



Rapport de stage

effectué à L'office Régional de Mise en Valeur Agricole
du Tafilalet Errachidia

Réaliser par: TAHIRI ALAOUI Yassine
Encadré par: M.Anouar Ounachad

Du 10-07-2023 à 10-08-2023



Remerciement:

Nos remerciements les plus sincères à nos formateurs et nos encadrants qui ont toujours bien voulu répondre à nos questions durant toute la période du stage, c'est grâce à ses conseils que nous avons pu préparer ce rapport. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude. Aussi, nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.



1 Introduction

Le présent rapport de stage a été réalisé au sein de "L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet" à Errachidia. Ce stage a été effectué dans le cadre de ma formation académique en ingénierie de la modélisation et de l'informatique scientifique, dans le but d'acquérir une expérience pratique et concrète. L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet, connu sous l'acronyme ORMVAT, est un acteur majeur de la région du Tafilalet au Maroc. Il joue un rôle essentiel dans le développement et la promotion de l'agriculture dans cette région aux multiples potentiels agricoles.

Au cours de ce stage, j'ai eu l'opportunité de découvrir les différentes missions et activités de l'ORMVAT. Dans ce rapport, je vais présenter de manière détaillée mon expérience au sein de l'ORMVAT, en mettant l'accent sur les connaissances acquises. Je vais également mettre en évidence l'importance du rôle joué par cette institution dans le développement socio-économique du Tafilalet. Je vous invite maintenant à découvrir le fruit de ce stage au sein de L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet à travers ce rapport, en espérant que celui-ci reflète fidèlement les efforts consentis, les enseignements acquis et les avancées réalisées au cours de cette expérience professionnelle enrichissante.

2 Historique de l'office

Le Maroc est essentiellement un pays agricole. La politique menée depuis les années 60, a été orientée vers le développement du secteur agricole afin de contribuer, dans une large mesure au développement économique national, à la fin des années 80 l'accueil a été mis sur le développement du monde rural. Dans ce domaine, notre pays a créé 09 offices sur les périmètres desservis par les grands barrages, leurs objectifs principales est la mise en valeur agricole pour la gestion et le développement de la production végétale et animale , de l'eau d'irrigation, ces offices sont :

- ORMVA DU TAFILALET
- ORMVA DU TADLA
- ORMVA DU GHARB
- ORMVA DU HOUZ
- ORMVA DU LOUKOUS
- ORMVA DU MOULOUYA
- ORMVA DU OUARZAZATE
- ORMVA DOUKKALA
- ORMVA DU SOUS MASSA

Ces offices sont implantés dans les périmètres irrigués à fin de développer la production végétale et animale. L'ORMVA du TAFILALET, parmi ces offices concernant une vaste zone de la province D'ERRACHIDIA étendue sur une grande surface alimentée par le barrage HASSAN ADDAKHIL (vallée du moyen ZIZ)



Figure 1: Example Image

L'ORMVA du Tafilalet a connu sa création en 1966, c'est un organisme semi-publique doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Il est placé sous la tutelle du Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. La zone d'action de l'ORMVA/TF est située au SUD-EST du royaume, elle couvre l'ensemble de la province d'Errachidia et le cercle de Beni-Tadjit relevant de la province de Figuig. Soit au total 30 communes rurales dont 26 relevants du pouvoir de la province d'Errachidia. On peut décrire la zone de l'ORMVA/TF en précisant des limites. Elle est limitée au Nord par la province de Khnifra et Boulmane, au Sud par la frontière Algéro-Marocaine. A l'Est par la province de Figuig et à l'Ouest par les provinces de Beni-Mellal, Azillal et Ouarzazate. Leur zone d'action s'étend sur l'ensemble du territoire de la province d'Errachidia, et du cercle de Beni-Tadjit relevant de la province de Figuig sur une superficie totale de : 77250 km² ; et englobe trois bassins versants :

- Ziz
- Gheris
- Guir

Les eaux superficielles de ces trois bassins sont mobilisées par les équipements hydrauliques suivantes :

- Barrage Hassan Addakhil
- Barrage et lacs collinaires
- Barrage de dérivation

Pour les eaux souterraines, on distingue deux modes d'exploitation suivantes : les khettaras et pompage thermique à partir des puits ou des forages. Trois principales missions sont assignées à l'ORMVA/TF à savoir :

- Aménagement hydro agricole .
- Maintenance et gestion des réseaux d'irrigations .
- Promotion de la mise en valeur agricole.

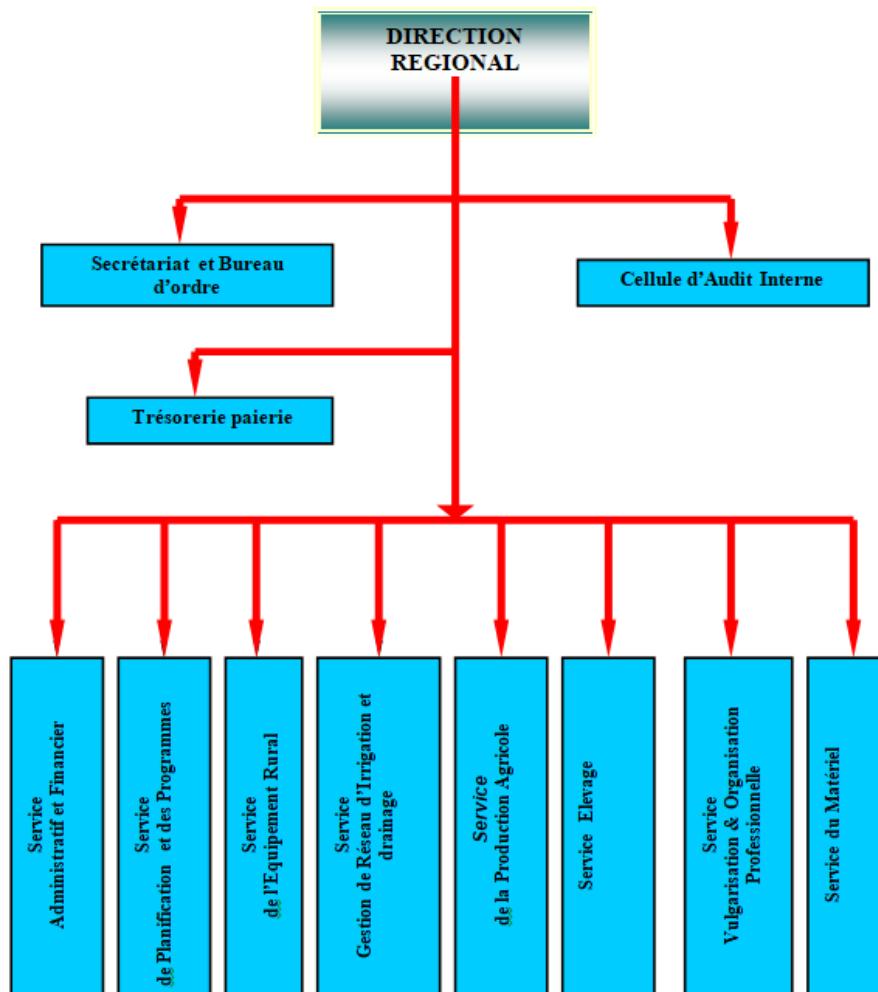


Figure 2

3 Organisation des services

Pour mener efficacement sa mission, l'office compte actuellement des services situés à Errachidia ,ils sont administrés par un conseil d'administration qui comprend le secrétariat de direction et le bureau d'ordre, **huit services** coiffants 28 bureaux au siège de l'office : .

