



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Enhance
Maintenance - Production - Quality



RAPPORT DE VISITE SÉJOUR SCIENTIFIQUE

MAROC | UNIVERSITÉ IBN TOFAÏL | DÉCEMBRE 2023

RÉALISÉ PAR :

**ABID ISMAIL
BENROMDHANE HADIL
HAMID TAHANI
KAMMOUN AHMED
KCHAOU HAKIM
MBAREK ZIED**

Année universitaire 2023-2024

REMERCIEMENT

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers **Erasmus+** via le programme **ENHANCE**, l'**Institut International des Technologies**, l'**Université de Carthage** et l'**Université Ibn Tofail de Kénitra**, qui ont joué un rôle essentiel dans le succès de notre récent voyage. Nous sommes véritablement reconnaissants pour votre précieux soutien, votre dévouement et votre collaboration inestimable.*

*En premier lieu, nous aimerions exprimer notre gratitude envers Monsieur **Achraf AMMAR** et Monsieur **Sabeur ELKOSENTINI**, nos coordinateurs de filière, pour leur assistance précieuse et leurs efforts considérables dans la planification de notre voyage. Leur accompagnement et leur soutien ont été d'une importance cruciale dans la réalisation de cette expérience enrichissante.*

*Nos sincères remerciements vont également à Monsieur **Youssef ROCHDI** et Monsieur **Abdelmajid ELOUADI** pour leur accueil chaleureux et leurs conseils inestimables tout au long de notre séjour. Leur disponibilité et leurs recommandations ont grandement contribué à enrichir notre expérience au Maroc, nous permettant d'explorer pleinement les divers aspects du pays.*

Nous exprimons notre reconnaissance envers nos précieux amis marocains. Leur assistance précieuse, leur accueil chaleureux et leur bienveillance ont transformé notre expérience au Maroc de manière inoubliable. Leur soutien indéfectible et leur esprit de camaraderie ont rendu notre séjour particulièrement spécial et mémorable sous tous les aspects.

Nous sommes profondément reconnaissants envers toutes les personnes qui ont joué un rôle majeur dans notre séjour scientifique, enrichissant ainsi notre expérience de manière inoubliable. Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers le personnel de l'université pour leur professionnalisme et leur disponibilité, contribuant largement au succès de notre séjour. Leurs efforts et leur amitié ont conféré une signification encore plus profonde à cette expérience.

Enfin, nous sommes convaincus que cette expérience laissera une empreinte indélébile sur notre parcours académique et personnel, suscitant en nous la motivation continue d'explorer le monde avec une curiosité et une ouverture d'esprit incessantes.

SOMMAIRE

Introduction générale	4
Section 1 : Contexte scientifique : RA au service de l'industrie	5
1. La Réalité Augmenté.....	5
2. outils RA utilisés	6
3. Activités scientifiques	8
3.1. Application 1 : Système de supervision temps réel.....	8
3.2. Application 2 : guide de désassemblage.....	11
3.3. Visite du Laboratoire Industrie 4.0... ..	12
Section 2 : Activités socio-culturelles	13
1. Journée d'échange culturelle.....	13
2. Visite culturelle	14
Conclusion générale.....	18

Introduction générale

Dans le cadre du programme d'échange Erasmus+ du projet Enhance, nous avons eu le privilège de participer à une mobilité à l'Université Ibn Tofail de Kénitra, une institution de renom reconnue pour son excellence en ingénierie.

Notre séjour de 15 jours a constitué une expérience à la fois enrichissante et diversifiée, alliant l'apprentissage académique à l'exploration touristique au cœur du Maroc.

Durant cette période, nous avons activement pris part aux activités académiques de l'établissement. Parallèlement, nous avons eu le privilège d'explorer les charmes de plusieurs villes fascinantes, plongeant ainsi dans la culture locale qui nous a accueillis avec une hospitalité exceptionnelle.

Ce rapport sera le fruit de la fusion de nos découvertes tant sur le plan académique que touristique. Nous partagerons en détail nos observations, les enseignements tirés, et les moments marquants de cette expérience riche en apprentissages.



