



IOT et IA (TENSORFLOW/COLAB) en agriculture numérique appliquée à la vigne

Aygyul Epimakhova



IoT en agriculture

Avec l'adoption croissante de l'Internet des Objets (IoT), les appareils connectés (robots compris) ont pénétré tous les aspects de notre vie :

- la santé
- la domotique
- l'automobile
- la ville intelligente
- La terre intelligente

Il est donc logique que l'IoT trouve son application dans l'agriculture et, en tant que tel, en améliore considérablement presque toutes les facettes.

IoT en agriculture: Pourquoi?

- Croissance de la population mondiale (doublement en Afrique dans les 25 prochaines années par exemple)
- Disponibilité limitée des ressources naturelles telles que l'eau douce et les terres arables (66% en Afrique)
- Diminution de la main d'œuvre agricole
- Réchauffement climatique



Problématique

L'architecture du système IoT

- Les données générées par IoT sont
 - collectées
 - stockées
 - traitées
- Les actionneurs des objets exécutent les commandes envoyées via une application d'utilisateur

Reportage — Agriculture

La « business school » agricole de Xavier Niel dans la tourmente

Cette agriculture technologisée est présentée par ses promoteurs comme un remède à la vie éreintante des paysans. Aux yeux de Clémentine Mattéi, cosecrétaire générale du Snetap-FSU, elle pousse surtout à davantage produire, détruit des emplois et crée une dépendance envers ceux qui possèdent le juteux marché de la robotique : « *Ce sont certes de nouveaux outils, comme le furent avant eux les tracteurs, qui peuvent faciliter le travail des agriculteurs. Le souci, c'est qu'ils sont très chers et continueront donc à asservir les paysans. Ils creuseront un peu plus leur dette, aujourd'hui à l'origine de la plupart des suicides [de paysans].* »

- Il n'existe pas d'architecture standard unique pour les système IoT
- L'architecture doit être suffisamment ouverte avec des protocoles ouverts
- Le système IoT doit être accessible à prix réduit

Objectifs du projet

Faire un état de l'art IoT pour l'agriculture numérique

Proposer une architecture open source de Data Lake multi source NOSQL/SQL3 (capteurs, internet, drones, robots, satellites) pour l'agriculture numérique

Faire une analyse Deep Learning des images de maladies de vigne (data set Kaggle)

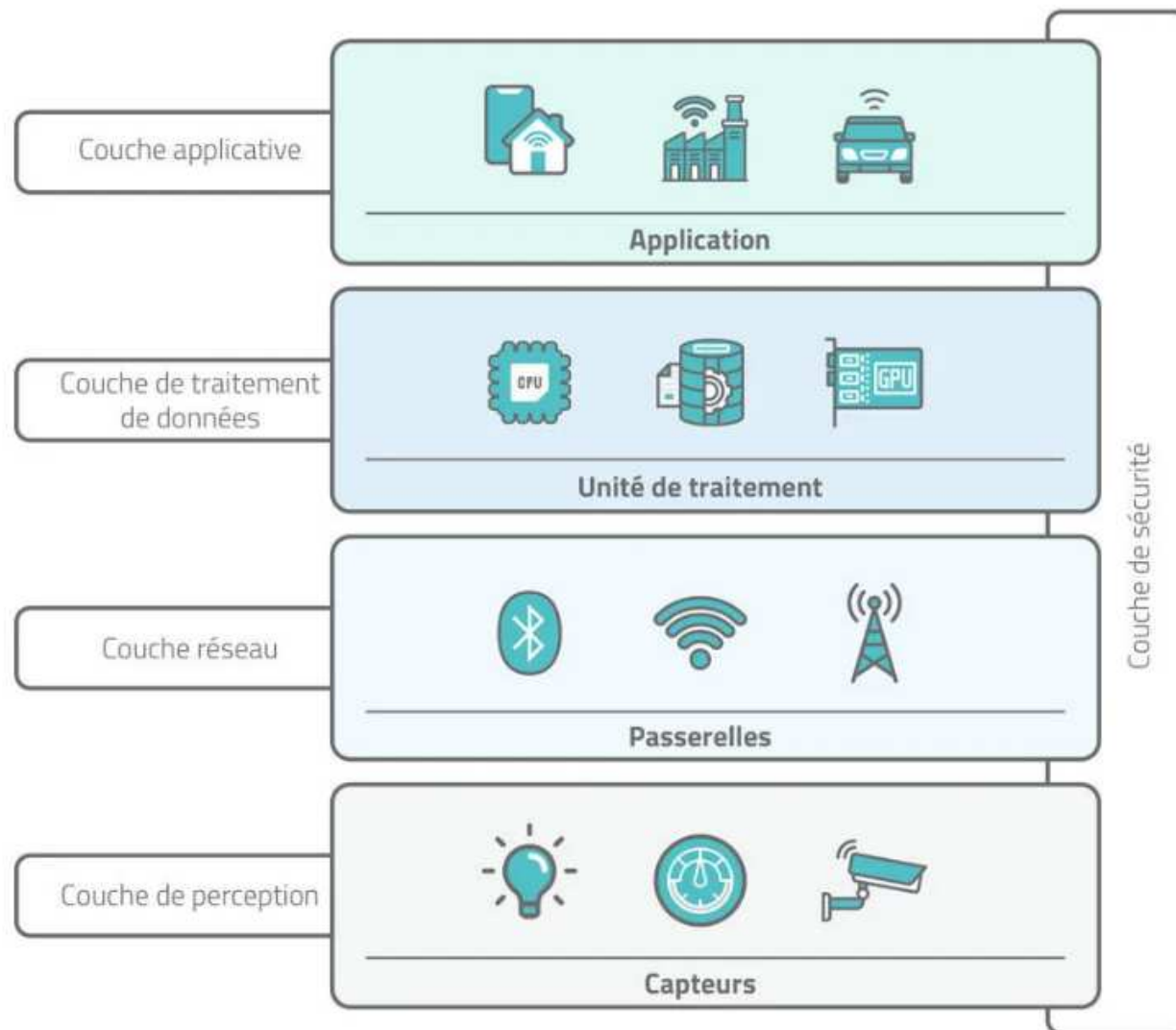
Recevoir les données des capteurs en temps réel (ainsi que le stockage des données historiques) et faire une analyse prédictive à l'aide de l'IA (Python, TensorFlow). Applications au data set historique de Cave de Labastide dans le Sud Ouest

Proposer une architecture open source de système IoT pour une ferme pilote

Le projet réalisé pendant un stage de quatre mois au DATA LAB du master Bihar de l'ESTIA, soutenu par Google via la taxe d'apprentissage versée à l'ESTIA

L'état de l'art IOT pour l'agriculture numérique

- Architecture du système IoT à cinq couches (le format le plus basique)





Couche de perception

Cette couche est responsable de convertir des signaux analogiques en données numériques et vice versa

Les objets IoT peuvent être divisés en groupes :

- **Capteurs** collectent des paramètres physiques tels que la température ou l'humidité, les transforment en signaux électriques et les envoient au système IoT.
- **Actionneurs** traduisent les signaux électriques du système IoT en actions physiques. Les actionneurs sont utilisés dans les contrôleurs de moteur, les lasers, les bras robotiques, les drones.
- Note : Nous écartons **les robots** agricoles de notre étude dont le cout rédhibitoire (50K à 500K) les réserve pour l'agriculture industrielle

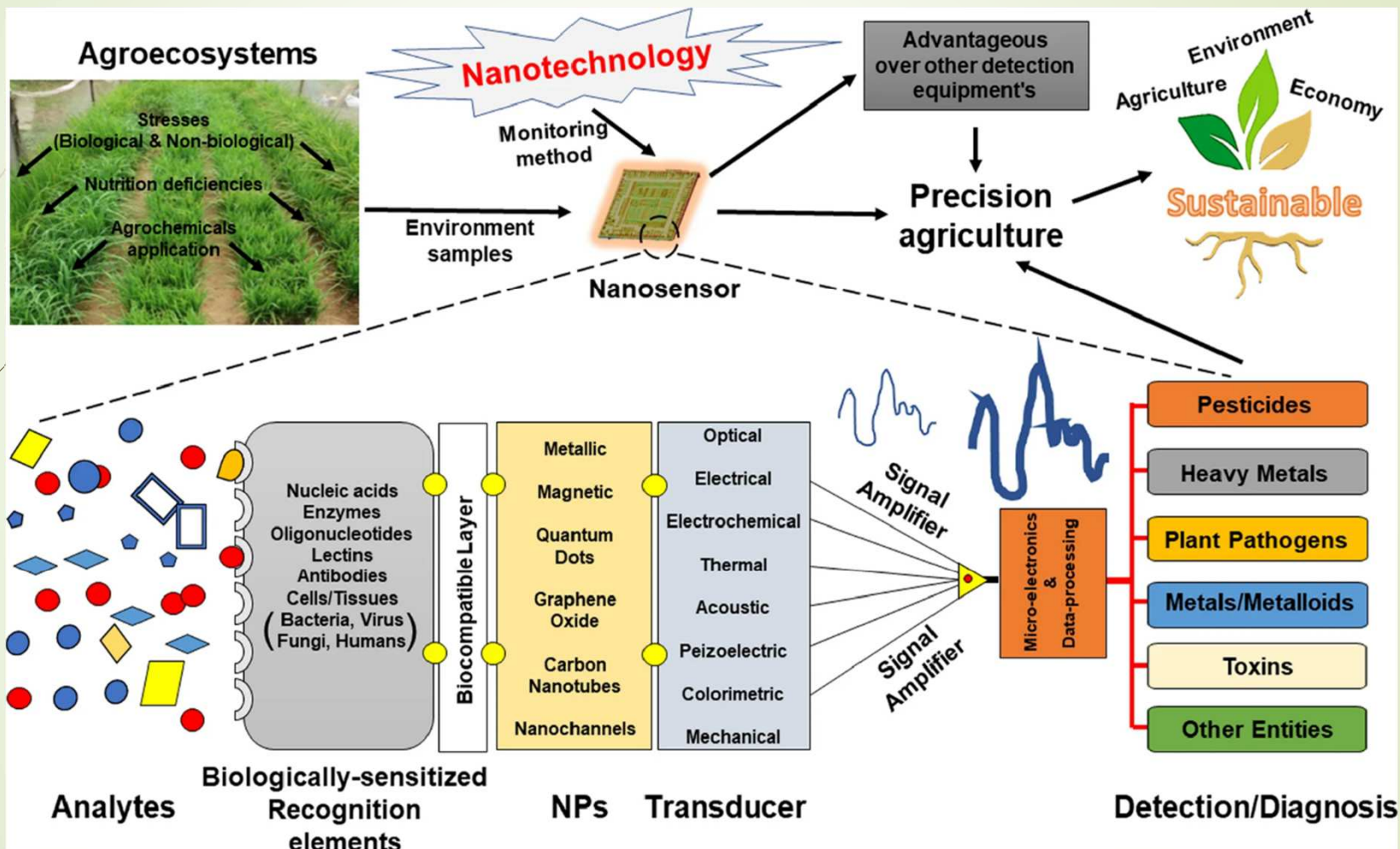
Couche de perception. Capteurs

► Les types de capteurs qui sont principalement utilisés dans les systèmes de surveillance de l'agriculture numérique