Services techniques

- Service de l'équipement rural
- Service de l'élevage
- Service de la production agricole
- Service de la gestion des réseaux et du drainage
- Service de la gestion des réseaux et du drainage
- Service de la vulgarisation et de l'organisation professionnelle

Services fonctionnels

- Service administratif et financier
- Service de planification et de programmation
- Service du matériel.

L'organisation comprend également l'agence comptable qui relève du ministère des finances et qui procède au contrôle des toutes dépenses et des toutes les recettes de L'ORMVA/TF.

Services d'équipement rural:

Il est chargé des études et des travaux d'équipement hydro agricole, d'amélioration foncière, d'aménagement rural et génie civil. Il comprend en plus du secrétariat administratif les trois bureaux suivants :

- Bureau d'étude et de topographie :

Il est chargé d'établir les projets remembrement ; les projets d'ouvrage principaux ; de conduire en coopération avec les services et organismes intéressent tous les essais et expérimentation en matière d'hydraulique agricole et d'assurer les études et le contrôle des travaux topographiques.

- Bureau des travaux d'équipement hydro agricole :

Il est chargé de coordonner les programmes et les moyens de la subdivision des travaux d'équipement, d'animer et de contrôler leurs activités dans les domaines des travaux d'hydraulique et des travaux d'amélioration foncière.

- Bureau de l'aménagement rural:

Il s'occupe des études et du contrôle des travaux communaux (adduction d'eau potable, électrification rurale...) et de la promotion nationale ainsi que des travaux de génie civil (bâtiments agricoles, bâtiments administratifs) et de tout autre équipement pour les besoins de l'office ou des communes rurales.



Il s'occupe cinq subdivisions des travaux d'équipement:

- Subdivision agricole d'ERRACHIDIA.
- Subdivision agricole d'ERFOUD.
- Subdivision agricole de RICH.
- Subdivision agricole de RICH.
- Subdivision agricole de GOULMIMA.
- Subdivision agricole de BENI-TADJIT.

Services d'élevage :

Il est chargé dans le cadre de l'orientation définie par le ministère de l'exécution de :

- * Projet et programme de développement.
- * Amélioration de la production animale .
- * Protection sanitaire du cheptel .
- * Mise en œuvre des moyens techniques, matériels et humains

Il se compose en plus du secrétariat administratif de deux bureaux suivants :

- Bureau de la santé animale :

Sa fonction est :

Assurer les traitements des animaux présentés aux infirmeries vétérinaires et éventuellement dans la mesure du possible, dans les exploitations.

Réaliser les inspections des viandes et des denrées alimentaires d'origine animale, dans les abattoirs, dans les boucheries, dans les lieux de vente, dans les lieux de fabrication ,de transformation et d'entreposage.

Assurer l'exécution des mesures de police sanitaire des animaux vivantes et des denrées alimentaires d'origine animale, dans l'importation et à l'exportation.

- Bureau de la santé animale :

Il est chargé pour :

Etendre et de développer les activités afférentes à l'amélioration génétique aussi bien celles relatives à l'insémination artificielle que celles intéressants l'introduction des types purs.

Assurer la vulgarisation des races des techniques et des méthodes rationnelles des conduites des troupeaux et de tenue des exploitations.

Il s'occupe de cinq Subdivisions d'élevage :

- Subdivision agricole d'ERRACHIDIA.
- Subdivision agricole d'ERFOUD.
- Subdivision agricole de RICH.



-
- Subdivision agricole de GOULMIMA.
 - Subdivision agricole de BENI-TADJIT

Services de production agricole :

Ce service a pour rôle la promotion et l'amélioration de la production agricole, il établit des études et des projets de mise en valeur et de lotissement réalise les opérations confiées à l'office. Le service de la production agricole comprend un secrétariat, une section comptable et deux bureaux :

- Bureau des études agro –économiques:

Il est chargé de définir les actions et mettre en œuvre pour implanter les spéculations nouvelles pour améliorer les productions déjà pratiquées, de participer aux études économiques et aux enquêtes statistiques ainsi qu'à la mise au point des toutes mesures concernants les conditions de production et de commercialisation des produits agricoles, d'étudier les choix et les normes d'emploi du matériel agricole en liaison avec les services et organismes spécialisés.

- Bureau des actions agricoles :

Il est chargé de préparer le programme des différentes opérations agricoles, de coordonner et de contrôler son exécution, d'arrêter et de suivre la réalisation des programmes des travaux agricoles effectués pour le compte des agriculteurs, de définir les modalités pratiques d'interventions (choix des variétés des semences et des plantes, des formules d'engrais, des produits phytosanitaires, etc....) ainsi que les moyens nécessaires à la réalisation de ces programmes.

Et elle s'occupe de cinq subdivisions agricoles et 23 centres de mise en valeur dans la zone d'action ORMVA/TF :

- Subdivision agricole d'ERRACHIDIA.
- Subdivision agricole d'ERFOUD.
- Subdivision agricole de RICH.
- Subdivision agricole de GOULMIMA.
- Subdivision agricole de BENI-TADJIT

Services de la gestion des réseaux, d'irrigation et du drainage:

Il est chargé de suivre, évaluer, entretenir et contrôler l'exploitation des systèmes d'irrigation mise à la disposition des agriculteurs. En sus de secrétariat il se compose des bureaux suivants :

- Bureau d'exploitation du réseau d'irrigation :

Il s'intéresse à l'exploitation des systèmes d'irrigation et les opérations relevant de ce domaine, par exemple, la planification, le suivi, l'évaluation

et le contrôle des nappes et la diffusion des méthodes d'irrigation les plus adéquates.

- Bureau d'exploitation du réseau :

Il a pour fonction, la gestion des problèmes et des programmes de la distribution d'eau ainsi que l'instruction des demandes de prise d'eau.

- Bureau d'entretien du réseau :

Comme son nom l'indique, ce bureau est créé pour l'entretien et la maintenance des équipements hydro agricoles, hydromécaniques, les barrages et le réseau d'irrigation.

Services de vulgarisation et organisation professionnelle

Il a pour mission la conception des programmes de vulgarisation intégrante toutes les composantes de l'exploitation et la diffusion auprès des agriculteurs, des techniques et méthodes modernes de production et d'exploitation en collaboration avec les autres services. Il comprend :

- Bureau de la vulgarisation et de l'audiovisuel :

Il vulgarise les méthodes et la technique susceptible de toucher à la situation de l'agriculteur dans la zone d'action de L'ORMVA/TF, tout en utilisant les moyens de la diffusion des masses nécessaires.

- Bureau de l'organisation professionnelle et du crédit :

Il procède au suivi des travaux des différentes coopératives agricoles, il coordonne avec les investisseurs pour les formalités de création des coopératives. Il assiste les commissions locales de crédit (le crédit agricole).

- Bureau de la formation et du perfectionnement :

Il s'occupe de l'organisation de la formation au profit du personnel et des agriculteurs, et des programmes d'alphabétisation de la femme rurale et de tous les aspects de formation qui doivent accompagner les activités de vulgarisation.

- Bureau de l'amélioration des structures foncières :

Ce service est présenté par des subdivisions et centres de Mise en valeur (CMV) implantés à :

- Subdivisions Errachidia.
- Subdivisions Erfoud.
- Subdivisions Rich.
- Subdivisions Goulmima.
- Subdivisions Beni-Tadjit.

Services administratif et financier.

