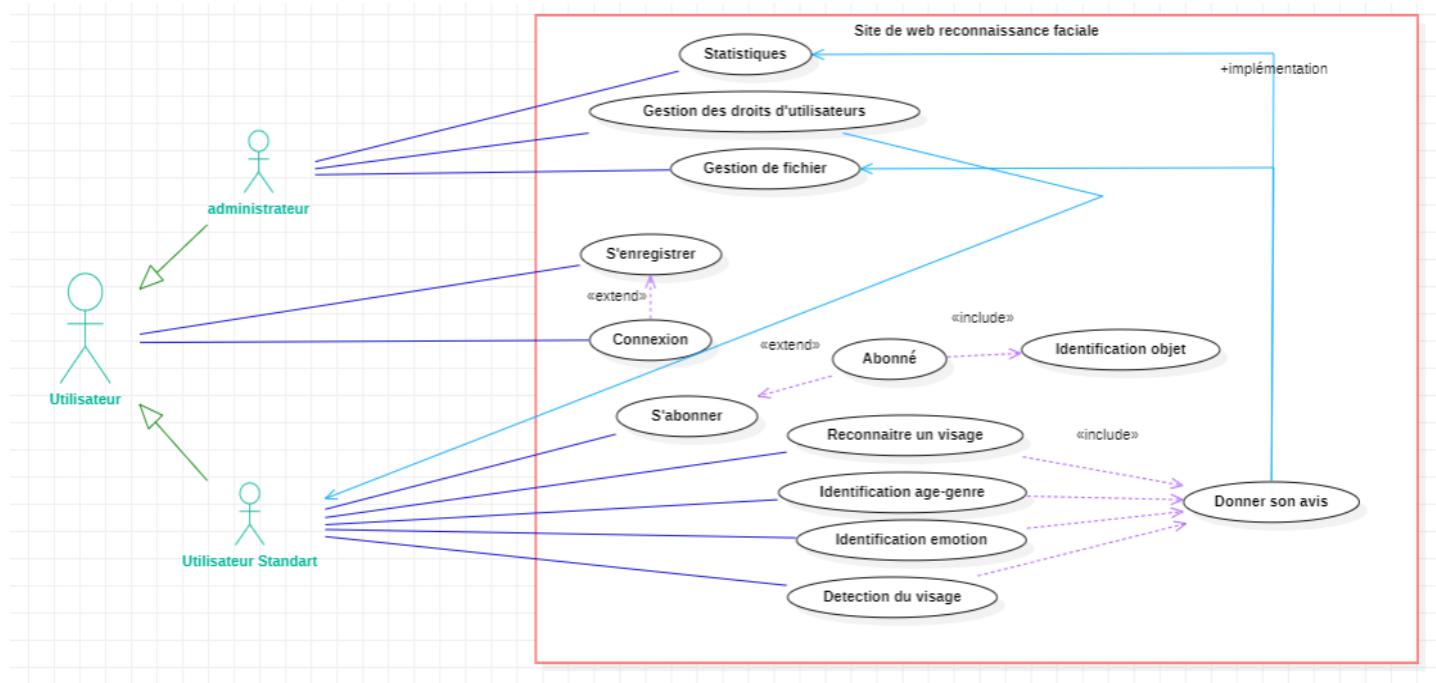
Au-delà de l'aspect technique, ce stage m'a offert une immersion sociale et culturelle profondément enrichissante en Tunisie. La découverte de la culture locale et l'interaction avec des personnes issues d'horizons variés constituent un atout précieux pour mon avenir professionnel, particulièrement dans des domaines où la dimension humaine est aussi importante que les compétences techniques, comme la finance de marché.

Ce stage s'inscrit dans un processus plus large de développement de mes compétences et de clarification de mon projet professionnel. Issu d'une classe préparatoire physique chimie, j'ai progressivement orienté mes intérêts vers des domaines où les mathématiques occupent une place centrale, notamment l'analyse et les probabilités. Cette évolution s'est concrétisée par mon acceptation en double-diplôme l'année prochaine entre CY Tech et le Master 1 Mathématiques et Applications de l'Université Paris-Dauphine, avec une spécialisation en statistique. Ce double diplôme me permettra non seulement de renforcer mes compétences techniques et analytiques, mais aussi de m'ouvrir à de nouvelles perspectives professionnelles dans des secteurs hautement mathématiques.