UAV (Unmanned Aerial Vehicles) - Drone

Type de données	Type de capteurs
Humidité et température du sol	Capteurs au sol
Humidité et température de l'environnement	Capteurs d'humidité
Humidité des feuilles	Capteurs d'humidité
Conductivité électrique	Capteurs électrochimiques
Dioxyde de carbone	Capteurs électrochimiques
Valeur du Ph	Capteurs électrochimiques
Vitesse et direction du vent	Stations météorologiques
Pression barométrique	Stations météorologiques
Intensité lumineuse	Stations météorologiques
Rayonnement solaire	Stations météorologiques
Pluviométrie	Stations météorologiques / Capteurs au sol
Gel métrie	Stations météorologiques / Capteurs au sol
Couleur du sol	Capteurs UAV
Taille des cultures	Capteurs UAV
Forme des cultures	Capteurs UAV
Épaisseur de la tige des plantes	Capteurs UAV
Latitude, longitude et altitude des plantes	Capteurs de localisation

Couche de perception. Bio et Nanocapteurs



Source: Pankaj Sharma, Vimal Pandey, Mayur Mukut Murlidhar Sharma, Anupam Patra, Baljinder Singh, Sahil Mehta & Azamal Husen. A Review on Biosensors and Nanosensors Application in AgroecosystemsNanoscale. Research Letters, August 2021



Couche de perception. Drones

- Ces appareils permettent d'effectuer un large panel de tâches (capteurs et actionneurs):
- Récupérer des données d'imagerie sur une récolte
- Eviter la propagation des maladies, des infections dans les cultures
- La lutte contre les ravageurs
- Plantation de cultures
- Pulvérisation et traitements agricoles

Couche réseau

Les protocoles de communication et la tendance internationale LORA



Source: Célia Garcia-Montero. Exclusif : parcourez la galaxie IoT en France. Salon IoT World, juin 2022



Source : BEHRTECH

Communication Technology	Data Rate	Frequency Band	Range
IEEE 802.15.4	20–250 Kbps	2400/915/868 MHz	10 m
IEEE 802.15.4-ZigBee	20–250 Kbps	2400/915/868 MHz	10–100 m
Wi-Fi-IEEE 802.11	450 Mbps	2.4 GHz–5 GHz	100 m
GPRS-2G GSM	64 Kbps	900 MHz–1800 MHz	100 m
3G	14.4 Kbps–2 Mbps	1.6–2 GHz	100 m
4G-LTE	100 Mbps–1 Gps	2–8 GHz	100 m
LoRa	0.3–50 Kbps	433,868,780,915 MHz	2–5 km
Bluetooth LE	1 Mbps	2.4 GHz–2.485 GHz	>100 m
RFID	400 Kbps	125 KHz–915 MHz	3 m

Couche de traitement de données

La logique du serveur peut être mise en œuvre de différentes manières:

Sur une plateforme cloud

Sur les machines virtuelles ou les serveurs réels



Couche Applicative

- ▶ La couche applicative est ce qui concerne l'interaction utilisateur

- ▶ Mise en œuvre via une application mobile ou web.
- ▶ Permet d'accéder aux données de l'appareil et de présenter visuellement les résultats de l'analyse.
- ▶ Les applications peuvent être construites directement sur les plates-formes IoT
- ▶ Sinon, les applications IoT utilisent des API pour s'intégrer à la couche de traitement de données.

Couche de sécurité (et blockchain)

Cette couche est transverse à toutes les couches précédentes

- La sécurité de l'IoT est primordiale (et trop souvent négligée)
- Si le nombre d'appareils IoT utilisés augmente, le nombre de points d'entrée pour les programmes tiers malveillants augmente

BIoTS (Blockchain-IoT Sensor)

Source: Carlos Gonzalez-Amarillo, Cristian Cardenas-Garcia, Miguel Mendoza-Moreno, Gustavo Ramirez-Gonzalez and Juan Carlos Corrales. Blockchain-IoT Sensor (BIoTS): A Solution to IoT-Ecosystems Security Issues. Sensors, June 2021

Les contrats intelligents blockchain ont la capacité

- de rendre le protocole de routage plus sûr en éliminant la redondance des données agrégées collectées par les nœuds IoT
- de bloquer les attaques sur le réseau IoT
- d'entraîner une faible consommation d'énergie et de prolonger la durée de vie du réseau




Problèmes

- Problème de compatibilité : les différents outils et plateformes IoT agricoles (même open source) ne suivent pas toujours les mêmes normes technologiques.
- Concernant les drones: respecter la réglementation française en vigueur (très stricte)
- Connectivité des zones rurales : dans de nombreuses régions une connectivité Internet solide et fiable n'est pas disponible, la mise en œuvre l'agriculture numérique restera problématique dans un tel endroit (sauf avec les satellites et idéalement les constellation de satellite basse orbite comme STARLINK)

Solutions

- Certains capteurs sont proposés dans le cadre d'un système personnalisé prêt à être utilisé à domicile. On peut essayer de les utiliser lors de la conception d'un propre système. Il existe également des capteurs qui ne disposent pas de leur propre interface sans fil, mais d'un port de sortie RS485. Il est possible d'essayer d'utiliser des unités électroniques distinctes pour l'application, en transmettant les données du port RS485 via Wifi. Le défi consiste à transformer des unités autonomes et des passerelles intelligentes en plateformes holistiques adaptées aux agriculteurs.
- Il est possible de contacter (et contracter avec) différents fabricants de capteurs et de drones, de système complet IoT pour l'agriculture numérique
- Il est possible de concevoir un propre système de collecte, de stockage et d'analyse des données provenant de capteurs, de drones et de satellites dans un environnement open source.

	Agdatahub	E-tumba	Weenat	Sinafis	Farmi
Description	Agdatahub fédère les acteurs publics et privés du secteur agricole autour d'une même ambition : doter l'agriculture d'une infrastructure technologique mutualisée et souveraine pour garantir le développement du numérique agricole en France et en Europe.	E-tumba fournit des solutions pour faciliter et optimiser l'encadrement agronomique individualisé de toutes les zones culturelles africaines s'inscrivant dans une démarche durable de co-construction.	Tous les capteurs agro-météo sont made in L.A. (Loire Atlantique)	Fabricant français de capteurs et sondes connectés	Capteurs connectés agricoles
Solutions	C'est la plateforme d'échanges de données utiles au secteur agricole en France et Europe pour valoriser des données, développer une nouvelle application, optimiser et automatiser la collecte de données	FieldSim : Suivi des cultures en temps réel Encadrement technique des producteurs BioFuncTool: Collecte des données et mesure in situ des indicateurs de la santé du sol	Des capteurs, on en a développé 8 au total. Toutes vos données agro-météo sur une SEULE application.	SinaSens Smart Agri : un jeu de capteurs connectés à une application en ligne, simple d'utilisation et intuitive. Contrôler l'humectation, la température et l'humidité des grandes cultures.	Prévision des maladies Nos outils de prévisions des maladies pour vos blés tendres/durs et vos vignes sont disponibles directement sur notre site.
Connexion		Mode connecté/déconnecté pour tout type de réseaux : 2G / 3G / 4G / Wifi	LoraWan et Sigfox	Le capteur intègre un module de communication au réseau français Sigfox, qui couvre 94% du territoire national	Prestation satellite Colza À partir de 7,00 € HT/HECTARE
Location	<u>France, Europe</u>	France, Asie et Afrique	France	France	France
Prix	<u>Gratuit – 50 000 euros</u>		Gratuit - 25€/mois	Kit complet à partir de 424,00 €	Abonnement/achat de 48 euros – 1709 euros/unité
Site	https://agdatahub.eu	https://e-tumba.com	https://weenat.com	https://www.sinafis.com	https://www.farmi.com



Architecture open source de Data Lake multi source

Différentes sources :

Capteurs : les données du capteur SINAFIS ont été utilisées.

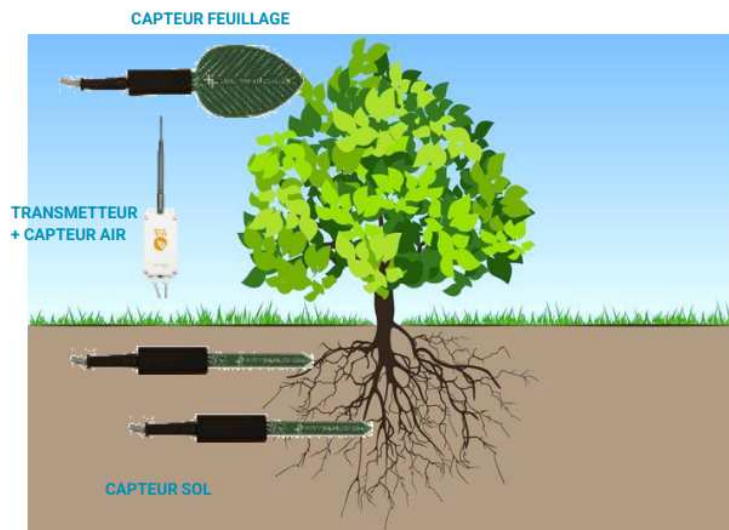
Drones : les drones AGRODRONE enregistrent des photos et des vidéos sur une carte SD.

Satellites : les satellites fournissent des données aux formats JPEG, PNG, TLE, etc.

Internet : données météorologiques, par exemple.

Accès à des données réelles pour tester l'architecture en cours
d'élaboration.

