



# PROGYSAT

## Projet de coopération Régionale d'Observation des GuYanes par SATellite

### *Descriptif Projet*

*Porteur :*

*IRD - Centre de Guyane*

*- version 2019 -*

# PROGYSAT

## Projet de coopération Régionale d'Observation des GuYanes par SATellite

### Caractérisation des communautés végétales des territoires amazoniens par imagerie satellite multi-spectrale

#### Contexte

La caractérisation et le suivi de la biodiversité et de l'état écologique des milieux naturels est un enjeu majeur pour la protection de l'environnement dans le bassin amazonien et le plateau des Guyanes, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la richesse exceptionnelle de la flore et de la faune de ces régions en fait l'un des principaux hot spots de biodiversité terrestre (Myers et al., 2000) : il est estimé que le biome amazonien abrite 10% de l'ensemble des espèces vivantes du monde, et il représente un écosystème majeur pour la régulation du climat et des cycles biogéochimiques, dont l'eau et le carbone. Au-delà de la richesse naturelle, il revêt aussi une dimension culturelle importante en raison des nombreuses populations autochtones directement tributaire son état environnemental.

La conservation du patrimoine naturel de l'Amazonie centrale est donc inscrite parmi les objectifs prioritaires de l'Organisation des Nations Unies, avec la mise en place de nombreux parcs nationaux comme le parc amazonien de Guyane Française, et le parc national de Jaú, classé au patrimoine mondial de l'UNESCO, et de nombreux programmes pour la mise en place d'aires protégées.

Les ressources du bassin amazonien, dont l'exploitation aurifère, sont aussi primordiales pour l'économie des populations amazoniennes et plus largement pour celle des gouvernements qui sont responsables de leur exploitation. La cohabitation harmonieuse entre la protection de la nature et le développement économique dans ces régions est cependant particulièrement délicate (Neves et al., 2016; Tsayem Demaze, 2008). Le désastre environnemental provoqué par la rupture de digue de la mine de fer de Samarco en est une bonne illustration (Fernandes et al., 2016). Suite à cette catastrophe, plusieurs études récentes questionnent la pertinence des études d'impact environnementales (EIE) produites dans le cadre des nombreux projets industriels passés et en cours de réalisation, que ce soit pour la construction de routes, de barrages hydroélectriques, ou pour l'exploitation de minerai (Dias et al., 2017; Ritter et al., 2017). Le manque de rigueur scientifique dans la collecte de données et leur analyse en font un outil d'aide à la décision peu pertinent voire dangereux. Les pressions économiques s'ajoutent aux difficultés techniques de mise en œuvre d'un suivi efficace de la biodiversité et de l'état écologique des milieux naturels

Il est donc urgent de développer des programmes de suivi de la biodiversité efficaces, scientifiquement rigoureux, et s'appuyant sur une expertise et des sources de données fiables. Parmi les outils identifiés pour répondre à ces objectifs, la télédétection satellite apparaît comme un outil particulièrement pertinent qui permettra de collecter des informations sur la biodiversité qui sont jusqu'à aujourd'hui extrêmement lacunaires et biaisées (Maldonado et al., 2015; Meyer et al., 2016).

## Objectifs

Dans le cadre du projet l'Application thématique vise à préparer la mise en place d'une méthode opérationnelle permettant de cartographier différentes composantes de la biodiversité floristique des forêts amazoniennes par l'intermédiaire d'indicateurs issus du traitement des données des satellites Sentinel-2 du programme COPERNICUS d'observation de la Terre mis en place par la Commission Européenne avec l'appui de l'Agence Spatiale Européenne. Les indicateurs de biodiversité comprennent :

la dimension locale de la biodiversité (diversité  $\alpha$ , indicateur identifié : indice de Shannon)

la distribution spatiale des communautés d'espèces selon des gradients spatiaux physiques ou environnementaux (diversité  $\beta$ , indicateur identifié : dissimilarité de Bray-Curtis)

Le prototype méthodologique se basera sur une implémentation de méthodes développées récemment et validées dans le cadre de l'exploitation de données d'imagerie hyperspectrale (Féret and Asner, 2014a, 2014b), et spécialement adapté à son utilisation avec des données issues des satellites Sentinel-2. Bien que leur richesse spectrale soit moindre en comparaison avec les données d'imagerie hyperspectrale, les satellites Sentinel-2A et -2B permettent cependant d'acquérir une information pertinente sur la richesse des traits optiques de la végétation (Ustin and Gamon, 2010), qu'il est ensuite possible de convertir en indicateur de biodiversité (Rocchini et al., 2016), pouvant fournir des informations précieuses aux écologues, en particulier lorsqu'elles sont complétées par une expertise de terrain et des bases de données d'observation au sol. La fréquence d'acquisition des satellites Sentinel-2 (une image / 5 jours) apparaît ici parfaitement adaptée pour permettre des acquisitions régulières, même dans un contexte de fort ennuagement.

