

# Observation de la biodiversité par la télédétection:

Méthodes et applications.



**KASAHALI KAILOU**

Ingénieur géomatique

Spécialiste en SIG et Télédétection

Co-fondateur de GéoXpert

[Kasahalikailou@gmail.com](mailto:Kasahalikailou@gmail.com)



**GIS DAY 2025** 3ème édition DU 19 AU 21 DECEMBRE 2025



# Objectifs de la formation

- Comprendre les principes fondamentaux de la télédétection appliquée à la biodiversité
- Maîtriser les méthodes d'acquisition et de traitement des données satellitaires
- Identifier les applications pratiques dans la conservation et la gestion des écosystèmes
- Développer des compétences en analyse d'images pour l'évaluation de la biodiversité

# 1. INTRODUCTION

## Qu'est-ce que la biodiversité ?

La **biodiversité** désigne l'ensemble des **formes de vie** sur Terre et les **relations qu'elles entretiennent entre elles et avec leur environnement**. Elle s'exprime à trois niveaux complémentaires :

1. **Diversité génétique** : Variabilité des gènes au sein d'une même espèce
2. **Diversité spécifique** : Variété des espèces (animales, végétales, micro-organismes)
3. **Diversité écosystémique** : Diversité des habitats et des interactions entre espèces





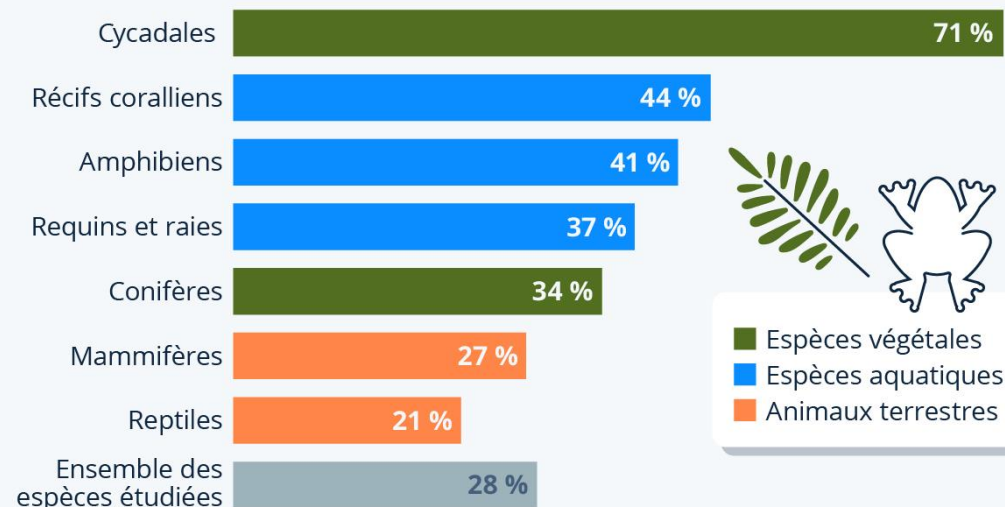
## État de la biodiversité mondiale

La biodiversité traverse une crise majeure. Selon les dernières évaluations scientifiques :

- **Plus d'un quart d'espèces** sont menacées d'extinction
- **75% des écosystèmes terrestres** sont significativement altérés par les activités humaines
- **66% des écosystèmes marins** subissent des impacts cumulatifs croissants
- **90% de la déforestation** en zone tropicale est liée à l'agriculture

## Plus d'un quart des espèces sont menacées d'extinction

Part d'espèces animales/végétales menacées d'extinction dans le monde en 2025, par classe ou famille d'organismes



Sur les 169 420 espèces étudiées dans la Liste rouge mondiale de l'UICN en 2025, plus de 47 000 sont classées menacées.

