

DDT
Service Connaissance et Risques
Bureau Information Géographique et Technologies Innovantes
Affaire suivie par : Christian SIMON
Tél. : 06 86 15 73 00
courriel : christian.simon@tarn-et-garonne.gouv.fr

Montauban, le 03 mars 2025

NOTE

Objet : Note de présentation : Utilisation des données satellitaires et le projet SCO Friches Agricoles, avec un focus sur "Izifriche®"

1. Introduction

Le projet SCO Friches Agricoles, labellisé par le CNES par le Space Climate Observatory (SCO), est au cœur des enjeux liés à la transition écologique, en particulier dans la gestion des friches agricoles. En utilisant des données satellitaires et des outils technologiques avancés, notamment l'intelligence artificielle. Ce projet vise à transformer les friches agricoles en ressources pour lutter contre le changement climatique, favoriser une agriculture résiliente et promouvoir une gestion durable des terres.

La solution Izifriche®, qui découle directement de ce projet, propose une plateforme innovante permettant aux acteurs locaux (collectivités, acteurs de l'agriculture et de l'environnement) d'accéder à des outils d'analyse avancée pour identifier, qualifier et planifier la réhabilitation des friches agricoles. L'objectif est de développer des stratégies adaptées aux défis écologiques locaux, tout en favorisant la réduction des risques environnementaux et en contribuant à l'atténuation du changement climatique.

L'objectif de cette présentation est de montrer comment les données satellitaires et les technologies avancées (telles que l'IA et l'apprentissage automatique) sont utilisées pour repérer et transformer les friches agricoles en ressources pour la transition écologique.

2. Contexte Réglementaire et Local du Projet SCO Friches Agricoles

Le projet SCO Friches Agricoles s'inscrit dans un cadre réglementaire défini par la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt (LAAF), notamment l'article L.112-1-1 du Code Rural et de la Pêche Maritime, qui impose qu'un inventaire des friches agricoles soit réalisé tous les 5 ans par les CDPENAF. Cette obligation réglementaire vise à lutter contre l'abandon des terres agricoles et à promouvoir leur reconversion ou réhabilitation.

Dans ce cadre, l'inventaire des friches agricoles n'est pas seulement une exigence administrative, mais aussi une nécessité pour répondre à des enjeux environnementaux et sanitaires urgents. Dans des territoires comme le Tarn-et-Garonne, la gestion des friches agricoles constitue un défi majeur pour plusieurs raisons :

- L'état sanitaire des vergers et des vignes en friche : Ces espaces peuvent devenir des vecteurs de maladies telles que la flavescence dorée dans les vignes, ou d'autres pathologies touchant les cultures fruitières. Leur identification et leur reconversion sont essentielles pour limiter les risques sanitaires.
- La gestion des espèces nuisibles : Les friches agricoles peuvent servir de zones refuges pour des espèces nuisibles telles que les rongeurs ou certaines espèces invasives, créant des risques pour les cultures voisines. Leur gestion est donc cruciale pour maintenir l'équilibre écologique et protéger les productions agricoles.
- Les enjeux paysagers : Les friches agricoles peuvent aussi poser des questions de paysage, notamment dans des zones sensibles ou touristiques, où leur gestion est cruciale pour préserver l'identité et l'attractivité du territoire.
- La gestion des risques incendie : En période estivale, les friches deviennent des réservoirs de combustibles pour les incendies. Leur gestion permet de limiter le risque d'incendie, en particulier dans les zones sèches, souvent soumises à des vagues de chaleur.
- L'agriculture durable (réduction de l'usage de produits chimiques, adoption de pratiques agroécologiques, etc.) et la reconquête et valorisation de ces espaces : Les friches représentent des espaces sous-exploités qui peuvent être réhabilités et valorisés, que ce soit par des projets agricoles (par exemple, la replantation de cultures ou l'introduction de systèmes agroécologiques) ou des initiatives de biodiversité (création de haies, boisement, etc.).
- Le stockage de carbone (reconquête des sols pour la capture de CO₂, en particulier via la création de haies, boisements, ou la réintroduction de cultures à fort potentiel de stockage du carbone)
- La lutte contre l'étalement urbain et la protection des sols vivants.

