

# Test Technique IA – Analyse Multi-Année du NDVI et Système de Question/Réponse Basé IA

## Objectif Général

Concevoir un pipeline complet et intelligent intégrant télédétection, traitement d'images satellites, classification de cultures, et interrogation de séries temporelles NDVI via IA. Ce système vise à répondre en langage naturel à des questions sur l'évolution de la végétation d'une parcelle agricole sur les 3 dernières années.

## Modules à développer

### 1. Téléchargement & Prétraitement des Données Satellites

- Source : Sentinel-2 niveau 2A via API Copernicus, AWS ou Google Earth Engine.
- Zone d'Intérêt : une parcelle polygonale (fournie en GeoJSON ou Shapefile).
- Filtrage :
  - Images avec couverture nuageuse < 10 %.
  - Extraction des bandes nécessaires pour le NDVI (B4 et B8).
  - Résolution spatiale cohérente (10 m).

### 2. Calcul du NDVI à Fréquence Maximale

- $NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$ .
- Fréquence : à chaque acquisition exploitable (pas d'agrégation).
- Résultats : séries temporelles NDVI pour chaque pixel ou moyenne par parcelle.

### 3. Analyse Multi-Année

- Comparaison année par année (ex. : 2022 vs 2023 vs 2024).
- Extraction d'anomalies (détection de valeurs anormalement basses ou hautes).
- Statistiques par mois, saison, culture.

### 4. Classification du Type de Culture

- Proposer une méthode basée sur :
  - Modèle supervisé (Random Forest, CNN, Transformer si justifié).
  - Heuristiques ou appariement avec base de référence NDVI.
- Étiquetage par type de culture pour chaque saison/année.
- Justifier le choix des features (NDVI, dates, stats dérivées...).







### 5. Système de Question/Réponse via IA (RAG)

- Indexer les données temporelles (NDVI), les métadonnées (date, météo, type de culture).
- Utiliser une approche **Retrieval-Augmented Generation (RAG)** :
  - Base vectorielle (FAISS, ChromaDB, etc.) avec embeddings adaptés (ex: Sentence-BERT, OpenAI embeddings).
  - Réponses générées avec LLM (OpenAI, LLama, Mistral... selon accès).
- Capacité à répondre à des requêtes du type :
  - "Quels mois montrent une anomalie NDVI pour le blé en 2023 ?"
  - "Comparer la vigueur végétative du maïs entre 2022 et 2024."
  - "Quelle année a montré un stress hydrique probable sur le tournesol ?"
  -

### 6. Visualisation Interactive

- Interface Streamlit, Dash ou équivalent :
  - Courbes NDVI multi-annuelles superposées.
  - Sélection dynamique de culture, année, ou zone.
  - Intégration de requêtes IA avec affichage des réponses

## Livrables attendus

-  **Code source structuré :**
  - Modularité (data, processing, model, UI, etc.)
  - README + instructions d'installation (requirements.txt ou Dockerfile).
-  **Pipeline automatisé :**
  - Script de téléchargement, nettoyage et NDVI.
  - Traçabilité des étapes.
-  **Modèle de classification des cultures :**
  - Fichier de modèle ou pipeline d'entraînement.
  - Dataset synthétique ou public utilisé.
-  **Système RAG fonctionnel :**
  - Exemple de base vectorielle.
  - Réponses précises et contextualisées à des requêtes en langage naturel.
-  **Interface de visualisation interactive :**
  - Filtres par année et culture.
  - Comparaison intuitive et claire.
-  **Documentation complète :**
  - Choix techniques et justifications.
  - Limites identifiées et axes d'amélioration.

## Contraintes Techniques

Élément	Détail
Données	Sentinel-2, niveau 2A uniquement
Zone	Une parcelle agricole (fourni ou libre)
Cloud cover	< 10% par image
Fréquence	À chaque acquisition (pas d'agrégation mensuelle)
Classification	Culture par année via ML ou méthode justifiée
Système IA	RAG avec embeddings + LLM
Interface	Streamlit / Dash / autre outil interactif
Reproductibilité	Docker ou environnement virtuel complet

## Exemples de Requetes RAG à Gérer

1. "Quels sont les mois où le NDVI du blé a été inférieur à la moyenne des 3 dernières années ?"
2. "Quelle année a montré la meilleure vigueur végétative pour le maïs ?"
3. "Y a-t-il des anomalies ou ruptures dans l'évolution du NDVI en 2023 ?"
4. "Comparer l'évolution du NDVI du tournesol entre 2022 et 2024."
5. "Comment se situe la végétation du blé par rapport à son historique ?"