Source : Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)



statista



## Principales menaces

### Destruction et fragmentation des habitats :

Déforestation, urbanisation, conversion agricole

**Changements climatiques** : Modification des aires de répartition, perturbation des cycles biologiques

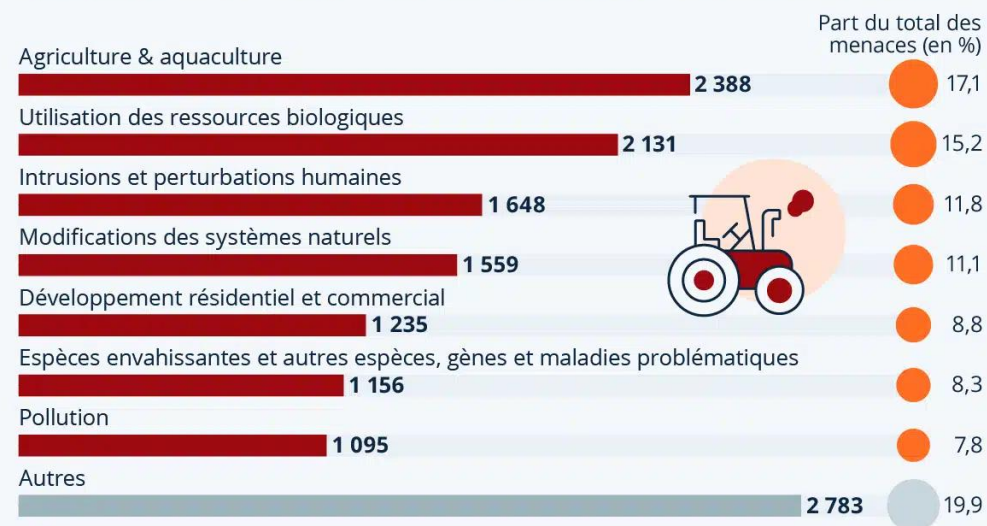
**Surexploitation** : Chasse, pêche, exploitation forestière non durable

**Pollution** : Pesticides, plastiques, pollution atmosphérique

**Espèces invasives** : Perturbation des écosystèmes natifs

## Les plus grandes menaces qui pèsent sur la biodiversité

Nombre de zones clés pour la biodiversité identifiées comme subissant les menaces suivantes\* dans le monde



\* classées par l'UICN comme des menaces de premier ordre pour la biodiversité et les écosystèmes. En date de septembre 2024.

Source : Base de données mondiale des zones clés pour la biodiversité



statista



**Pourquoi la télédétection pour la biodiversité ?**

Face à ces défis, le monitoring traditionnel de la biodiversité présente des limites :

