MINISTERE DE L'AGRICULTURE RESSOURCES NATURELLES ET DU DEVELOPPEMENT RURAL



MINISTE L'AGRIKILTI RESOUS NATIREL AK DEVLOPMAN RIRAL

REPUBLIQUE D'HAÏTI

PROGRAMME DE MITIGATION DES DÉSASTRES NATURELS II ET RÉSILIENCE DE L'AGRICULTURE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA BOUCLE CENTRE ARTIBONITE (PMDN II)

DON 3622/GR-HA & GRT/SX-15417-HA

CONSULTANT (BUREAU CONSEIL) POUR LA RÉALISATION DES IMAGES AÉRIENNES ET CARTES THÉMATIQUES

N⁰ MARNDR/PMDN/QC-04/19

Rapport Final

Préparé par : geo SOCIETY



Novembre 2020

Table des matières

I. Contexte	2
1.1 Description des travaux	2
1.1.2 Taches demandées et Extrants attendus	2
1.1.3 Normes à respecter	3
II. Approche méthodologique - Le programme de travail	4
2.1 Sites d'expérimentation et données	4
2.2 Méthodologie	5
III. Manuel d'opération	8
3.1 Objectif général	8
3.1.1 Objectif spécifique	8
3.2 Procédure de réalisation d'ortho photo	8
3.3 Matériel et Outils	.10
3.4 Choix des sites d'intervention	10
3.5 Choix du système de coordonnées	.10
3.6 Identification de la Station CORS – CNIGS	.11
3.7 Mise en station d'une base/mobile : RTK + enregistrement	12
3.8 Post-traitement des points de contrôle dans Trimble Business Center	15
3.9 Réalisation du plan de vol	.17
3.10 Acquisition des images par drone	18
IV Planification de la mission de terrain	21
4.1 Visites de prospection	21
4.2 Planification de la mission du vol	21
4.3 Préparation du vol et étude du terrain	21
4.4 Mission de vol	21
4.5 Traitement des données / Résultat	.22
V. Import et Traitement des données dans Pix4D Mapper	.23
5.1 Étapes de traitement préliminaire « Traitement initial »	.26
5.2 Nuage de points et Maillage 3D	.27
5.3 MNS, Orthomosaïque et Indice	.30
5.3.1 Justification de la géolocalisation	31
VI. Diffusion sur un serveur virtuel	.33
6.1 Présentation de NextCloud	.33
6.2 Utilisation de Nextcloud depuis un navigateur web	.33
VII. Numérisation des couches et comptage des arbres	.39
VIII. Diffusion sur le serveur du PMDN	42

I. Contexte

La terre agricole est la ressource la plus précieuse du monde. Elle fournit chaque jour de la nourriture aux 6,8 milliards d'habitants de la planète (FAO, 1996). Mais elle constitue aussi une ressource menacée et en constante diminution à cause de la croissance démographique et des effets défavorables des activités humaines et naturelles (surexploitation des terres, pollutions, sécheresse, variation sensible du climat etc.). L'humanité doit absolument chercher à la préserver.

A cet effet, le programme de mitigation des désastres naturels, PMDN, mis en œuvre par le Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural(MARNDR) avec l'appui financier de la Banque Interaméricaine de Développement (BID) construit des ouvrages de rétention d'eau et de sédiments qui seront ensuite végétalisés dans les Départements du Sud, du Nord, du Nord-Est et de l'Artibonite.

Le programme veut savoir si ces activités engendrent, entre autres, une amélioration substantielle de la couverture végétale et de la surface agricole utile. Des données seront collectées et des observations seront faites en vue d'alimenter les indicateurs qui permettent de mesurer l'évolution de l'occupation de sols et de couverture végétale permanente. Mais dans le cadre de ce marché, le programme a choisi les petites infrastructures de rétention d'eau et de sédiments construites à Saint Raphaël pour étudier leur impact.

C'est dans ce cadre, le Projet PMDN-2 recrute la firme geo SOCIETY ayant l'expertise et l'expérience nécessaire pour la réalisation des images spatiales et des cartes thématiques.

1.1 Description des travaux

Sur le plan général, une des actions de cette étude est de mettre en place un approche fortement participative qui rassemble l'ensemble des acteurs, des agriculteurs qui gèrent ces petites infrastructures de rétention d'eau et de sédiments construites dans les ravines, etc. pour arriver aux résultats attendus. Tout cela en vue de rendre disponible l'ensemble de ces contenus en un seul point et d'alimenter les réflexions sur la couverture aérienne dans les zones d'interventions, devant fournir des informations qui permettront de: (i) réaliser des images spatiales ; (ii) de comparer ces images aériennes d'avant-projet avec des images d'après.

