

Utilisation de données optiques pour l'exploration pétrolière basée sur les effets indirects sur la végétation

S. Fabre¹, Ph. Déliot¹, D. Dubucq²

¹ Département d'Optique et Techniques Associées (DOTA/POS), Onera, Toulouse, France

² TOTAL S.A., Centre Scientifique et Technique Jean-Féger, Pau, France

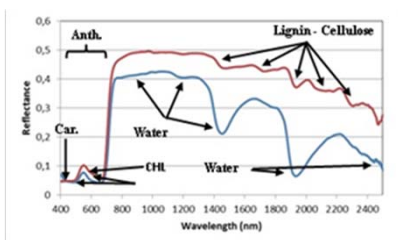
1. Contexte et problématique

Contexte :

- Recherche d'indicateurs en lien avec la présence d'hydrocarbures (HC) naturels ou accidentels dans des zones végétalisées
- Intérêt d'utiliser la télédétection optique du domaine (0.4-2.5 μm) pour surveiller et quantifier les changements de la végétation sur de grandes superficies [1] [2] [3]

Impact, par domaine spectral, de l'exposition des végétaux à des HC dans le sol [2] :

- VIS** : Réduction des pigments photosynthétiques
- NIR** : Impact sur l'anatomie voire destruction des tissus
- SWIR** : Réduction en nutrition hydrique et impact sur les contenus en lignine et en cellulose



Exemples de signatures spectrales de végétation en bonne santé et de végétation senescente. Identification des paramètres biochimiques

Végétation = indicateur indirect de la pollution des sols

Problématique :

- Variabilités importantes des signatures spectrales intra et inter-espèces
- Sensibilité différentes des espèces au polluant

2. Objectif

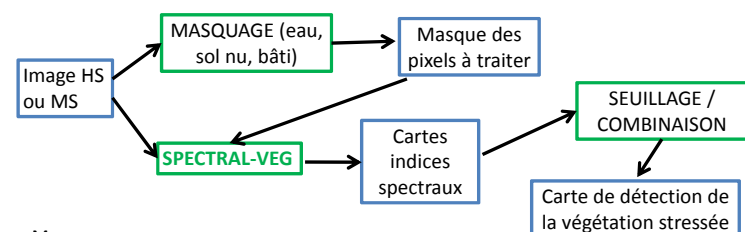
Développement d'une méthode de détection de la végétation stressée en lien avec la présence d'hydrocarbure (HC) dans le sol à partir de données optiques

Contraintes :

- Application à des données hyperspectrales (HS) aéroportées
- Extension de la méthode à des données multispectrales (MS) satellitaires
- Pas de connaissance a priori sur les espèces

3. Méthode

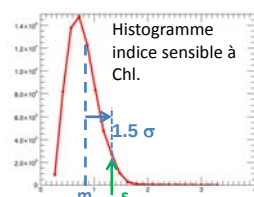
Principe : Exploitation d'une base de données d'indices spectraux de caractérisation de la végétation (SPECTRAL-VEG) : ~ 60 indices normalisés spécifiés pour l'estimation de paramètres biophysiques (ex. LAI, biomasse) ou biochimiques (ex. chl. a et b, anth.), caractériser un stress environnemental (ex. stress hydrique) ou en lien avec un polluant dans le sol (ex. gaz, HC)



- Masquage :
 - Masque sol nu / bâti : combinaison indices OSAVI, NDBI et UI
 - Masque eau : combinaison HDWI et NDWI

- Seuillage : Valeur de seuil retenue
seuil (s) = moyenne (m) $\pm$ 1.5 écart-type (σ)

- Mise en place de la méthode sur une zone avec bourbier localisé et validation sur une autre zone spatialement décorrélée



4. Sites et données

Deux sites d'étude en zone tropicale

Espèce dominante : *Cenchrus*, herbe haute et dense



- Images HS aéroportées** acquises avec l'instrument HySpex en réflectance spectrale (Cochise [4]) géoréférencées (Gefolki [5])
Domaine spectral [0.4-2.5 μm] avec 416 bandes spectrales
Résolution spatiale : 0.65 m