Section 1 : Contexte scientifique : RA au service de l'industrie

1. La Réalité Augmentée

La réalité augmentée (RA) est une technologie et un outil qui affiche et crée une vue améliorée de la réalité physique en immergeant des éléments numériques tels que des images, du texte, des sons et des vidéos. Elle modifie l'environnement de l'utilisateur en ajoutant des informations via des dispositifs tels que des smartphones ou des lunettes, créant ainsi un support interactif pour la communication et l'information. En facilitant l'assimilation et l'analyse rapides des données, la RA accélère l'exécution de tâches, offrant des avantages significatifs dans des domaines tels que l'industrie, permettant une maintenance prédictive et une collaboration efficace entre équipes distantes pour réduire les temps d'arrêt des équipements.

La RA trouve des applications pratiques variées, améliorant divers aspects de la vie quotidienne, de l'éducation à la médecine, du commerce au divertissement.



La Réalité Augmentée (RA) dans l'Industrie offre plusieurs avantages tels que :

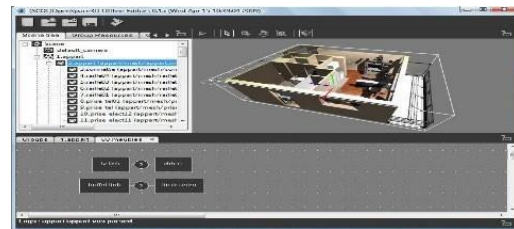
- La formation améliorée des employés sur des équipements complexes.
- L'accès à des informations en temps réel (des schémas de câblage, des instructions de réparation) simplifient les processus de maintenance.
- La visualisation des modèles 3D facilite la conception et le prototypage virtuels.
- Optimisation de la Chaîne d'Approvisionnement
- L'amélioration de la sécurité en formant les employés aux situations d'urgence.
- Efficacité Opérationnelle grâce à une surveillance en temps réel des opérations industrielles

2. Outils RA utilisés

L'une des expériences marquantes a été l'exploration des applications pratiques des logiciels

OpenSpace3D :

Une plateforme logicielle immersive qui permet la création d'environnements virtuels interactifs en 3D, rendant cette technologie accessible même aux personnes sans compétences en développement informatique. Avec des fonctionnalités avancées dédiées à la conception, la visualisation et la simulation, elle se démarque par son interface conviviale, son rendu graphique réaliste et sa capacité à gérer des projets complexes. Développée en utilisant le langage Scol, OpenSpace3D est utilisée par des professionnels de différents niveaux, des graphistes aux développeurs hauts (PlugITs) et bas niveau (C/C++), grâce à sa modularité et sa scalabilité. En favorisant une exploration visuelle détaillée des modèles virtuels, cette plateforme améliore la compréhension et la prise de décision dans divers contextes.



MIT App Inventor :

Un outil de développement visuel gratuit et open source a été conçu pour simplifier la création d'applications mobiles Android, même pour ceux qui n'ont pas de connaissances approfondies en programmation. Développé par le Massachusetts Institute of Technology (MIT), cet outil propose une interface conviviale où les utilisateurs peuvent glisser-déposer des composants pour concevoir l'interface utilisateur et définir le comportement de l'application. Il se distingue par la présence d'une partie "Blocks" dédiée à la définition de la logique et du comportement de l'application à l'aide d'une approche de programmation par blocs. En simplifiant ainsi la création d'applications, MIT App Inventor vise à rendre le développement accessible et éducatif, particulièrement pour les débutants et les enseignants.



MIT AI2 Companion

Une application qui accompagne l'environnement de développement MIT App Inventor. Elle permet aux utilisateurs de tester et de prévisualiser en temps réel les applications qu'ils créent avec MIT App Inventor sur des appareils Android. Grâce à cette application compagnon, les développeurs peuvent voir les changements apportés dans l'éditeur App Inventor reflétés instantanément sur leur appareil mobile pendant le processus de développement.



Node Red (Node Js)

Node-RED (ou **système de programmation "low-code"**) écrit en **Node.js (JavaScript)** est une plateforme de programmation visuelle open-source qui facilite le développement d'applications basées sur le traitement des flux de données (data flows). Conçu initialement pour l'Internet des Objets (IoT), Node-RED permet aux utilisateurs de créer des flux de données en utilisant un éditeur visuel basé sur un navigateur web.