1.1.2 Taches demandées et Extrants attendus

Les taches

La réalisation des images spatiales se base sur ces différents d'aspects :

- Prendre des images aériennes avant-projet par drone, ou autres outils similaires, sur un minimum de 50 sites ;
 - ✓ Sur le nombre total de sites ces 50 sites devraient être choisies de manier aléatoire sous la supervision du PMDN ;
- Analyser et estimer, sur un rayon de 30 mètres autour des 50 ouvrages sélectionnés, la couverture végétale permanente avant-projet pour i) le comptage des arbres des arbustes, et ii) la cartographie de la couverture végétale permanente ;
- Illustrer le travail dans un rapport, et dans une carte interactive, qui permet de montrer les images en cliquant sur une icône pour chaque site qui est placée aux bonnes coordonnées;
 - ✓ Cette carte pourrait être complétée avec d'autres informations disponibles (images récentes des sites, la cartographie des infrastructures autours ces sites, etc.) qui sont gratuites et accessibles à tous (i.e. open web, etc.).

La geo SOCIETY facilite le suivi en :

 Sauvegardant les images élaborées dans un fichier qui restera la propriété de l'État haïtien en général et du Ministère de l'Agriculture, en particulier ;

- Enregistrant ces images sur un serveur qui permettrait à partir d'un ordinateur de bureau ou d'un portable, de suivre l'évolution des images n'importe où et en temps réel ;
- Fournissant des spécifications sur tous les points de la Section « Normes à respecter » (résolution, distance, angles, etc.) pour permettre de réaliser un travail assez similaire aprèsprojet pour comparer les images, la couverture végétale, et le nombre des arbres d'avantprojet avec ceux d'après-projet.

Les produits livrés :

Les documents produits (rapport agrémenté de cartographie numérisée) seront présentés à la Coordination du PMDN pour validation.

Sur la base des éléments fournis par l'Administration territoriale et les données recueillies, la geo SOCIETY présente :

- Un manuel d'opération ;
- Une base de données sur les indicateurs de la couverture végétale et le nombre des arbres et carte interactive, de préférence interactive web (database-driven website), avec des icônes et manuels d'utilisation :
 - ✓ Une base de données qui permet de suivre, en temps réel, l'évolution de l'environnement agro écologique des ouvrages ;
 - ✓ Une base de données sur les indicateurs de la couverture végétale et le nombre des arbres autour des sites d'ouvrages (avec une image de haute résolution, 1.25 − 1.75 centimètres de pixel);
 - ✓ Une carte, de préférence interactive, de la couverture intégrant les images satellites de l'ensemble des infrastructures étudiées à Saint-Raphaël et/ou à Saint-Michel de l'Attalaye. La carte contient des icônes pour chaque site (placées aux bonnes coordonnées) pour montrer les images ;
 - ✓ Un manuel d'opération qui détaille le plan de survol de plus de 60 ouvrages sélectionnés à la BCA, les autres informations, disponibles et accessible gratuitement, qui sont utilisées pour compléter la carte, et les spécifications techniques des images;
- Les images aériennes de drones sauvegardées et enregistrées sur un serveur;
- Le rapport final pour illustrer et expliquer la couverture végétale par rapport les images, le comptage des arbres et la cartographie de la couverture végétale.

1.1.3 Normes à respecter

Le consultant respecte les normes de qualité fixées suivantes :

- Les images devront couvrir une surface d'un rayon de 30 mètres autour des micros retenues choisies ;
- Les images devront être prises pendant la saison sèche ;
- Les images devront être prises de sorte à avoir une vue à vol d'oiseau, d'amont et de l'aval des micros retenues concernées ;
- En addition des graphiques des cartes web, des fiches kml (Keyhole Markup Language) devraient être livrés ;
- Les images doivent être bien claires et prises dans les conditions météorologiques favorables;
- Les images doivent être de haute résolution, 5 centimètres de pixel ;
- Les images devraient être, de préférence, prises sur trois distances distinctes : 5 mètres, 10 mètres et 30 mètres.