**Limitations des méthodes classiques :**

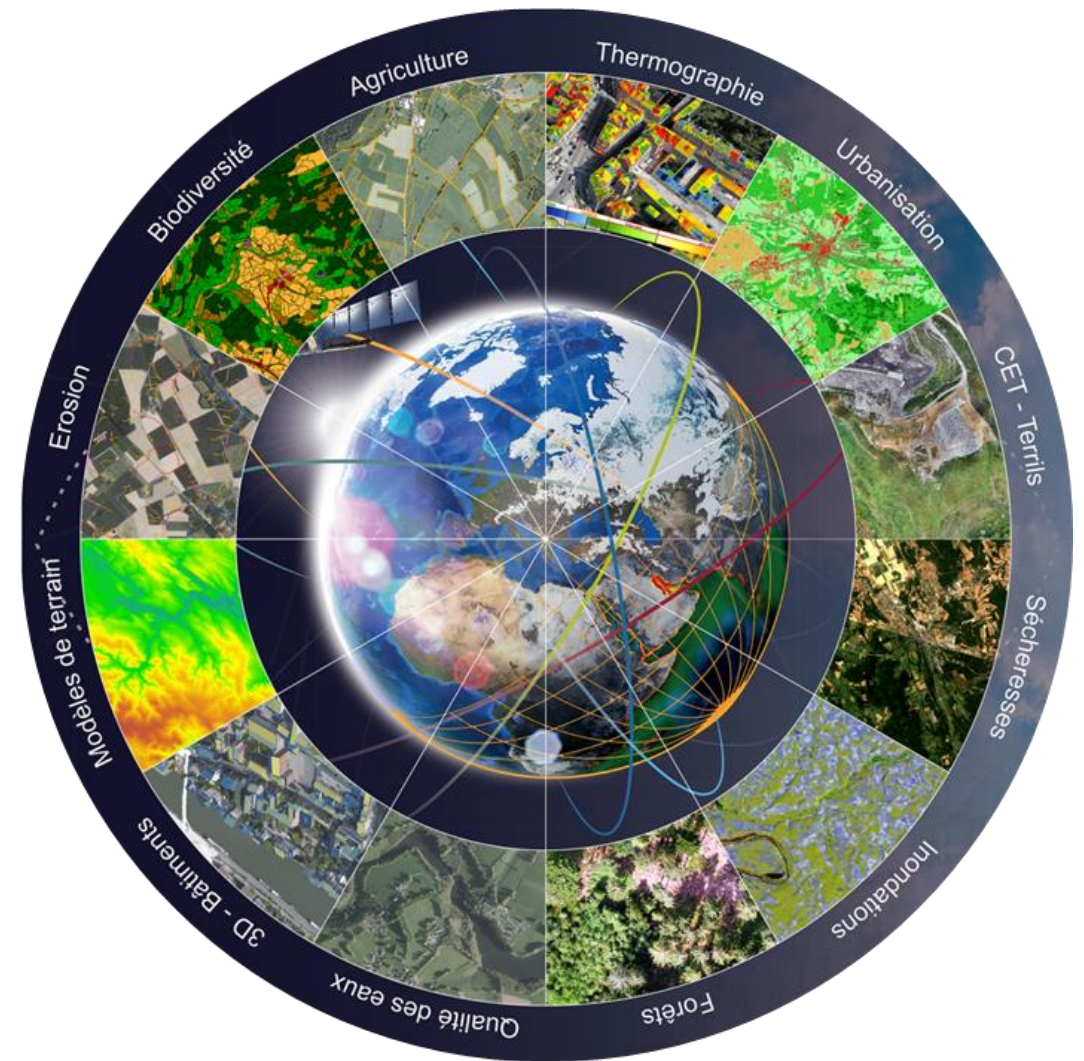
- Coût élevé des inventaires de terrain
- Zones inaccessibles (forêts denses, zones de conflit)
- Couverture spatiale limitée
- Faible fréquence de suivi
- Délais importants pour l'acquisition de données





## Avantages de la télédétection :

- **Couverture spatiale** : Du local au global
- **Suivi temporel** : Monitoring continu et répété
- **Zones inaccessibles** : Observation sans présence humaine
- **Coût-efficacité** : Données gratuites pour de nombreux satellites
- **Détection rapide** : Alertes précoces sur les changements
- **Objectivité** : Mesures reproductibles et comparables
- **Archives historiques** : Reconstruction de l'évolution passée (Landsat depuis 1972)





## Variables Essentielles de Biodiversité (EBV)

Le réseau GEO BON (Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network) a défini des variables mesurables par télédétection :

### Structure et composition des écosystèmes

Étendue et fragmentation des habitats

Composition en espèces végétales

Structure verticale (hauteur, stratification)