Il est chargé de l'exécution des tâches administratives de la gestion du personnel.
Il comprend :

- Bureau du personnel et des œuvres sociales

Il est chargé de la gestion du personnel de l'office et des toutes les études liées à la situation des effectifs, aux conditions de rémunération ou à l'application de la législation du travail et des statuts particuliers, il participe en collaboration avec les associations du personnel à l'organisation et à la gestion des œuvres sociales en faveur des agents de l'office.

- Bureau de la formation continue :

Il est chargé de l'organisation et l'exécution des plannings et de la formation au personnel ainsi la gestion administrative des stages au sein de l'office.

- Bureau juridique et dominal:

Services de la planification et et des programmes

Il a pour mission la formulation et l'évaluation des actions de l'office en fonction des orientations gouvernementales et en collaboration avec les services de l'office. Les bureaux constitués de ce service sont :

- Bureau des programmes : Il a pour rôle l'établissement et programmation des actions de l'office suivant les objectifs assignés et la centralisation des documents sur ses activités pour porter une analyse sur les résultats de chacune.

- Bureau de budget : Chargé de l'élaboration des budgets en fonction des besoins des différents services et suivre l'exécution des opérations financées par le budget de l'état et les prêtes des organismes de crédit.

- Bureau comptable : Il tient la comptabilité de l'ordonnateur et l'ordonnancement des dépenses et des recettes de l'office.

- Bureau d'informatique : Ce bureau est instauré pour informatiser les activités des services et assurer une bonne exploitation des outils informatiques et améliorer l'utilisation des systèmes.

- Bureau des marchés : Il est chargé de la préparation et la gestion des marchés par des appels d'offre publics, la sélection des fournisseurs et le contrôle de l'exécution des clauses du cahier des prescriptions spéciales (CPS) .Ces marchés publics sont des contrats admiratifs écrits conclus entre l'office appelé aussi le maître d'ouvrage et une personne physique ou morale ou un groupement des personnes physiques ou morales appelés titulaires pour l'exécution des travaux , des fournitures ou des services moyennants un prix .

- Cellule comptable : Créé en 1994, suite aux recommandations relevant l'étude SIG (système d'information et de gestion) menée par le cabinet price waterhouse. Cette cellule est chargée de la tenue de la comptabilité générale, analytique et prévisionnelle dans le but d'atteindre le maximum de la rigueur financière et reflète l'image fidèle.

Services du matériel

Ce service est chargé d'assurer l'approvisionnement des services en matériel et fournitures de bureau, de tenir la comptabilité matière, ainsi d'effectuer les travaux d'entretien des immeubles et des matériels de l'office et de tenir les registres d'inventaire des matériels non consommables. Il comprend outre le secrétariat administratif :

- Un bureau du parc d'automobile et matériel agricole : Il est chargé d'effectuer la gestion maintenance du parc automobile et du matériel agricole de l'office, ainsi que les achats des véhicules.
- Un bureau des approvisionnements Il est chargé des achats du matériel, de mobilier et des fournitures des bureaux communs à l'ensemble des services de l'office. Il a pour rôle de :
 - ★ Consultation des fournisseurs
 - ★ Elaboration des bons de commande
 - ★ Liquidation des bons de commande
- Un bureau d'entretien des immeubles : Il est chargé de la réfection et de l'entretien des locaux de service et des logements de l'office.
- Un bureau des moyens généraux : Il contrôle les besoins des magasins. Il est chargé de :
 1. Les travaux de tirage et reproduction.
 2. Le fonctionnement du matériel et de climatisation.
 3. La réparation et de l'entretien des machines mécanographiques des réfrigérateurs ainsi que du matériel et mobilier du bureau.
 4. Le fonctionnement de la centrale téléphonique et du matériel d'incendie.Les cinq subdivisions du service du matériel sont implantées respectivement à Errachidia, Erfoud, Goulmima, Rich, Beni-Tadjet qui sont chargées chacune dans son ressort territorial de la maintenance du parc automobile et du matériel agricole de l'office.
- La cellule de la gestion du stock : Comme son nom l'indique, c'est une cellule qui a pour objet le suivi des entrées et des sorties des stocks.
- La cellule du patrimoine : Les tâches de la cellule patrimoine sont :
 - Tenue des registres d'inventaire des immobilisations.
 - Prise en inventaire des acquisitions et le marquage du matériel inventorié.
 - Suivi des immobilisations (affectation, mutation, réforme, cession, radiation des registres).

-
- Tenue de la base des données informatisées des immobilisations (saisie des acquisitions, modification, calcul des amortissements, édition des immobilisations servants de base à la clôture de l'exercice comptable...).
 - Mise à la disposition des auditeurs externes et des conseils financiers tout les états relatifs aux immobilisations.
 - Préparation et mise en œuvre des opérations de la réforme du matériel inventorié.
 - Préparation des opérations d'inventaire physiques des immobilisations et recouplement avec les données de base des données des immobilisations.

4 L'impact socio-économique exercé par l'ORMVA sur la région

L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Taïfalet (ORMVA) exerce un impact socio-économique significatif et bénéfique sur la région. En tant qu'institution dédiée au développement agricole, l'ORMVA contribue de manière considérable à l'amélioration des conditions de vie des habitants du Taïfalet. Grâce à la mise en œuvre de projets novateurs et de programmes d'accompagnement, l'ORMVA favorise une agriculture plus performante et durable, renforçant ainsi la sécurité alimentaire de la région. La modernisation des techniques de production agricole, soutenue par l'ORMVA, accroît la productivité des terres agricoles et stimule la diversification des cultures, créant ainsi des opportunités économiques pour les agriculteurs locaux. Par le biais de la construction et de l'amélioration des infrastructures hydrauliques, telles que les barrages et les réseaux d'irrigation, l'ORMVA optimise l'utilisation de l'eau, contribuant à une meilleure gestion des ressources hydriques et à une résilience accrue face aux aléas climatiques. De plus, l'ORMVA joue un rôle clé dans le développement rural intégré, en investissant dans des projets d'infrastructures sociales, d'éducation et de santé, améliorant ainsi la qualité de vie des populations locales. En dynamisant le marché agricole local, l'ORMVA stimule l'économie régionale en augmentant l'offre de produits agricoles de qualité. Cela réduit également la dépendance aux importations, favorisant ainsi la prospérité économique de la région. En somme, grâce à ses efforts continus dans la promotion de l'agriculture durable, la gestion responsable des ressources et le développement rural intégré, l'ORMVA s'affirme comme un moteur essentiel du progrès socio-économique du Taïfalet, contribuant à une amélioration globale du bien-être des habitants de la région.

5 Le travail effectué

Au sein de l'Office Régional de Mise En Valeur Agricole/Tafilalet, notre stage a été une opportunité exceptionnelle de fusionner l'expertise agricole avec les avancées de l'intelligence artificielle. Plus précisément, au sein du bureau d'informatique, nous avons été confiés d'une mission qui reflète la convergence de ces deux mondes : la conception et la réalisation d'un projet de deep learning visant à la classification des plantes en fonction de leur état de santé.

L'agriculture, en tant que pilier essentiel de l'économie et de la sécurité alimentaire, est confrontée à divers défis, dont la détection précoce et précise des maladies végétales. Ces maladies peuvent entraver la croissance des cultures, réduire les rendements et affecter la qualité des produits agricoles. Face à ce constat, notre encadrant a formulé une mission cruciale : exploiter les avancées du deep learning pour développer un système capable de classifier automatiquement les plantes comme étant malades ou non. Dans les chapitres suivants, nous décrirons en détail le processus de conception, de développement.

Ce projet constitue une illustration concrète de notre engagement à la croisée des technologies de pointe et de la résolution de problèmes réels, contribuant ainsi à l'avancement de l'innovation dans l'agriculture et au-delà.