Capteurs SINAFIS (start up Toulousaine partenaire Estia Bihar)



Mesurer le taux d'humectation sur les feuilles pour :

- Anticiper les maladies liées à l'humidité des feuilles
- Optimiser les traitements et réduire la consommation des produits phytosanitaires

Mesurer l'humidité et la température de l'air pour :

- Détecter le gel
- Anticiper le cycle de vie des insectes
- Anticiper les maladies et les risques

Mesurer l'humidité et la température du sous-sol à 2 profondeurs différentes pour :

- Contrôler l'irrigation racinaire
- Gérer l'enherbement inter-rangée (tonte)



Source: Ari Kambouris. Presentation SinaSens Smart Agri. Sinafis sirea group, 2022

Données historiques des capteurs SINAFIS

Les données historiques des capteurs ont été fournies par la Cave de Labastide (Occitanie) via l'API SinaSens SmartAgri® V2 (SINAFIS). Nous avons utilisé les données de l'année 2019.

Interface client SinaSens SmartAgri



Source: Ari Kambouris. Presentation SinaSens Smart Agri. Sinafis sirea group, 2022



Données numériques (photos)

Les données des drones utilisés pour la photographie et la vidéo et celles des satellites sont binaires, généralement en JPEG, MPEG, PNG, TLE, etc.

NOTE : Il était prévu d'accéder aux données historiques des drones par le Reflet du Monde Agrodrome (AGRODRONE). Malheureusement, l'AGRODRONE ne dispose pas de données historiques. Les photos et vidéos du drone sont stockées et transmises sur une carte SD.

On a décidé d'utiliser un ensemble de données provenant du site web Kaggle. Les données sont des photographies des feuilles de vigne malades et saines.

Stockage de données (open source et low-cost)

	Hadoop	Cassandra	Clickhouse	Google Drive
Type	Framework open source pour stocker et traiter des données (big data).	SGBD key-value orienté colonnes	SGBD (OLAP) orienté colonnes	Service de stockage et de partage de fichiers dans le cloud
Langue de mise en oeuvre	Java	Java	C++	
Langage de la requête	SQL HiveQL	CQL	SQL	
Triggers	Pour Hive : Non Pour HBase : Oui	Oui	Non	
Agrégation et regroupement des données	Par MapReduce	Par MapReduce	Oui	
Stockage des photos et des vidéos	HDFS (Hadoop Distributed File System)	Type BLOB / HDFS Blob size: 2 Go	S3 Table, HDFS	Google Drive folder
Réplication	Oui (réplication assurée automatiquement par HDFS)	Oui (réplication peer-to-peer sur le cluster)	Oui (Merge Tree)	Oui (cloud)
Scalabilité	Oui	Oui	Oui	Oui (payant)
In-memory capabilities	Oui (grace Spark)	Non	Oui	
Les principaux avantages et inconvénients du point de vue de notre projet	Difficile à gérer s' il n'est pas dans le cloud	Assez simple. Ne supporte pas les JOIN et les sous-requêtes.	Facile à gérer. Prise en charge des JOIN et des sous-requêtes	Facile à utiliser. Fonctionne sur la plupart des divers appareils
Utilise par	Amazon, Cloudera, IBM, Microsoft, Datameer, Karmasphere, Pentaho, MapR...	Facebook, Apple, Netflix, Twitter, Cisco, eBay...	Yandex, Uber, Tesla, eBay, Spotify, Bloomberg, Wildberries, Alibaba, Creteo	
Prix	Gratuit en dehors du nuage	Gratuit	Gratuit	Prix asses bas

Google Drive

- Il suffit d'avoir un compte Gmail pour y accéder
- Google fournit gratuitement 15 Go de stockage (cloud) pour tous les comptes Google Drive
- Google Drive est plus polyvalent qu' iCloud d'Apple : vous pouvez exécuter Drive sur votre iPhone, Mac, PC et autres appareils à l'aide d'un navigateur web

Taille du stockage cloud fourni	Prix
15 Go	Gratuit
100 Go	1.99 €/mois
200 Go	2.99 €/mois
2 To	9.99 €/mois
5 To	24,99 €/mois
10 To	49,99 €/mois
20 To	99,99 €/mois
30 To	149,99 €/mois

Stockage de données (open source et low cost)

Nous proposons:

- ✓ Stocker les données structurées dans Clickhouse
- ✓ Stocker les données semi-structurées dans Clickhouse, Cassandra
- ✓ Stocker les données non structurées dans Google Drive, Cassandra ou Hadoop HDFS

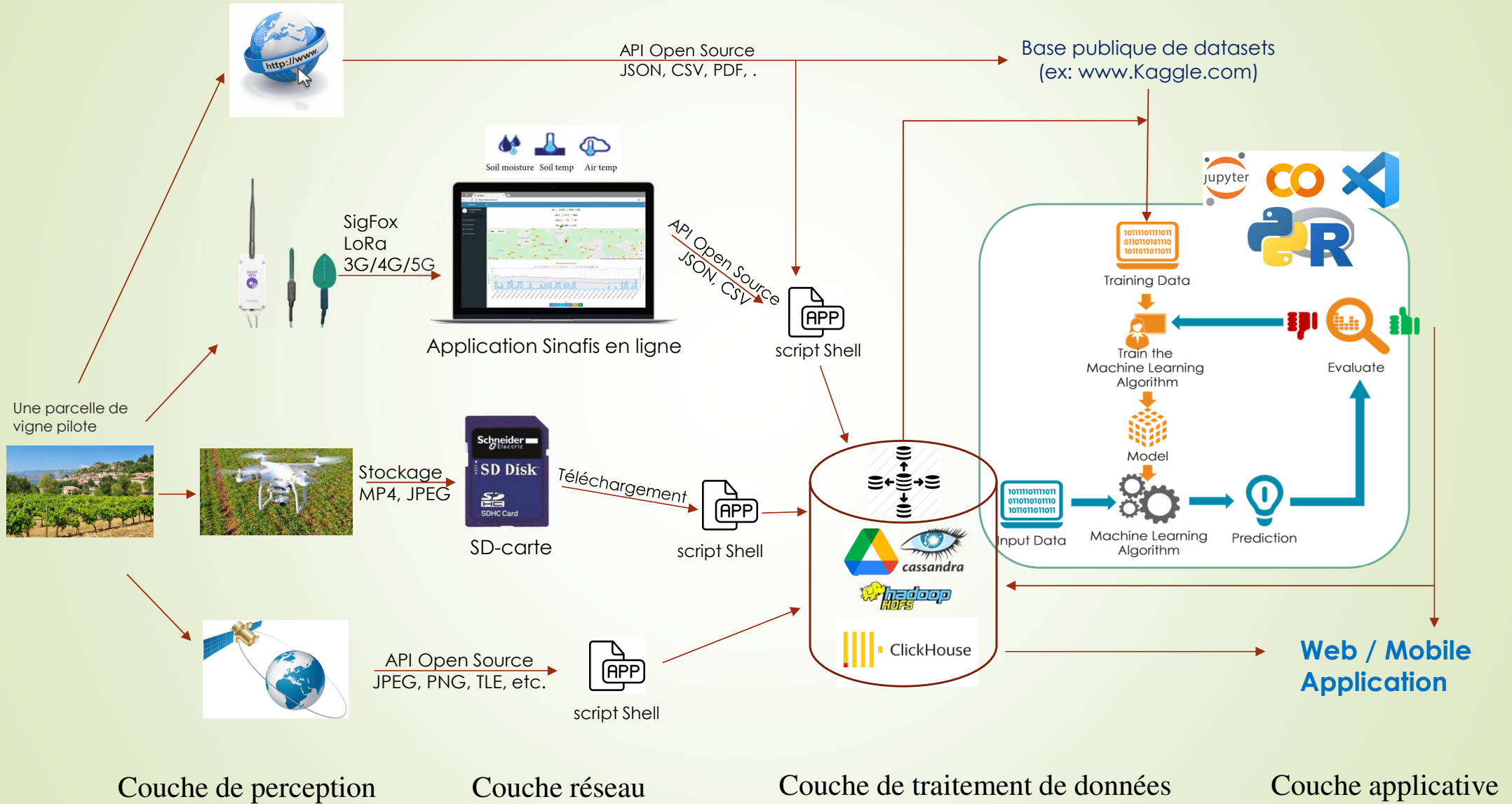


- Hadoop HDFS est supporté par Clickhouse et Cassandra
- Il est gratuit, contrairement à Google Drive, et la taille des données n'est pas limitée comme dans Cassandra.

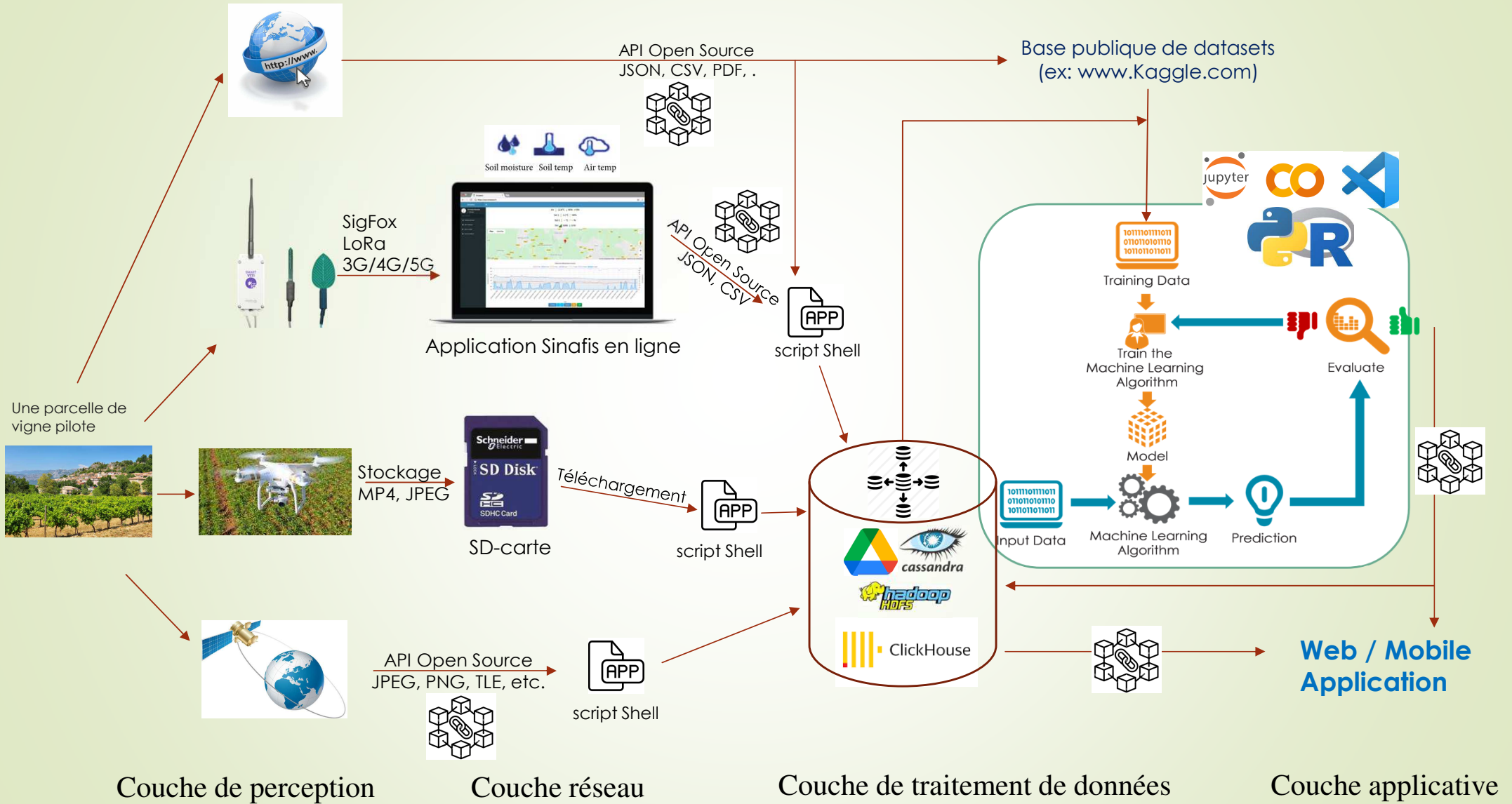
Notre projet:

- ✓ Utiliser Clickhouse pour stocker et traiter les données des capteurs Sinafis
- ✓ Utiliser Google Drive pour stocker des photos

Architecture open source de système IoT pour une parcelle d'un vignoble



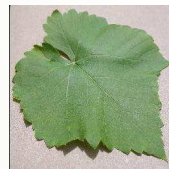
Architecture open source de système IoT pour une parcelle d'un vignoble



Analyse Deep Learning des images des maladies de la vigne avec TensorFlow (sur un dataset de Kaggle.com)

Datasets avec les photos:

- Feuilles malades (3 type de maladies)
 - Black Rot (pourriture noire)
 - Black Measles (rougeole noire)
 - Isariopsis Leaf Spot (tache foliaire d'Isariopsis)
- Feuilles saines
 - 'Grape___healthy'

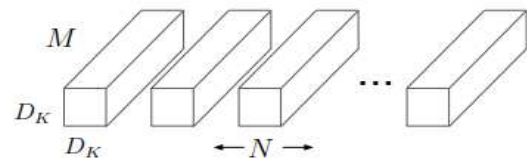


Quantité :

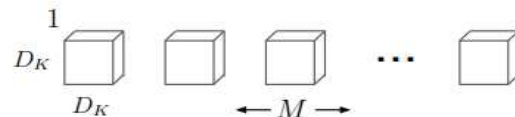
- 7222 photos de feuilles pour l'entraînement (80%) et la validation (20%)
- 1805 photos de feuilles pour le test du modèle résultant.

The screenshot shows the Kaggle dataset page for 'New Plant Grape Diseases'. The page includes a header with the dataset name and a decorative graphic. Below the header, there are tabs for 'Data', 'Code (1)', and 'Discussion (0)'. The 'About Dataset' section provides details such as 'Usability 1.88', 'License Unknown', and 'Expected update frequency Not specified'. The 'Data Explorer' section shows a tree view of the dataset structure, including a 'train1' directory with four sub-directories: 'Grape___Black_rot' (1888 files), 'Grape___Esca_(Black_M...)' (1920 files), 'Grape___Leaf_blight_(Is...)' (1722 files), and 'Grape___healthy' (1692 files). A 'Summary' section at the bottom indicates a total of 9027 files.

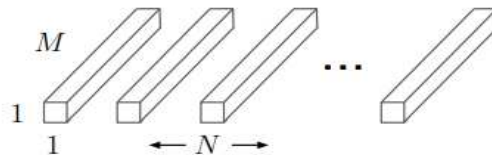
Modèle Xception (*Depthwise separable convolution*)



(a) Standard Convolution Filters



(b) Depthwise Convolutional Filters



(c) 1×1 Convolutional Filters called Pointwise Convolution in the context of Depthwise Separable Convolution

Pour construire un filtre de convolution séparable en profondeur (Depthwise separable convolution) les filtres de convolution standard dans (a) sont remplacés par deux couches :

- Convolution en profondeur (Depthwise convolution)(b)
- Convolution ponctuelle (Pointwise convolution) (c)

Param 1 Kernel = $D_K^2 \times M$
 Param N Kernels = $N \times M \times D_K^2$

Param 1 Kernel = D_K^2
 Param M Kernels = $M \times D_K^2$

Param 1 Kernel = M
 Param N Kernels = $N \times M$

$M(D_K^2 + N)$

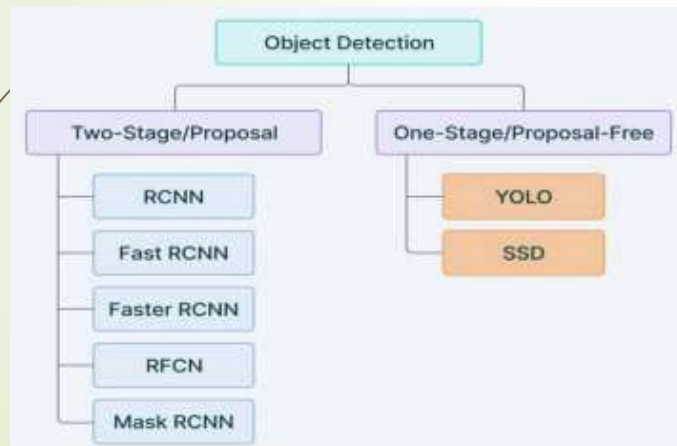
$$\frac{\text{No. params in Depthwise Separable Conv}}{\text{No. params in Standard Conv}} = \frac{M \times (D_K^2 + N)}{N \times D_K^2 \times M} = \frac{1}{N} + \frac{1}{D_K^2}$$

Convolution standard et Convolution séparable en profondeur . Taux du nombre de paramètres

MobileNet SSD (*Single Shot Detector*) et Yolo (*You Only Look Once*)

SSD et YOLO - sont des détecteurs à une étape, où la détection d'objets est un simple défi de régression qui prend les données d'entrée et s'entraîne sur les probabilités de classe et les coordonnées des périmètres.

Deux types de détecteurs d'objets



MobileNet SSD utilise Mobilenet comme base et permet une détection rapide des objets optimisée pour les appareils mobiles.

Les facteurs déterminants d'un fonctionnement en temps réel sans interruption :

- La vitesse
- La précision

- ✓ YOLO est meilleur si la **précision est importante** mais nécessite plus de ressources de calcul (surtout avant YOLOv3).
- ✓ MobileNet SSD - si la **vitesse est importante** mais les ressources de calcul sont limitées.

Analyse Deep Learning des images des maladies de la vigne avec TensorFlow pour un dataset sur Kaggle. Conclusion

Résultat en termes de précision de prédiction et de vitesse de calcul

	Modèle standard CNN	Modèle basé sur le modèle Xception	Modèle basé sur le modèle MobileNetv2
Précision, %	97%	98%	99%
Performance, ms/step	579 ms/step (CPU)	352 ms/step (GPU)	115 ms/step (GPU)

Cette analyse est très importante pour le diagnostic précoce des maladies du vignoble et pour une action préventive opportune

YOLO offre une meilleure précision que MobileNet SSD, qui est plus rapide, surtout sur les CPU. Ainsi, l'un ou l'autre modèle peut être choisi en fonction des exigences des différentes applications.

Données de capteur

Données du capteur SINAFIS de l'année 2019 pour prédire l'humidité du sol sur un ou plusieurs jours

Cette tâche est pertinente pour économiser les ressources naturelles et l'électricité, qui coûte de plus en plus cher d'une année sur l'autre, et surtout avec la politique mondiale actuelle d'économie

Extrait des données du capteur SINAFIS :

date	heure	id	temp_air	hum_air	temp_soil	hum_soil	temp_leave	hum_leave	tension	signal
2019-01-24	2019-01-24 10:40:28	36FAA4	11	46	6.5	4	NULL	0	3.4	4
2019-01-24	2019-01-24 12:48:18	36FAA4	3.9	44	4.5	72	NULL	0	3.4	3
2019-01-24	2019-01-24 14:56:11	36FAA4	6.7	44	4.6	73	NULL	0	3.4	3
2019-01-24	2019-01-24 17:04:04	36FAA4	3.4	44	4.9	73	NULL	0	3.4	3
2019-01-24	2019-01-24 19:11:43	36FAA4	1.1	45	5.1	73	NULL	0	3.4	2

- DATE_UNIX ou dateUnix - Date de l'événement exprimée en nombre de secondes depuis le premier janvier 1970 minuit UTC.
- DATE ou date - Date de l'événement sous la forme jj/mm/aaaa UTC.
- HEURE ou heure - Heure de l'événement sous la forme hh:mm:ss
- ID ou device - Numéro du transmetteur SinaSens
- LATITUDE ou latitude - Latitude en degré décimaux (valeur positive pour Nord et négative pour Sud). Null si l'évènement n'est pas lié à une trame GPS
- LONGITUDE ou longitude - Longitude en degré décimaux (valeur positive pour Est et négative pour Ouest). Null si l'évènement n'est pas lié à une trame GPS
- TEMP1 ou temp1 - Température de la sonde 1 en degrés Celsius (-120°C à +12°C). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- HUM1 ou hum1 - Humidité de la sonde 1 en % (0 à 100%). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- TEMP2 ou temp2 - Température de la sonde 2 en degrés Celsius (-120°C à +12°C). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- HUM2 ou hum2 - Humidité de la sonde 2 en % (0 à 100%). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- TEMP3 ou temp3 - Température de la sonde 3 en degrés Celsius (-120°C à +12°C). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- HUM3 ou hum3 - Humidité de la sonde 3 en % (0 à 100%). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- TEMP4 ou temp4 - Température de la sonde 4 en degrés Celsius (-120°C à +12°C). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- HUM4 ou hum4 - Humidité de la sonde 4 en % (0 à 100%). Null si la sonde n'existe pas ou si aucune valeur n'est mesurée
- TENSION ou tension - Tension de la pile au moment de la transmission en volt
- SIGNAL ou signal - Qualité du signal radio de la trame transmise (0 à 4) : 0=limite, 1=moyen, 2=bon, 3=très bon, 4=excellent