### Fonction des écosystèmes

Productivité primaire nette

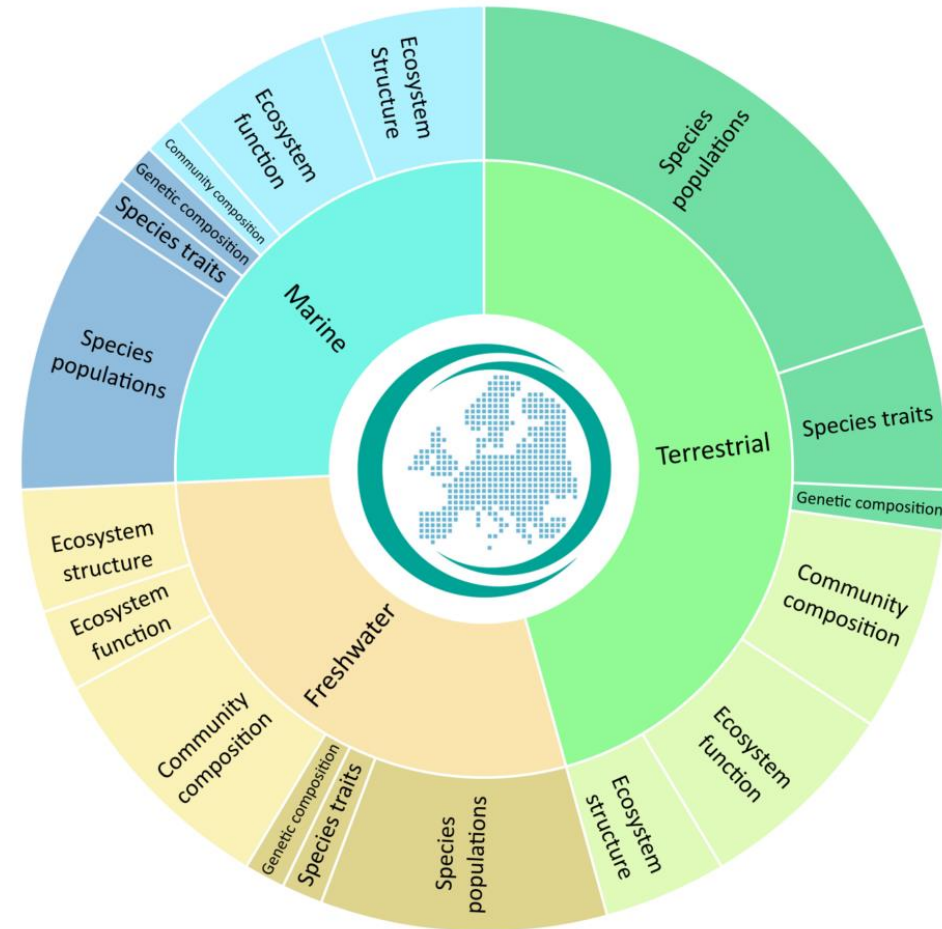
Phénologie (timing des événements biologiques)

Perturbations (feux, tempêtes, maladies)