C'est ainsi que ce stage ouvrier a parfaitement répondu à mes attentes. Il m'a non seulement permis de renforcer mon autonomie et d'acquérir de nouvelles compétences techniques, mais aussi de valider mes choix d'orientation professionnelle. Cette expérience a posé des bases solides pour la suite de mon parcours académique et professionnel, me préparant à relever les défis futurs avec détermination, dans des domaines où la rigueur mathématique et l'innovation sont essentielles.

6. ANNEXES

(Annexe 1) Diagramme de cas d'utilisation



(Annexe 2) Enregistrement site utilisateur

The screenshot shows a registration form titled 'Créer un compte' (Create account) on a website. The form includes fields for 'Prénom' (First name), 'Nom' (Last name), 'Nom d'utilisateur (Login)' (User name), 'Adresse e-mail' (Email address), 'Mot de passe' (Password), and 'Confirmer le mot de passe' (Confirm password). The top navigation bar features the AFR logo, an 'Accueil' link, and 'Connexion' and 'S'enregistrer' buttons. The left sidebar has a dark brown background.

(Annexe 3) Page de connexion

Connexion

Pseudonyme:

Mot de passe:

Connexion **Retour**

(Annexe 4) Stockage utilisateur JSON

```
"a": {  
    "prenom": "gAAAAABmp1M25j_1spnSA6RXFz8b0mQL0g5PKtQZhBDgbNr38eo57tV4C_6A-nwJq8Y35uqf-zl  
    "nom": "gAAAAABmp1M2KHyLlv0QbkmmHda0IODE-Aj2k7QFfVFZefuYepqCLsu_4t6UzUy0-wBvx0b00MfGDVca  
    "login": "gAAAAABmp1MzbVjnzkNoEriHvcVGTUL4Q6y0sb-B654VIMcTBSv4D5767B5FwR1NcxDo0wSrVRb  
    "email": "gAAAAABmp1MZNbHcUgW4KMRrVYAX_Ew4onM0JLanNXGMggv-bo43lh9t7GQ15UfsBLIIIMU8sB8Nds  
    "mot_de_passe": "gAAAAABmp1Mzc-_Bn9fjAFjmBFubEugjpSvJ-06iqJTa51mlLCfP3N03JRkfB-NGuSQwMH  
    "date_naissance": "gAAAAABmp1M2l5D0bo7sqKFMQYv9JFnVnhiJXUQw-b_HxR3T0nVrPl-oryNPCzbF9n07  
    "adresse": "gAAAAABmp1M23K2IzDth9WcoWZwZLzww81IRdgRb0EFTWibHdTk3_Z2UfQrcxLeUL854LTUHzb7  
    "role": "gAAAAABmp1MZN3AztmEJwOs3qXhneNPTu7le0GXa5eNqcyigXPETIl0XsfPILpv9SfbajJrdiwW2a  
    "abonnement": "gAAAAABmp1MzbzFh0DqDGmFCfiANpD-hkV-j7yzm6WjYWukC-01n9DIstJxwGynnC7f8iECI  
}
```

(Annexe 5) Site web une fois l'utilisateur connecté

The screenshot shows a user interface for a facial recognition application. On the left, a sidebar menu includes links for Accueil, Reconnaissance Faciale, Détection de visage, Analyse d'émotion, and Identification de l'âge et du genre. The main area features a large image of a woman's face with a wireframe overlay, indicating a facial analysis process. At the top right, there are buttons for Déconnexion, user profile, and Abonnement.