Données météorologiques d'Albi pour 2019

Données météorologiques d'Albi pour 2019 provenant du site internet <https://www.historique-meteo.net/france/midi-toulousain/albi/2019/> avec les paramètres suivants:

```
name
DATE
MAX_TEMPERATURE_C
MIN_TEMPERATURE_C
WINDSPEED_MAX_KMH
TEMPERATURE_MORNING_C
TEMPERATURE_NOON_C
TEMPERATURE_EVENING_C
PRECIP_TOTAL_DAY_MM
HUMIDITY_MAX_PERCENT
VISIBILITY_AVG_KM
PRESSURE_MAX_MB
CLOUDCOVER_AVG_PERCENT
HEATINDEX_MAX_C
DEWPOINT_MAX_C
WINDTEMP_MAX_C
TOTAL_SNOW_MM
UV_INDEX
```

Nous n'avons utilisé que les suivantes :

- Température maximale de la journée (MAX_TEMPERATURE_C)
- Température minimale de la journée (MIN_TEMPERATURE_C)
- Vitesse maximale du vent (WINDSPEED_MAX_KMH)
- Précipitations totales de la journée (PRECIP_TOTAL_DAY_MM)
- Humidité maximale (HUMIDITY_MAX_PERCENT)

Données sur le rendement des raisins. Régression DNN

FAOSTAT

Data Selected Indicators Compare Data Definitions and Standards FAQ Search an Indicator or Commodity

Crops and livestock products Back to domains

DOWNLOAD DATA VISUALIZE DATA METADATA

COUNTRIES REGIONS SPECIAL GROUPS M49

Filter results e.g. afghanistan

- South-eastern Asia > (List)
- Western Asia + (Total)
- Western Asia > (List)
- Europe + (Total)**
- Europe > (List)
- Eastern Europe + (Total)
- Eastern Europe > (List)

Select All Clear All Europe + (Total) x

ELEMENTS

Filter results e.g. area harvested

- Area harvested
- Yield**
- Production Quantity
- Stocks
- Producing Animals/Slaughtered

Select All Clear All Yield x

ITEMS ITEMS AGGREGATED CPC

Filter results e.g. gra

- Crops Primary > (List)
- Grapes**
- Mixed grain
- Pomelos and grapefruits

Select All Clear All

YEARS

Filter results e.g. 2020

- 2020**
- 2019
- 2018
- 2017
- 2016
- 2015

Select All Clear All

Crops and livestock products

Crop and livestock statistics are recorded for 278 products, covering the following categories: 1) CROPS PRIMARY: Cereals, Citrus Fruit, Fibre... Show More

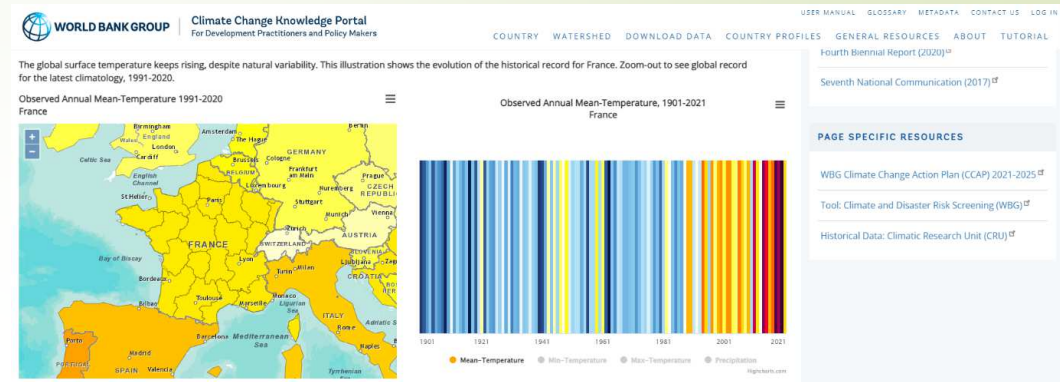
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Bulk Downloads

All Data	19.86 MB
All Data Normalized	29 MB
All Area Groups	6.04 MB
Africa	3.3 MB
Americas	2.86 MB
Asia	3.71 MB
Europe	3.23 MB
Oceania	616 KB

Last Update: February 17, 2022

Related Documents: Hen Eggs technical conversion factor



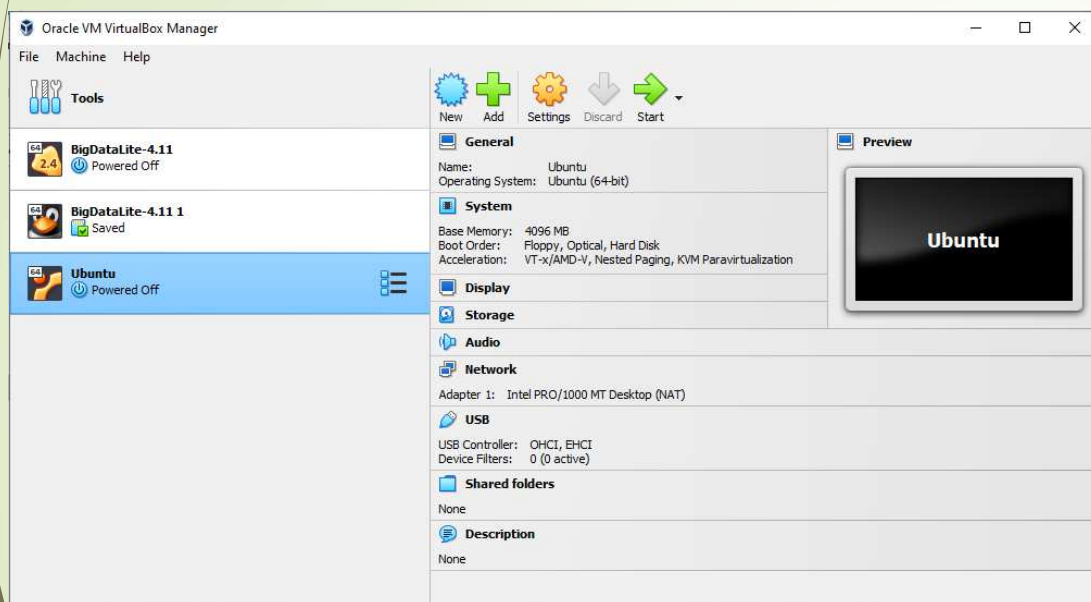
La prédiction de nombre de vendanges pour 2020 en France en hg/ha (hectogramme / hectare) :

Target value Grape 2020 in France: 429 77520

Name: hg/ha_yield, dtype: int64

Prediction value Grape 2020 in France: [71361.2335564]

Résultats. Machine virtuelle actuelle



Sur Ubuntu ont été installés :

- ClickHouse
- Jupyter notebook

▪ Aucune installation requise :

- Google Drive
- Google Colab

Résultats. Utilisation de Clickhouse

```
osboxes@osboxes:~$ clickhouse-client --password
ClickHouse client version 22.8.2.11 (official build).
Password for user (default):
Connecting to localhost:9000 as user default.
Connected to ClickHouse server version 22.8.2 revision 54460.

Warnings:
* Maximum number of threads is lower than 30000. There could be problems with handling a lot of simultaneous queries.

osboxes :) show databases

SHOW DATABASES

Query id: 09a6f1e9-1832-4d16-8ef2-cfb3aae45c9a

+----+
| name |
+----+
| INFORMATION_SCHEMA |
| STAGE |
| default |
| information_schema |
| system |
| tutorial |
+----+

6 rows in set. Elapsed: 0.002 sec.

osboxes :) describe STAGE.sensors_data

DESCRIBE TABLE STAGE.sensors_data

Query id: 1578acbb-6ae4-4f48-87fa-735bdf812690

+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| name | type | default_type | default_expression | comment | codec_expression | ttl_expression |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| date | Date | | | | | |
| heure | DateTime('Europe/Paris') | | | | | |
| id | String | | | | | |
| temp_air | Nullable(Float32) | | | | | |
| hum_air | Nullable(Int32) | | | | | |
| temp_soil | Nullable(Float32) | | | | | |
| hum_soil | Nullable(Int32) | | | | | |
| temp_leave | Nullable(Float32) | | | | | |
| hum_leave | Nullable(Int32) | | | | | |
| tension | Nullable(Float32) | | | | | |
| signal | Nullable(Int32) | | | | | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

11 rows in set. Elapsed: 0.001 sec.

osboxes :) select * from STAGE.sensors_data limit 5;

SELECT *
FROM STAGE.sensors_data
LIMIT 5

Query id: a0348b3b-ee30-4fb1-86cb-240d6206d04b

+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| date | heure | id | temp_air | hum_air | temp_soil | hum_soil | temp_leave | hum_leave | tension | signal |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 2019-01-24 | 2019-01-24 10:40:28 | 36FAA4 | 11 | 46 | 6.5 | 4 | NULL | 0 | 3.4 | 4 |
| 2019-01-24 | 2019-01-24 12:48:18 | 36FAA4 | 3.9 | 44 | 4.5 | 72 | NULL | 0 | 3.4 | 3 |
| 2019-01-24 | 2019-01-24 14:56:11 | 36FAA4 | 6.7 | 44 | 4.6 | 73 | NULL | 0 | 3.4 | 3 |
| 2019-01-24 | 2019-01-24 17:04:04 | 36FAA4 | 3.4 | 44 | 4.9 | 73 | NULL | 0 | 3.4 | 3 |
| 2019-01-24 | 2019-01-24 19:11:43 | 36FAA4 | 1.1 | 45 | 5.1 | 73 | NULL | 0 | 3.4 | 2 |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

5 rows in set. Elapsed: 0.010 sec. Processed 3.80 thousand rows, 231.68 KB (386.24 thousand rows/s., 23.56 MB/s.)
```