### Composition taxonomique

Diversité des communautés végétales

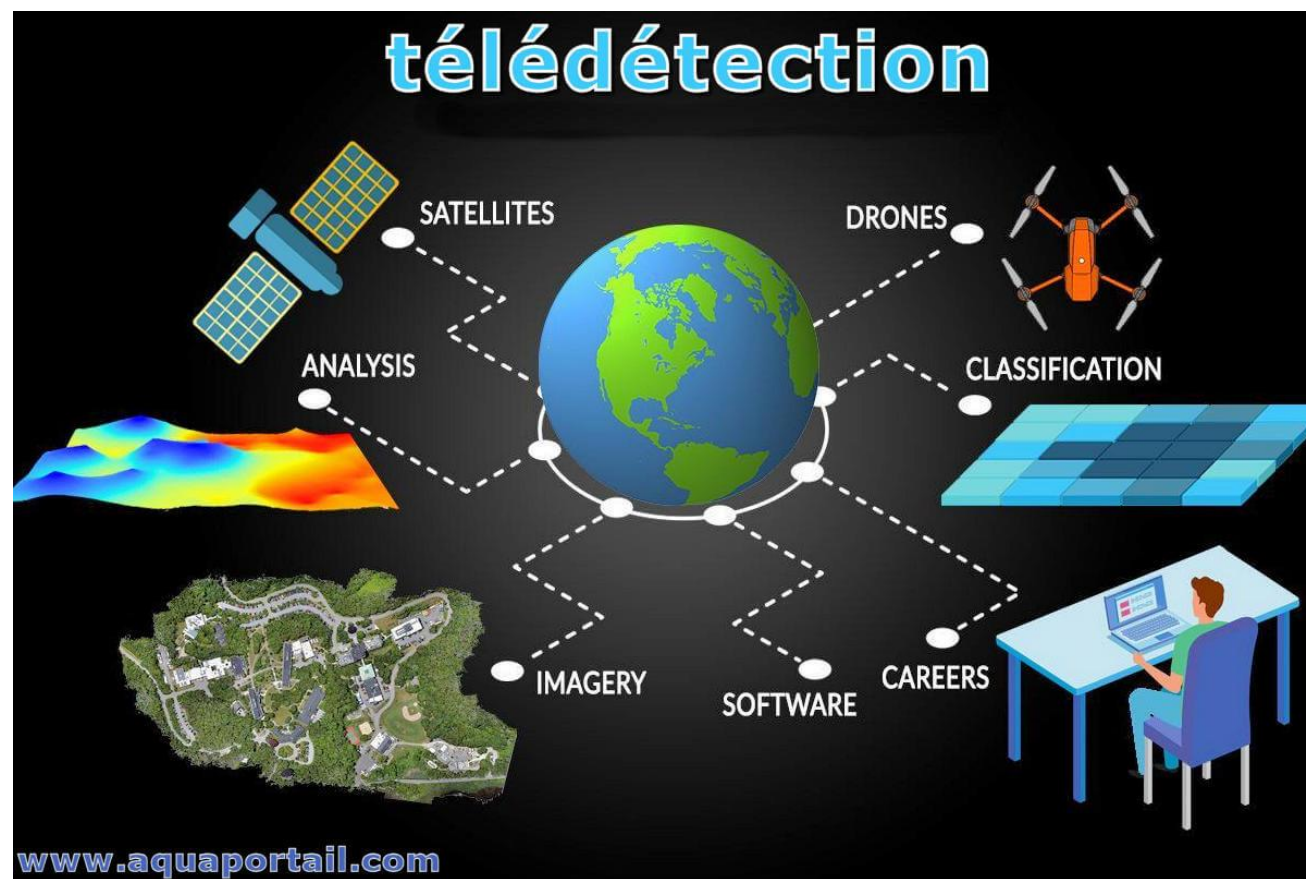
Présence d'espèces clés ou invasives