II. Approche méthodologique - Le programme de travail

Dans le secteur environnemental, un meilleur alternatif de production d'orthophoto classique basée sur des mesures ponctuelles tel que le GNSS est la prise de vue par drone. L'observation satellitaire est exclue d'office vue l'ordre de précision altimétrique exigé pour les levés des sites. Tenant compte de ses avantages multiples (accessibilité à des chantiers difficiles et à risque, acquisition et traitement des images en temps quasi-réel abstraction faite de l'inconvénient majeur endossé aux drones et relatif à l'obtention d'une autorisation de vol, couts de mission réduits comparés à l'avion, produits dérivés de bonne qualité géométrique grâce à la basse altitude du vol, etc.), le drone est bien adapté aux prospections de couverture végétale, de structures et d'ouvrages et au calcul topographique des versants en présence. D'autant plus que ces ouvrages (infrastructures sont d'étendue moyenne ce qui est compatible avec la nature de la plateforme en question. Au-delà des prises d'images géoréferencées, le drone peut servir les bassins versants en offrant une possibilité de surveillance et d'inspection des hommes et des machines. Dans ce papier, nous travaillons dans le contexte environnemental mais nous nous intéressons particulièrement à la chaine de traitement des images drones, qui est réalisée par la solution la plus utilisée par les chercheurs et les professionnels. Les sites des petites d'infrastructures à prendre, les données et les étapes de traitement seront détaillées dans la suite du papier. Les résultats intermédiaires et leur méthode de validation seront également exposés.

Cette méthodologie est déployée en trois (3) phases distinctes. Chacune de ces phases est décomposée en une ou plusieurs étapes, distinctes débouchant sur des extrants constitutifs de ces livrables, c'est-à-dire qu'à chacune de ces étapes sont associés des extrants qui permettent de compléter les livrables de la phase concernée.

- Phase 1 Phase de préparation : Mobilisation de l'équipe, Concertation, identification et mobilisation des moyens nécessaires à la réalisation des images aériennes et des cartes thématiques et élaboration du rapport de démarrage décrivant la stratégie de mise en œuvre et le plan d'action de la méthodologie correspondant pour la mission, avec un calendrier détaillé d'exécution;
- Phase 2 Phase de réalisation des images aériennes : Phase de terrain, rencontres des acteurs (les DDA's et les BAC's) pour une campagne d'information autour de la réalisation des images spatiales ; collecte des données et informations de base. Durant cette phase, les méthodes de couverture aérienne par drone et les autres outils sont préparées et validées par le responsable du projet PMDN-2 / MARNDR ;
- Phase 3 Phase finale de la couverture aérienne: Bases de données (BD), manuel d'opération et le rapport final sont remis.

2.1 Sites d'expérimentation et données

A. Sites d'intervention

Deux zones d'intervention se trouvant dans la boucle Centre Artibonite ont fait l'objet de notre étude : prendre et collecter des images aériennes permettant de monitorer l'évolution du couvert végétal sur un rayon de 30 mètres autour des microretenues construites par le projet PMDN pour évaluer l'impact du projet sur l'environnement agro écologique. Le premier se situe dans la commune de Saint Michel dans le département de l'Artibonite et le second est à Saint Raphael au département du Nord.

B. Données

Les images sont acquises par un drone DJI Phantom Pro 4 équipé d'une caméra de 1 pouce avec un obturateur mécanique CMOS de 20 mégapixels dont la résolution au sol à 100m est de 2.1 cm. Les points de control sont levés au terrain par GNSS en mode RTK. Le nombre, la distribution et la qualité de ces points impactent la précision des produits dérivés des images. Les spécificités

techniques des données figurent dans le tableau 1. Les données exploitées dans ce papier sont protégées par un contrat de confidentialité.

I deteau II eal de	teristiques teeninques des dennees
Matadata Drona	Poids au décollage=1.388 kg ; Vitesse max =72 km/h; distance de transmission =7 km
Wielaudia Diolle	Autonomie max =30 mn
	Taille camera = 1po, focale caméra = 10.2 ;
Metadata Caméra	Taille capteur = $4K H.264 - 60 \text{ ips} / H.265 - 30 \text{ fps avec Débit} = 100 \text{ Mb/s}$
	Obturateur mécanique $CMOS = 20 Mp$
Nombre d'images	40
GCP	6-14 / sites
Superficie survolée	$\sim 0.50 \text{ km}^2$

Tableau 1: Caractéristiques techniques des données

2.2 Méthodologie

Le schéma cadre d'un projet de prise de vue par drone suit l'enchainement des étapes décrites dans l'organigramme de la Fig.1. Le détail de chaque étape est donné dans la suite de cette section.