Les données satellitaires sont un outil indispensable pour mieux comprendre l'état de ces friches et leur évolution au fil du temps, en fournissant des informations sur les caractéristiques physiques des sols, la végétation, et les dynamiques de l'écosystème local.

Sentinel-2 est une ressource clé, grâce à sa capacité à fournir des images multispectrales à haute résolution spatiale et temporelle, permettant de suivre les modifications de la couverture végétale et de la qualité du sol sur des périodes longues.

Dans ce contexte, la solution Izifriche® et l'utilisation des données satellitaires viennent soutenir les acteurs locaux dans l'inventaire et la planification de la remise en gestion des friches

agricoles. Elles constituent des outils pour identifier précisément les zones de friches, suivre leur évolution au fil du temps, et faciliter la mise en place des stratégies de reconversion efficaces et adaptées aux enjeux du territoire.

3. Le Projet SCO Friches Agricoles et plateforme Izifriche® : Méthodes et Outils

Le projet SCO Friches Agricoles repose sur l'utilisation de données satellitaires et de l'intelligence artificielle pour réaliser un inventaire régional des friches agricoles. Ce travail s'est inscrit dans une approche collaborative, où les données satellitaires sont associées à des données locales et à des informations contextuelles

3.1. Données Satellitaires Utilisées

Les données satellitaires proviennent principalement des satellites de la constellation Sentinel-2, qui fournissent des images multispectrales à des résolutions spatiales allant jusqu'à 10 m. Cela permet de cartographier les différentes zones de friches agricoles, d'identifier leur état et de suivre leur évolution au fil du temps.

Les satellites Sentinel font partie d'une constellation de satellites développée par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) pour surveiller la Terre. La constellation Sentinel-2 fournit des observations fréquentes et régulières de la surface terrestre, à raison d'une image toutes les 5 jours en Europe. Ces images sont capturées sous forme de tuiles, c'est-à-dire des carrés de terrain de 110 km de côté.

Les images fournies par Sentinel-2 sont des images améliorées (niveau 3A). Cela signifie qu'elles ont subi des corrections géométriques pour les rendre plus précises et sont nettoyées des nuages, ce qui est un point très important pour garantir la qualité de l'analyse. Les images de niveau 3A sont de meilleure qualité, notamment parce qu'elles intègrent des images prises pendant un mois complet pour choisir la meilleure image possible pour chaque pixel.

Chaque pixel dans l'image correspond à une zone spécifique sur le terrain, et cette zone est représentée par une combinaison de 12 longueurs d'onde différentes. Selon le type d'image, ces longueurs d'onde peuvent avoir des résolutions allant de 10 m (résolution la plus fine) à 60 m (résolution moins détaillée). Cela permet de capter des informations variées sur la végétation, les sols, et d'autres caractéristiques du terrain.

3.2. Utilisation de l'Indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

L'un des indices utilisés au début de l'étude pour analyser la végétation est le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), indice de réflectance des végétaux. Ce NDVI est couramment utilisé pour décrire la couverture végétale par télédétection et permet de détecter la présence de végétation, sa densité et son état de santé. Son utilisation permet de compenser certains biais liés aux conditions d'éclairage, aux pentes des surfaces et aux différences d'exposition.

Le NDVI se calcule à partir des bandes spectrales proches de l'infrarouge et du rouge, qui sont particulièrement sensibles à la présence et à la vitalité des plantes. L'analyse des valeurs NDVI permet de mieux comprendre la répartition et l'évolution des végétaux sur les parcelles et de détecter les friches en comparant les zones où la végétation est absente ou en déclin.

Le NDVI se calcule en utilisant deux types de lumière capturés par le satellite :

- PIR (Proche Infrarouge), qui est sensible aux zones végétalisées,
- R (Rouge), qui est plus sensible aux zones dépourvues de végétation.

La formule de calcul est assez simple : $[NDVI = \{(PIR - R)\} / \{(PIR + R)\}]$

Ce calcul donne une valeur qui varie entre -1 et +1 :

- Plus la valeur est positive, plus la végétation est dense et saine,
- Plus la valeur est négative, plus la zone est dégarnie ou morte.

