



Surveillance des prairies par télédétection

- **AUTEURS :** Pilar Fernández Rebollo.
- **DESCRIPTION:** La télédétection des prairies consiste à acquérir des informations sur l'état et la condition des prairies sans y entrer physiquement. Ce procédé consiste à collecter des données à l'aide de capteurs (caméras, scanners, radiomètres, etc.) montés sur des plates-formes (tracteurs, drones, avions et satellites). Ces données sont enregistrées sur un support approprié et traitées à l'aide d'algorithmes mathématiques afin de les traduire en informations pertinentes pour la gestion des prairies. Cette méthode a été peu utilisée et ses avantages pour l'agriculteur moyen n'ont pas été clairement démontrés, bien qu'elle puisse potentiellement avoir une utilité considérable dans les grandes exploitations et les domaines.
- **JUSTIFICATION :** Les systèmes d'aide à la décision pour la gestion des prairies nécessitent des informations spatio-temporelles sur le développement et l'état des prairies. Les enquêtes destructives nécessitent beaucoup de travail, sont coûteuses et n'offrent pas une couverture spatiale et temporelle adéquate. La télédétection surmonte ces limites et a été largement appliquée à la surveillance de la végétation. Elle constitue un outil utile pour mieux informer les exploitants de prairies.
- **MÉCANISME D'ACTION:** Les informations sur les caractéristiques des prairies peuvent être obtenues à partir de données de télédétection spectrales et non spectrales. Les premières sont basées sur les propriétés d'absorption et de réflexion spectrales spécifiques et distinctives du couvert des prairies, tandis que les secondes fournissent principalement des informations sur la hauteur et la structure du couvert.

Le rayonnement électromagnétique incident sur une prairie peut être partiellement absorbé, transmis ou réfléchi. Les prairies émettent aussi naturellement des radiations. L'intensité et les longueurs d'onde de ce rayonnement réfléchi ou émis sont fonction des caractéristiques de la prairie et ces données spectrales peuvent être enregistrées à l'aide de capteurs. Il existe une grande variété de capteurs qui enregistrent le rayonnement électromagnétique réfléchi ou émis avec différentes résolutions spectrales et radiométriques. La résolution spectrale décrit la capacité d'un capteur à définir des bandes de longueur d'onde étroites, tandis que la résolution radiométrique fait référence à la capacité de distinguer de très légères différences d'énergie. Les capteurs multispectraux enregistrent le rayonnement dans un petit nombre de bandes (par exemple, Sentinel-2 de la mission Copernicus dispose de 13 bandes spectrales) et les capteurs hyperspectraux fournissent des bandes très étroites presque continues (par exemple, Hyperion fournit 220 bandes). Les capteurs peuvent être placés à des endroits fixes de la ferme (par exemple, caméras numériques, phénocaméras) ou, plus couramment, montés sur une plate-forme mobile : des véhicules terrestres ou des opérateurs humains aux drones et aux satellites.



Surveillance des prairies par télédétection

- **MÉCANISME D'ACTION (suite):**

L'utilité et l'application de la télédétection spectrale au niveau de l'exploitation agricole dépendent également de la résolution spatio-temporelle des données spectrales. D'une part, certains aspects de la gestion des prairies nécessitent une résolution spatiale inférieure à 10 m pour saisir l'hétérogénéité spatiale des champs de prairies. Certains capteurs satellitaires ont cette résolution spatiale. Par exemple, Sentinel-2 fournit quatre bandes à 10 m, six bandes à 20 m et trois bandes à 60 m de résolution spatiale. D'autres capteurs commerciaux montés sur des satellites, tels que Planet ou Maxar, fournissent des données spectrales à une résolution spatiale plus élevée (<5m). Les résolutions spatiales des capteurs aéroportés ou des drones sont beaucoup plus élevées et vont du centimètre au mètre. D'autre part, les prairies évoluent dans le temps et des mesures régulières sont donc nécessaires pour soutenir les décisions de gestion des prairies. Par exemple, Sentinel-2 fournit des données librement accessibles dans le monde entier avec un temps de revisite de 5 jours.

