

RÉSUMÉ DE THÈSE /  
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICASpatio-temporal dynamics of  
mangrove forest in Trat province,  
Thailand

Uday PIMPLE

## ABSTRACT

In the United Nations 2021–2030 ecosystem restoration programme, coastal ecosystems such as mangroves are listed as a priority for biodiversity restoration. Therefore, understanding mangrove species diversity and changes over time are essential to predict ecosystem health, viability and resilience to changing climatic and human pressures. However, when considering future conservation ambitions and policies for mangroves, it is also crucial to understand the effects of conservation interventions. To address these concerns, we needed to develop reliable inventory methods for mangrove forests, spatialised predictions of biodiversity and good practices for using Earth observation data. In this study, we investigated the gaps in knowledge concerning the spatial organisation, intertidal zones and the recent history of mangroves in Thailand's Trat province. We investigated the impacts on forest diversification of environmental parameters, such as topography, and of human interventions such as stand rehabilitation or plantations. We were able to integrate historical multi-satellite data, current ecological data and micro-topographic measurements to establish the status and describe the spatial organisation of the mangrove forests in the province of Trat. Using the method described in this study, we were able to overcome the technical limitations of monitoring protocols and thus develop a powerful decision-support system to assess the recovery period of mangrove forests, their structural growth and the species composition of plantations and natural native stands over three decades. Our study also identifies the main influencing factors that compromise the quality of Earth observation data, and proposes specific best practices for monitoring mangrove ecosystems. In addition, we developed the ARMA tool (Automatic Regrowth Monitoring Algorithm) and summarized functional indicators (secondary succession) by type of stand. ARMA can identify the years of planting, recovery period, age and structural development of rehabilitated mangroves compared to adjacent natural and naturally regenerating mangroves. We believe that our study makes a significant contribution to research on mangrove biodiversity, as it has several potential applications for forest restoration planning and management. It can therefore be a useful tool to measure and assess biodiversity and thereby improve ecosystem-based mangrove forest management.

**Keywords:** Trat province, mangrove species diversity Thailand, automatic regrowth monitoring algorithm, Landsat annual composites, rehabilitated mangroves, Google Earth Engine, systematic field inventories, tidal influence, ecosystem restoration, Thailand.

Dynamique spatio-temporelle de la forêt  
de mangrove dans la province de Trat en Thaïlande

## RÉSUMÉ

Dans le programme 2021-2030 des Nations unies sur la restauration des écosystèmes, les mangroves sont identifiées comme une priorité pour la conservation et la restauration de la biodiversité. Il est donc important d'en comprendre la diversité spatiale et temporelle en espèces afin d'évaluer la résilience face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques. Il est également crucial de comprendre les effets des actions précédemment menées lorsque l'on envisage le développement de politiques ambitieuses de conservation et de restauration. Pour répondre à ces préoccupations, nous avons dû développer des méthodes d'inventaire forestier fiables, prédire spatialement la biodiversité et utiliser de façon adéquate les données d'observation de la Terre. Dans cette étude, nous avons analysé les lacunes de connaissances concernant l'organisation spatiale, la zonation intertidale et l'histoire récente des mangroves de la province de Trat. Nous avons étudié l'impact, sur la diversification forestière, des paramètres environnementaux comme la topographie et les paramètres anthropiques comme la réhabilitation des peuplements ou les plantations. Nous avons réussi à intégrer des données multisatellites historiques, des données écologiques actuelles et des mesures microtopographiques pour établir un état et décrire l'organisation spatiale des mangroves de la province de Trat. La méthode présentée dans cette étude nous permet de surmonter les limites techniques des protocoles de surveillance et fournit un puissant système d'aide à la décision pour évaluer la période de récupération de la forêt, la croissance et la composition en espèces des plantations et des peuplements naturels sur trois décennies. Cette étude identifie également les principaux facteurs d'influence qui nuisent à la qualité des données d'observation de la Terre et propose de meilleures pratiques spécifiques à la surveillance des écosystèmes de mangrove. En outre, nous avons développé l'outil ARMA (*automatic regrowth monitoring algorithm*) et résumé les indicateurs fonctionnels (succession secondaire) par type de peuplement. ARMA est capable d'identifier les années de plantation, la période de récupération, l'âge et le développement des mangroves réhabilitées par rapport aux mangroves naturelles ou régénérées naturellement. Nous pensons que notre étude apporte une contribution significative à la recherche sur la caractérisation de la biodiversité des mangroves, car elle a plusieurs applications potentielles pour la planification et la gestion de la restauration forestière. Cet outil est utile pour mesurer et évaluer la biodiversité et pourra ainsi améliorer la gestion des forêts de mangrove.