L'intérêt du NDVI est qu'il permet de compenser les effets des conditions d'éclairage, de la pente du terrain et de l'exposition (par exemple, une zone ensoleillée ne sera pas interprétée de la même façon qu'une zone ombragée). Cependant, il faut noter que le NDVI n'est pas toujours l'indice optimal pour toutes les types de végétation. Parfois, d'autres indices peuvent mieux correspondre à des types spécifiques de végétation, ou dans des situations particulières, mais le NDVI reste l'un des plus utilisés en raison de sa simplicité et de son efficacité générale.

3.3. Données d'Entrée pour l'Algorithme de Classification Supervisée WasaBI

L'algorithme de classification supervisée WaSaBI est utilisé pour analyser les données et détecter les friches agricoles. Il repose sur plusieurs données d'entrée :

- Le cadastre : Outil essentiel en gestion foncière et en aménagement du territoire .
- Le Registre Parcellaire Graphique : Base de données géographiques qui cartographie l'**occupation du sol agricole** en France. Il est principalement utilisé pour la gestion des aides de la **Politique Agricole Commune (PAC)** et permet de suivre l'évolution des surfaces cultivées .
- La BD Topo et la BD Forêt : Pour obtenir des informations sur la topographie et la couverture végétale.
- L'OCSGE : Pour analyser les changements d'occupation du sol et leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre.

En combinant ces données, une couche des friches potentielle est créé ; elle constitue l'espace de travail du logiciel WaSaBI pour réaliser la détection des friches WaSaBI, en leur attribuant un indice de fiabilité. Toutefois, des limites existent avec la télédétection, en particulier en raison de la résolution spatiale des images satellitaires (10, 20 ou 60 m par pixel, selon la bande spectrale utilisée) qui peut rendre l'interprétation de petites parcelles difficiles.

3.4. Production Participative ou Crowdsourcing

Un axe fondamental de l'inventaire des friches agricoles est l'intégration de la production participative, ou crowdsourcing. Les acteurs locaux détenteurs de l'application mobile, composante opérationnelle de la solution Izifriche®, peuvent contribuer à consolider l'inventaire en partageant des données terrain, en validant les informations et en signalant des anomalies dans les friches détectées par le logiciel WaSaBI. Cette démarche permet de compléter et mettre à jour les données satellitaires (la friche est une donnée mouvante), d'améliorer l'inventaire et de renforcer l'implication des acteurs dans le processus de gestion des friches. Elle favorise également un partage des connaissances locales qui est essentiel pour une gestion adaptée des territoires.

3.5. Solution Izifriche®

La solution Izifriche® donne accès à l'inventaire des « friches WaSaBI », à une interface web de consultation des données et de requêtage ainsi qu'à une application mobile de saisie terrain. En réduisant considérablement le temps nécessaire au recensement et à la prise de décision. Izifriche® constitue un levier stratégique majeur pour une gestion foncière plus durable et résiliente face aux défis territoriaux et économiques actuels

Les indicateurs fournis par Izifriche® (fiche de synthèse des fiches par commune, EPCI, département ; évolution des surfaces en fiches d'un millésime à l'autre), permettent de sensibiliser les acteurs locaux et de les aider dans l'orientation des politiques publiques en matière de gestion foncière, d'agriculture raisonnée et de préservation des sols vivants.

4. Stratégies Scientifiques et Techniques de Généralisation de l'Algorithme

Dans cette partie, nous allons tenter d'expliquer les efforts menés pour améliorer la précision et l'efficacité des outils utilisés dans le projet SCO Friches Agricoles. L'objectif est de rendre l'algorithme plus fiable pour mieux identifier les friches agricoles, même dans des zones complexes. Un effort de vulgarisation a été mis en place.