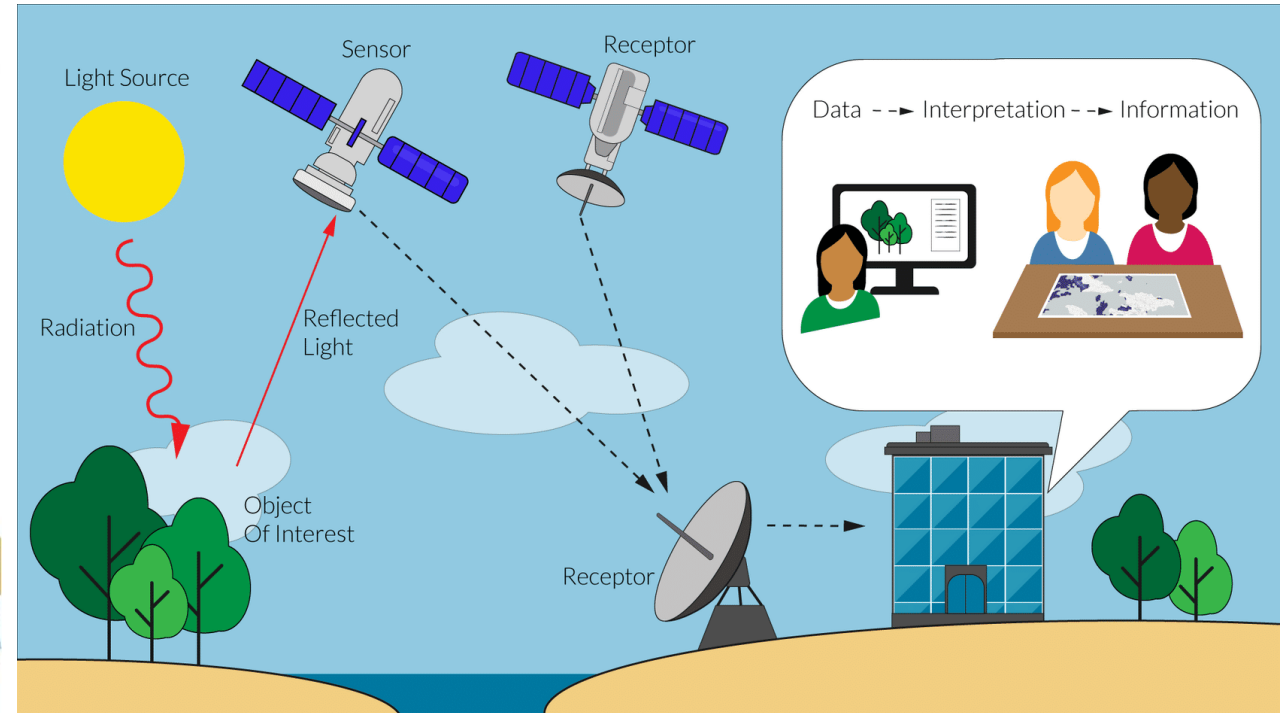
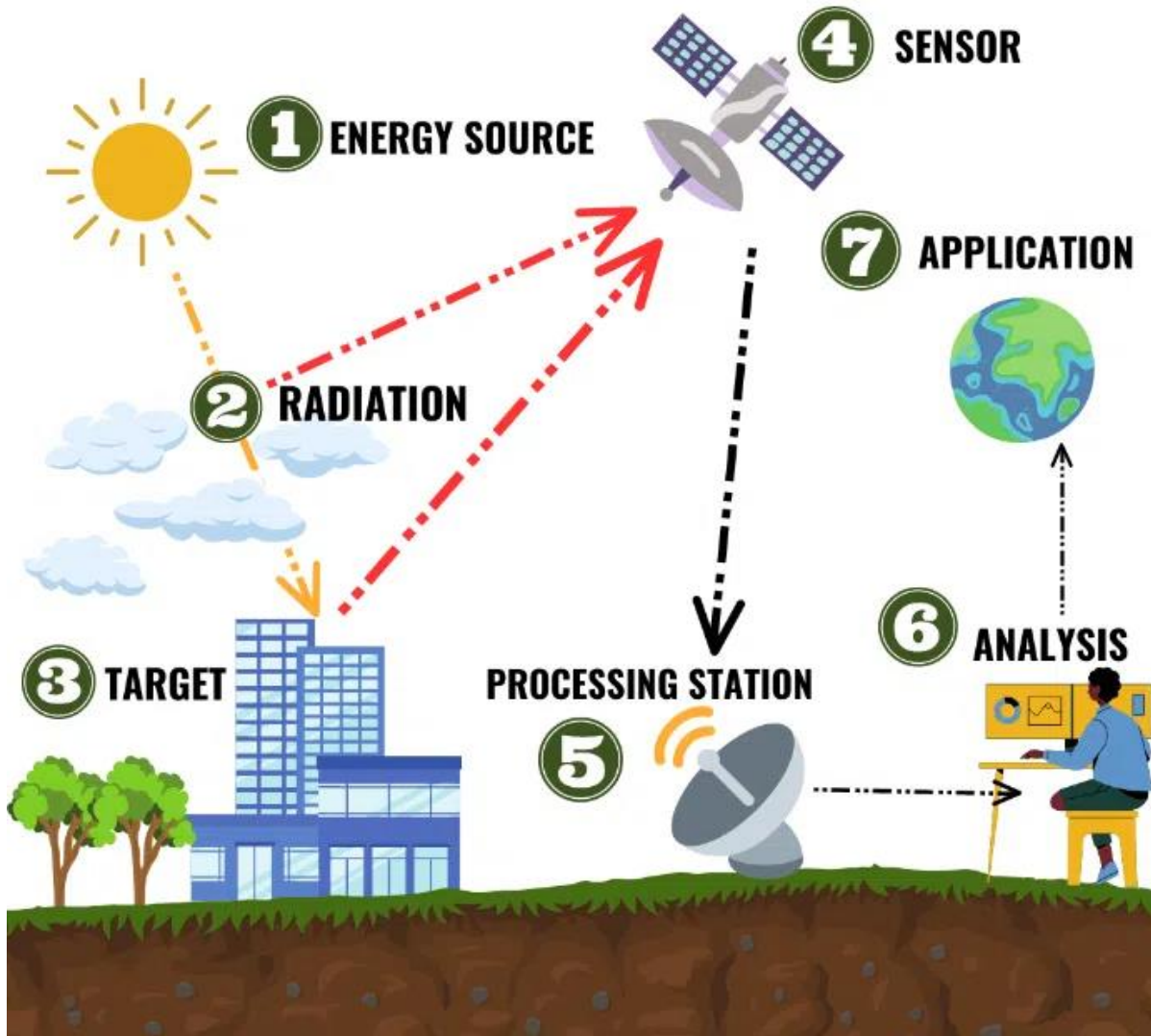
## PRINCIPES DE LA TÉLÉDÉTECTION

