

PhD offer/Thèse 2022-2024

Surface structure evolution of subantarctica islands under climate change

Évolution de l'environnement des îles subantarctiques sous contrôle du changement climatique

Application/Candidature

<https://recrutement.cnes.fr/fr/annonce/1498647-135-surface-structure-evolution-of-subantarctica-islands-under-climate-change-59650-villeneuve-dascq>

Prepare a resumé, a recent transcript and a reference letter from your M2 supervisor/ engineering school director and you will be ready to apply online !

For more Information, contact Directeur de thèse : eric.armynot@univ-lille.fr

Deadline 31/03/2022

Mission

Study framework / Cadre de l'étude

High latitude and altitude regions are of special interest for the study of the environmental changes that are the most rapid and marked of the Earth. The archipelago of Kerguelen is located at the confluence of the Indian and Southern Oceans. It is influenced by the westerly winds of the Southern Hemisphere and the Antarctic Circumpolar Current. Due to its geographical location, the archipelago represents a region particularly sensitive to environmental changes under climate control. Indeed, the latitudinal migration of the polar front between the water masses of the Indian Ocean and the Southern Ocean results from global climate changes. This phenomenon leads to a sharp decrease in precipitation and a retreat of glaciers, which disrupts the diversity of the living world present on the archipelago [1, 2]. Moreover, it offers new substrates opened to colonization by vegetation and the expansion of new ecosystems. Understanding the challenges and environmental effects of recent climate change relies on knowledge of these sensitive areas. This project proposes a reconstruction of past and recent environmental changes in the French archipelago of Kerguelen based on the study of imagery data acquired by satellite with a calibration of observations in the field. This PhD project is integrated in two ongoing projects:

French Polar Institute program 1200 ENVIKER dedicated to the characterization and monitoring of environments and paleoenvironments of Kerguelen using testate amoebae; this project finances the field campaign.

CNRS/INSU EC2CO THEQKER dedicated to the study of the ecology of soil microorganisms in mosses and soil environments of the Kerguelen archipelago in order to reconstruct the recent environmental changes. This project finances the data acquisition and a first WorldView-3 superspectral acquisition on 12-2021.

Both projects included spatial data treatment that now appear more interesting than expected and worthy of study through a PhD.

Les régions de latitude et d'altitude élevées présentent un intérêt particulier pour l'étude des changements environnementaux les plus rapides et les plus marqués de la Terre. L'archipel des Kerguelen est situé à la confluence des océans Indien et Austral. Il est influencé par les vents d'ouest de l'hémisphère sud et le courant circumpolaire antarctique. De par sa situation géographique, l'archipel représente une région particulièrement sensible aux changements environnementaux sous contrôle climatique. En effet, la migration latitudinale du front polaire entre les masses d'eau de l'océan Indien et de l'océan Austral résulte des changements climatiques globaux. Ce phénomène entraîne une forte diminution des précipitations et un recul des glaciers, ce qui perturbe la diversité du monde vivant présent sur l'archipel [1, 2]. De plus, il offre de nouveaux substrats ouverts à la colonisation par la végétation et à l'expansion de nouveaux écosystèmes. La compréhension des enjeux et des effets environnementaux du changement climatique récent repose sur la connaissance de ces zones sensibles. Ce projet propose une reconstitution des changements environnementaux passés et récents de l'archipel français des Kerguelen à partir de l'étude de données d'imagerie acquises par satellite avec une calibration des observations de terrain. Ce projet doctoral s'intègre dans deux projets en cours :

-Programme 1200 ENVIKER de l'Institut Polaire Français dédié à la caractérisation et au suivi des environnements et paléoenvironnements des Kerguelen à l'aide d'amibes à thèque ; ce projet finance la campagne de terrain.

-CNRS/INSU EC2CO THEQKER s'est consacré à l'étude de l'écologie des microorganismes du sol et des substrats végétaux (mousses) afin de reconstituer les changements environnementaux récents. Ce projet finance l'acquisition des données et une première acquisition superspectrale WorldView-3 en décembre 2021.

Les deux projets comportaient des traitements de données spatiales qui apparaissent maintenant plus intéressants que prévu et dignes d'être étudiés dans le cadre d'une thèse. L'image WV3 acquise sera le cœur du sujet d'étude.

Project progress / avancement du projet

The former field campaign (12-2019 and 01/02-2022) aimed to study the continental aquatic biosphere. It required a characterization of the colonized surfaces. The surface analysis shows 3 large compartments, rocky areas, lakes and rivers and vegetated surfaces. Within each of these compartments, field observations highlighted several subunits. For example, more or less hydrophytic vegetation from very aquatic bryophytes to more lignified plants on more draining soils. In parallel with these observations, a

calibration test of the multispectral observations of a Sentinel 2A image was performed with the use of supervised classification tools to structure the landscape into compartments and sub-compartments. The distribution of the values of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) as a function of the altitude and of the geographical areas on the archipelago shows strong contrasts according to the zones of retreat of the glaciers and the influence of strong gradients of precipitation between the E and W of the archipelago.