4.1. Amélioration des Données d'Apprentissage

Pour que le logiciel WaSaBI ©CNES fonctionne, il a besoin d'un maximum de données précises, dans sa phase d'"apprentissage". Plus il a de bonnes données, plus il peut apprendre à faire des prédictions justes. Dans notre cas, il y a plusieurs façons d'améliorer cet apprentissage :

- **Nouvelles données satellitaires** : En plus des images des satellites Sentinel-2, d'autres satellites comme Sentinel-1 (qui prend des images radar) ou CO3D (très haute résolution) peuvent être utilisés. Ces satellites permettent de capter des informations complémentaires qui enrichissent les données de base.
- **Données locales** : On utilise aussi des données terrain, comme des relevés agricoles locaux. Ces informations permettent de mieux comprendre les spécificités de chaque terrain et de faire un lien plus précis entre les données satellites et la réalité du terrain.
- **Techniques d'augmentation des données** : Pour avoir plus de données d'apprentissage, on peut aussi utiliser des techniques qui créent des données supplémentaires à partir des données existantes. Par exemple, en modifiant légèrement des images (changer la lumière, l'angle, etc.), on peut créer des versions différentes des mêmes données pour aider l'algorithme à mieux "comprendre" différentes situations.

4.2. Utilisation de l'Intelligence Artificielle pour Analyser les Friches

Une fois que le logiciel WaSaBI dispose de suffisamment de données, il va utiliser des méthodes d'intelligence artificielle pour analyser les friches agricoles. C'est là qu'on entre dans le domaine des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning), qui permettent à la machine de "réfléchir" et de prendre des décisions en se basant sur les données.

Quelques approches simples pour comprendre comment l'algorithme fait son travail :

- Random Forest : Imaginez une forêt composée de nombreux arbres (ici, des "arbres" sont des décisions). Chaque arbre donne une réponse, et l'algorithme prend ensuite la réponse la plus fréquente parmi tous les arbres. C'est un peu comme un vote. Cela permet d'avoir des prédictions plus fiables et robustes.
- CNN Temporels (Convolutional Neural Networks) : Ce sont des modèles qui s'inspirent du cerveau humain pour comprendre des images. Ils permettent à l'algorithme de "voir" les changements dans le temps (par exemple, une parcelle agricole qui devient progressivement une friche), et de mieux comprendre comment les friches évoluent au fil des saisons.
- RNN (Réseaux de Neurones Récurrents) : Ces modèles sont capables de comprendre le temps de manière plus profonde. Ils sont parfaits pour analyser des données qui changent au fil des mois ou des années (par exemple, l'évolution d'une friche agricole). Ils permettent de prédire où ces friches pourraient se diriger dans le futur.

4.3. Optimisation des Méthodes

Après avoir choisi la méthode la plus adaptée pour détecter les friches, il faut l'optimiser. Cela signifie que les paramètres de l'algorithme sont ajustés pour qu'il soit le plus efficace possible. Ce processus d'optimisation, appelé "réglages des hyperparamètres", consiste à faire des essais pour voir quelle combinaison de paramètres donne les meilleurs résultats.

Le projet utilise des données satellites et des outils d'intelligence artificielle pour détecter et analyser les friches agricoles. Cependant, pour rendre l'algorithme plus précis et plus fiable, plusieurs stratégies sont mises en place :

- Collecte de nouvelles données provenant de satellites supplémentaires et de sources locales.
- Utilisation de l'intelligence artificielle, qui apprend à partir des données et utilise des méthodes comme le Random Forest (qui regroupe les décisions de plusieurs arbres) ou les Réseaux de Neurones, pour analyser les changements au fil du temps.- Optimisation des paramètres pour obtenir des prédictions les plus précises possibles.

Ces stratégies permettent de rendre l'algorithme plus performant et de mieux identifier et gérer les friches agricoles, même dans des territoires complexes. Grâce à ces méthodes, le projet peut mieux comprendre l'évolution des friches et proposer des solutions adaptées à chaque territoire.

5. Impact et Bénéfices du Projet SCO Friches Agricoles et Izifriche®

5.1. Meilleure gestion foncière et requalification des friches agricoles

Le projet contribue à une meilleure gestion des terres agricoles. La solution Izifriche® permet de :

- Cartographier et identifier les friches agricoles,
- Réfléchir aux moyens de valoriser les friches en terres agricoles actives ou en zones écologiques.