Script Shell pour télécharger les données en temps réel (une fois par heure)

```
osboxes@osboxes:~$ clickhouse-client --password --format_csv_delimiter=";" --input_format_csv_skip_first_lines=1 --query "INSERT INTO STAGE.sensors_data_first FORMAT CSV" < 'Downloads/36FAA4_HISTORY_2022_08_26_14_28_33.csv'
```

```
#!/bin/bash

set -eu

## This script use files:
## last_date.sav - to store the last execution date
## device.cfg - code of device to be send in the query string
## Prepare get query string
## for actual date we should use
## date --date="yesterday" +%Y-%m-%d
## date +%Y-%m-%d

to_date=$(date --date="-3 year -9 month" +%Y-%m-%d %H%M%S)
from_date=$(cat last_date.sav)
echo "Last script execution: ${from_date}"
echo "Download data FROM ${from_date} TO ${to_date}"

device=$(cat device.cfg)

## Download file
file_name="downloaded_data_${from_date}/${to_date}.csv" ##()
curl "https://&fromDate=%27${from_date}/${to_date}&toDate=%27${to_date}/${to_date}" --insecure > $file_name

## Insert the content into clickhouse
clickhouse-client --format_csv_delimiter=";" --input_format_csv_skip_first_lines=1 --query "INSERT INTO STAGE.sensors_data_first FORMAT CSV" < $file_name

## Save the last date to a file
echo $to_date > last_date.sav

## Delete the file
rm $file_name
```

Résultats. Utilisation de Clickhouse

Données météorologiques d'Albi

```
osboxes :) describe STAGE.weather_albi_2019
DESCRIBE TABLE STAGE.weather_albi_2019
Query id: 58b26ca8-f18f-4be9-90b5-ff23aa02baa7
```

name	type	default_type	default_expression	comment	codec_expression	ttl_expression
DATE	Date					
MAX_TEMPERATURE_C	Int32					
MIN_TEMPERATURE_C	Int32					
WINDSPEED_MAX_KMH	Int32					
TEMPERATURE_MORNING_C	Int32					
TEMPERATURE_NOON_C	Int32					
TEMPERATURE_EVENING_C	Int32					
PRECIP_TOTAL_DAY_MM	Float32					
HUMIDITY_MAX_PERCENT	Int32					
VISIBILITY_AVG_KM	Float32					
PRESSURE_MAX_MB	Int32					
CLOUDCOVER_AVG_PERCENT	Float32					
HEATINDEX_MAX_C	Int32					
DEWPOINT_MAX_C	Int32					
WINDTEMP_MAX_C	Int32					
TOTAL_SNOW_MM	Float32					
UV_INDEX	Int32					

```
17 rows in set. Elapsed: 0.001 sec.
osboxes :) select MAX_TEMPERATURE_C,MIN_TEMPERATURE_C,WINDSPEED_MAX_KMH,PRECIP_TOTAL_DAY_MM,HUMIDITY_MAX_PERCENT from STAGE.weather_albi_2019 limit 5
SELECT
MAX_TEMPERATURE_C,
MIN_TEMPERATURE_C,
WINDSPEED_MAX_KMH,
PRECIP_TOTAL_DAY_MM,
HUMIDITY_MAX_PERCENT
FROM STAGE.weather_albi_2019
LIMIT 5
Query id: 419d84f2-5351-4cb4-9e09-45fabefaf10
```

MAX_TEMPERATURE_C	MIN_TEMPERATURE_C	WINDSPEED_MAX_KMH	PRECIP_TOTAL_DAY_MM	HUMIDITY_MAX_PERCENT
7	1	8	0	89
7	1	12	0	94
7	0	8	0,8	79
7	-1	8	0	54
6	-2	12	0	82

```
5 rows in set. Elapsed: 0.010 sec.
```

Les tableaux « sensors_data » et « weather_albi_2019 » ont été utilisées pour analyser les données des capteurs et prédire l'humidité du sol

Résultats. Travail avec les données de Clickhouse dans Jupyter notebook

```
from clickhouse_driver import Client
```

```
#accès a la base de données  
client = Client('localhost',  
               user='default',  
               password='default',  
               database='STAGE')
```

```
result = client.execute('SELECT heure,month (DATE),day (DATE),hour (heure),mi  
minute (heure),temp_air,hum_air,temp_soil,hum_soil,hum_leave,MAX_TEMPERATURE_  
C,MIN_TEMPERATURE_C,WINDSPEED_MAX_KMH,PRECIP_TOTAL_DAY_MM,HUMIDITY_MAX_PER  
CENT FROM STAGE.sensors_data sd, weather_albi_2019 wa where sd.date = wa.D  
ATE and hum_leave > 0 and hum_soil>0')
```

```
In [ ]: result = client.execute('SELECT heure,month (DATE),day (DATE),hour (heure),minute (heure),temp_air,hum_air,temp_soil,hum  
columns = ['DATETIME','MONTH','DAY','HOURL','MINUTE','TEMP_AIR','HUM_AIR','TEMP_SOIL','HUM_SOIL','HUM_LEAVE','MAX_TEMP  
print(columns)
```

```
In [139]: df = pd.DataFrame(result,columns = [tuple for tuple in columns])  
#df = pd.DataFrame(result)  
print(df.head())
```

	DATETIME	MONTH	DAY	HOURL	MINUTE	TEMP_AIR	HUM_AIR	\
0	2019-01-25 10:04:20+01:00	1	25	10	4	0.1	50	
1	2019-01-25 12:13:06+01:00	1	25	12	13	1.7	50	
2	2019-01-25 14:20:45+01:00	1	25	14	20	3.0	52	
3	2019-01-25 16:28:32+01:00	1	25	16	28	4.7	52	
4	2019-01-25 18:36:19+01:00	1	25	18	36	3.4	53	

	TEMP_SOIL	HUM_SOIL	HUM_LEAVE	MAX_TEMPERATURE_C	MIN_TEMPERATURE_C	\
0	3.7	73	19	5	-2	
1	3.7	73	68	5	-2	
2	3.8	73	60	5	-2	
3	4.0	73	54	5	-2	
4	4.2	73	51	5	-2	

	WINDSPEED_MAX_KMH	PRECIP_TOTAL_DAY_MM	HUMIDITY_MAX_PERCENT
0	18	0.3	83
1	18	0.3	83
2	18	0.3	83
3	18	0.3	83
4	18	0.3	83

Prévision de l'humidité du sol. Régression DNN (Deep Neural Network)

```
network = tf.keras.Sequential()  
network.add(layers.Dense(units=32, activation="relu", input_shape=(X_train.shape[1],)))  
network.add(layers.Dense(units=128, activation="relu"))  
network.add(layers.Dense(units=256, activation="relu"))  
network.add(layers.Dense(units=256, activation="relu"))  
network.add(layers.Dense(units=1))
```

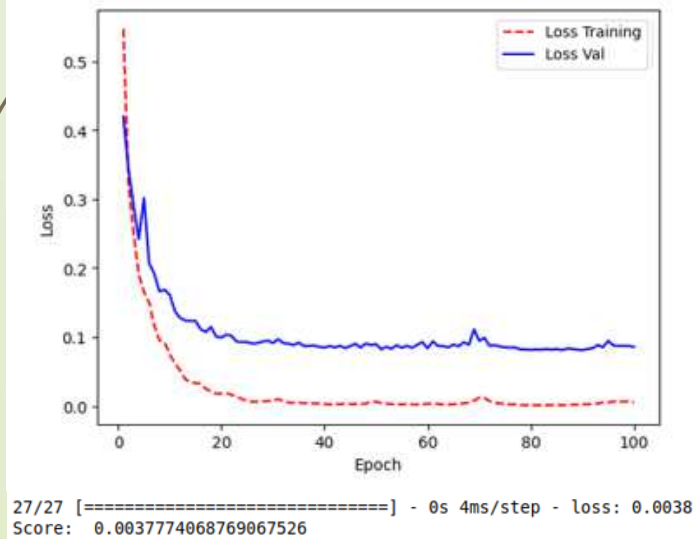
```
# Compiler un réseau neuronal  
network.compile(  
    loss="mse",  
    optimizer="adam",  
)
```

La fonction de perte choisie est MSE (Mean Squared Error)

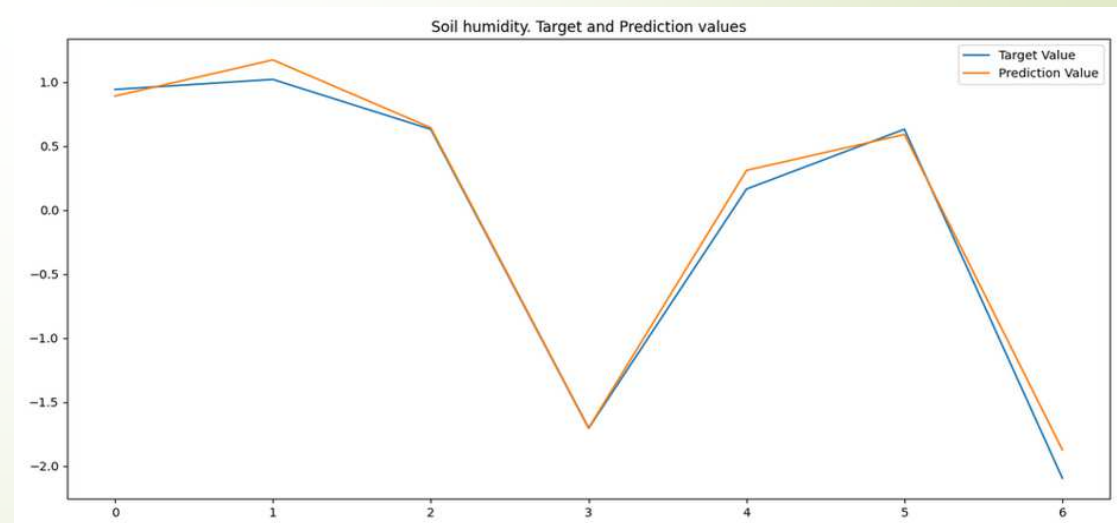
$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2$$

n – nombre de valeurs
 y_i – valeur cible
 \tilde{y}_i – valeur prédite

La perte pour les données d'entraînement et de validation



Les valeurs réelles et prédites de l'humidité du sol pour sept jours

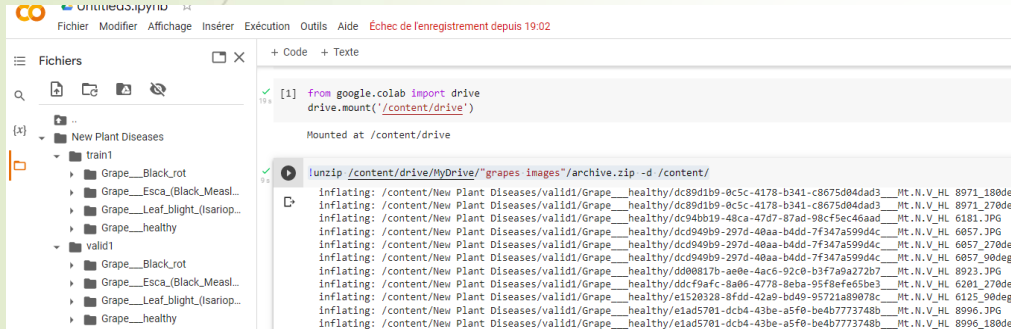


Résultats. Google Colab et les photos de feuilles de vigne

L'archive de photos a été téléchargé sur Google Drive

- Google Colab permet de travailler directement avec Google Drive
- Google Colab permet de se connecter à la base de données sur Clickhouse s'il est accessible par Internet