Node-RED est souvent utilisé pour automatiser des tâches, connecter des appareils IoT, créer des tableaux de bord interactifs, et pour d'autres scénarios de traitement de flux de données. Il offre une solution accessible aux développeurs, ainsi qu'aux personnes moins familiarisées avec la programmation, grâce à son approche visuelle.



Hive MQ

Une plateforme de messagerie **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)** conçue pour faciliter la communication entre les appareils dans des environnements distribués, notamment dans le domaine de l'Internet des Objets (IoT).

En tant que broker MQTT, HiveMQ permet aux appareils de publier et de souscrire à des messages, facilitant ainsi l'échange d'informations de manière efficace et asynchrone.

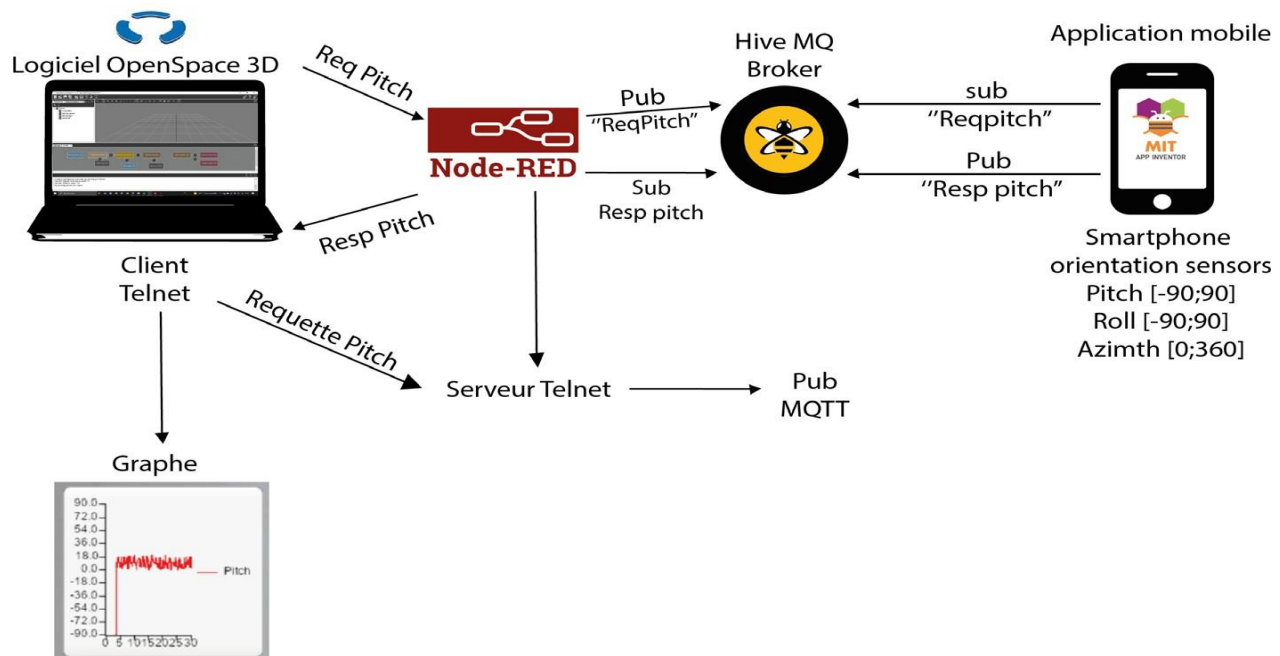
Cette plateforme offre une gestion évoluée des messages MQTT, garantissant une connectivité fiable et une communication sécurisée entre les dispositifs connectés.