**Mots-clés :** province de Trat, diversité des espèces de mangroves en Thaïlande, algorithme de suivi automatique de la repousse, composites annuels Landsat, mangroves réhabilitées, moteur Google Earth, inventaires systématiques sur le terrain, influence des marées, restauration des écosystèmes, Thaïlande.

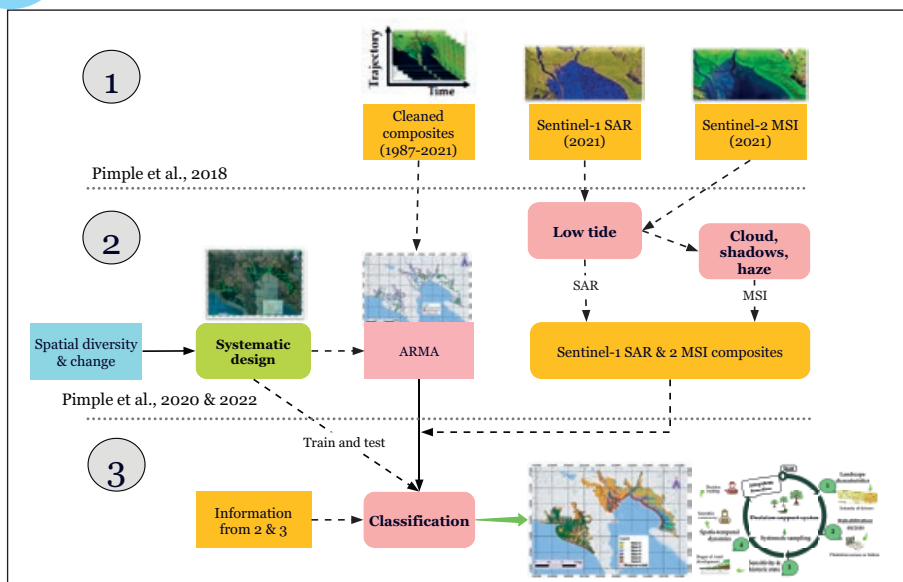
Dinámica espaciotemporal de los bosques  
de manglares en la provincia tailandesa de Trat

## RESUMEN

En el programa de las Naciones Unidas 2021-2030 para la restauración de los ecosistemas, los ecosistemas costeros, como los manglares, figuran como una prioridad para la restauración de la biodiversidad. Por lo tanto, la comprensión de la diversidad de especies de manglares a gran escala y los cambios temporales son importantes para predecir la salud, la viabilidad y la resiliencia del ecosistema frente al cambio climático y la presión humana. Sin embargo, también es crucial comprender los efectos de las intervenciones de conservación a la hora de considerar futuros esfuerzos y políticas de conservación para los manglares. Para hacer frente a estas preocupaciones, debemos mejorar nuestra capacidad de reunir mediciones fiables de inventarios forestales, predicciones de biodiversidad a escala espacial y buenas prácticas para el uso de datos de observación de la Tierra. En este estudio investigamos las lagunas de conocimiento teniendo en cuenta la diversidad espacial potencial, la zonificación intermareal y el estado histórico de las especies forestales de los manglares, y comprobamos el papel de las configuraciones ambientales, como la topografía y los entornos antropogénicos (rehabilitación o plantación), en la diversificación. Hemos integrado con éxito datos históricos de multisatélites, datos ecológicos actuales y mediciones microtopográficas para establecer un estado histórico y una zonificación de los bosques de manglares en la provincia tailandesa de Trat. El método introducido en este estudio permite superar las limitaciones técnicas de los protocolos de seguimiento y proporciona un potente sistema de apoyo a la toma de decisiones para evaluar el periodo de recuperación del bosque, el crecimiento estructural y la composición en especies de las plantaciones y los rodales naturales nativos a lo largo de tres décadas. Este estudio también identifica los principales factores que influyen en la calidad de los datos de observación de la Tierra y propone las mejores prácticas específicas para el seguimiento de los ecosistemas de manglares. Además, desarrollamos la herramienta «algoritmo de seguimiento automático del rebrote (ARMA)» y resumimos los indicadores funcionales (sucesión secundaria) por tipo. ARMA puede identificar los años de plantation, el periodo de recuperación, la edad y el desarrollo estructural de los manglares rehabilitados en comparación con los manglares naturales adyacentes y los regenerados naturalmente. Creemos que nuestro estudio hace una contribución significativa a la investigación de la biodiversidad de los manglares, ya que tiene varias aplicaciones potenciales para la planificación de la gestión de la restauración, y por lo tanto será una herramienta útil para medir y evaluar la biodiversidad y por lo tanto mejorar la gestión de los bosques de manglares basada en el ecosistema.