La mise en place d'un tel outil de suivi permettant de produire des cartes alimentant une base de connaissance valorisée par des experts en écologie peut contribuer significativement à l'amélioration de la préservation des forêts du bassin amazonien et du plateau des Guyanes, en répondant notamment aux forts enjeux associées à la mise en place d'étude d'impact environnemental rendant véritablement compte de l'influence des nombreux projets d'aménagement et de développement de la région sur les milieux naturels au cours du temps.

Les Figures 1 et 2 illustrent l'information spectrale et spatiale acquise par Sentinel-2, ainsi que des résultats préliminaires obtenus en appliquant la méthode développée par Féret & Asner (2014a) à des données satellite acquises sur le site expérimental de CICRA situé en Amazonie Péruvienne.

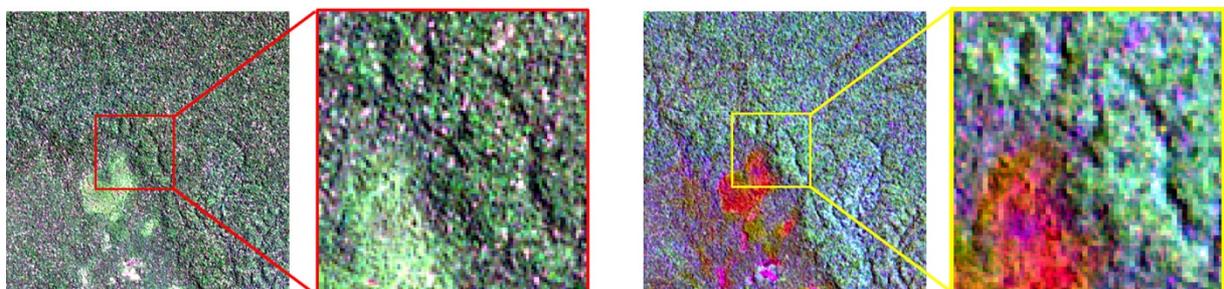


Figure 1. Zone de 16 km<sup>2</sup> extraite d'une image Sentinel-2 acquise sur la forêt amazonienne. La composition colorée est obtenue à partir des canaux rouge, vert et bleu (gauche), et des canaux vert, proche infrarouge 1 et infrarouge onde courtes 2 (droite). Les différences de couleurs illustrent le

contraste spectral entre individus d'espèces différentes.

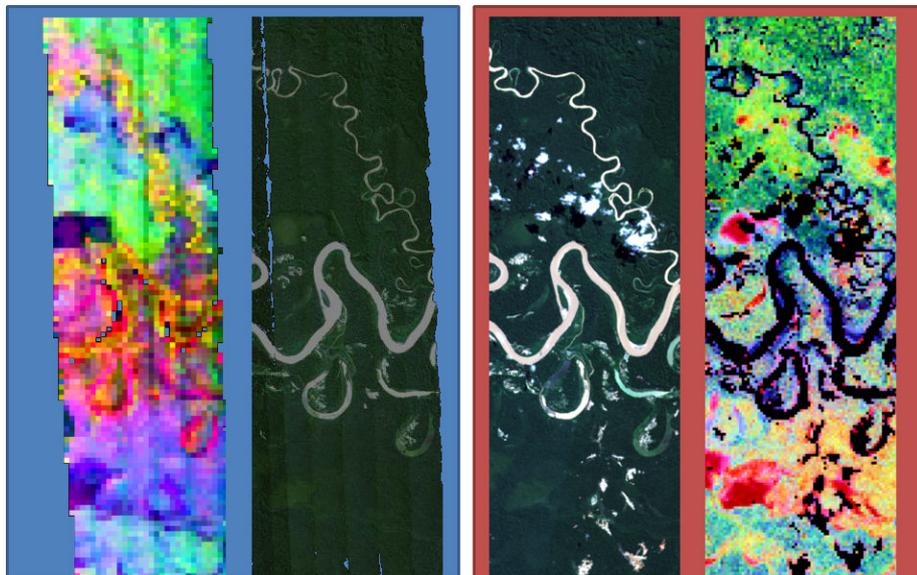


Figure 2. Comparaison de résultats obtenus après application d'une méthode de cartographie de la diversité  $\beta$  sur des données d'imagerie hyperspectrale (à gauche) (Féret and Asner, 2014a) et sur des données Sentinel-2 (droite). Les améliorations importantes appliquées à la méthode depuis sa première publication expliquent le niveau de détail plus important apparaissant avec les données issues de Sentinel-2, malgré leur résolution spatiale et spectrale moindre.

L'application thématique s'inscrit logiquement dans l'axe prioritaire 'Protéger et valoriser la biodiversité exceptionnelle et le patrimoine naturel et culturel' du Programme de Coopération Interreg Amazonie (PCIA). Elle s'appuie notamment sur l'évolution de la plateforme d'acquisition satellite SEAS Guyane, avec la mise en place d'outils de traitements et d'analyse de données satellite issues du programme COPERNICUS de l'union européenne, comprenant les données des satellites multi-spectraux Sentinel-2.