Décompression des photos vers Google Colab



```
Fichier Modifier Affichage Insérer Exécution Outils Aide Échec de l'enregistrement depuis 19:02
Fichiers
New Plant Diseases
  train1
    Grape__Black_rot
    Grape__Esca_(Black_Measles)
    Grape__Leaf_blight_(Isariopsis_Leaf_Spot)
    Grape__healthy
  valid1
    Grape__Black_rot
    Grape__Esca_(Black_Measles)
    Grape__Leaf_blight_(Isariopsis_Leaf_Spot)
    Grape__healthy

[1] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
Mounted at /content/drive

!unzip /content/drive/MyDrive/"grapes images"/archive.zip -d /content/
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/d89d1b9-0c5c-4178-b341-c8675d04dad3__Mt.N.V_HL_8971_180deg
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/d89d1b9-0c5c-4178-b341-c8675d04dad3__Mt.N.V_HL_8971_270deg
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/dc940b19-48ca-4707-87ad-98cf5ec46aad__Mt.N.V_HL_6181.JPG
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/dcd949b9-297d-40aa-b4dd-7f347a599d4c__Mt.N.V_HL_6057.JPG
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/dcd949b9-297d-40aa-b4dd-7f347a599d4c__Mt.N.V_HL_6057_270deg
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/dcd949b9-297d-40aa-b4dd-7f347a599d4c__Mt.N.V_HL_6057_90deg
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/dd00817b-ae0e-4ac6-92c0-b3f7a9a272b7__Mt.N.V_HL_6201.JPG
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/ddcf9afc-8a06-4778-8eba-95f8ef6e65be3__Mt.N.V_HL_6201_270deg
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/e1520328-8fdd-42a9-bd49-95721a89078c__Mt.N.V_HL_6125_90deg
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/e1ad5701-dcb4-43be-a5f0-be4b7773740b__Mt.N.V_HL_8996.JPG
Inflating: /content/New Plant Diseases/valid1/Grape__healthy/e1ad5701-dcb4-43be-a5f0-be4b7773740b__Mt.N.V_HL_8996_180deg
```

Six résultats



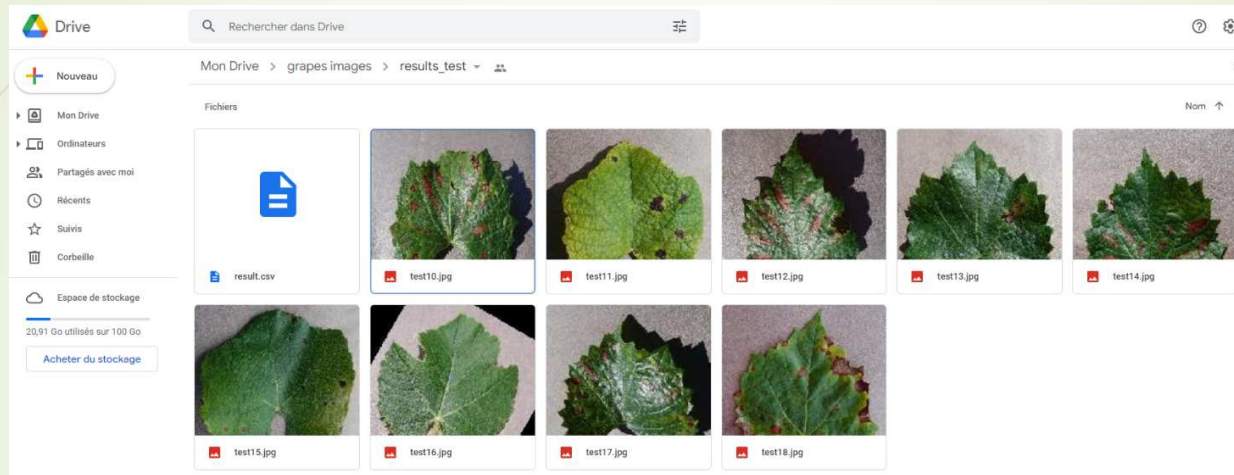
- Les données du dossier "train1" ont été divisées en données de training et de validation avec un ratio de 80% et 20% respectivement
- Les données du dossier "valid1" ont été utilisées comme données de test.

- Exception
- MobileNetV2



Résultats. Google Colab et les photos de feuilles de vigne

Les photos des résultats sont enregistrées dans un dossier sur Google Drive "results_test"



Identification des liens vers les photos enregistrées

```
▶ for i in range(len(df)):  
    lien = get_shareable_link(df.loc[i,['Folder']])  
    df.loc[i,['Lien_Google_Drive']] = lien
```

Les données des résultats ont été enregistrées dans un dataframe

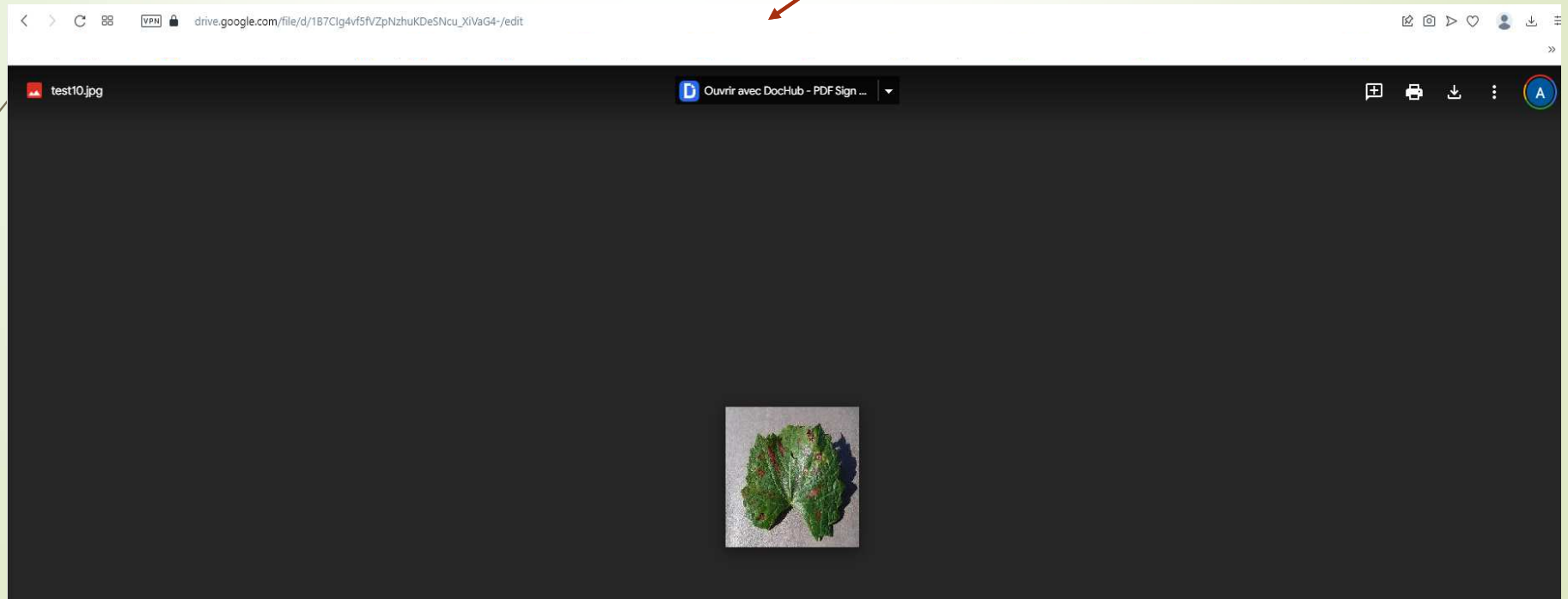
```
▶ df = pd.DataFrame(columns=['Date', 'Path_Colab', 'Class_prediction', 'Class_real', 'Correct', 'Lien_Google_Drive'])
```

Résultats. Google Colab et les photos de feuilles de vigne

Le contenu du dataframe est enregistré dans un fichier `result.csv` sur Google Drive

Column1	Date	Path_Colab	Class_prediction	Class_real	Correct	Lien_Google_Drive
0	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test10.jpg	Grape_Esca_(Black_Measles)	Grape_Esca_(Black_Measles)	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1B7C1g4v5fVzPnZhuKDeSNcu_XiVaG4-
1	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test11.jpg	Grape_Leaf_blight_(Isariopsis_Leaf_Spot)	Grape_Leaf_blight_(Isariopsis_Leaf_Spot)	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1B4GCUxD1Wx4rmfxL-OSoN5DnILmG8iU6
2	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test12.jpg	Grape_Esca_(Black_Measles)	Grape_Esca_(Black_Measles)	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1ArwmEnFzKzHzQZdTz2B5X4vAKHzVc5qm
3	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test13.jpg	Grape_Esca_(Black_Measles)	Grape_Black_rot	FALSE	https://drive.google.com/file/d/1Ar5a5p461UEDi3wNfM9oQu4lq3LdGj5k
4	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test14.jpg	Grape_Esca_(Black_Measles)	Grape_Esca_(Black_Measles)	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1AK-W4lZPySdJQDcpTyNHbiKlGnKHgzqT
5	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test15.jpg	Grape_Leaf_blight_(Isariopsis_Leaf_Spot)	Grape_Leaf_blight_(Isariopsis_Leaf_Spot)	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1AdZ10DnDAX9S7B1inhGzcgdTaw5Cd31V
6	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test16.jpg	Grape_healthy	Grape_healthy	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1ASiZgq6deVniu2tpAZyKbdKX3LdpbaxG
7	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test17.jpg	Grape_Esca_(Black_Measles)	Grape_Esca_(Black_Measles)	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1AQwNwDfxfmH5tJWX32LcGARD-uHG2PHh
8	07/10/2022 20:42	/content/drive/MyDrive/grapes images/results_test/test18.jpg	Grape_Black_rot	Grape_Black_rot	TRUE	https://drive.google.com/file/d/1AQEAXJ0LWxPzStjKGXUVBIsDg0SvsqE

Exemple de fonctionnement du lien "Lien_Google_Drive"



Conclusion

Le projet a atteint les objectifs suivants en Décembre 2022:

- Etude de l'état actuel de l'IOT pour l'agriculture numérique
- Définition d'une architecture open source de Data Lake multi source NOSQL/SQL3 pour les capteurs, internet, drones, satellites
- Une architecture open source de système IOT a été proposée pour une parcelle de vigne pilote

Conclusion

Une partie de cette architecture a été mise en œuvre pour les services suivants :

- Recevoir les données des capteurs SINAFIS en temps réel
- Stocker des données historiques des capteurs SINAFIS à fin de les analyser et de faire une analyse prédictive Deep Learning à l'aide de l'IA (Python TensorFlow)
- Faire une analyse prédictive Deep Learning des images de maladies de vigne (dataset Kaggle)

À l'avenir, ces données pourront être utilisées pour développer des applications web et mobiles.