5.1 Acquisition de données :

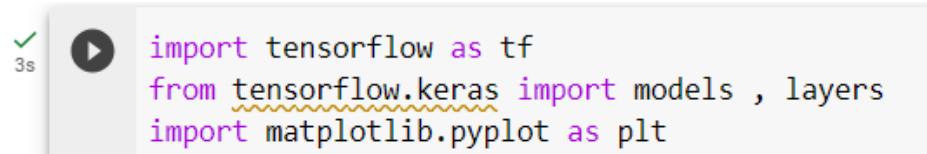
Dans chaque projet de machine learning ou de deep learning, nous commençons par la collecte de données afin de l'utiliser en tant que données d'entraînement, de validation et de test pour construire un modèle. Il existe trois techniques pour collecter les données : acheter des données auprès d'un fournisseur tiers, collecter et annoter les données vous-même, ou utiliser le scraping web pour collecter des images depuis Internet.

Dans ce petit projet, étant donné que l'office de l'agriculture ne dispose pas d'une base de données et que nous ne disposons pas de soutien financier pour rassembler des données auprès des agriculteurs concernant les palmiers, nous avons décidé de réaliser simplement un exemple de projet de machine learning en utilisant des données provenant de Kaggle. Nous avons construit un modèle pour classer des images. Nous avons choisi de nous concentrer sur les données relatives aux maladies de la pomme de terre, car elles étaient disponibles gratuitement sur Kaggle. Les données sont organisées en trois classes : "early-blight" (flétrissement précoce), "late-blight" (flétrissement tardif) et "healthy" (sain). Nous avons téléchargé les données sur mon ordinateur, puis nous les avons transférées vers Google Colab, car nous avons utilisé Google Colab pour mettre en œuvre le code.

Tout d'abord, nous importons les bibliothèques avec lesquelles nous allons travailler en Python, telles que TensorFlow, NumPy et Matplotlib.

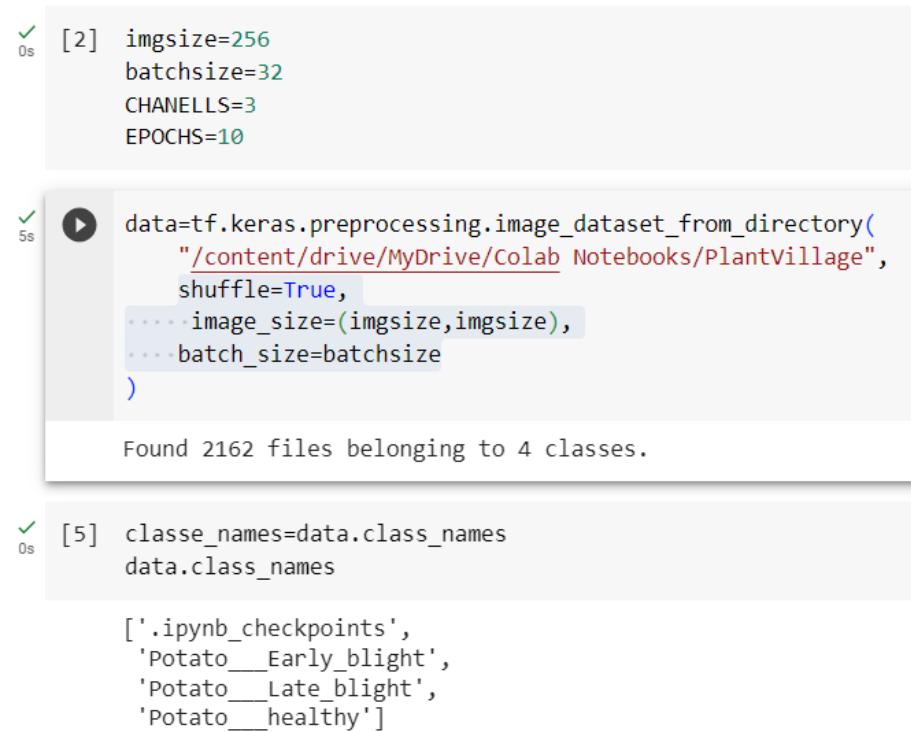
J'ai utilisé Keras pour développer le modèle car Keras est une API open source de réseaux neuronaux de haut niveau écrite en Python. Elle est conçue pour être conviviale, modulaire et facile à utiliser, ce qui permet aux développeurs de construire et d'expérimenter rapidement différents modèles d'apprentissage

profond. Keras offre une interface pratique et intuitive pour la création, la formation, l'évaluation et le déploiement de modèles de réseaux neuronaux.



```
✓ 3s   [1] import tensorflow as tf
      from tensorflow.keras import models , layers
      import matplotlib.pyplot as plt
```

Figure 3: importer les bibliothèques



```
✓ 0s   [2] imgsize=256
      batchsize=32
      CHANNELS=3
      EPOCHS=10

✓ 5s   [3] data=tf.keras.preprocessing.image_dataset_from_directory(
      "/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/PlantVillage",
      shuffle=True,
      ....image_size=(imgsize,imgsize),
      ....batch_size=batchsize
      )

Found 2162 files belonging to 4 classes.

✓ 0s   [4] classe_names=data.class_names
      data.class_names

['.ipynb_checkpoints',
 'Potato_Early_blight',
 'Potato_Late_blight',
 'Potato_healthy']
```

Figure 4: Chargement des données pour travailler avec elles.

Nous nous intéressons aux trois classes suivantes : Potato-Early-blight, Potato-Late-blight, Potato-healthy. Dans les projets de Deeplearning, les lots (batchs) sont utilisés comme un concept fondamental pour traiter et entraîner efficacement de grands ensembles de données. Le batching implique de diviser le jeu de données en sous-ensembles plus petits, ou lots, et de les traiter de manière itérative pendant le processus d'entraînement. Cette approche offre des avantages comme :Efficacité Mémoire.

Les modèles d'apprentissage profond requièrent souvent de grandes quantités de

données pour l'entraînement, et le traitement de l'ensemble du jeu de données en une seule fois peut dépasser la mémoire disponible. Le batching vous permet de travailler avec des portions gérables des données, garantissant que les besoins en mémoire du modèle restent réalisables. c'est pour cela on a devisé notre data des images en (batchs) de taille 32

5.2 Exploration des données :

Afin d'explorer nos données, nous avons commencé par afficher la longueur (len) de nos données, et il s'est avéré que nous avions 68 lots (batch). Dans chaque lot, nous avions 32 images. Ainsi, le nombre total d'images dont nous disposions était d'environ $32 * 68$. Ensuite, nous avons utilisé la bibliothèque Matplotlib pour visualiser les images et avons écrit la classe d'étiquette de chaque image.

```
✓ 45s [5] plt.figure(figsize=(10,10))
    for image_batch ,label_batch in data.take(1):
        for i in range (12):
            plt.subplot(3,4,i+1)
            plt.imshow(image_batch[i].numpy().astype("uint8"))
            plt.axis('off')
            plt.title(classe_names[label_batch[i].numpy()])
            image_batch[i].numpy().astype("uint8").shape
```

Figure 5: Visualisation

La sortie du code est :

Potato_healthy



Potato_Early_blight



Potato_Late_blight



Potato_Late_blight



Potato_healthy



Potato_Early_blight



Potato_Early_blight



Potato_Late_blight



Potato_Early_blight



Potato_Late_blight



Potato_Early_blight



Potato_Late_blight



Figure 6: Visualisation

5.3 Prétraitement des données:

Nous allons commencer par la répartition des données en ensembles d'entraînement, de validation et de test, car Dans le processus de préparation des données pour l'apprentissage automatique, une étape cruciale consiste à diviser l'ensemble de données en trois ensembles distincts : l'ensemble d'entraînement, l'ensemble de validation et l'ensemble de test. Cette répartition stratégique a pour but de garantir la robustesse et la généralisation optimale du modèle développé.