5.2. Réduction des risques naturels et adaptation au changement climatique

Les friches agricoles, lorsqu'elles sont bien gérées, aident à :

- Limiter l'érosion des sols et réduire l'imperméabilisation des sols,
- Améliorer la gestion des risques d'inondations,
- Reconstituer des haies et des boisements, jouant un rôle tampon contre l'érosion et augmentant la résilience face aux événements climatiques extrêmes.

5.3. Augmentation de la résilience des systèmes agricoles et stockage du carbone

La remobilisation des friches agricoles peut participer à la transition vers une agriculture résiliente et soutient des pratiques comme l'agroforesterie et la plantation de cultures stockant le carbone. Ces pratiques contribuent à la réduction des émissions de CO₂ et au stockage du carbone dans les sols, un enjeu majeur dans la lutte contre le changement climatique.

5.4. Sensibilisation des acteurs locaux et appropriation des données

La solution Izifriche® illustrent comment les outils numériques peuvent être mis au service d'une agriculture plus résiliente et d'une gestion plus durable de nos territoires. Cela renforce les politiques publiques en matière de transition écologique et crée une dynamique collaborative entre les différents acteurs.

6. Conclusion

Le projet SCO Friches Agricoles et la solution opérationnelle Izifriche® qui en a découlé, illustrent comment les données satellitaires et les technologies avancées comme l'intelligence artificielle peuvent être mis au service des politiques publiques et devenir un levier pour transformer les friches agricoles en ressources pour une agriculture plus résiliente et pour la transition écologique la lutte contre le changement climatique, la gestion durable des terres et la préservation de la biodiversité.

Liens intéressants

Présentation Izifriche : [Izifriche, la solution clé en main pour le repérage des friches agricoles au service de vos stratégies foncières \(safer-occitanie.com\)](https://www.izifriche.com/)

Présentation intérêt reconquête des friches agricoles : [Dans les friches](#)

Présentations labellisation SCO : <https://www.spaceclimateobservatory.org/fr/sco-frichesagricoles>

Présentation film SCO FrichesAgricoles : [SCO FrichesAgricoles](#)

Annexes techniques

Le satellite CO3D :

Le CO3D est un projet français développé par Airbus Defence and Space en collaboration avec le CNES (Centre National d'Études Spatiales), lancement prévu juin 2025. Ce satellite est conçu pour cartographier la Terre en 3D, offrant des données précieuses pour de nombreuses applications. Il fait partie des nouvelles initiatives européennes et françaises pour améliorer la surveillance et la gestion de l'environnement terrestre.

1. Caractéristiques principales de CO3D

- Cartographie 3D haute résolution :

CO3D a pour objectif de produire des cartes en 3D très détaillées des surfaces terrestres. Cela inclut des informations sur la topographie, la hauteur des bâtiments, des arbres, des terrains agricoles, et d'autres structures. La résolution de CO3D est assez fine, avec une précision verticale de l'ordre du mètre, ce qui permet d'obtenir une image précise et détaillée de la surface de la Terre.

- Objectifs :

CO3D va au-delà de l'imagerie traditionnelle des satellites optiques. Il est spécifiquement conçu pour obtenir des données 3D, utiles pour :

- L'urbanisme : aider à la planification des villes, avec des relevés détaillés des infrastructures et des zones bâties.
- La géolocalisation des bâtiments, des routes et d'autres structures.
- La gestion des risques naturels comme les inondations, les glissements de terrain, ou les incendies, en offrant une vue en 3D des zones affectées.
- L'agriculture : pour surveiller la croissance des cultures et analyser l'évolution des friches agricoles, grâce à la cartographie précise des reliefs et des sols.

- Données en 3D :

L'une des particularités de CO3D est sa capacité à fournir des modèles numériques de terrain (MNT) et des modèles numériques de surface (MNS) qui permettent de visualiser les variations du terrain sur trois dimensions, avec une précision plus fine qu'avec des images traditionnelles en 2D. Ces

données sont essentielles pour des applications comme la modélisation de l'érosion des sols, la gestion des zones à risque, et la planification de projets d'infrastructure.

Couverture et fréquence :

CO3D fournira une couverture nationale annuelle, ce qui permet de suivre l'évolution du territoire de manière régulière et fiable. Cela sera particulièrement utile pour des projets nécessitant des mises à jour fréquentes des cartes, comme les travaux d'aménagement du territoire ou la gestion de la biodiversité.