Généralement, pour examiner les données multispectrales, des indices de végétation (une combinaison de quelques bandes, par exemple l'indice de végétation à distance normalisée - NDVI) sont calculés, puis reliés à des caractéristiques spécifiques des prairies par régression ou à l'aide d'approches de modélisation empiriques ou mécanistes. Toutefois, l'accent est mis sur l'utilisation de l'ensemble du spectre plutôt que de bandes spécifiques lorsque l'on travaille avec des données hyperspectrales. Des techniques telles que l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond sont particulièrement utiles pour évaluer les données hyperspectrales.

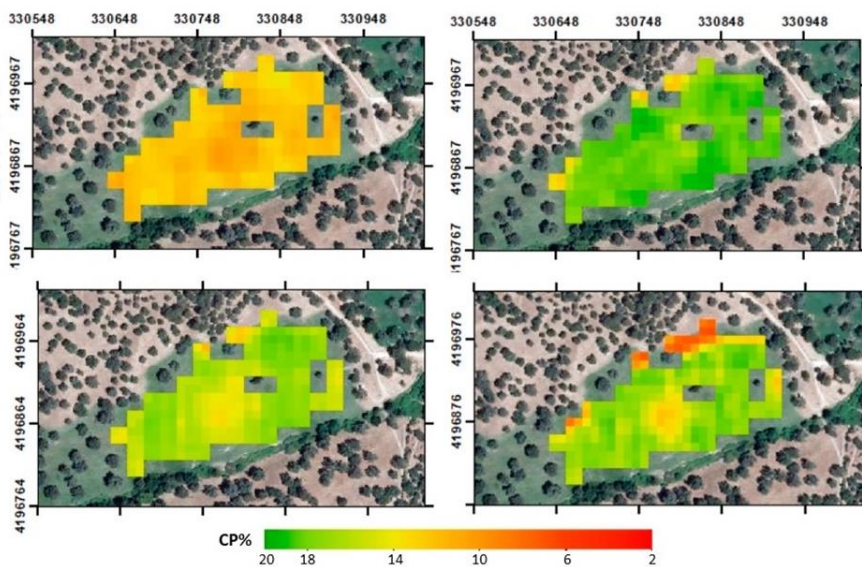


Fig.1: Prédictions spatiales de la protéine brute (CP) pour quatre dates différentes dans un champ de prairie irriguée. Prédictions réalisées à l'aide d'un modèle des moindres carrés partiels (PLS) ajusté aux données spectrales de terrain et aux images Sentinel-2 pour la prédiction. L'image de fond est une orthophotographie aérienne à une résolution de 0,5 m datant de juillet 2016. Source : Fernandez-Habas et al. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148101>.

Surveillance des prairies par télédétection

- **MÉCANISME D'ACTION (suite):**

Les dispositifs de balayage LiDAR (Light detection and ranging) représentent la technologie la plus innovante pour l'acquisition de données non spectrales. Ces appareils émettent des impulsions laser à haute fréquence (méthode de télédétection active) et enregistrent les impulsions réfléchies pour représenter avec précision la topographie de la surface de la prairie scannée. Le résultat est un nuage de points en 3D qui peut être utilisé pour estimer la hauteur des prairies. La plupart des systèmes LiDAR peuvent enregistrer plusieurs retours d'une seule impulsion laser lorsqu'elle atteint un objet composé de plusieurs couches, fournissant ainsi des informations sur l'ensemble de la structure verticale de la prairie. Le LiDAR peut être monté sur un drone ou utilisé depuis le sol (TLS, Terrestrial Laser Scanners, ou SLAM, un nouveau système portable de localisation et de cartographie simultanées). Le radar (SAR) est une autre méthode active de télédétection qui est également disponible à partir de satellites. Le capteur envoie un signal micro-ondes (radio) en direction de la cible et capte la composante rétrodiffusée du signal. Le délai entre le signal envoyé et le signal réfléchi détermine la distance par rapport à la cible, et l'intensité du signal rétrodiffusé est mesurée pour distinguer les différentes cibles. L'avantage du SAR est qu'il peut pratiquement toujours collecter des données, quelles que soient les conditions météorologiques.