Fig.1. Schéma cadre d'un projet de prise de vue par drone

A. Préparation de la mission du vol

En plus de la demande d'autorisation du vol auprès des autorités compétentes, cette première étape consiste en un paramétrage technique de la mission du vol. Ainsi plusieurs choix sont à faire:

- Type de drone à utiliser et l'équipement aéroporté : Camera (distance focale, résolution au sol) et la hauteur de vol, recouvrement longitudinale et latéral.
- Mode de lever (Circulaire ou double)
- Superficie de la zone à lever : pour offrir une vision synoptique, souvent l'étendue imagée couvre aussi les zones limitrophes aux autres ouvrages.
- Résolution spatiale attendue pour les produits dérivés : fonction de la hauteur du vol, de la focale et de la taille du pixel de l'image.
- Plan du vol : consiste à calculer le nombre des lignes du trajet et l'intervalle temporel fixe de la séquence de prises de vue,
- Géolocalisation des images : chaque image est géolocalisée avec un système de référence synchronisé des coordonnées GPS (longitude, latitude, Altitude) qui servent à faciliter l'alignement des images pendant l'orientation des photos lors de l'étape initiale de traitement.
- Heure de la mission de vol : dans le cas de la mission et pour réduire l'influence de l'ombre des arbres, il est recommandé de programmer la mission après le lever du soleil.

B. Mission du vol

Composée essentiellement des points suivants :

- Stéreopréparation : consiste à implanter avec une bonne configuration spatiale des plaquettes en carton de 60*60 cm pour constituer les points de control au sol (GCP). Ces points seront levés en (x, y, H) par GNSS et servant pour la calibration et la validation des produits dérivés (MNT, MNS, Orthophoto, Modèle 3D). Le nombre utilisé dans chaque mission figure dans le tableau 1.
- Synchronisation de lever : le logiciel de planification et suivi en temps réel DroneDeploy se connecte sans fil au drone. Il permet de générer et d'afficher le plan de vol complet (la ligne de vol, le temps de vol, la vitesse, l'altitude de vol nécessaire, etc.).
- Suivi du vol : visualiser la position du drone selon les lignes prédéterminées et la rectifier en cas de besoin.

C. Traitement

Comparé à la routine classique de traitement photogrammétrique, le traitement des images drone ne se base pas sur la vision stéréoscopique. Il exploite plutôt l'ajustement des faisceaux redondants.

1) Principe

Le calcul se fait selon les deux principes suivants:

- Structure for motion (SFM): basée sur la résolution de l'intersection des rayons passant par les points de control (GCP) sur les multiples zones de recouvrement, on calcule la position 3D des points de control (GCP) simultanément avec les paramètres de l'orientation interne (les angles de rotation et l'altitude des caméras). Les points de calage servent ensuite pour le calage des images en calculant les positions des centres de perspectives des caméras et leurs angles de rotation (l'orientation externe).
- Corrélation multi-images : à ce stade, les zones de recouvrement entre les images sont connues précisément. Une reconstruction 3D de la scène est rendue possible en appliquant un appariement d'une multitude d'images. Ainsi un nuage de points 3D est généré.

2) Etapes et produits générés

Les étapes de traitements se déroulent dans l'ordre suivant : *a*) *Alignement des images :* se fait selon le principe de SFM,

b) Reconstruction 3D : se fait par corrélation multi-images,

c) Maillage texturé : résulte de la projection des images sur un maillage géométrique généré à partir du nuage de points,

d) Génération du MNS, du MNT: un modèle numérique de surface (MNS) de points 3D comprenant le terrain naturel et le sursol est premièrement généré. Ensuite un processus itératif permet de sélectionner automatiquement les points les plus bas du MNS. La triangulation de ces points mène à un modèle numérique de terrain (MNT).

e) Génération d'Orthophoto : une Orthophoto est une image corrigée de l'effet du relief. Techniquement, les images sont projetées sur le MNT. Ainsi, la disposition des valeurs des pixels respecte le MNT. Les orthophotos générées sont ensuite mise en mosaïque pour produire une ortho de toute la scène,

f) Comptage des arbres : notre objectif ici est d'évaluer voire compter les arbres et arbustes au voisinage de chaque ouvrage sur un rayon de référence (30m) fixé par le maitre d'ouvrage.