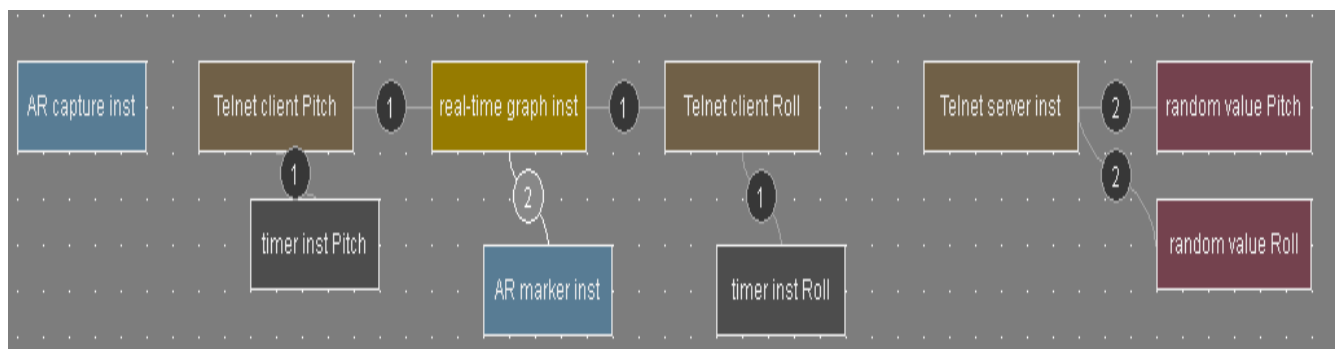
3. Activités scientifiques

3.1. Application 1 : Système de supervision temps réel

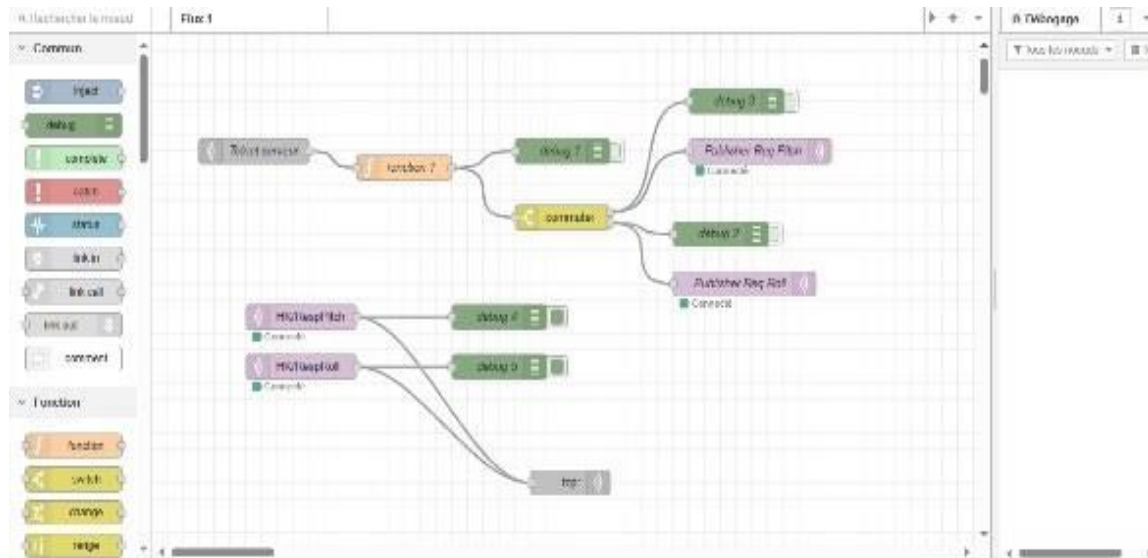
Nous avons participé à une activité immersive axée sur le développement d'une application de réalité augmentée (RA) en tant que système de supervision en temps réel. Cette expérience a intégré diverses technologies et plateformes pour créer un environnement complet et fonctionnel.



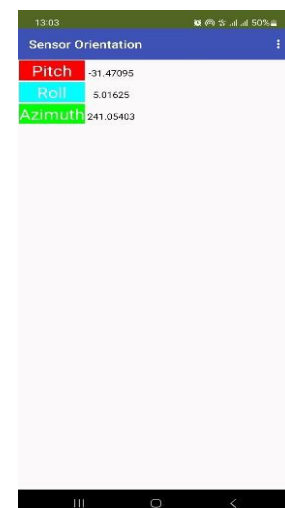
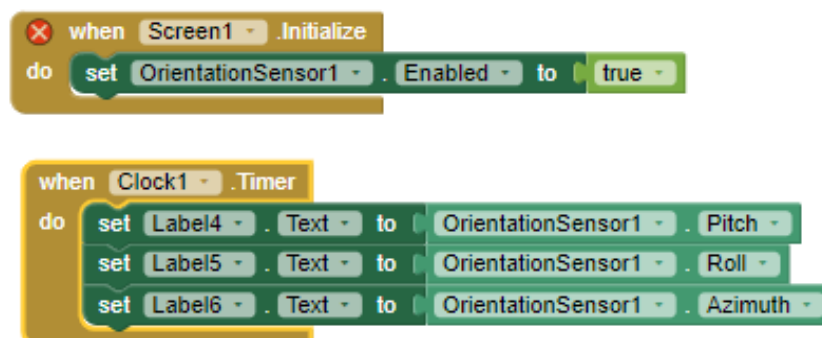
Le processus a débuté par l'utilisation d'Openspace 3D, une plateforme permettant de créer des environnements de réalité augmentée. À l'aide de cette plateforme, nous avons mis en place un graphique en réalité augmentée qui affiche des données en temps réel. Cette étape a impliqué l'utilisation de MQTT pour la communication de données en temps réel.