- Applications principales de CO3D :
 - Aménagement du territoire : Pour les collectivités locales, cela permet de mieux planifier l'urbanisme et les infrastructures, en visualisant la répartition des bâtiments et des zones naturelles.
 - Gestion des risques naturels : La cartographie 3D permet d'identifier plus précisément les zones sujettes à des risques (glissements de terrain, inondations) et d'anticiper les interventions nécessaires.
 - Suivi de la biodiversité : Grâce à une meilleure visualisation des surfaces boisées et des zones agricoles, il est possible de suivre les changements dans les écosystèmes et d'analyser les impacts environnementaux sur le long terme.
 - Agriculture : Les données de CO3D peuvent être utilisées pour surveiller l'évolution des terres agricoles, comprendre les dynamiques de la végétation, et aider à la reconquête des terres agricoles dégradées.

Avantages de l'Imagerie Satellitaire dans l'Analyse des Friches Agricoles

1. Observation Fréquente et à Grande Échelle

Les satellites, comme Sentinel-2, offrent des images régulières, souvent tous les 5 jours en Europe, permettant un suivi constant des changements sur le terrain. Cette capacité d'observation répétée est particulièrement utile pour analyser les friches agricoles, car elle permet de surveiller l'évolution des zones au fil du temps (par exemple, voir comment une friche se transforme ou est réutilisée).

2. Couverture Large

Les satellites couvrent de vastes étendues, offrant une vue d'ensemble des territoires agricoles et non agricoles, souvent plus difficile à obtenir avec des méthodes de terrain classiques. Cela permet de cartographier les friches agricoles de manière efficace et rapide, même sur des zones très étendues, sans avoir à se déplacer sur le terrain.

3. Données Multispectrales

Les satellites comme Sentinel-2 captent différentes longueurs d'ondes, ce qui permet d'analyser plusieurs aspects des friches agricoles. Par exemple, l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) permet de suivre l'évolution de la végétation, de distinguer les zones de friches des zones cultivées, et d'évaluer la santé des sols. Ces données sont importantes pour comprendre l'état des friches agricoles et leur potentiel de reconversion.

4. Réduction des Coûts de Surveillance

L'utilisation de satellites permet d'éviter les coûts élevés liés à la surveillance sur le terrain (reconnaissance manuelle, relevés terrestres). L'imagerie satellitaire permet de gagner du temps et de réduire les dépenses tout en fournissant des données fiables sur de grandes zones.

5. Précision et Objectivité

Les images satellites sont objectives et ne sont pas influencées par la subjectivité humaine, ce qui les rend très utiles pour obtenir des informations précises et standardisées. Elles offrent une base solide pour la prise de décisions basées sur des données concrètes, sans l'influence d'observations individuelles.

Limites de l'Imagerie Satellitaire dans l'Analyse des Friches Agricoles

1. Résolution Spatiale Limité

Les images des satellites Sentinel-2 ont une résolution spatiale de 10 à 60 mètres par pixel, ce qui signifie qu'une seule image représente une zone relativement grande. Cela peut poser des difficultés pour l'analyse de petites parcelles de terre ou pour des détails fins, comme la distinction entre différentes cultures ou les variations subtiles du sol. Pour des zones de taille plus petite ou des détails très fins, une résolution plus élevée (par exemple, 50 cm avec des satellites comme Pléiades) serait nécessaire.

2. Conditions Météorologiques et Nuages

Les satellites ne peuvent pas capturer des images lorsqu'il y a des nuages, et certaines conditions météorologiques peuvent perturber la qualité de l'imagerie. Cependant, il existe des corrections pour minimiser ces effets, comme les produits de niveau 3A de Sentinel-2, qui fournissent des images corrigées et optimisées.

3. Interprétation Complexe des Parcelles Cadastreales

Bien que l'imagerie satellitaire soit puissante pour fournir une vue d'ensemble, l'interprétation des limites des parcelles cadastrales peut être difficile. Les données géométriques des images satellites peuvent ne pas parfaitement correspondre aux délimitations cadastrales et peuvent présenter des distorsions. Cela nécessite souvent des données complémentaires, comme des informations SIG (Système d'Information Géographique), pour superposer avec précision les contours des parcelles.