L'ensemble d'entraînement est utilisé pour apprendre les poids et les paramètres du modèle. Le modèle est ajusté en fonction de ces données pour qu'il puisse capturer les modèles sous-jacents et apprendre à effectuer des prédictions sur des données similaires à celles qu'il a vues.

L'ensemble de validation est utilisé pour ajuster les hyperparamètres du

modèle et évaluer sa performance lors de la validation. Cela aide à éviter le surapprentissage (overfitting) en permettant de régler les paramètres du modèle en fonction des performances réelles sur des données non utilisées pour l'entraînement.

Enfin, l'ensemble de test est utilisé pour évaluer objectivement les performances du modèle sur des données complètement nouvelles, non vues lors de l'entraînement ou de la validation. Cette évaluation finale fournit une estimation réaliste de la capacité du modèle à généraliser et à effectuer des prédictions précises sur des données inconnues.

La répartition en ensembles d'entraînement, de validation et de test est essentielle pour évaluer correctement la performance et la capacité de généralisation d'un modèle. Elle permet de s'assurer que le modèle n'a pas simplement mémorisé les données d'entraînement, mais qu'il peut effectuer des prédictions pertinentes sur des situations réelles. En séparant les données de cette manière, on s'assure que le modèle est capable de généraliser son apprentissage au-delà des exemples spécifiques qu'il a rencontrés. Pour réaliser cette tâche, nous avons créé une fonction qui prend les données et les divise en trois portions : 80% pour l'ensemble d'entraînement, 10% pour l'ensemble de validation et 10% pour l'ensemble de test.

```
def get_data_partition_tf(data,train_size=0.8,test_size=0.1,val_size=0.1
                         ,shuffle=True,shuffle_size=10000):
    if shuffle:
        data=data.shuffle(shuffle_size, seed=12)
    data_train=data.take(int(len(data)*train_size))
    data_val=data.take(int(len(data)*val_size))
    data_test=data.skip(int(len(data)*train_size)).skip(int(len(data)*val_size))
    return (data_train,data_val,data_test)

[9] (data_train,data_val,data_test)=get_data_partition_tf(data)
```

Figure 7: divising data

```
train_ds=data_train.cache().shuffle(1000).prefetch(buffer_size=tf.data.AUTOTUNE)
valid_ds=data_val.cache().shuffle(1000).prefetch(buffer_size=tf.data.AUTOTUNE)
test_ds=data_test.cache().shuffle(1000).prefetch(buffer_size=tf.data.AUTOTUNE)
```

Figure 8: cache() and prefetch()

Dans le code que vous avez fourni, les fonctions cache() et prefetch() sont utilisées pour optimiser le flux de données et améliorer les performances lors de l'entraînement de modèles d'apprentissage automatique. Voyons le rôle de ces deux fonctions dans ce contexte :

La fonction cache() est utilisée pour stocker temporairement les données en mémoire ou sur un support de stockage rapide (tel qu'un disque SSD) après leur chargement initial. Cette opération permet d'éviter de recharger les données à

chaque époque (itération) d’entraînement, ce qui peut considérablement accélérer le processus d’entraînement en minimisant les temps d’attente liés au chargement des données. Dans votre code, chaque ensemble de données (train-ds, valid-ds et test-ds) est mis en cache après avoir été mélangé (`shuffle()`) et avant d’être utilisé dans l’entraînement du modèle. Cela signifie que les données sont chargées une fois, mises en cache en mémoire ou sur un support de stockage, et ensuite réutilisées à chaque époque sans avoir à les recharger depuis la source originale.

`prefetch()` : La fonction `prefetch()` est utilisée pour précharger un certain nombre d’exemples d’entraînement en mémoire avant qu’ils ne soient nécessaires pour l’entraînement du modèle. Cela réduit les temps d’attente pendant les itérations d’entraînement, car le modèle peut accéder rapidement aux données préchargées sans interruption significative. En utilisant

`buffer-size=tf.data.AUTOTUNE` comme argument dans les fonctions `cache()` et `prefetch()`, TensorFlow ajuste automatiquement la taille du tampon (buffer) en fonction de la disponibilité de mémoire et de ressources. Cela permet d’optimiser l’utilisation des ressources tout en réduisant les temps d’attente.

l’utilisation des fonctions `cache()` et `prefetch()` dans ce contexte vise à accélérer le processus d’entraînement en stockant les données en mémoire/cache et en préchargeant les données nécessaires pour minimiser les temps d’attente lors de l’entraînement du modèle. Cela améliore globalement les performances et l’efficacité de l’entraînement.

Dans l’étape suivante du prétraitement, nous allons redimensionner et mettre à l’échelle les données. Le redimensionnement et la mise à l’échelle sont des étapes courantes de prétraitement dans les projets d’apprentissage automatique et d’apprentissage profond, en particulier lorsqu’il s’agit de données d’images. Ils servent plusieurs objectifs importants :

Cohérence : Le redimensionnement garantit que toutes les images du jeu de données ont les mêmes dimensions. De nombreux modèles d’apprentissage automatique, en particulier les réseaux neuronaux profonds, nécessitent que les données d’entrée aient des formes cohérentes. Le redimensionnement des images à une taille uniforme élimine les variations dans les dimensions des images, ce qui facilite le traitement par le modèle.

Efficacité mémoire et computationnelle : Les images peuvent avoir différentes tailles, et travailler avec de grandes images peut nécessiter beaucoup de mémoire et être coûteux en termes de calcul. Redimensionner les images pour les rendre plus petites et gérables réduit l’empreinte mémoire et accélère l’entraînement et l’inférence. Cela est particulièrement important lors de la manipulation de grands ensembles de données.

Réduction du surapprentissage : Le redimensionnement des images peut aider à prévenir le surapprentissage, une situation où un modèle apprend à mémoriser les données d’entraînement au lieu de généraliser aux nouvelles données. En normalisant les tailles d’image, vous réduisez la probabilité que le modèle se concentre sur des détails sans importance qui pourraient varier en raison de différentes tailles d’image.

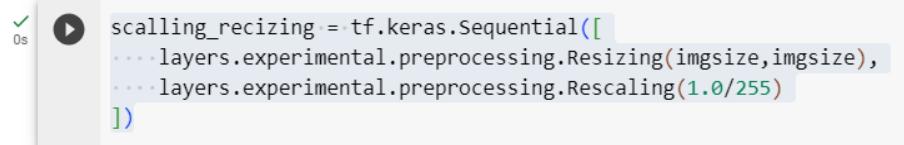
Normalisation : La mise à l'échelle des valeurs des pixels dans une plage spécifique (par exemple, [0, 1]) par le biais de la mise à l'échelle est une forme de normalisation. La normalisation des valeurs des pixels aide le modèle à converger plus rapidement pendant l'entraînement en veillant à ce que les valeurs d'entrée se situent dans une plage raisonnable. Cela peut également contribuer à stabiliser les mises à jour de gradient lors de l'optimisation.

Mise à l'échelle des caractéristiques : Pour les algorithmes qui utilisent des distances ou des magnitudes, comme de nombreux algorithmes d'apprentissage automatique, la mise à l'échelle des caractéristiques d'entrée peut empêcher certaines caractéristiques de dominer les autres uniquement en fonction de leurs magnitudes.

