



HAL
open science

L'utilisation des drones en cartographie 3D pour comprendre l'évolution du littoral guyanais

Guillaume Brunier

► **To cite this version:**

Guillaume Brunier. L'utilisation des drones en cartographie 3D pour comprendre l'évolution du littoral guyanais. Lemag' - La revue numérique de la Fondation de l'Université de Guyane Edition n°12 - décembre 2023, 2023, pp.35-39. hal-04578389

HAL Id: hal-04578389

<https://univ-guyane.hal.science/hal-04578389>

Submitted on 16 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright



LES TECHNOLOGIES INNOVANTES EN MILIEU AMAZONIEN ET TECHNOLOGIES BIO-INSPIREES

TECHNIQUE

L'UTILISATION DES DRONES EN CARTOGRAPHIE 3D POUR COMPRENDRE L'ÉVOLUTION DU LITTORAL GUYANAIS

Par Guillaume BRUNIER

Les études topographiques sont nécessaires à la compréhension de la dynamique du trait de côte. L'utilisation des seuls instruments de mesure topographique comme des GPS de précision ou des lunettes impose une mesure très chronophage et non exhaustive des milieux littoraux. Dans le cas des vasières, le problème majeur réside dans la difficulté d'y réaliser des mesures in situ : l'accès y est difficile, et tout déplacement sur le banc de vase entraîne des modifications de sa topographie. Le développement de la photogrammétrie^[1] permet de contourner ces problèmes, en analysant à distance de grandes étendues, sans perturbation physique du site. Cette technique repose sur une modélisation rigoureuse de la géométrie des images et de leur acquisition afin de reconstituer une copie 3D exacte de la réalité. Les images aériennes sont ici réalisées par des drones.

Dans cette rubrique est présentée un exemple d'application sur l'estuaire de la Sinnamary

L'ESTUAIRE DE SINNAMARY : GÉOMORPHOLOGIE ET MACROFAUNE DES VASIÈRES

La côte guyanaise est fortement influencée par les bancs de vase, dont la surface peut montrer une grande variabilité topographique (chenaux, dépressions, microfalaises...). L'extension des fronts pionniers de la mangrove sur ces bancs, est quant à elle, influencée par ces variations topographiques mais aussi par les organismes vivants dans la vase, comme les crabes. Le creusement de terriers, par exemple, modifie la circulation des eaux sur ces bancs et facilite les échanges entre les marées et la vasière. Dans le même temps, les cavités fragilisent la vase de surface, qui peut s'effondrer en créant des dépressions.

Afin de comprendre le fonctionnement de l'écosystème des vasières, il est donc nécessaire de connaître la morphologie et le faciès des côtes, mais aussi les processus biologiques qui influencent la géomorphologie des vasières, telle que la bioturbation (remaniement de sols ou de sédiments aquatiques) des crabes et la formation de biofilms benthiques (communauté de micro-organismes vivant au fond des eaux). Les méthodes de mesures classiques consistent à relever la topographie par une mesure directe à l'aide d'un GPS centimétrique par exemple, pour constituer un semi de point. Les mesures sur la macrofaune s'appuient sur des échantillonnage au sol dit cadra (1 m²). Dans ces deux cas, il est nécessaire d'arpenter le site pour relever chaque variation de pente. Cela implique de perturber le milieu par cheminement parfois dans des conditions

difficiles (vasière), de prévoir un temps d'acquisition long sur les plages horaires contraintes (relevés à marée basse), et sans pouvoir atteindre un relevé exhaustif spatialement de la forme de l'objet (plages ou vasière).

Cet exemple montre comment l'usage de la photogrammétrie assistée par drone aide à la compréhension du système des vasières, avec des levées cartographiques à haute résolution, sur de grandes étendues, et sans perturber leur surface. Un véritable défi !