## Mise en œuvre et collaboration transfrontalière

L'infrastructure mise en place dans le cadre du Projet se déclinera dans l'axe 01 sous la forme d'une coopération régionale par le biais d'un accès à des données satellitaires Sentinel-1, Sentinel-2,

Sentinel-3 et LandSat acquises sur la région concernée, complété par un certain nombre d'outils et méthodes.

Afin d'aider au déploiement et à la validation des méthodologies proposées, la mise en place d'un prototype sera appuyée par une collaboration entre les partenaires français et brésilien, notamment par l'utilisation de la base de connaissance existant sur le territoire brésilien, comprenant des données d'inventaires forestiers, des connaissances associées à leur état écologique, ainsi qu'à la distribution spatiale des communautés d'espèces à l'échelle locale et régionale.

**Partenaires : ONF Guyane, Commission des Forêts du Guyana. Collaboration attendue avec l'INPE (Brésil) et avec une institution en charge de la gestion forestière au Suriname.**

## **Besoins propres à l'application thématique**

La mise en place de l'Application nécessitera de coordonner d'une part les avancées techniques du travail réalisé dans le cadre du projet BioCop financé par l'Association Nationale pour la Recherche, et d'autre part la collaboration transfrontalière avec les partenaires, notamment les partenaires brésiliens. Ce travail de coordination sera effectué par un scientifique expérimenté dans le cadre d'un postdoctorat d'un an. Ce travail nécessitera notamment la rencontre entre les différents partenaires.

## **Éléments bibliographiques**

Dias, A.M. da S., Fonseca, A., Paglia, A.P., 2017. Biodiversity monitoring in the environmental impact assessment of mining projects: a (persistent) waste of time and money? *Perspect. Ecol. Conserv.* doi:10.1016/j.pecon.2017.06.001

Féret, J.-B., Asner, G.P., 2014a. Mapping tropical forest canopy diversity using high-fidelity imaging spectroscopy. *Ecol. Appl.* 24, 1289–1296. doi:10.1890/13-1824.1

Féret, J.-B., Asner, G.P., 2014b. Microtopographic controls on lowland Amazonian canopy diversity from imaging spectroscopy. *Ecol. Appl.* 24, 1297–1310. doi:10.1890/13-1896.1

Fernandes, G.W., Goulart, F.F., Ranieri, B.D., Coelho, M.S., Dales, K., Boesche, N., Bustamante, M., Carvalho, F.A., Carvalho, D.C., Dirzo, R., Fernandes, S., Galetti, P.M., Millan, V.E.G., Mielke, C.,  
*Projet PROGYSAT – 2019 - Unité Mixte de Recherche Espace-DEV*

- Ramirez, J.L., Neves, A., Rogass, C., Ribeiro, S.P., Scariot, A., Soares-Filho, B., 2016. Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. *Nat. Conserv.* 14, 35–45. doi:10.1016/j.ncon.2016.10.003
- Maldonado, C., Molina, C.I., Zizka, A., Persson, C., Taylor, C.M., Albán, J., Chilquillo, E., Rønsted, N., Antonelli, A., 2015. Estimating species diversity and distribution in the era of Big Data: to what extent can we trust public databases?: Species diversity and distribution in the era of Big Data. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 24, 973–984. doi:10.1111/geb.12326
- Meyer, C., Weigelt, P., Kreft, H., 2016. Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. *Ecol. Lett.* 19, 992–1006. doi:10.1111/ele.12624
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858. doi:10.1038/35002501
- Neves, A.C. de O., Nunes, F.P., de Carvalho, F.A., Fernandes, G.W., 2016. Neglect of ecosystems services by mining, and the worst environmental disaster in Brazil. *Nat. Conserv.* 14, 24–27. doi:10.1016/j.ncon.2016.03.002
- Ritter, C.D., McCrate, G., Nilsson, R.H., Fearnside, P.M., Palme, U., Antonelli, A., 2017. Environmental impact assessment in Brazilian Amazonia: Challenges and prospects to assess biodiversity. *Biol. Conserv.* 206, 161–168. doi:10.1016/j.biocon.2016.12.031
- Rocchini, D., Boyd, D.S., Féret, J.-B., Foody, G.M., He, K.S., Lausch, A., Nagendra, H., Wegmann, M., Pettorelli, N., 2016. Satellite remote sensing to monitor species diversity: potential and pitfalls. *Remote Sens. Ecol. Conserv.* 2, 25–36. doi:10.1002/rse2.9
- Tsayem Demaze, M., 2008. Le parc amazonien de guyane française : un exemple du difficile compromis entre protection de la nature et développement. *Cybergeo Rev. Eur. Géographie Eur. J. Geogr.* 1–23.
- Ustin, S.L., Gamon, J.A., 2010. Remote sensing of plant functional types. *New Phytol.* 186, 795–816.