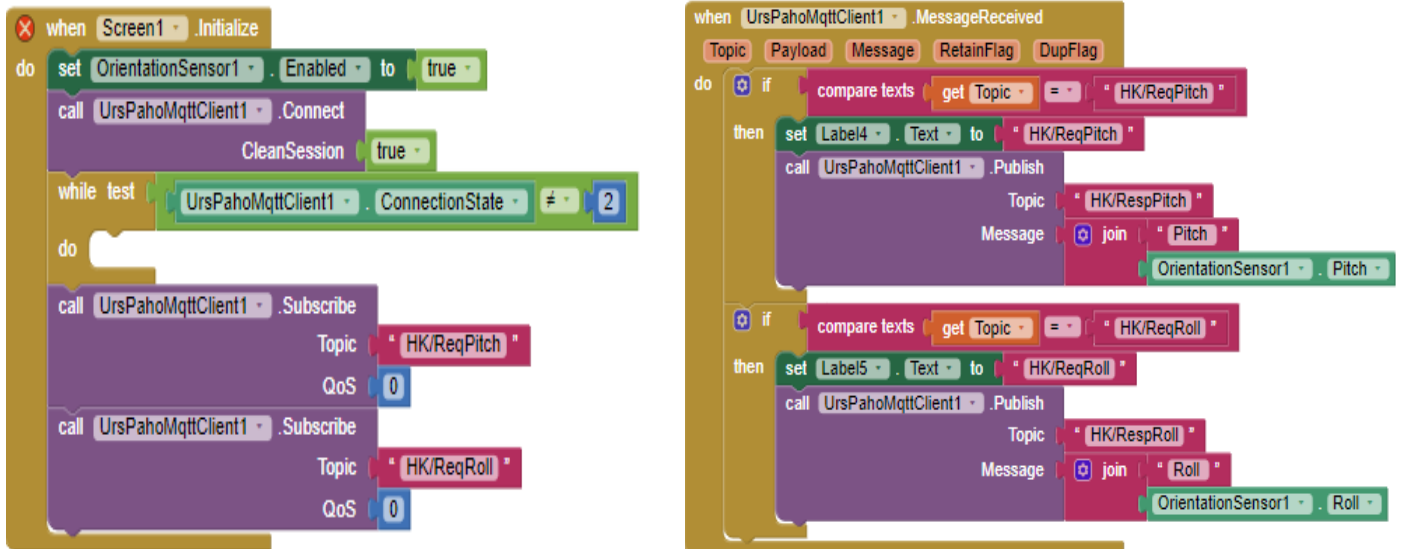


Node-RED, une plateforme de gestion de flux de données, a été intégrée pour orchestrer le flux de données, assurant ainsi une transition fluide des informations entre les différentes étapes du processus. Une partie cruciale de l'activité a été la conversion de protocole Tel-net vers MQTT, démontrant une gestion efficace des données provenant de sources variées.