- ▶ La zone d'étude correspond au secteur ouest de la ceinture de boue amazonienne depuis les embouchures de l'Amazonie (Brésil) jusqu'au Suriname (fig 1)
- ▶ Installation du système de photogrammétrie assistée de drone (Fig. 2)
- ▶ Les images aériennes sont corrigées de toutes les déformations

géométriques dues aux conditions de prise de vue et au relief, ce qui aboutit à une orthophotographie numérique. Le modèle numérique de surface révèle le relief complexe en trois dimensions :

- ▶ La carte obtenue permet de détecter les terriers de crabe :
- ▶ Les images sont analysées afin de corréliser la distribution des terriers avec l'élévation des sédiments. On observe que les petits et moyens terriers de crabes sont situés dans des zones topographiques plus élevées (> 30cm). Quant aux grands terriers, ils sont situés le long des chenaux et flaques connectées aux eaux du chenal :
- ▶ Quand on superpose les orthophotographies des terriers avec le biofilm formé par les microalgues, on voit apparaître les activités de bioturbation et d'alimentation des crabes :

En conclusion,

L'échelle de résolution très fine du modèle 3D révèle toute la complexité de la surface d'un environnement difficile et instable, tel qu'une vasière en évolution rapide. La méthode permet de quantifier et de déterminer avec précision la distribution spatiale et temporelle des réseaux de canaux d'évacuation des eaux de marée, de leurs berges et des dépressions gorgées d'eau qui constituent la diversité topographique sous les mangroves pionnières. La précision de l'orthophotographie permet de détecter les terriers de crabes et de déterminer leur taille, ce qui permet ainsi mieux comprendre l'écologie des vasières. A titre indicatif, la collecte de ces informations par des procédés traditionnels (cadra d'échantillonnage de 1x1 m par exemple) peut prendre des jours voire semaines de mesures tout en apportant une représentation réduite de la diversité spatiale des phénomènes.

“

L'usage de la photogrammétrie ^[1] assistée par drone aide à la compréhension du système des vasières, avec des levées cartographiques à haute résolution, sur de grandes étendues, et sans perturber leur surface.

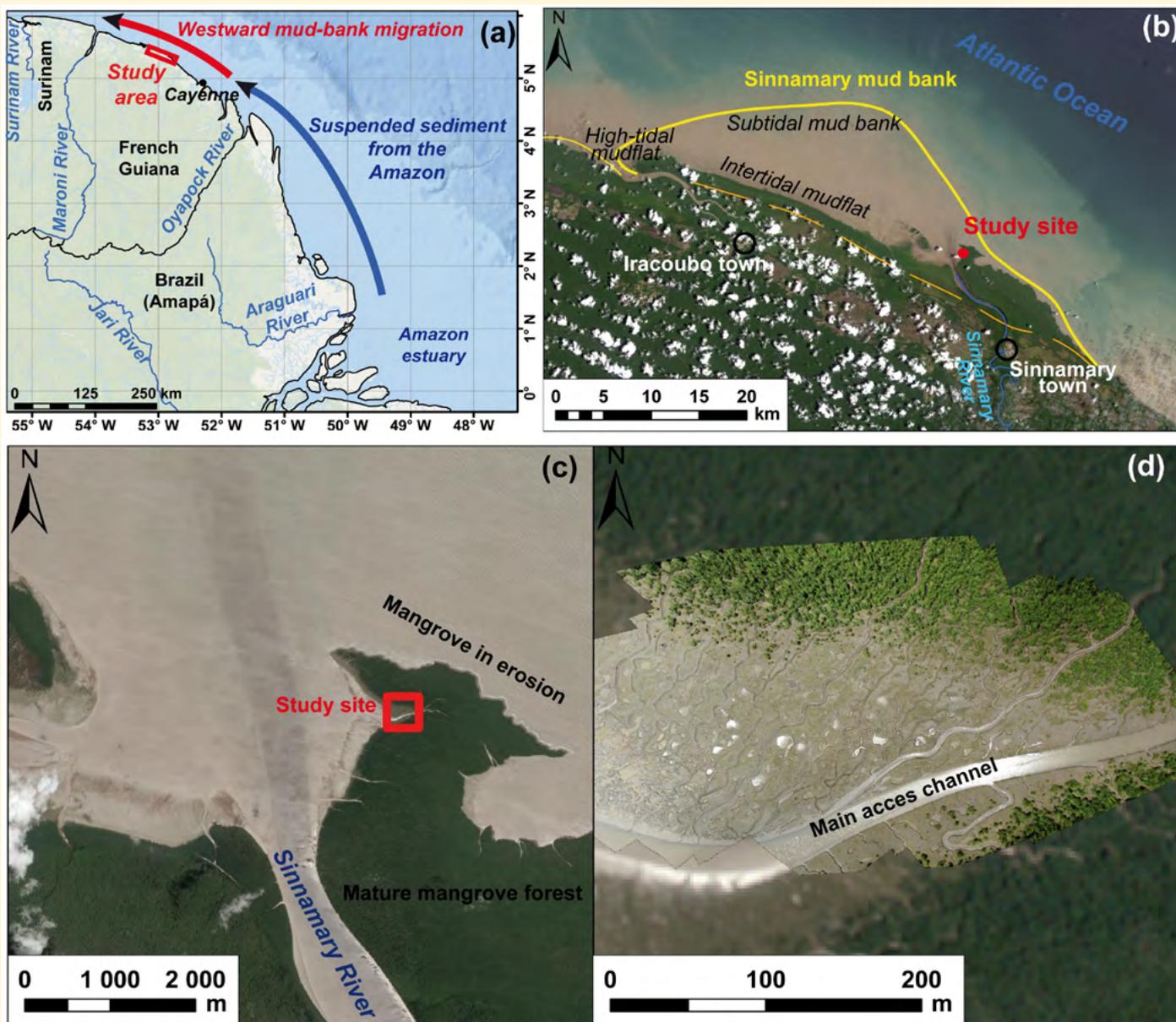
”