(Annexe 6) Menu de Reconnaissance facial (exemple : président de la Tunisie) et résultat

Reconnaissance Faciale

Télécharger une image :

Choisir un fichier kais-saied.png



Chercher Supprimer

Résultat de la Reconnaissance Faciale

Personne détectée : Kais-Saïd

Votre avis sur ces résultats :

- Bon
 Faux

Soumettre Avis

Retour

(Annexe 7) Matrice de confusion avis utilisateur

```
barreDeNavigation.html      avisdetection.json      avis.json      avisagegenre.json      avis
1   {"vrai_positif": 21, "faux_positif": 8, "vrai_negatif": 12, "faux_negatif": 1}
```

(Annexe 8) Menu de détection du visage (Joe Biden et Donald Trump) et résultat

Détection de Personne Spécifique

Télécharger une image :

Choisir un fichier bid.jpg



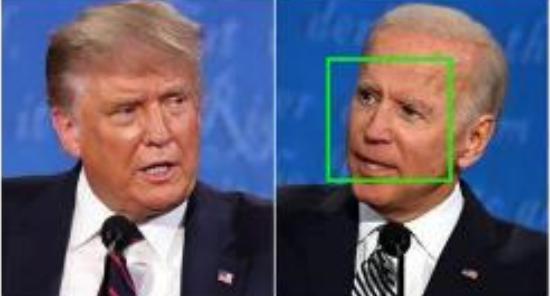
Nom de la personne :

Joe Biden

Détecter Supprimer

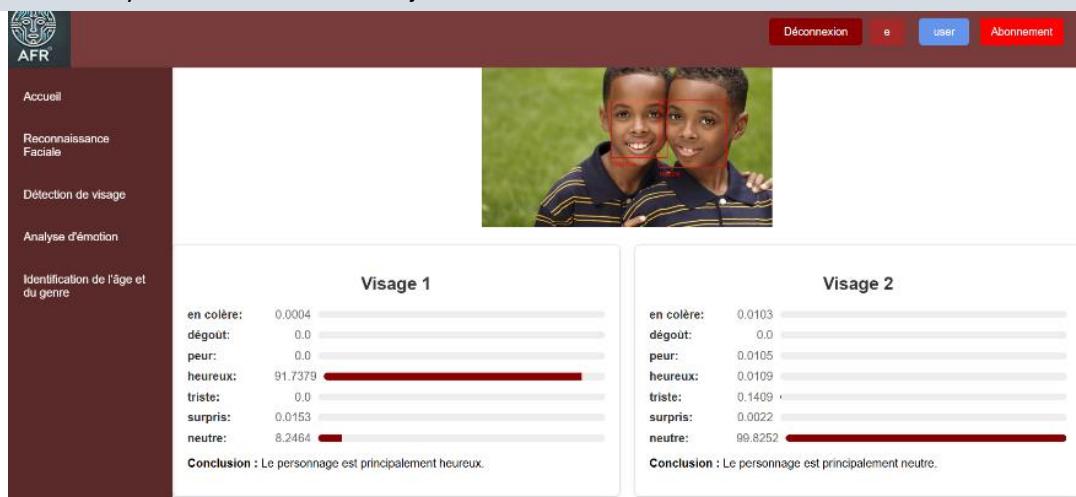
Résultat de Détection de Personne Spécifique