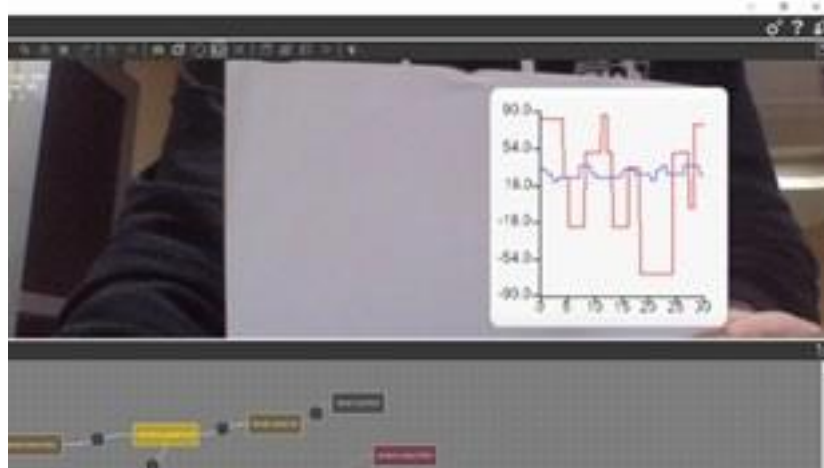


Une approche de développement en low code a été adoptée en utilisant MIT App Inventor, permettant la création d'applications mobiles avec très peu, voire aucune, programmation classique. Cette approche a facilité la conception rapide et la mise en œuvre de l'application mobile nécessaire à notre système de supervision.





Pour étendre nos connaissances à d'autres cas d'utilisation, nous avons exploré l'utilisation de l'accéléromètre du téléphone comme capteur de vibrations pour surveiller les niveaux de vibration d'une machine.



En résumé, cette activité a offert une expérience complète, de la création d'une application de RA pour la supervision en temps réel à l'exploration de nouvelles applications, montrant ainsi la polyvalence et le potentiel de ces technologies dans des scénarios pratiques et concrets.

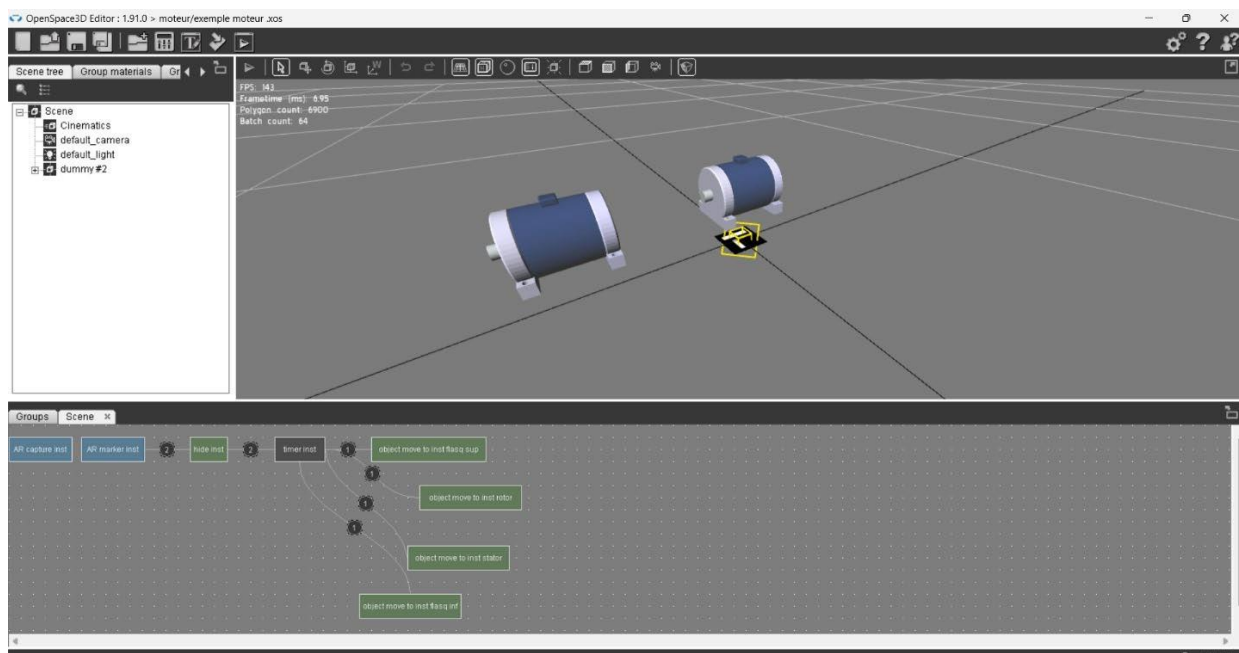
3.2. Application 2 : guide de désassemblage

Nous avons participé à une seconde activité axée sur l'utilisation de la réalité augmentée (RA) comme guide de désassemblage. Dans le cadre de cette expérience, nous avons exploré les fonctionnalités d'Openspace3D pour illustrer les concepts de tracking et de registration.