Fig. 1. Localisation de l'étude

(a) emplacement du fleuve Sinnamary en Guyane; (b) banc de vase à l'embouchure du fleuve Sinnamary vu sur une image Landsat 8 OLI datée de septembre 2015, un mois avant l'enquête sur le terrain ; (c, d) emplacement du site d'étude du côté Est de l'embouchure du fleuve, dans la partie intérieure du banc de vase bordé par des forêts de mangroves jeunes et matures.

Les images proviennent de Pleiade MS (© CNES, 2015) et Astrium Services/ PLEIADES (17/09/2015). La zone de mise au point la plus claire superposée à l'image d'arrière-plan de la Pléiade en (d) est une orthophotographie à grande échelle produite à partir d'une enquête par drone au cours de l'expérience sur le terrain. Il montre le réseau dense de ruisseaux et de dépressions de vasières, et l'évolution progressive colonisation des mangroves.

[1] La photogrammétrie est une technique qui consiste à effectuer des mesures dans une scène, en utilisant la parallaxe obtenue entre des images acquises selon des points de vue différents. Le principe général est basé sur la perception humaine du relief par observation stéréoscopique. C'est donc un processus de mesure à l'aide d'images. Il peut s'agir d'images capturées à l'aide d'un large éventail de dispositifs, notamment des drones, des avions et des appareils photo