Les précédentes campagnes de terrain (12-2019 et 12-2021 02-2022) visaient à étudier la biosphère aquatique continentale. Elle a nécessité une caractérisation des surfaces colonisées. L'analyse de surface montre 3 grands compartiments, des zones rocheuses, des lacs et rivières et des surfaces végétalisées. Au sein de chacun de ces compartiments, les observations de terrain ont mis en évidence plusieurs sous-unités. Par exemple, une végétation plus ou moins hydrophiles allant de bryophytes très aquatiques à des plantes plus lignifiées sur des sols plus drainants. En parallèle de ces observations, un test de calibration des observations multispectrales d'une image Sentinelle 2A a été réalisé avec l'utilisation d'outils de classification supervisée pour structurer le paysage en compartiments et sous-compartiments. La répartition des valeurs de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) en fonction de l'altitude et des zones géographiques sur l'archipel montre de forts contrastes selon les zones de recul des glaciers et l'influence des précipitations (forts gradients entre les à l'est et à l'ouest de l'archipel).

Objectives of the PhD

Based on these promising observations, having tested the feasibility of the method, the PhD thesis will be structured in two main phases:

-Processing of spatially referenced data. The mapping of biogeographic compartments and geographical features will be carried out and will be supported by the processing of geospatial data. Two mapping scales will be addressed. The scale of the Island will rely on Sentinel data (S1-A/B1 & S2-A/B) and the scale of the geographical sub-units on WorldView-3 superspectral (Panchromatic + visible or near-infrared + SWIR spectral ranges) acquisition. The optical sentinel 2 data will be used for surface observations (rocks, soils, water cover and vegetation). The limit is the cover cloud important in the area. As a consequence, in order to obtain a time lapse between observation as regular as possible, Sentinel 1 radar observations will also be used as complement and both data will be merged when possible. Topography data (SRTM and ASTER missions) will be included in the image analysis workflow and will provide a geo-environmental context of units at both mapping scales.

-Calibration of indexes and observations from recent images. A field campaign will be led by the French Polar Institute. The objective will be to locate on the ground the key points of the contrasted zones observed by the analysis of radar and multispectral images. These observations will be visual and also supported by an Unmanned Aerial Vehicle (belonging to TVES laboratory, partner of the project) 10 bands multispectral acquisition.

Sur la base de ces observations prometteuses, après avoir testé la faisabilité de la méthode, la thèse de doctorat sera structurée en deux phases principales :

Traitement de données référencées spatialement. La cartographie des compartiments biogéographiques et des caractéristiques géographiques sera réalisée et s'appuiera sur le traitement des données géospatiales [3]. Deux échelles cartographiques seront abordées. L'échelle de l'île s'appuiera sur les données Sentinel (S1-A/B1 & S2-A/B) et l'échelle des sous-unités géographiques sur les données superspectrales WorldView-3 (gammas spectrales panchromatique + visible ou proche infrarouge + SWIR). Les données Sentinel 2 optiques seront utilisées pour les observations de surface (roches, sols, couverture hydrique et végétation). La limite est la couverture nuageuse importante dans la zone. En conséquence, afin d'obtenir un laps de temps entre les observations aussi régulier que possible, les observations radar Sentinel 1 seront également utilisées en complément et les deux données seront fusionnées lorsque cela sera possible. Les données topographiques (mission SRTM et ASTER) seront incluses dans le workflow d'analyse d'images et fourniront un contexte géo-environnemental des unités aux deux échelles cartographiques.

Calibrage des index et des observations à partir d'images récentes. Une campagne de terrain sera menée avec la logistique de l'Institut Polaire Français. L'objectif sera de localiser au sol les points clés des zones contrastées observées par l'analyse des images radar et multispectrales. Ces observations seront visuelles et également appuyées par drone (appartenant au laboratoire TVES, partenaire du projet) doté de capteur pour l'acquisition multispectrale 10 bandes.

[1] Frenot, et al, 1993. Oecologia, v95

[2] Favier et al, 2016. Sci. Rep., v6

[3] Kharroubi, et al, 2016. Hydrol. Sci. J., v61

Profil

Master specialized in remote sensing with a strong interest in biosphere and geological substrate for the field campaign for data calibration. The student will be then housed in LOG laboratory whose team 3 (Télétection et hydrodynamique TELHYD) possesses all data treatment facilities and team 5 (Mineralogy and geochemistry GEOSSED) expert for environmental data treatment.

Master spécialisé dans la télédétection avec un fort intérêt dans l'étude de la nature de la biosphère et du substrat géologique pour la calibration des données de surface. L'étudiant sera hébergé par le laboratoire LOG qui propose au travers de son équipe 3 (télédétection et hydrodynamique TELHYD) tous les systèmes de traitement de données et de son équipe 5 (Messages minéralogiques et géochimiques dans les sédiments GEOSSED) experte pour le traitement environnemental.

Laboratoire

Laboratoire d'Océanologie et de Géoscience, Villeneuve d'Ascq, Lille, France. <https://log.cnrs.fr/>