Les données spectrales et non spectrales ont été utilisées pour estimer les propriétés des prairies, telles que le taux de croissance de l'herbe, l'indice de surface foliaire (LAI), les espèces de mauvaises herbes indésirables, les périodes de fauche, le stade phénologique, le type de prairies, les gradients floristiques, la diversité des plantes et les teneurs en protéines brutes (CP), en fibres détergentes neutres (NDF) et en fibres détergentes acides (ADF). La hauteur du tapis végétal obtenue par TLS et UAV-LiDAR a été utilisée avec succès pour estimer la biomasse sur pied et le SAR a été utilisé pour évaluer l'hétérogénéité spatiale de la couverture des prairies. La meilleure façon de développer des estimateurs fiables des attributs des prairies est de combiner des techniques d'analyse de données spectrales et non spectrales, qui sont plus performantes à des échelles multitemporelles.

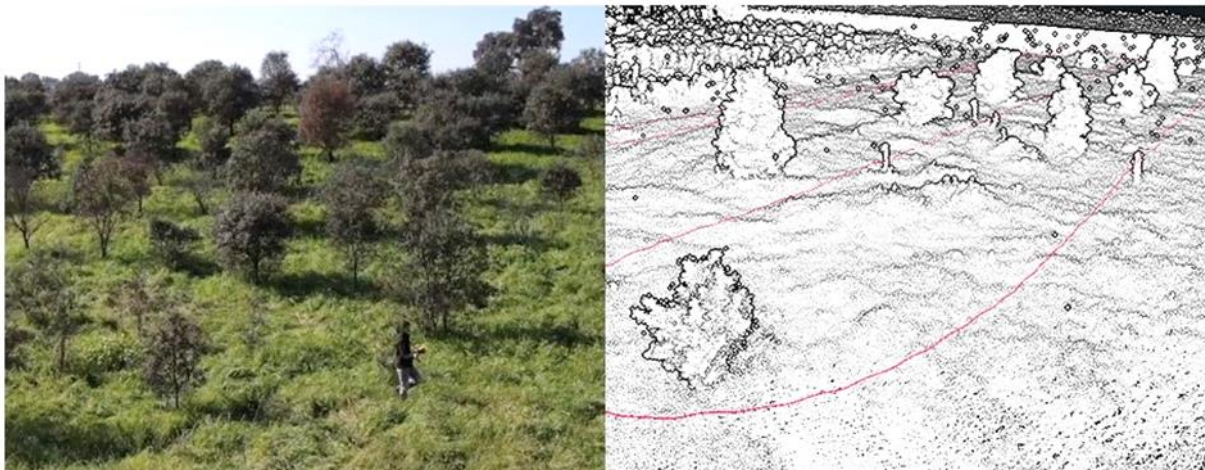


Fig.2: Opérateur numérisant une prairie à l'aide d'un laser terrestre TLS (à gauche) et nuage de points 3D généré (à droite). Le nuage de points 3D est utilisé pour générer un modèle de surface de prairie (GSM). Un logiciel SIG (système d'information géographique) peut être utilisé pour soustraire le modèle numérique de terrain (MNT) d'un GSM, ce qui permet d'obtenir des données sur la hauteur des plantes, qui peuvent être utilisées pour estimer la biomasse sur pied.