L'utilisation d'Openspace3D a permis de démontrer la création d'un système d'assistance aux opérateurs, fournissant des instructions de travail pour le désassemblage d'un moteur de manière précise et opportune. Nous avons pu visualiser comment cet outil pouvait guider les opérateurs, en leur fournissant des directives au bon moment et au bon endroit, simplifiant ainsi le processus de désassemblage d'un moteur de base.

En outre, nous avons eu l'opportunité d'effectuer l'exercice inverse en assemblant le moteur, utilisant toujours Openspace3D comme guide interactif. Cette expérience pratique a mis en lumière la polyvalence de la réalité augmentée dans des applications concrètes, en offrant une assistance précieuse aux opérateurs tout au long des différentes étapes du processus d'assemblage.

En résumé, cette activité a démontré comment une application de réalité augmentée peut servir de guide de désassemblage, en utilisant Openspace3D pour créer un système interactif d'assistance aux opérateurs, renforçant ainsi notre compréhension des applications pratiques de la RA dans des contextes industriels.



3.3. Visite du Laboratoire Industrie 4.0

Au sein de l'ENSAK, le laboratoire d'industrie 4.0 s'impose comme un environnement fascinant où les concepts théoriques prennent vie à travers des applications innovantes et concrètes. Au cœur de ce laboratoire, une maquette d'industrie 4.0 a été soigneusement élaborée, offrant une représentation tangible des principes fondamentaux de cette révolution industrielle. Cette maquette se présente comme une vitrine authentique des technologies de pointe caractéristiques de l'industrie 4.0, mettant en avant la convergence entre l'automatisation, la connectivité, l'intelligence artificielle et l'analyse des données.



Section 2 : Activités socio-culturelles

1. Journée d'échange culturelle

Cette journée a été marquée par notre participation à la journée d'intégration, au cours de laquelle nous avons eu l'occasion privilégiée d'assister au discours d'ouverture de l'événement. Dans cette atmosphère chaleureuse et conviviale, nous avons fièrement mis en avant notre stand tunisien, offrant aux participants une immersion complète dans notre culture.

Notre stand a été conçu de manière à transporter les visiteurs au cœur de la Tunisie. Nous avons partagé notre riche patrimoine culinaire, proposant des délices qui ont éveillé les papilles de ceux qui les ont goûtés. De plus, nous avons organisé des démonstrations de vêtements traditionnels tels que la Chechia, permettant aux participants de découvrir notre héritage vestimentaire de manière vivante et interactive.



Au-delà de la présentation matérielle, nous avons favorisé des échanges culturels enrichissants. Les discussions informelles ont permis de partager des aspects uniques de notre culture, de répondre aux questions des participants curieux et de créer des liens significatifs entre les différentes communautés présentes.



Dans l'ensemble, notre participation à la journée d'intégration a été une expérience gratifiante, nous permettant de célébrer la diversité culturelle et de contribuer activement à la création d'un environnement inclusif et dynamique au sein de l'événement.



2. Visite culturelle

Au cours de notre séjour, nous avons eu l'opportunité de visiter plusieurs villes au Maroc, notamment Kenitra, Rabat, Salé et Tanger. Cette expérience nous a permis de plonger dans la richesse culturelle et de déguster les délices marocains tels que le Tajine marocain, la pastilla, et bien d'autres spécialités locales.

Kenitra

Kénitra, joyau de la côte atlantique marocaine, se distingue par son essor industriel et sa position stratégique en tant que pivot économique. Durant notre séjour d'études, cette ville a constitué notre point d'ancrage, offrant un regard privilégié sur la vie quotidienne marocaine et la vitalité de son secteur industriel. Nous avons été véritablement impressionnés par l'accueil chaleureux de ses habitants, ce qui a grandement facilité notre intégration.



Au cœur de cette cité portuaire, le Souk Elkabazet, marché animé et coloré, incarne l'authenticité marocaine avec ses étals débordants de produits locaux et d'artisanat. À quelques pas de là, la plage de Mahdia, véritable havre de sérénité, offre un panorama apaisant sur l'océan Atlantique, invitant à la détente et à la contemplation.

