

CONTEXTE ET ENJEUX DE LA PRATIQUE

L'île de La Réunion est un territoire fortement exposé aux phénomènes météorologiques (cyclones, vents forts, houles,...) impactant le territoire et notamment la bordure littorale. L'amélioration de la connaissance de ces phénomènes vise à prévenir leur occurrence et à réduire la vulnérabilité.

C'est ce que permet l'utilisation du drone, un outil qui sert à réaliser une cartographie précise du domaine littoral. La Région Réunion s'est dotée depuis 2018 de solutions drones et dispose d'une expertise en photogrammétrie pour cartographier la zone littorale et reconstituer la morphologie d'un site à très haute résolution spatiale. Elle s'est par ailleurs dotée d'un outil de simulation et d'aide à la décision rendant possible la représentation des maquettes interactives en 3D, y compris sur le littoral, à partir des données issues de la photogrammétrie.

DESCRIPTION DE LA PRATIQUE

Etape 1 : Acquisition et analyse des données photogrammétriques par drone

L'objectif des relevés photogrammétriques par drone est de pouvoir réaliser des suivis multi-temporels du domaine littoral, de comparer les produits et d'en analyser les écarts. Pour collecter ces données, la Région Réunion utilise plusieurs drones de type multirotor et à voilure fixe, équipés de différents capteurs en fonction des usages. Dans le cadre du suivi du domaine littoral, un drone équipé d'une caméra RVB avec stabilisation gimbal 3 axes est suffisant. Ces capteurs, les plus économiques, sont dotés d'une haute résolution spatiale pouvant atteindre 2 à 3cm/pixel avec un recouvrement longitudinal de 80% et latéral de 60% entre les clichés pour garantir une reconstruction 3D optimale. À noter que les images drones peuvent être complétées par des transects avec GPS. Une fois les données collectées, 2 méthodes d'analyse sont possibles :

- La première méthode consiste à superposer plusieurs orthophotographies rectifiées géométriquement, puis à comparer l'avancement ou le recul du trait de côte par analyse spatiale vectorielle. Cette analyse 2D permet de quantifier les variations horizontales du littoral avec une précision de l'ordre de 10-20 cm.
- La seconde technique, complémentaire, consiste à comparer un récent modèle numérique de terrain (MNT) à un modèle plus ancien, pour mettre en évidence et quantifier les différences altimétriques (zones d'érosions et d'accrétions). Cette analyse en 3D par différentiel permet de calculer les volumes de sédiments déplacés et d'établir un bilan sédimentaire précis du système littoral.

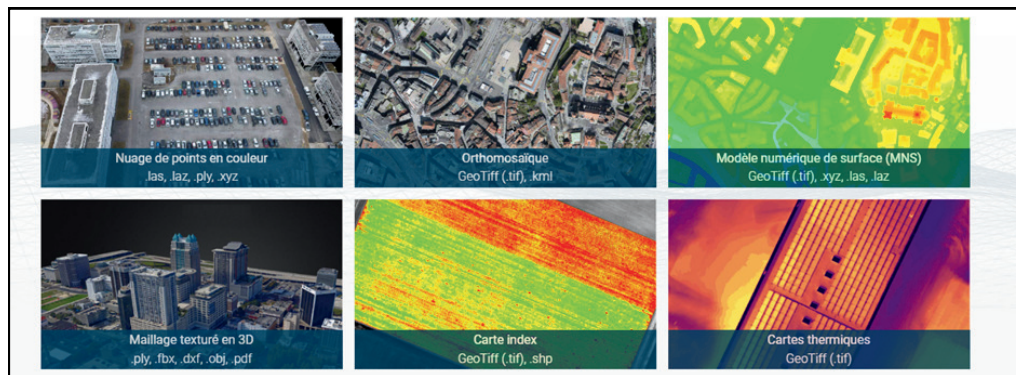


QUELS DÉFIS ?

Bien qu'ils ont relativement baissé depuis une dizaine d'années, les coûts d'acquisition des drones peuvent représenter un défi important. Il faut compter environ 6000 € pour acquérir un drone professionnel photogrammétrique, et prendre en compte les coûts logiciels pour le traitement des données. S'agissant de la modélisation paysagère 3D, elle nécessite des outils plus onéreux bien que certains soient en open source mais nécessitant une prise en main complexe.