Surveillance des prairies par télédétection



Possibilité d'appliquer l'option de gestion

La collecte et le traitement des données de télédétection nécessitent une expertise et des ressources informatiques considérables, ce qui fait que la plupart des agriculteurs qui utilisent cette technologie ont besoin d'un soutien professionnel. Au cours de la dernière décennie, les recherches sur l'utilisation de la télédétection pour comprendre la dynamique des prairies se sont multipliées, de même que l'émergence de services gratuits et commerciaux utilisant cette technologie pour la surveillance des prairies. Les services commerciaux de surveillance des prairies utilisant la télédétection se développent et, bien que leur nombre soit limité, il existe un marché pour ces services, qui est en pleine expansion. Cependant, malgré son grand potentiel, il existe encore peu de preuves concluantes de l'avantage pour les agriculteurs d'utiliser la télédétection des prairies, en termes d'augmentation des rendements ou de réduction des coûts des intrants. La télédétection des prairies pourrait être utilisée dans tous les systèmes agricoles basés sur les prairies et peut être mise en œuvre dans n'importe quelle région biogéographique. Toutefois, à l'heure actuelle, elle est probablement plus applicable dans les grandes exploitations et les domaines qui souhaitent surveiller la croissance et la qualité de l'herbe sur de grandes surfaces.



Soutien

Aucune incitation n'est nécessaire pour que les agriculteurs utilisent les services basés sur cette technologie. Cette option peut permettre aux agriculteurs de mieux connaître les caractéristiques des prairies afin d'en optimiser l'utilisation et la gestion. La technologie sera adoptée par les agriculteurs s'il est démontré qu'elle permet d'accroître la productivité de l'exploitation, de réduire les coûts de production ou de gagner du temps..



Téledétection pour la surveillance des prairies



Considérations pratiques

La télédétection basée sur l'imagerie satellitaire à faible résolution spatiale (de quelques centaines de mètres à quelques mètres) peut être d'une utilité limitée dans les prairies à couverture dense d'arbres ou d'arbustes, car les pixels de prairie pure seront rares. Une situation similaire peut se produire dans les exploitations agricoles de petite taille ou avec de petits champs, où un pixel d'image peut contenir plus d'un champ. Dans ce cas, l'utilisation d'images de drones à plus haute résolution spatiale (de quelques dizaines de centimètres à quelques centimètres) est une alternative.

Les services commerciaux sont les moins chers lorsqu'ils utilisent des images gratuites provenant de satellites et peuvent être plus onéreux lorsqu'ils utilisent des images provenant de satellites commerciaux ou de capteurs montés sur des avions. Le coût du service pour les drones est intermédiaire (inférieur à celui des satellites commerciaux). Les nuages limitent la collecte de données spectrales. Les vols de drones peuvent être gênés par le vent. La précision des prévisions et la généralisation des modèles doivent encore être améliorées. La plupart des services n'ont pas été entièrement testés dans l'hétérogénéité des prairies européennes, de sorte que les solutions développées pour une zone peuvent ne pas donner de bons résultats dans une autre, et des travaux supplémentaires sont nécessaires.



Exemple de services

Certains services gratuits et commerciaux utilisant la télédétection pour la surveillance des prairies sont énumérés ci-dessous.

CropSAT est un outil permettant de visualiser des cartes de la biomasse à partir de données Sentinel 2 (basées sur le NDVI). Les cartes à différentes dates peuvent être utilisées pour évaluer le développement des cultures au cours de la saison et pour contrôler l'application de l'azote. Il s'agit d'un service gratuit. <https://cropsat.com/>

Pasture.io est un système d'aide à la décision pour la gestion des prairies et des pâturages. Il utilise des satellites commerciaux, l'intelligence artificielle, les registres des exploitations agricoles et les données météorologiques locales pour donner des recommandations en matière de pâturage plusieurs fois par semaine. Le service est payant.

<https://Pasture.io>

Pasture From Space estime le fourrage vert offert (FOO) et les taux de croissance des pâturages (PGR) en Australie occidentale. Les données de MODIS permettent de calculer l'indice de différence de végétation normalisé pour estimer l'offre de fourrage vert. Le PGR utilise les informations météorologiques pour déterminer l'humidité du sol et la température des indices de croissance des plantes, qui indiquent tous deux le potentiel de croissance. La dernière donnée introduite dans le PGR est le rayonnement solaire. Il s'agit d'un service gratuit.

<https://pasturesfromspace.dpird.wa.gov.au/#/map>