Performance du modèle : Les images redimensionnées et mises à l'échelle correctement peuvent conduire à de meilleures performances du modèle et à une meilleure généralisation. Un modèle entraîné sur des données normalisées est plus susceptible de bien fonctionner sur de nouvelles données non vues.

Le redimensionnement et la mise à l'échelle dans le prétraitement garantissent que vos données d'entrée sont cohérentes en termes de taille, de plage de valeurs et de format, ce qui les rend plus adaptées à l'alimentation des modèles d'apprentissage automatique. Ces étapes peuvent conduire à une efficacité d'entraînement accrue, à de meilleures performances du modèle et à une meilleure généralisation aux nouvelles données.

Pour réaliser cela, nous avons créé un pipeline pour redimensionner et mettre à l'échelle les données.



```
✓ 0s  ➔ scaling_recizing = tf.keras.Sequential([
...     layers.experimental.preprocessing.Resizing(imgsize, imgsize),
...     layers.experimental.preprocessing.Rescaling(1.0/255)
])
```

Figure 9: Pipeline to resize and scale

5.4 Construire un modèle :

5.4.1 l'apprentissage profond (Deep learning):

Depuis quelques années, un nouveau lexique lié à l'émergence de l'intelligence artificielle dans notre société inonde les articles scientifiques, et il est parfois difficile de comprendre de quoi il s'agit. Lorsqu'on parle d'intelligence artificielle, on fait très souvent l'allusion aux technologies associées comme le Machine learning ou le Deep learning. Deux termes extrêmement utilisés avec des applications toujours plus nombreuses, mais pas toujours bien définis. Pour commencer, revenons sur ces trois définitions essentielles :

L'intelligence artificielle : c'est un champ de recherche qui regroupe l'ensemble des techniques et méthodes qui tendent à comprendre et reproduire le fonctionnement d'un cerveau humain. Le Machine Learning : c'est un ensemble de techniques donnant la capacité aux machines d'apprendre automatiquement un ensemble de règles à partir de données. Contrairement à la programmation qui consiste en l'exécution de règles prédéterminées. Le Deep Learning ou apprentissage profond : c'est une technique de machine learning reposant sur le modèle des réseaux neurones: des dizaines voire des centaines de couches de neurones sont empilées pour apporter une plus grande complexité à l'établissement des règles.

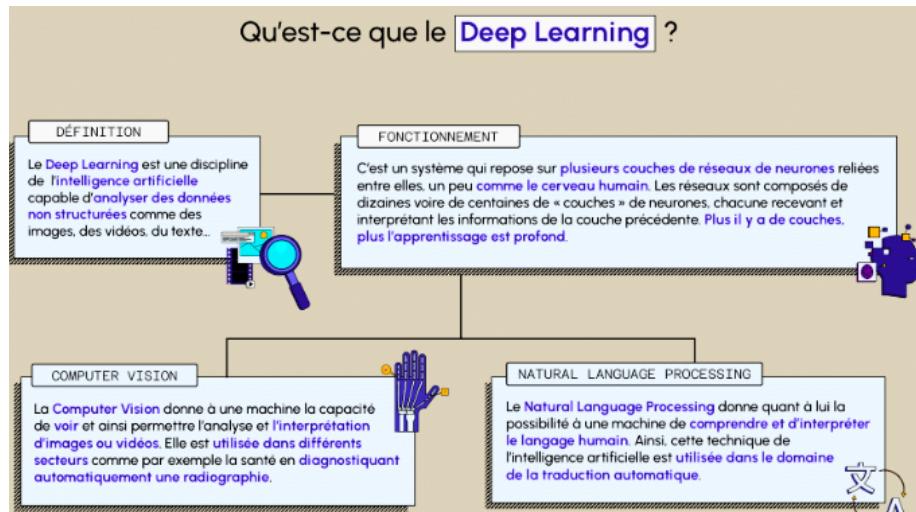


Figure 10: Deep learning

Le Deep learning ou apprentissage profond est l'une des technologies principales du Machine learning. Avec le Deep Learning, nous parlons d'algorithmes capables de mimer les actions du cerveau humain grâce à des réseaux de neurones artificielles. Les réseaux sont composés de dizaines voire de centaines de couches de neurones, chacune recevant et interprétant les informations de la couche précédente.

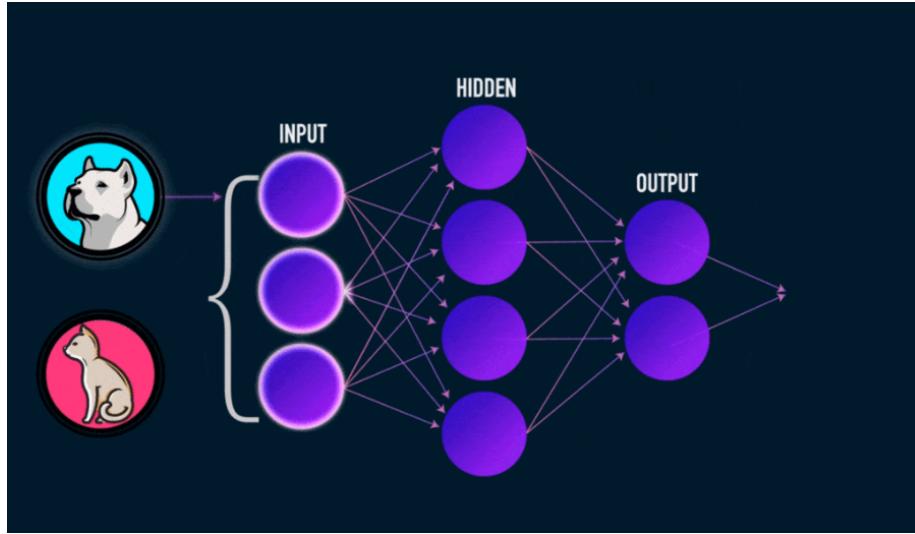


Figure 11: Deep learning

Chaque neurone artificiel représenté dans l'image précédente par un rond, peut être vu comme un modèle linéaire. En interconnectant les neurones sous forme de couche, nous transformons notre réseau de neurones en un modèle non-linéaire très complexe.

5.4.2 Les réseaux neuronaux convolutifs (Convolutional Neural Network CNN) :

Les réseaux neuronaux convolutifs (CNN) sont une classe de modèles d'apprentissage profond spécialement conçus pour traiter et analyser des données en grille, telles que des images et des vidéos. Ils sont largement utilisés dans le domaine de la vision par ordinateur pour des tâches telles que la classification d'images, la détection d'objets et la segmentation sémantique. Les CNN ont révolutionné la manière dont les machines comprennent et interprètent les données visuelles.

La conception des CNN est influencée par la structure et les caractéristiques des systèmes visuels biologiques. Ils exploitent la notion de hiérarchie de caractéristiques et de partage de poids pour extraire automatiquement des motifs et des structures à partir des données brutes. Voici les éléments clés des CNN :

Couches de Convolution : Les couches de convolution appliquent des opérations de convolution aux données d'entrée. Les convolutions sont des opérations

de filtrage qui permettent de détecter des caractéristiques spécifiques dans les données, comme des bords, des textures et des formes.

Couches de Pooling : Les couches de pooling réduisent les dimensions spatiales des données en conservant les informations les plus importantes. Cela aide à réduire la complexité du modèle et à améliorer sa résilience face aux variations mineures.