### Définition

La télédétection est l'ensemble des techniques permettant d'obtenir des informations sur la surface terrestre à distance, sans contact direct, principalement par l'analyse du rayonnement électromagnétique.



# REMOTE SENSING PROCESS





# CAPTEURS ET PLATEFORMES

## Principaux satellites et capteurs

### Sentinel-2

Caractéristiques : Résolution 10-20m, 13 bandes, revisite 5 jours

Applications : Monitoring de la végétation, agriculture de précision, zones humides

### Landsat

Caractéristiques : Résolution 30m, 11 bandes spectrales, revisite 16 jours

Applications : Cartographie de l'occupation du sol, suivi de la déforestation

### Planet

Caractéristiques : Résolution 3-5m, revisite quotidienne

Applications : Monitoring haute fréquence, détection rapide des changements



### MODIS

Caractéristiques : Résolution 250-1000m, 36 bandes, revisite quotidienne

Applications : Suivi global de la végétation, feux de forêt, phénologie

### LiDAR aéroporté

Caractéristiques : Résolution < 1m, mesure 3D de la structure forestière

Applications : Biomasse, structure de canopée, topographie sous couvert

### Choix du capteur

Le choix du capteur dépend de l'échelle d'étude, de la fréquence de monitoring nécessaire et des variables écologiques ciblées.

# MÉTHODES D'ANALYSE

## Prétraitement

Corrections atmosphériques et géométriques  
Calibration radiométrique  
Masquage des nuages et ombres  
Mosaïquage et fusion d'images

## Indices de végétation

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - vigueur végétale  
EVI (Enhanced Vegetation Index) - zones denses  
NDWI (Normalized Difference Water Index) - humidité  
LAI (Leaf Area Index) - densité foliaire

## Classification

Classification supervisée (Random Forest, SVM)  
Classification non supervisée (K-means, ISODATA)  
Classification orientée-objet (OBIA)  
Deep Learning (réseaux de neurones convolutifs)

## Détection de changements

Analyse diachronique multi-temporelle  
Série temporelle et analyse de tendance  
Détection d'anomalies  
Cartographie de perturbations

# APPLICATIONS À LA BIODIVERSITÉ

## **Cartographie des habitats**

**Description** : Identification et délimitation des types d'écosystèmes (forêts, savanes, zones humides, mangroves)

**Exemples** : Cartographie des forêts tropicales, classification des types de végétation, identification des corridors écologiques

## **Estimation de la biomasse**

**Description** : Quantification du carbone stocké dans la végétation

**Exemples** : Programmes REDD+, inventaires forestiers, modélisation du cycle du carbone

## **Phénologie de la végétation**

**Description** : Suivi des cycles saisonniers et impacts climatiques

**Exemples** : Dates de verdissement, durée de la saison de croissance, impacts du changement climatique

## **Suivi de la déforestation**

**Description** : Détection et quantification de la perte de couvert forestier

**Exemples** : Monitoring en temps quasi-réel, évaluation de l'impact de l'exploitation forestière, lutte contre la déforestation illégale