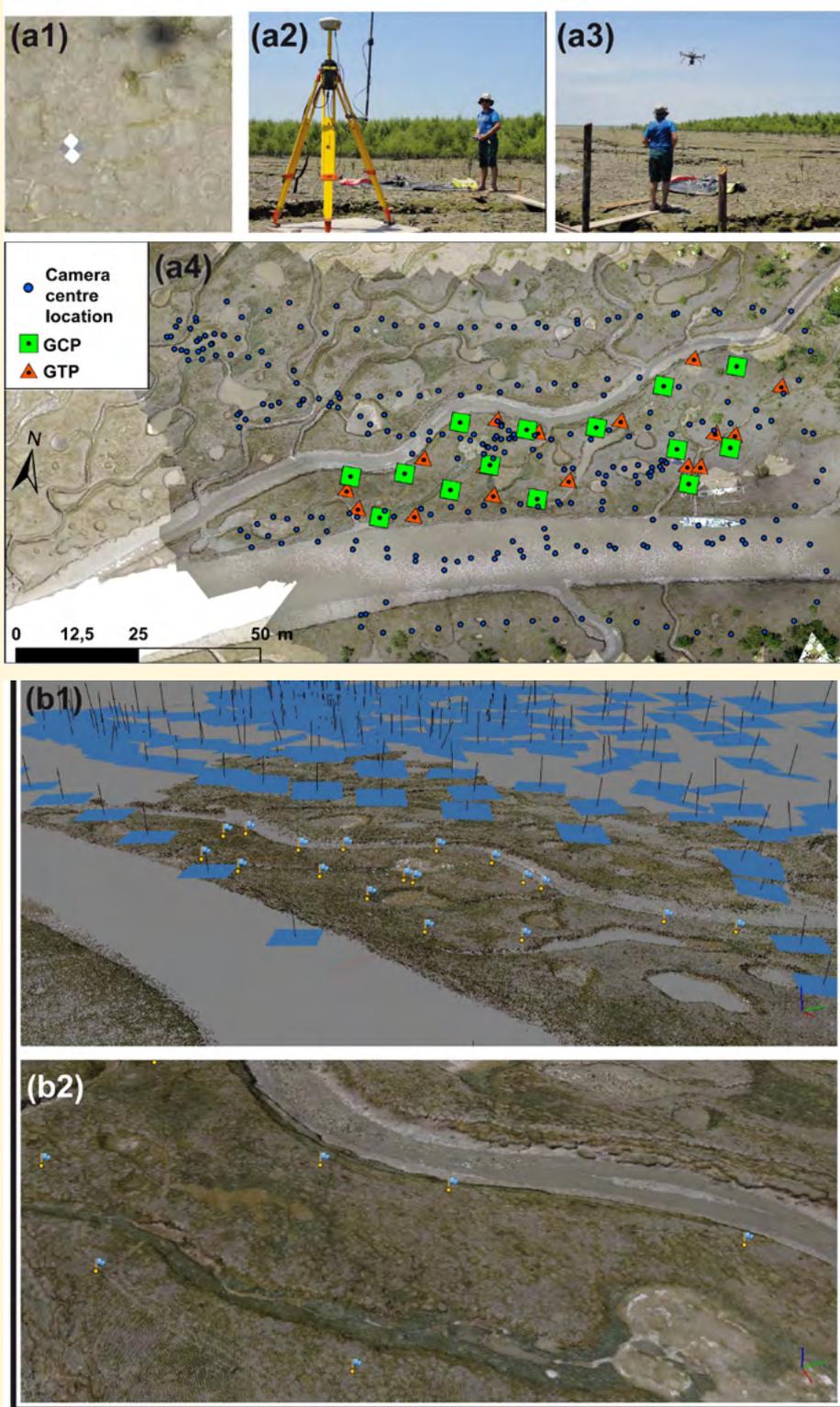
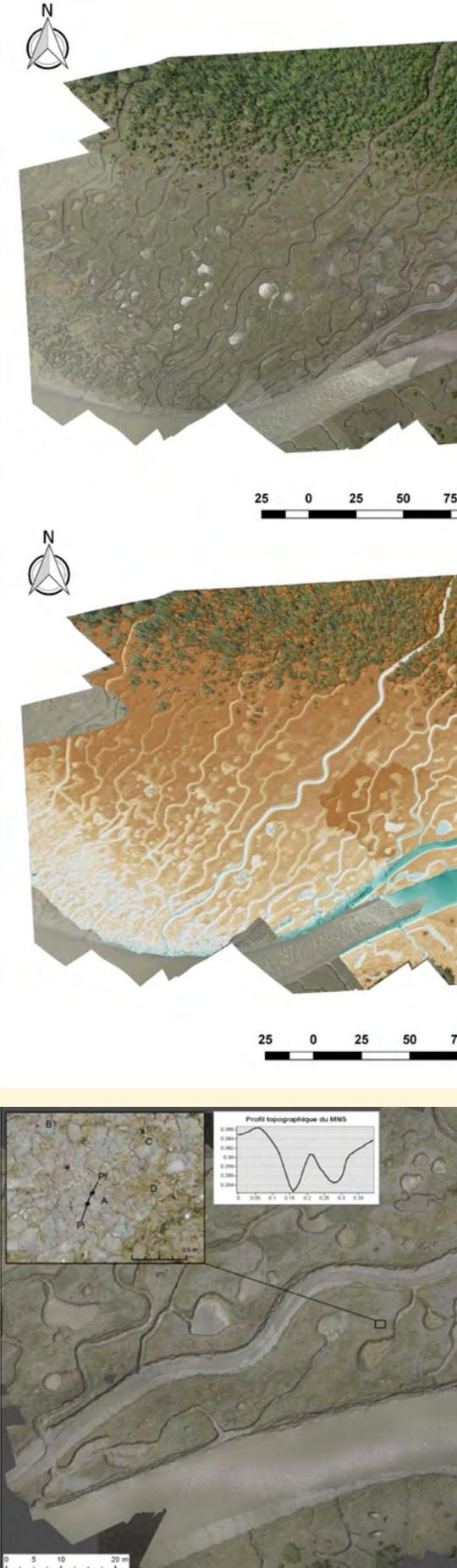


Fig. 2. Étapes du flux de travail de photogrammétrie SfM basée sur des drones :

(a) mesures effectuées sur le terrain avant le relevé photographique aérien (déploiement de cibles de calibration (Ground Control Point, GCP) et mesures topographiques ponctuelles de validation de la qualité du modèle 3D (Ground Truth Point, GTP) avec un GPS de précision centimétrique)
 (b) Photogrammétrie SfM utilisant Agisoft Programme Photoscan impliquant une triangulation aérienne en deux étapes : (b1) Vue 3D de la position et l'orientation des images dans la scène avec le nuage de points clairsemé ; (b2) génération de nuages de points denses à l'aide d'une reconstruction multi-vues stéréo dense.