Fonctions d'Activation : Les fonctions d'activation, telles que ReLU (Rectified Linear Unit), introduisent de la non-linéarité dans le modèle. Elles permettent au réseau d'apprendre des relations complexes et de capturer des structures non triviales.

Hiérarchie de Caractéristiques : Les CNN extraient automatiquement des caractéristiques à différents niveaux d'abstraction. Les couches initiales captent des caractéristiques basiques (par exemple, les bords), tandis que les couches profondes identifient des motifs plus complexes (comme des objets).

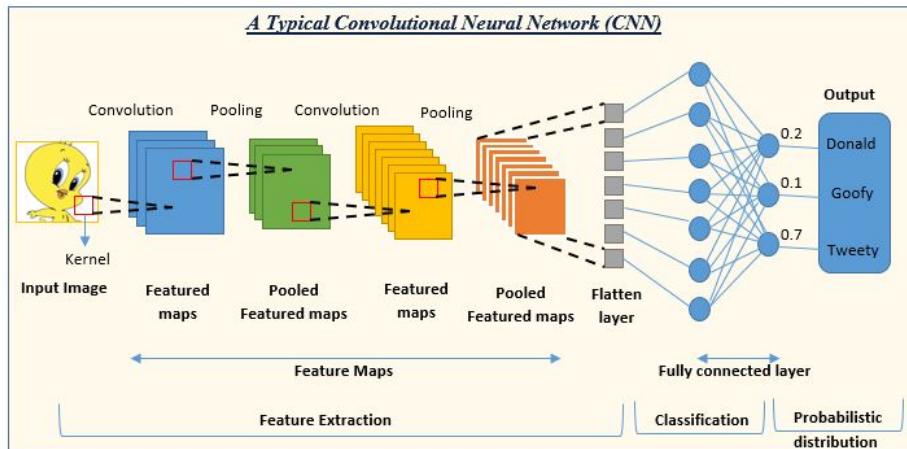


Figure 12: CNN

Dans cette étape, nous allons construire un modèle CNN pour classer les pommes de terre en fonction de leur état : celles qui présentent des signes de mildiou précoce, celles qui présentent des signes de mildiou tardif et celles qui sont saines.

```
▶ # Définition de la taille de lot (batchsize), de la taille de
# l'image (imgsize) et des canaux de couleur (CHANNELS)
input_shape = (batchsize, imgsize, imgsize, CHANNELS)

# Création du modèle séquentiel
model = tf.keras.Sequential([
    scaling_recizing, # Prétraitement : redimensionnement et mise à l'échelle
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3, 3), activation='relu', input_shape=input_shape),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3, 3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D((2, 2)),
    tf.keras.layers.Flatten(), # Aplatir les caractéristiques extraites
    tf.keras.layers.Dense(32, activation='relu'), # Couche dense
    tf.keras.layers.Dense(4, activation='softmax') # Couche de sortie pour
                                                # la classification à 3 classes
])

# Construire le modèle avec la forme d'entrée spécifiée
model.build(input_shape)
```

Figure 13: model

```
✓ [15] model.compile(
        optimizer='Adam',
        loss=tf.keras.losses.sparse_categorical_crossentropy,
        metrics=['accuracy']
)
```

Figure 14: model

La fonction `model.compile()` dans TensorFlow/Keras sert à configurer le modèle pour le processus d'entraînement. En spécifiant des paramètres essentiels tels que l'algorithme d'optimisation, la fonction de perte et les métriques à surveiller, cette fonction joue un rôle essentiel dans la mise en place du processus d'entraînement. La raison d'utiliser `model.compile()` est la suivante :

Optimiseur : L'optimiseur dicte la stratégie d'ajustement des poids du modèle pendant l'entraînement afin de minimiser la fonction de perte. Des

optimiseurs remarquables incluent Adam, SGD (Descente de Gradient Stochastique), RMSprop, et d'autres. Les différents optimiseurs suivent des règles de mise à jour de poids distinctes et des schémas de convergence différents.

Fonction de Perte : La fonction de perte évalue l'alignement entre les prédictions du modèle et les valeurs cibles réelles. Elle agit comme le signal directeur qui oriente le processus d'optimisation. Le choix de la fonction de perte dépend de la nature du problème (par exemple, classification, régression) et du comportement souhaité du modèle.

Métriques : Les métriques sont les critères d'évaluation utilisés pour évaluer les performances du modèle pendant l'entraînement. Les métriques courantes incluent l'exactitude, la précision, le rappel, le score F1, et bien d'autres. Ces métriques fournissent des informations sur la progression de l'apprentissage du modèle et sa capacité à généraliser à partir des données d'entraînement.

La fonction `model.fit()` est utilisée pour entraîner le modèle en utilisant les données d'entraînement. Voici une clarification de ses paramètres en français :

`train-ds` : C'est le jeu de données d'entraînement qui contient les images et les étiquettes associées utilisées pour apprendre le modèle.

`epochs=EPOCHS` : Cela définit le nombre d'époques d'entraînement. Une époque correspond à une itération complète à travers tout le jeu de données d'entraînement.

`batch-size=batchsize` : Cela définit la taille des lots (batch) utilisés pour la mise à jour des poids du modèle. Les données d'entraînement sont divisées en lots plus petits pour réduire la charge en mémoire et accélérer l'entraînement.

`verbose=1` : Ceci contrôle le niveau de détails affichés pendant l'entraînement. Une valeur de 1 affiche une barre de progression indiquant le progrès de l'entraînement.

`validation-data=valid-ds` : C'est le jeu de données de validation utilisé pour évaluer les performances du modèle après chaque époque d'entraînement. Le modèle n'apprend pas à partir de ces données, mais elles aident à surveiller l'apprentissage et à détecter le surapprentissage.




```

34m  model.fit(
    train_ds,
    epochs=EPOCHS,          # Define the number of epochs
    batch_size=batchsize, # Define the batch size
    verbose=1,
    validation_data=valid_ds
)

```

Figure 15: Model

```

Epoch 1/10 54/54 [=====] - 170s 3s/step - loss: 0.9275 - accuracy: 0.4809
- val loss: 0.8334 - val accuracy: 0.6042
Epoch 2/10 54/54 [=====] - 152s 3s/step - loss: 0.5108 - accuracy: 0.8067 -
val loss: 0.3158 - val accuracy: 0.8854
Epoch 3/10 54/54 [=====] - 149s 3s/step - loss: 0.2677 - accuracy: 0.8900 -
val loss: 0.2398 - val accuracy: 0.8958
Epoch 4/10 54/54 [=====] - 151s 3s/step - loss: 0.1840 - accuracy: 0.9271 -
val loss: 0.1272 - val accuracy: 0.9688
Epoch 5/10 54/54 [=====] - 152s 3s/step - loss: 0.1466 - accuracy: 0.9427 -
val loss: 0.3353 - val accuracy: 0.8750
Epoch 6/10 54/54 [=====] - 150s 3s/step - loss: 0.1574 - accuracy: 0.9416 -
val loss: 0.0717 - val accuracy: 0.9792
Epoch 7/10 54/54 [=====] - 150s 3s/step - loss: 0.1135 - accuracy: 0.9578 -
val loss: 0.0642 - val accuracy: 0.9844
Epoch 8/10 54/54 [=====] - 151s 3s/step - loss: 0.0791 - accuracy: 0.9676 -
val loss: 0.0413 - val accuracy: 0.9844
Epoch 9/10 54/54 [=====] - 157s 3s/step - loss: 0.0693 - accuracy: 0.9769 -
val loss: 0.0368 - val accuracy: 0.9896
Epoch 10/10 54/54 [=====] - 151s 3s/step - loss: 0.0691 - accuracy: 0.9722 -
val loss: 0.0747 - val accuracy: 0.9635
Ensuite, nous évaluons le modèle en utilisant les données de validation et nous
obtenons les résultats suivants :