Etape 2 : Modélisation 3D du paysage côtier

Un traitement photogrammétrique est réalisé par le moyen du logiciel Pix4D Mapper dont s'est dotée la Région Réunion (il en existe bien d'autres, tel que Landsim, utilisé dans le cadre du Projet d'Aménagement du Littoral de Morondava ou PALM (voir ci-dessous). Les experts procèdent donc à une modélisation paysagère virtuelle, qui consiste à superposer des couches d'informations cartographiques 2D au MNT en 3D. Les images aériennes par drones sont donc transformées en modèles 3D, sur lesquels sont rajoutés des objets (bâtiments, ponts, routes, végétations, ...) afin de créer une maquette 3D. Les résultats sont obtenus avec une précision inférieure au centimètre grâce à la mise en place de mires et à la prise de points par GPS différentiel centimétrique.



Produits obtenus grâce à Pix4D Mapper

BÉNÉFICES SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX

La représentation 3D facilite la compréhension et l'appropriation par les citoyens et les décideurs des projets littoraux. Les différentes maquettes proposées permettent d'identifier en amont le ou les scénarios d'aménagement les plus appropriés. La Région Réunion a ainsi développé différentes maquettes en réponse aux besoins exprimés et notamment pour simuler l'impact des phénomènes d'érosions et de submersion côtière à la Réunion ou encore dans le cadre de projets d'aménagement du littoral, tels que le projet PALM à Madagascar en lien avec les changements climatiques.



Simulation 3D réalisée dans le cadre du projet PALM sur le littoral de Morondava, avec le logiciel Landsim.

POUR RÉPLIQUER LA PRATIQUE

- Planifiez une méthodologie de suivi, en définissant par exemple des points de repère fixes pour le suivi temporel, en établissant des protocoles standardisés (hauteur de vol, recouvrement des photos).
- Familiarisez-vous avec la réglementation aérienne locale et vérifiez les autorisations nécessaires pour les zones côtières si existantes;
- Voici des exemples de marques de drones préconisés pour le suivi du littoral :
 - un DJI phantom 4
 - un DJI matrice M210 RTK
 - un DJI mavic 2 pro
 - un DJI Mavic 3 entreprise RTK
- Pour analyser les nuages de points (fonction intégrée au logiciel Pix4d ou Landsim), il existe des logiciels opensource comme Cloudcompare.
- Pour les relevés GPS, il est possible d'utiliser des stations centipèdes



Modèle DJI mavic pro

Pour information, l'ensemble des données photogrammétriques produites par la Région Réunion sont disponibles en consultation sur le portail open data de la collectivité (1). Il existe également des logiciels de modélisation paysagère 3D en open source comme Opendronemap (2).



1



2



L'APPROCHE INNOVANTE

Le drone

Il permet d'obtenir des images à très haute résolution (quelques centimètres) là où les satellites par exemple offrent généralement une résolution de plusieurs mètres. Cette précision peut être renforcée par l'utilisation de stations centipèdes pour les relevés GPS, permettant un géoréférencement précis des données acquises. Ainsi, cette combinaison drone et station centipède améliore significativement la précision du positionnement des observations ce qui donne des mesures précises de la topographie et de la végétation du littoral par exemple. Le drone offre aussi une flexibilité temporelle dans la mesure ou il peut être déployé à la demande, permettant des observations fréquentes et régulières à moindre coût. Il requiert également moins de personnel nécessaire pour couvrir de grandes zones. Les drones excellent également par leurs capacités techniques spécifiques. Ils peuvent voler à basse altitude et capturer des vues obliques, offrant ainsi une perspective différente des vues verticales satellitaires.

La modélisation 3D des paysages côtiers

La modélisation 3D par drone constitue une innovation majeure pour le suivi du littoral. Elle permet une analyse quantitative précise des changements morphologiques du littoral (volumes de sédiments déplacé, taux d'érosion, etc) et offre une visualisation multidimensionnelle du terrain qui aide à mieux comprendre les processus côtiers en jeu. De plus, l'automatisation du traitement des données permet un suivi plus efficace et rapide que les méthodes traditionnelles. Cette automatisation représente un gain de temps considérable par rapport aux méthodes traditionnelles de relevé topographique. Enfin, cette approche facilite également le partage et l'archivage des données. Les modèles 3D constituent une base de données historique permettant de revenir sur des situations passées et de comparer l'évolution du littoral sur différentes périodes. Ils peuvent être facilement partagés entre différents acteurs et utilisés pour la communication auprès du grand public ou des décideurs.