La carte obtenue permet de détecter les terriers de crabe

Les images aériennes sont corrigées de toutes les déformations géométriques dues aux conditions de prise de vue et au relief, ce qui aboutit à une orthophotographie numérique. Le modèle numérique de surface révèle le relief complexe en trois dimensions



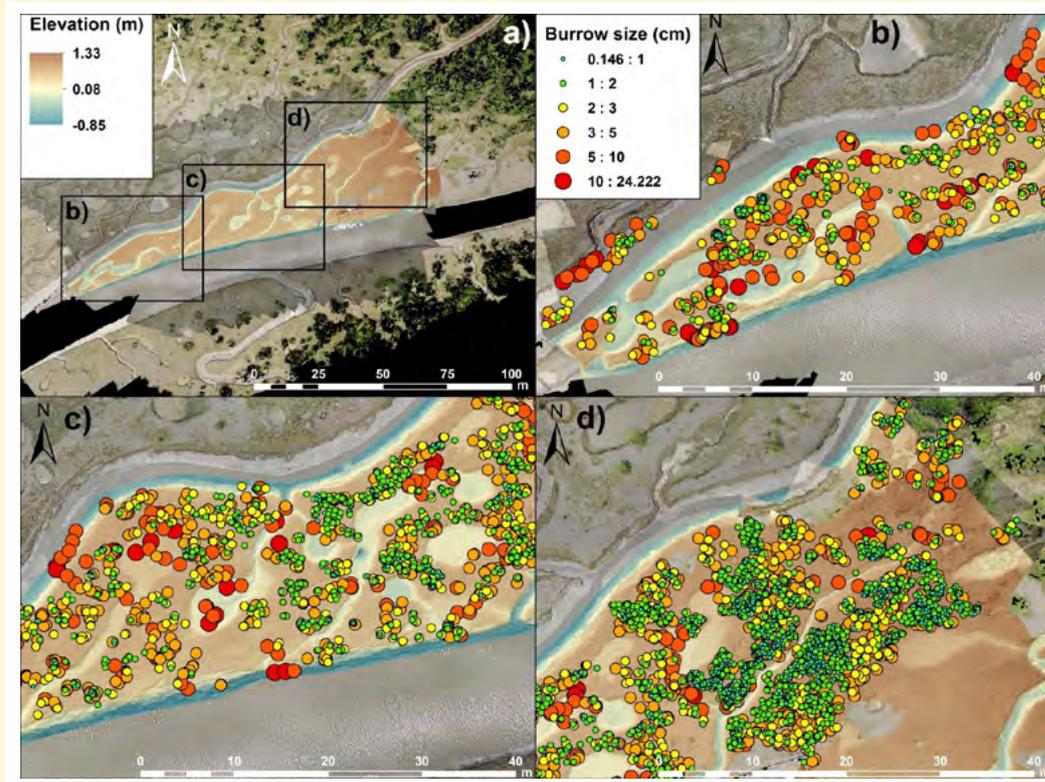
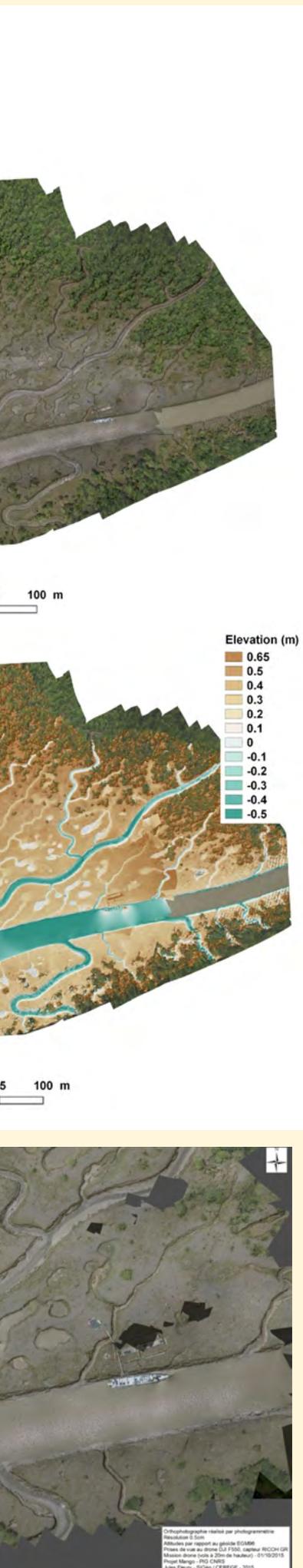