**Palabras clave:** Provincia de Trat, diversidad de especies de manglares en Tailandia, algoritmo de seguimiento automático del rebrote, compuestos anuales Landsat, manglares rehabilitados, Google Earth Engine, inventarios sistemáticos de campo, influencia de las mareas, restauración de ecosistemas, Tailandia.

Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2022.353.a36999>Droit d'auteur © 2022, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad  
Date de publication : 1er septembre 2022Licence Creative Commons :  
Attribution - Pas de Modification 4.0 International.  
Attribution-4.0 International (CC BY 4.0)



**Figure 1.** The general framework of decision-support-system for monitoring various ecological, species diversity, and management aspects of mangrove forestry.

**Figure 1.** Représentation schématique du système d'aide à la décision pour le suivi de la diversité écologique et spécifique et la gestion forestière des mangroves.

**Figura 1.** Marco general del sistema de apoyo a la toma de decisiones para el seguimiento de diversos aspectos ecológicos, de diversidad de especies y de gestión silvícola de los manglares.



**Photo 1. a.** The mangrove forest along the canal in Trat province of Thailand.

**b.** Mangrove tree species and structural diversity measurement survey during 2017-2021.

**Photo 1. a.** La forêt de mangrove le long du canal dans la province de Trat en Thaïlande.

**b.** Campagne de mesure de la diversité structurale et des espèces d'arbres de mangrove au cours de 2017-2021.

**Foto 1. a.** El bosque de manglares a lo largo del canal en la provincia de Trat, Tailandia.

**b.** Campaña de medición de la diversidad estructural y de especies de los manglares durante 2017-2021.

## References

- Pimple U., Leadprathom K., Simonetti D., Sitthi A., Peters R., Berger U., Siri-on K., Kemachevahull P., Gond V., 2022. Assessing mangrove species diversity, zonation and functional indicators in response to natural, regenerated, and rehabilitated succession, *Journal of Environmental Management*, 318: 115507. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115507>
- Pimple U., 2020. Dataset on plot inventories of species diversity and structural parameters of natural and rehabilitated mangrove forest in the Trat Province of Thailand. *Data in Brief*, 30: 105500. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105500>
- Pimple U., Simonetti D., Hinks I., Oszward J., Berger U., Pungkul S., Leadprathom K., Pravinongvuthi T., Maprasoap P., Gond V., 2020. A history of the rehabilitation of mangroves and an assessment of their diversity and structure using Landsat annual composites (1987-2019) and transect plot inventories. *Forest Ecology and Management*, 462: 118007. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118007>
- Pimple U., Simonetti D., Sitthi A., Pungkul S., Leadprathom K., Skupek H., Som-ard J., Gond V., Towprayoon S., 2018. Google Earth Engine Based Three Decadal Landsat Imagery Analysis for Mapping of Mangrove Forests and Its Surroundings in the Trat Province of Thailand. *Journal of Computer and Communications*, 6: 247-264. doi: <https://doi.org/10.4236/jcc.2018.61025>

## Graduate and academic degree

Doctorat en Sciences de l'environnement

**University:** AgroParisTech, France

**Date of defense:** October 26, 2021

**Composition of the jury**

**Direction**

Valéry GOND (Directeur, CIRAD, France)

Uta BERGER (Co-Encadrante, Technische Universität Dresden, Germany)

**Members**

Samuel CORGNE (Président, Université Rennes 2, France)

Frédéric ACHARD (Rapporteur & Examineur, Joint Research Center, Italy)

Catherine LOVELOCK (Rapporteur & Examineur, The University of Queensland, Australia)

Julie BETBEDER (Examinatrice, CIRAD, France)

Plinio SIST (Examineur, CIRAD, France)

**Language used for writing:** English

**To access to the manuscript:**

<https://agritrop.cirad.fr/599749/>

**Funding:** This research was funded by the Southeast Asia-Europe Joint Funding Scheme for Research and Innovation (SEA-EU-NET), 2018-2021 as a part of a project entitled, "Monitoring and optimizing the design quality of mangrove restoration towards a sustainable coastal ecosystem management in Thailand and Mekong delta of Vietnam" [Project code : Thailand (NSTDA): P-18-51184; France (ANR): 17-ASIE-0003-01; Germany (BMBF): 01DQ18004].

**Contact**

The Joint Graduate School of Energy and Environment,

King Mongkut's University of Technology Thonburi,

126 Prachauthit Rd, Bangmod, Tungkrui, Bangkok, Thailand 10140

[upimple@gmail.com](mailto:upimple@gmail.com), [uday.pim@kmutt.ac.th](mailto:uday.pim@kmutt.ac.th)

<https://www.jgsee.kmutt.ac.th/v3/personnel/mr-uday-pimple/>