4. Variation des Conditions de Surface

L'analyse par télédétection peut être influencée par des facteurs externes comme l'éclairage, l'angle de vue ou l'orientation des surfaces. Par exemple, une colline peut apparaître différemment selon l'heure de la journée ou la saison, ce qui rend les images moins fiables dans certaines conditions. De plus, le NDVI, bien qu'utile, n'est pas toujours l'indice optimal pour toutes les formes de végétation et peut nécessiter un ajustement en fonction des spécificités du terrain.

5. Besoin de Validation sur le Terrain

Bien que les satellites offrent une vue globale utile, les données obtenues doivent souvent être validées par des observations terrestres. Cela peut inclure la collecte d'informations sur place pour confirmer l'état des friches agricoles ou ajuster les modèles de prédiction. C'est pourquoi la combinaison des images satellites avec des données SIG et des réseaux de terrain (comme les enquêtes participatives ou le crowdsourcing, ou des vols de drones est essentielle pour améliorer la précision des analyses.

Comment fonctionne le Deep Learning

Le « **deep learning** » est une méthode d'apprentissage automatique (machine learning) où des réseaux de neurones artificiels très profonds (composés de plusieurs couches) sont utilisés pour apprendre des modèles à partir de grandes quantités de données. Ce processus vise à aider un système à comprendre des informations complexes, comme des images, du texte ou des sons, en apprenant automatiquement à partir des exemples qu'on lui fournit.

Exemple simplifié : Imaginez que vous souhaitiez entraîner un modèle de deep learning à reconnaître des images de chats et de chiens. Vous allez montrer au modèle des milliers d'images étiquetées comme "chat" ou "chien". Le modèle va "apprendre" les caractéristiques qui définissent un chat ou un chien (comme les oreilles, la forme du nez, la texture du pelage, etc.) en traitant ces images.

1. **Données d'Entrée :** Vous fournissez des **données d'entrée**, comme des images, des textes, ou des sons. Ces données sont étiquetées (par exemple, "chat" ou "chien" pour une image), afin que le modèle sache ce qu'il doit apprendre.
2. **Réseau de Neurones :** Le modèle utilise un réseau de neurones artificiels pour analyser les données. Ce réseau est composé de plusieurs couches, où chaque couche apprend à reconnaître des aspects de plus en plus complexes des données (par exemple, des bords, des formes, des objets dans des images).
3. **Apprentissage :** Pendant l'apprentissage, le modèle ajuste ses paramètres internes (poids) pour minimiser les erreurs de prédiction. À chaque étape, il essaie d'imiter les bonnes réponses en comparant ses prédictions avec les étiquettes réelles (comme "chat" ou "chien").

4. **Prédiction** : Une fois entraîné, le modèle peut être utilisé pour prédire des résultats sur de nouvelles données qu'il n'a jamais vues.

Données de Test (80% - 20%) :

Quand on utilise le deep learning, on divise souvent les données en **deux parties** principales :

1. **Données d'entraînement (80%)** : Ce sont les données sur lesquelles le modèle apprend. Par exemple, si vous avez 1000 images de chats et de chiens, vous allez utiliser 800 de ces images pour entraîner le modèle.
2. **Données de test (20%)** : Ce sont les données que le modèle n'a **jamais vues pendant l'entraînement**. Elles servent à vérifier si le modèle a bien appris à généraliser, c'est-à-dire à faire des prédictions correctes sur de nouvelles données qu'il n'a pas rencontrées pendant son apprentissage. Dans l'exemple, vous utiliseriez 200 images de chats et de chiens pour tester le modèle après l'entraînement.

Pourquoi 80% - 20% ?

L'idée est de donner suffisamment de données pour entraîner le modèle (80%) tout en gardant une portion suffisante (20%) pour tester sa capacité à généraliser. Si vous n'avez pas de données de test, vous risquez de faire un **sur-apprentissage** (overfitting), où le modèle devient trop spécifique aux données d'entraînement et échoue à prédire correctement des nouvelles données.