Fig. 3. Analyse de la répartition spatiale des ouvertures des terriers : (a) exemple de répartition des ouvertures des terriers sur la vasière ; (b) des terriers classés selon taille d'ouverture: petite (1 à 2 cm), moyen (2 à 5 cm) et grands terriers >5cm.

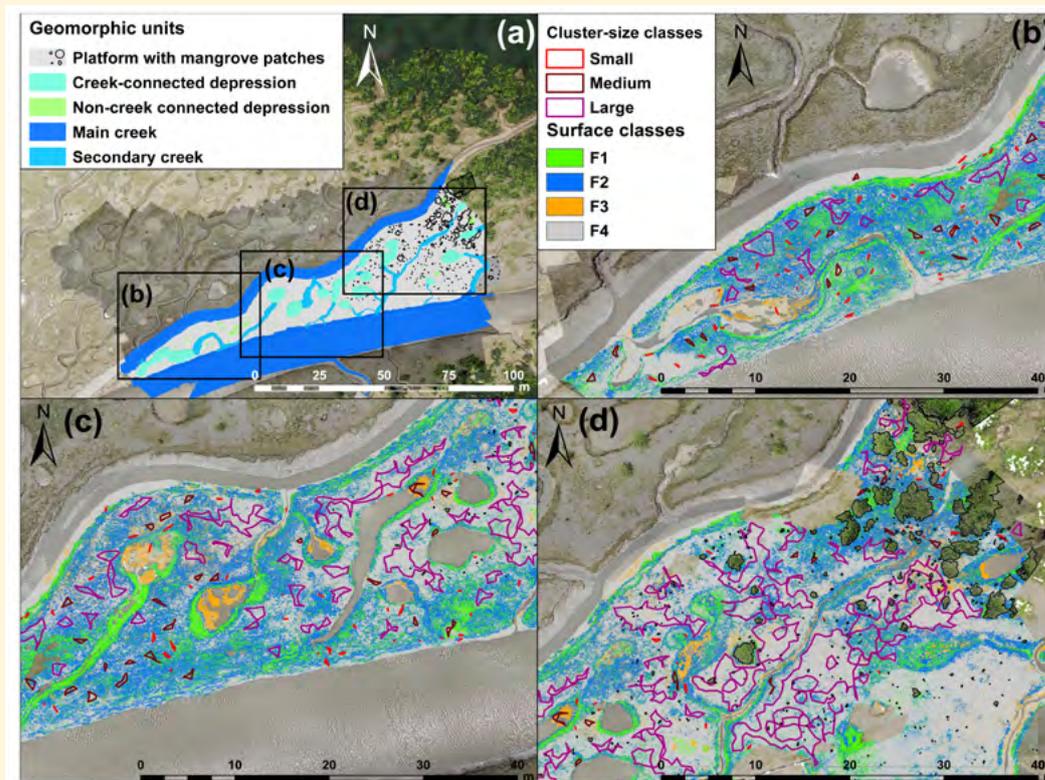


Fig. 4. Couverture de surface par unités de faciès : (a) aperçu de la géomorphologie des vasières ; (b-d) parties de la zone d'intérêt avec des classes de faciès de surface cartographiées. F1 : biofilm très développé, F2 : biofilm modérément développé, F3 : biofilm peu développé, F4 : biofilm inégal

Source : D'après Guillaume Brunier, Emma Michauda, Jules Fleury, Edward J. Anthony, Sylvain Morvan, Antoine Gardel Assessing the relationship between macro-faunal burrowing activity and mudflat geomorphology from UAV-based Structure-from-Motion photogrammetry, Remote sensing environment 241 (2020) 111717