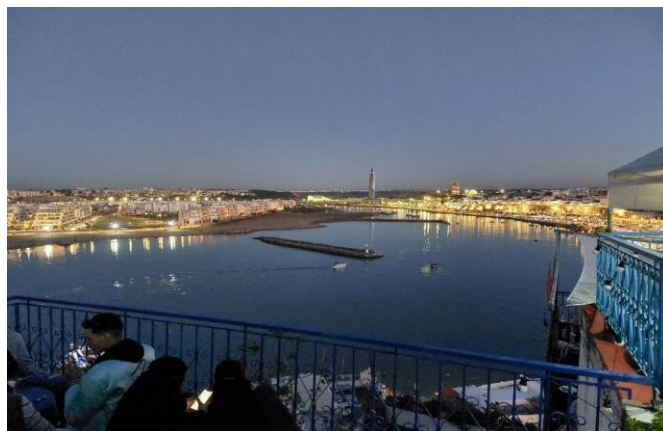


Rabat

Rabat, le siège politique, et Salé, deux perles enchâssées au bord du Bouregreg, forment un ensemble harmonieux qui allie histoire, culture et modernité. L'effervescence du Boulevard Mohammed V à Rabat, véritable artère dynamique, contraste avec la sérénité de la Mosquée El SUNA, où l'architecture religieuse exprime la spiritualité de la ville.



Le Jardin d'Essais Botanique offre une pause apaisante au cœur de l'agitation urbaine, tandis que notre exploration s'est conclue par une traversée en felouque jusqu'à Salé, permettant une immersion dans l'histoire à travers les dédales de l'ancienne Médina et les ruelles pittoresques de la Kasbah des Oudayas



Casablanca

Au cœur de cette métropole bouillonnante, la majestueuse Mosquée Hassan II. Là, nous avons été captivés par l'empreinte islamique qui se dégageait du lieu. L'architecture grandiose et la présence spirituelle imposante, ont créé un moment inoubliable, symbolisant la richesse culturelle et religieuse du Maroc.



Tanger

Nichée à l'extrême nord du Maroc, Tanger se présente comme une ville dynamique, mêlant son riche passé historique à sa vitalité contemporaine, du port animé aux récits de voyages à la pittoresque Place du 9 Avril, ou "Kalaa", vibrant au rythme de la vie citadine. L'ambiance unique de la vieille médina accueille les visiteurs dans un labyrinthe de ruelles où chaque coin révèle les vestiges d'un passé riche en histoires.



Notre périple nous a menés aux Nécropoles Punico-romaines, offrant une vue panoramique sur l'Espagne, le port et une multitude d'oiseaux. La Maison de la Forêt Urbaine Perdicaris est un havre de verdure au cœur de l'agitation citadine. Enfin, la rencontre majestueuse des eaux de la Mer Méditerranée et de l'Océan Atlantique offre des panoramas maritimes captivants.



Conclusion générale

Au coeur de notre séjour à l'ENSA Kenitra, nous avons eu l'opportunité de plonger dans le monde fascinant de la réalité augmentée, découvrant son rôle crucial dans l'évolution technologique mondiale. Les enseignements passionnants et les projets concrets ont non seulement élargi nos compétences, mais ont également renforcé notre conviction envers l'importance de cette technologie.

Au-delà des salles de classe, nos visites aux monuments célèbres et historiques ont ajouté une dimension culturelle à notre séjour. Des ruelles pittoresques de l'ancienne Médina de Rabat à la richesse bucolique et à la diversité de Tanger, en passant par la modernité de Casablanca, chaque lieu a raconté une histoire unique, tissant un lien entre le passé et le présent du Maroc.

Cette expérience complète n'a pas seulement nourri notre intellect, mais elle a également élargi nos connaissances et nous a dotés de nouvelles compétences. En résumé, notre séjour à l'ENSA Kenitra a été bien plus qu'une simple période d'études. Il a constitué une immersion totale dans le savoir, la technologie et la richesse culturelle du Maroc. Nous exprimons notre profonde gratitude pour cette opportunité unique qui a laissé une empreinte durable sur notre parcours académique et personnel.

Ce voyage restera gravé dans notre mémoire en tant qu'immersion complète, éducative et culturellement enrichissante. Nous sommes reconnaissants envers le Maroc, et tous ceux qui ont participé à rendre cette expérience exceptionnelle.

Témoignage Séjour scientifique au Maroc