Zone 1 - Spécification



Zone 2 - Validation



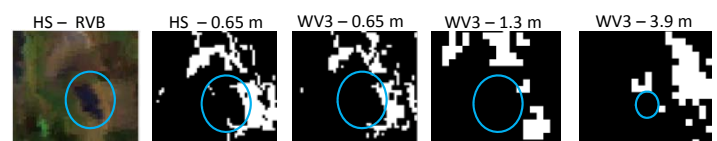
- Zones d'intérêt avec bourbier et veg. stressée
- Autres zones veg. stressée identifiées sur le terrain

- Images WV3 simulées** en terme de configuration spectrale (concaténation bandes spectrales image HS) pour 3 résolutions spatiales 0.65 m, 1.3 m et 3.9 m

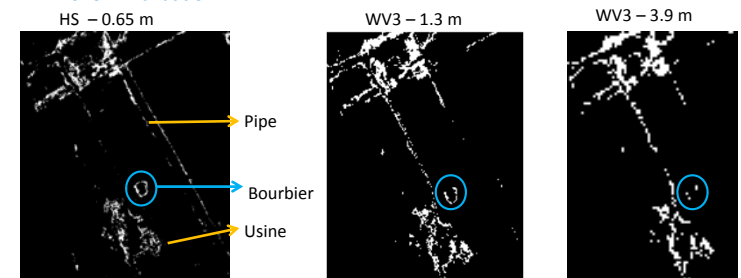
5. Résultats : Cartes de détection de la végétation stressée

Zone 1 : Spécification

Extraits HS et WV3 autour du bourbier



Zone 2 : Validation



- Indices pertinents : majorité des indices du VNIR liés aux pigments + indices SWIR associés au contenu en eau et à la lignine
- Validation localement sur des zones de tailles réduites compte tenu des informations terrain disponibles
- Toutes les zones associées à de la végétation stressée sur le terrain sont identifiées à partir des images HS et WV3 simulées à 1.3 m :
 - ✓ Bourbier, pipe : stress lié à un effet topographique (talus) ou aux HC affleurants
 - ✓ Usine : origine stress à vérifier par analyse de sol
- WV3 : Pas d'apport du SWIR à 3.9 m en raison de la taille du bourbier et de l'information suffisante extraite du VNIR à 1.3 m

6. Conclusions et perspectives

- Mise en place d'un outil simple de détection non supervisée de la végétation stressée, applicable à des données HS et MS
- Possibilité de détecter les bourbiers à partir de données WV3 (cas optimiste de simulation : pas de prise en compte S/B réel et pas de simulation à l'altitude satellite)
- Par la suite, application à des données WV3 réelles et pour d'autres contextes (type de polluant, taux de pollution, espèces)

Travaux réalisés dans le cadre du projet Naomi en collaboration Total-Onera

7. Références

- L.D. Sanches, C.R. Souza Filho, L.A. Magalhães, G.C.M. Quitério, M.N. Alves, W.J. Oliveira, Assessing the impact of hydrocarbon leakages on vegetation using reflectance spectroscopy, ISPRS, 2013, 78, 85-101.
- G. Lassalle, A. Credoz, R. Hédaq, S. Fabre, D. Dubucq, A. Elger, Assessing soil contamination from oil and gas production using vegetation hyperspectral reflectance, Env. Science & Technology, 2018 Feb 20;52(4):1756-1764.
- G. Lassalle, S. Fabre, A. Credoz, R. Hédaq, and al. Detection and discrimination of various oil-contaminated soils using vegetation reflectance. Sci. Tot. Environ., vol. 655, March 2019, pp. 113-1124.
- C. Miesch, L. Poutier, V. Achard, X. Briottet, X. Lenot, Y. Boucher, Direct and Inverse Radiative Transfer Solutions for Visible and Near-Infrared Hyperspectral Imagery, ITGRS, IEEE, Vol. 43, No. 7, July 2005.
- G. Brigot, E. Colin-Koeniguer, A. Plyer, F. Jabez, Adaptation and evaluation of an optical flow method applied to coregistration of forest remote sensing images. JSTARS, IEEE, 2016, 9 (7), pp.2923-2939.