Nom détecté : Joe-Biden

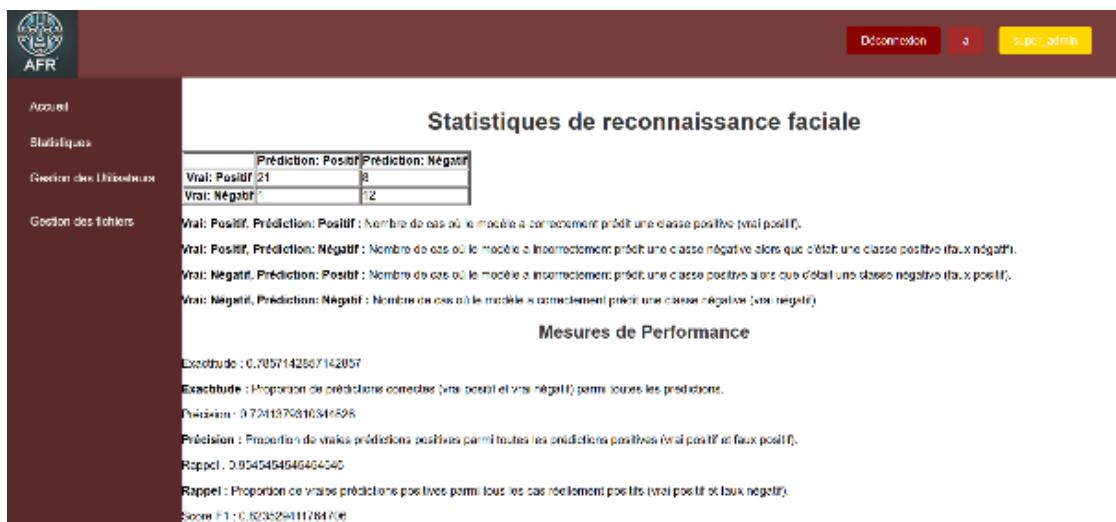


Télécharger Image Retour

(Annexe 9) Résultat de l'analyse des émotions de deux jumeaux



(Annexe 10) Statistiques de reconnaissance faciale



(Annexe 11) Gestion des droits utilisateurs

Liste des utilisateurs						
Prénom	Nom	Pseudonyme	Email	Rôle	Changer le rôle	
a	a	a	a@gmail.com	super_admin	<button>Admin</button>	<button>Mettre à jour</button>
b	b	b	b@gmail.com	admin	<button>Admin</button>	<button>Mettre à jour</button>
b	c	c	c@gmail.com	user	<button>User</button>	<button>Mettre à jour</button>
d	d	d	d@gmail.com	user	<button>User</button>	<button>Mettre à jour</button>
e	e	e	e@gmail.com	user	<button>User</button>	<button>Mettre à jour</button>

(Annexe 12) Gestion de la base de données de visages permettant la reconnaissance

The screenshot displays a user interface for managing known faces. On the left, there's a form to 'Create a New Folder' with a 'Create' button. Below it, there's a section to 'Add an Image' with a dropdown menu set to 'Donald-Trump' and a file selection input showing 'Aucun fichier sélectionné'. On the right, there's a list of files and folders under 'Fichiers et Dossiers'. It shows a folder for 'Donald-Trump' containing 'donald-trump.png' and 'Donald_Trump.jpg', both with 'Supprimer Image' buttons. It also shows a folder for 'Joe-Biden' containing 'joe-biden.png' with a 'Supprimer Image' button. There are also 'Ajouter' and 'Supprimer Dossier' buttons.

(Annexe 13) Menu d'accueil du site



(Annexe 14) Organisation du projet

The screenshot shows the project's file structure. On the left, there's a list of HTML files under 'templates'. In the center, there's a detailed view of the 'visages_connus' folder containing subfolders for 'Donald-Trump', 'Joe-Biden', and 'Kais-Saied', each with various image files. At the bottom of this list is 'application.py'. On the right, there's a list of JSON files under 'json' and a 'static' folder containing 'css' and 'img' subfolders with files like 'style.css' and 'accueil_reconnaissance_faciale.png'.

7. BIBLIOGRAPHIE

Diagramme de cas d'utilisation (tutoriel) :

[UML - Cas d'utilisation - 1. Diagrammes de cas d'utilisation \(youtube.com\)](#)

Environnement de travail Flask (tutoriel) :

[Quickstart — Flask Documentation \(3.0.x\) \(palletsprojects.com\)](#)

[TUTORIEL FLASK #1 : Découverte du framework, routes & templates \(youtube.com\)](#)

Site de l'université Sésame :

[Université Sésame : Ecole privée d'ingénieurs et de management en Tunisie \(universitesesame.com\)](#)

Réseau de Neurone :

[Convolutional Neural Network : Tout ce qu'il y a à savoir \(datascientest.com\)](#)

Bibliothèque face-recognition:

[face-recognition · PyPI](#)

Deep Face(tutoriel):

[DeepFace: A Facial Recognition Library for Python \(youtube.com\)](#)

Apprentissage automatique/Matrice de confusion :

[Qu'est-ce qu'une matrice de confusion dans l'apprentissage automatique ? - Geekflare France](#)