## **Zones humides et aquatiques**

**Description** : Cartographie et suivi de la dynamique hydrique

**Exemples** : Délimitation des mangroves, suivi des zones inondables, qualité des eaux côtières

## **Biodiversité et fragmentation**

**Description** : Analyse de la structure du paysage et connectivité

**Exemples** : Indices de fragmentation, corridors de migration, zones prioritaires de conservation





## 6. OUTILS ET LOGICIELS

### Outils gratuits et open-source

**Google Earth Engine** Plateforme cloud pour l'analyse de données géospatiales à grande échelle

**QGIS** SIG open-source avec plugins pour la télédétection (Semi-Automatic Classification)

**SNAP (Sentinel Application Platform)** Traitement des données Sentinel de l'ESA

**R (packages raster, terra, sf)** Analyse statistique et traitement d'images

**Python (GDAL, rasterio, scikit-learn)** Scripting et automatisation des analyses

### Logiciels commerciaux

**ENVI/IDL** - traitement avancé d'images

**ArcGIS Pro** - SIG complet avec outils d'analyse spatiale



### Sources de données gratuites

USGS Earth Explorer (Landsat)

Copernicus Open Access Hub (Sentinel)

NASA Earthdata

Global Forest Watch

ESA Climate Change Initiative

## 7. ÉTUDES DE CAS

### **Cas 1 : Monitoring de la déforestation en Amazonie**

**Contexte** : Utilisation de Sentinel-2 et Landsat pour détecter les nouvelles clairières

**Méthode** : Classification Random Forest, analyse multi-temporelle, alertes automatiques

**Résultats** : Détection rapide permettant l'intervention des autorités, réduction de 30% de la déforestation illégale

### **Cas 2 : Cartographie des mangroves en Afrique de l'Ouest**

**Contexte** : Évaluation de l'étendue et de la santé des mangroves côtières

**Méthode** : Combinaison Sentinel-1 (radar) et Sentinel-2 (optique), indices de végétation

**Résultats** : Cartographie précise de 2,5 millions d'hectares, identification des zones dégradées prioritaires

### **Cas 3 : Suivi des corridors écologiques pour la faune**

**Contexte** : Identification des routes de migration des éléphants

**Méthode** : Analyse de la fragmentation du paysage, modélisation de connectivité

**Résultats** : Établissement de 5 nouveaux corridors protégés, réduction des conflits homme-faune

# DÉFIS ET LIMITES

## Défis techniques

- Couverture nuageuse persistante en zones tropicales
- Confusion spectrale entre types de végétation similaires
- Résolution spatiale insuffisante pour certaines espèces
- Coût des images haute résolution
- Nécessité de données de validation terrain

## Défis méthodologiques

- Difficulté à estimer la diversité spécifique à partir des images
- Complexité des écosystèmes sous couvert forestier dense
- Variabilité saisonnière et interannuelle
- Standardisation des méthodes entre études

## Solutions et approches

- Combinaison de capteurs multiples (optique + radar)
- Utilisation de séries temporelles denses
- Intégration avec données terrain et acoustique
- Approches de machine learning avancées
- Sciences participatives pour la validation



La maîtrise de la télédétection pour l'observation de la biodiversité n'est plus une option mais une nécessité pour tous les acteurs de la conservation. Les outils sont disponibles, souvent gratuitement. Les données s'accumulent. Les méthodes s'affinent.

Le défi n'est plus technique, il est humain : former suffisamment de professionnels capables d'exploiter ces technologies, créer des réseaux de partage de connaissances, et surtout, traduire les données en actions concrètes de conservation.

Chaque participant à cette formation devient un acteur de ce changement.

Les compétences acquises sont des leviers puissants pour :

Améliorer la gestion des aires protégées

Influencer les politiques publiques avec des données objectives

Mobiliser l'opinion et les financements

Contribuer à l'effort global de sauvegarde de la biodiversité

La technologie seule ne sauvera pas la biodiversité, mais entre des mains compétentes et engagées, elle devient un allié indispensable dans ce combat pour notre avenir commun.