```

```

20s  [16] scores=model.evaluate(test_ds)

8/8 [=====] - 11s 746ms/step - loss: 0.1503 - accuracy: 0.9531

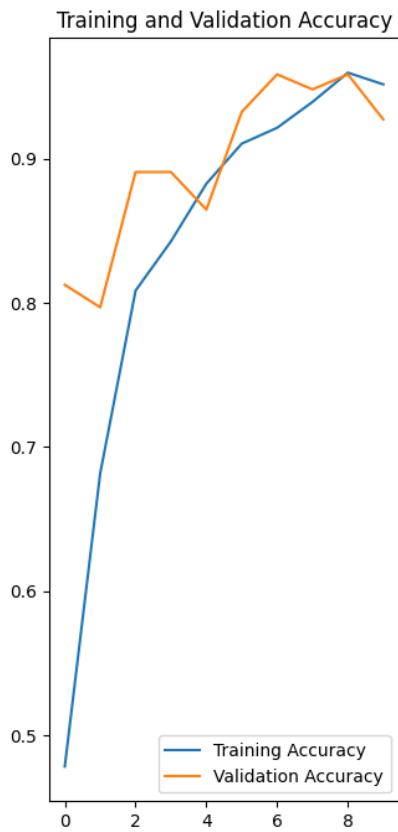
```

Figure 16: Model Evaluation

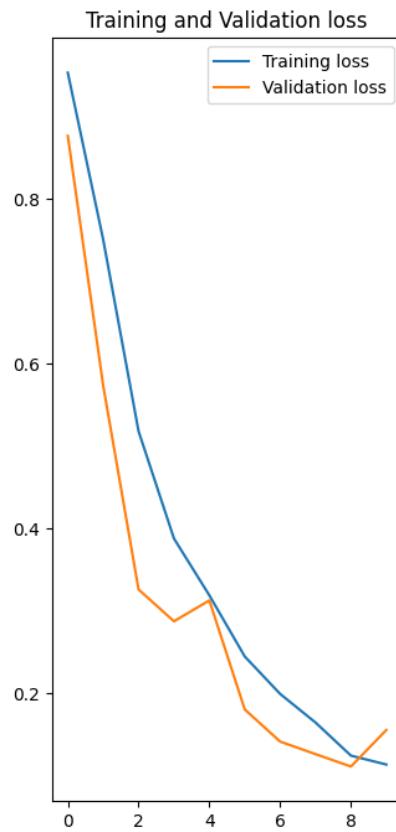
Dans cette étape, nous allons visualiser comment l'exactitude évolue et comment la fonction de perte évolue.

```
✓ [20] history.history.keys()  
dict_keys(['loss', 'accuracy', 'val_loss', 'val_accuracy'])  
  
✓ 0s [21] acc=history.history['accuracy']  
    val_acc=history.history['val_accuracy']  
    loss=history.history['loss']  
    val_loss=history.history['val_loss']  
  
✓ 1s ➔ plt.figure(figsize=(8,8))  
plt.subplot(1,2,1)  
plt.plot(range(EPOCHS),acc,label='Training Accuracy')  
plt.plot(range(EPOCHS),val_acc,label='Validation Accuracy')  
plt.legend(loc='lower right')  
plt.title('Training and Validation Accuracy')  
  
plt.figure(figsize=(8,8))  
plt.subplot(1,2,2)  
plt.plot(range(EPOCHS),loss,label='Training loss')  
plt.plot(range(EPOCHS),val_loss,label='Validation loss')  
plt.legend(loc='upper right')  
plt.title('Training and Validation loss')  
plt.show()
```

Figure 17: Model Evaluation



(a) training and validation accuracy



(b) training and validation loss

Figure 18: Visualisation

Les deux tracés illustrent les performances de l'apprentissage et de la validation du modèle pendant l'entraînement. Voici une interprétation de chacun des tracés :

a- Précision d'entraînement et de validation :

L'axe horizontal représente le nombre d'époques d'entraînement. L'axe vertical représente les valeurs de précision. La ligne bleue représente la précision d'entraînement et la ligne orange représente la précision de validation. Ce tracé montre comment la précision du modèle évolue au fil des époques. Si les deux courbes augmentent de manière similaire et atteignent une valeur élevée, cela indique que le modèle apprend bien et généralise correctement. Cependant, si la précision d'entraînement augmente considérablement tandis que la précision de validation stagne ou diminue, cela peut indiquer un surapprentissage, où le modèle mémorise les données d'entraînement sans généraliser efficacement.

b- Perte d'entraînement et de validation :

L'axe horizontal représente le nombre d'époques d'entraînement. L'axe vertical représente les valeurs de perte (loss). La ligne bleue représente la perte d'entraînement et la ligne orange représente la perte de validation. Ce tracé illustre comment la perte du modèle change au fil des époques. L'objectif est de minimiser la perte, ce qui signifie que le modèle devient plus précis dans ses prédictions. Si les courbes de perte d'entraînement et de validation diminuent et se rapprochent, cela indique que le modèle généralise bien. Si la perte d'entraînement continue de diminuer tandis que la perte de validation augmente, cela peut indiquer un surapprentissage.

Prediction :

Ensuite, dans cette étape, nous utiliserons les données de test pour montrer comment le modèle prédit une image de pomme de terre, en déterminant si elle est malade ou en bonne santé.

```

✓ 1s  for image_batch , label_batch in train_ds.take(1):
    first_image=image_batch[0].numpy().astype('uint8')
    first_label=label_batch[0].numpy()
    print('first image to predict')
    plt.imshow(first_image)
    print('actual_label',classe_names[first_label])
    batch_prediction=model.predict(image_batch)
    print(classe_names[np.argmax(batch_prediction[0])])

↳ first image to predict
actual_label Potato__Late_blight
1/1 [=====] - 1s 753ms/step
Potato__Late_blight

```



Figure 19: Prediction

6 Conclusion :

En conclusion de ce rapport de stage effectué à l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet à Errachidia, il est clair que cette expérience a été extrêmement enrichissante et formatrice. Au cours de cette période, j'ai eu l'opportunité de plonger dans le monde de l'agriculture, de l'informatique et de l'apprentissage automatique, et d'appliquer mes compétences théoriques à des problèmes réels et concrets.

La réalisation du projet de classification des plantes malades et saines en utilisant les techniques de deep learning a été une étape cruciale de ce stage. Elle m'a permis d'acquérir une compréhension approfondie du processus de collecte, de prétraitement et d'analyse des données, ainsi que du développement et de l'entraînement de modèles de réseaux de neurones convolutifs. Cette expérience m'a également donné un aperçu des défis spécifiques auxquels l'agriculture peut être confrontée en matière de technologie et d'innovation.

Au-delà de l'aspect technique, j'ai également pu collaborer avec des professionnels du domaine agricole, échanger des connaissances et des idées, et découvrir comment les avancées technologiques peuvent contribuer à l'amélioration des méthodes de travail et des rendements agricoles.

Ce stage m'a permis d'acquérir des compétences techniques et professionnelles précieuses tout en me sensibilisant aux enjeux de l'agriculture moderne. Je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui m'ont encadré et soutenu tout au long de cette expérience, et je suis confiant que les enseignements tirés de ce stage continueront à influencer positivement mon parcours académique et professionnel à l'avenir.