Il serait utile de faire une application mobile qui permette de déterminer des objets en temps réel à l'aide de MobileNet SSD et Yolo.

La technologie blockchain peut également être appliquée pour garantir la sécurité des transferts de données et la traçabilité des données pour les utilisateurs finaux.

ChatGPT 3.5

What can you propose as
architecture Open source
for smart vineyard ?

AY And as Open source and low cost architecture

For an open-source and low-cost architecture for a smart vineyard, we can use some of the same components as the previous proposal, but with a focus on affordable options. Here is a proposed architecture:

1. Sensors: Instead of high-end sensors, we can use low-cost sensors such as DHT11 or DHT22 for temperature and humidity, and soil moisture sensors such as FC-28 or YL-69. These sensors are readily available, inexpensive, and easy to interface with.
2. Data acquisition devices: We can use low-cost microcontrollers such as Arduino or ESP8266 to collect data from the sensors and transmit it to the cloud. These microcontrollers are easy to program and can be powered by solar panels or small batteries.
3. Communication networks: Instead of using expensive cellular networks or Wi-Fi, we can use the LoRaWAN network to transmit data from the vineyard to the cloud. LoRaWAN is a low-power, wide-area network that can cover large areas with minimal infrastructure.
4. Cloud storage: We can use open-source cloud-based databases such as InfluxDB or TimescaleDB to store the data collected from the vineyard. These databases are free to use and can handle time-series data efficiently.
5. Analytics tools: We can use open-source data analytics tools such as Grafana or Jupyter Notebook to analyze the data collected from the vineyard. These tools are free to use and provide powerful data visualization and analysis capabilities.
6. User interface: We can build a web-based user interface using open-source tools such as Flask or Django. These frameworks allow us to build a responsive and customizable interface to visualize the data and provide insights to the user.

By using low-cost and open-source components, we can reduce the cost of building and maintaining a smart vineyard. This architecture allows small-scale vineyards to access the benefits of smart vineyard technology without incurring significant expenses. Additionally, the use of open-source technologies promotes collaboration and knowledge-sharing

ChatGPT 4

Peut-on faire une analyse comparative des prix des capteurs sur les sites de vente en ligne ?

Peut-on faire une comparaison sur la base des données de 2021 ?



Je comprends que vous souhaitez obtenir une idée de la comparaison des prix des capteurs en fonction de ma base de données, qui était à jour jusqu'en septembre 2021. Cependant, je dois souligner que les prix des produits et les conditions de livraison peuvent changer avec le temps, et les données de 2021 peuvent ne pas être à jour pour le moment actuel. Néanmoins, voici un exemple de comparaison des prix des capteurs d'humidité du sol dans certaines boutiques en ligne populaires en 2021 :

1. Amazon :

- Capteur d'humidité du sol Adafruit : environ 7-10 dollars US
- Capteur d'humidité du sol capacitif DFRobot Gravity : environ 10-15 dollars US

2. eBay :

- Capteur d'humidité du sol capacitif (sans marque) : environ 5-7 dollars US
- Capteur d'humidité du sol Gikfun : environ 6-9 dollars US

3. AliExpress :

- Capteur d'humidité du sol capacitif (sans marque) : environ 1-3 dollars US
- Capteur d'humidité du sol KEYES : environ 2-4 dollars US

Veillez noter que ce ne sont que des exemples et que les prix peuvent varier en fonction du modèle, du fabricant et du magasin. Il est également important de prendre en compte les frais de livraison et les éventuelles taxes douanières, en particulier lors de la commande de produits provenant d'autres pays. Pour obtenir des prix à jour, je vous recommande de visiter les boutiques en ligne qui vous intéressent et de faire la comparaison par vous-même.

ChatGPT 4

Et pour la France ?



Pour un vignoble intelligent en France, vous pouvez adapter l'architecture proposée précédemment en prenant en compte les spécificités locales, les réseaux disponibles et les réglementations spécifiques. Voici quelques conseils pour adapter cette architecture à la France:



1. Capteurs et dispositifs IoT :
 - Vous pouvez vous procurer des capteurs et des dispositifs IoT auprès de fournisseurs locaux ou européens pour bénéficier d'un meilleur support et d'une meilleure compatibilité avec les normes françaises et européennes.
2. Connectivité :
 - La France dispose d'une bonne couverture réseau pour les technologies LoRaWAN et Sigfox. Vous pouvez choisir l'une de ces technologies en fonction de la couverture et des coûts dans votre région. Orange et Bouygues Telecom proposent des offres LoRaWAN, tandis qu'Actility et Sigfox sont des fournisseurs de services Sigfox.
3. Traitement et stockage des données :
 - Vous pouvez stocker les données sur des serveurs locaux ou choisir des fournisseurs de cloud basés en France ou en Europe, tels qu'OVHcloud ou Scaleway, pour assurer une meilleure conformité avec le RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) et garantir la sécurité des données.
4. Partenariats et financements :
 - Vous pouvez rechercher des partenariats avec des organismes publics ou privés, tels que l'INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement) ou des coopératives viticoles locales pour obtenir des conseils techniques, des financements ou des subventions.
5. Régulations spécifiques :
 - Assurez-vous de respecter les réglementations locales et nationales concernant l'utilisation de drones ou d'autres dispositifs pour la surveillance des vignobles. Renseignez-vous sur les licences nécessaires et les règles à suivre pour garantir la conformité avec la réglementation française.

En adaptant l'architecture open source et low-cost aux spécificités françaises, vous pourrez mettre en place un système de surveillance et de gestion des vignobles intelligent, efficace et économique en France.

ChatGPT 4



Je ne vois pas STARLINK dans ton architecture. Pourquoi ?



Dans l'architecture proposée pour les vignobles intelligents, je n'ai pas mentionné Starlink car cela peut ne pas être la solution la plus optimale et rentable pour de nombreux viticulteurs, en particulier les petites et moyennes exploitations.



Starlink est un projet de SpaceX qui propose un service Internet mondial via des satellites.

Bien que Starlink offre un accès rapide et fiable à Internet dans les zones reculées et rurales où les fournisseurs traditionnels peuvent ne pas offrir une couverture adéquate, il peut être plus coûteux que les alternatives terrestres, telles que les connexions par fibre optique ou 4G/5G.

Cependant, si vous avez besoin d'une connexion Internet haut débit dans une zone reculée où l'accès aux fournisseurs traditionnels est limité ou inexistant, Starlink peut être un précieux ajout à votre architecture. Dans ce cas, vous pouvez intégrer Starlink pour transmettre les données des capteurs et des appareils IoT de votre vignoble vers des plateformes cloud pour le traitement et l'analyse.

Gardez à l'esprit que l'utilisation de Starlink peut nécessiter des investissements supplémentaires en équipement et en abonnements. Envisagez-le donc comme une solution complémentaire ou alternative si les autres options de connexion ne sont pas possibles ou économiquement viables.



ChatGPT 4



I Peut-on utiliser la blockchain ?



Oui, vous pouvez utiliser la technologie blockchain dans un projet de vignoble intelligent pour améliorer la sécurité, la traçabilité et la transparence des données. Voici quelques domaines où la blockchain peut être utilisée:



Cependant, il est important de noter que l'utilisation de la blockchain présente également des défis, tels que la complexité technique, les coûts de mise en œuvre, la consommation d'énergie (en particulier pour les systèmes de preuve de travail) et l'adoption par les parties prenantes. Avant d'intégrer la blockchain dans votre projet de vignoble intelligent, évaluez soigneusement ces défis et déterminez si les avantages potentiels l'emportent sur les coûts et les difficultés.



Avantages ChatGPT

- A proposé une bonne architecture open source et low cost pour une viticulture intelligente et l'a bien décrite.
- Bonne analyse comparative des différents stockages de données, incluant les différentes caractéristiques.
- La réponse comprend toujours une brève description des concepts concernés et peut inclure des instructions sur la manière d'utiliser la technologie proposée.
- Il a pu suggérer des fournisseurs de capteurs dans le sud de la France.
- Donne des conseils utiles et des mises en garde dans l'utilisation de la technologie demandée (par exemple, la blockchain).

Inconvénients ChatGPT

- Le nombre de mots est limité.
- Il faut poser plus de questions d'orientation pour obtenir une réponse exhaustive.
- Il y a parfois une ambiguïté dans la définition :
 - a qualifié Python de plateforme open source dans un cas, et de logiciel open source dans un autre.
 - Cette situation n'a pas été rencontrée dans le cas de ChatGPT 4.
- Une analyse comparative des prix des capteurs n'a pas pu être réalisée car elle ne contient que des données jusqu'en septembre 2021.
 - Il a pu donner des prix approximatifs en 2021 pour les principaux vendeurs en ligne. Toutefois, il n'a pas précisé la question importante des délais de livraison.
- Il n'a pas trouvé le fournisseur des capteurs qui est devenu notre partenaire.
- Vous devez vérifier les liens et les paramètres techniques qu'il propose.



Conclusion ChatGPT

ChatGPT – un outil très utile, cependant:

- Il est conseillé d'avoir une idée générale du sujet de la discussion
- Il peut être difficile d'étudier un domaine de recherche à partir de zéro avec ChatGPT car:
 - Difficile d'évaluer les aspects à clarifier
 - Il peut être difficile de formuler des questions pertinentes
 - Difficile d'évaluer la qualité de la réponse
 - Limité à une description textuelle. Ce qui manque, c'est une représentation graphique et schématique pour mieux comprendre le contexte global.



MERCI !