A partir des Ortho photos créées pour chaque site, il est maintenant possible de numériser les objets. Le logiciel ArcMap de la suite d'ArcGIS d'ESRI a été utilisé.

g) Validation : d'abord la qualité géométrique du calage des images est évaluée en calculant l'erreur moyenne quadratique sur des points de control qui non pas servis au calage.

III. Manuel d'opération

3.1 Objectif général

L'objectif principal est de comparer les images aériennes d'avant-projet avec des images d'après, pour voir si les petites infrastructures de rétention d'eau et de sédiments construites dans les ravines sont de nature à contribuer à l'amélioration de la couverture végétale et à l'augmentation de la surface agricole. Les images aériennes et les cartes thématiques permettront d'évaluer l'impact du projet sur l'environnement agro écologique.

3.1.1 Objectif spécifique

L'objectif spécifique de ce manuel est de présenter le mode opératoire qui sera suivi pendant toute l'opération d'acquisition et traitement d'image. Ce manuel dit « Manuel d'opération » consiste en la description détaillée des actions nécessaires à l'obtention des résultats définis dans l'objectif général. Le client pourra suivre ces étapes pour confronter la démarche aux résultats obtenus.

3.2 Procédure de réalisation d'ortho photo

Le diagramme ci-dessous présente le workflow permettant l'acquisition de données, le traitement et la création d'ortho photo géolocalisée.



3.3 Matériel et Outils

Dans le cadre de cette mission, deux types de matériel et outils seront utilisés :

1. Le matériel de géolocalisation

Il s'agit du matériel permettant la mesure des points de contrôle au sol, le post traitement de ceuxci dans le référentiel utilisé par le CNIGS. Ce groupe comprend :

- Les stations permanentes GNSS : les données d'observations proviendront des stations permanentes GNSS (Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites) du réseau CORS (Continuously Operating Reference System) du CNIGS ;
- Le système GNSS Pivot/base et Mobile (Rover) : ce système est constitué de deux unités GNSS, multi constellations (GPS Glonass), Trimble R4-2. La radio interne permet une portée d'environ 1 kilomètre et demi.
- Le carnet de terrain : le contrôleur Trimble TSC3 sera utilisé. Il s'agit du carnet de terrain le plus répandu de Trimble sur lequel est installé le logiciel de terrain Trimble Access.
- Le logiciel Trimble Business Center (TBC) : TBC est le principal logiciel de bureau proposé par Trimble sur le marché mondial. Il sera utilisé pour post-traiter les données collectées en RTK (Real Time Kinematic) qui seront utilisées en points de contrôle au sol.

2. Le matériel de collecte et de traitement d'images

Il s'agit du matériel permettant la collecte et le traitement des données images. Ces outils permettront la sortie d'images ortho rectifiées et géolocalisées. Ce sont :

- Le DJI Phantom IV pro : équipé d'une caméra haute résolution permettant de réaliser des photos 20MP jusqu'à 20 MP ;
- Le DJI INSPIRE 2 pro : le drone INSPIRE 2 est équipé d'une caméra Zenmuse X5S possédant une lentille compacte avec une dispersion / distorsion faibles et un objectif équivalent à 24 mm. Elle offre un champ de de vision de 84° et est très adaptée pour les images aériennes et les plans au sol.
- Les logiciels de planification de vols : selon le drone utilisé pour le site, le plan de vol sera réalisé à partir de DroneDeploy et/ou de Pix4D Capture. Ces deux outils permettent de définir les paramètres de vols tels que le recouvrement des images (Overlaping), la vitesse et la hauteur de vol, etc., en fonction de la résolution souhaitée.
- Le logiciel de traitement d'images : le logiciel Pix4D Mapping sera utilisé pour traiter les images collectées et réaliser les Ortho photoplans. PIX4D peut traiter des milliers d'images réalisées par drone, afin de créer des orthophotos, orthoplans géoréférencés ou des modélisations 3D.

3.4 Choix des sites d'intervention

Geo SOCIETY, société en charge de cette mission, a récupéré du programme de mitigation des désastres naturels, PMDN, une liste de coordonnées de points GPS des ouvrages concernés. Cinquante (50) sites ont été retenus pour cette réalisation de photographie aérienne à haute résolution. Ces données ont été traitées dans ArcMap de ESRI et Trimble Business Center, puis importés dans Google Earth et dans Pix4D pour la définition des plans de vol.

3.5 Choix du système de coordonnées

Toutes les données collectées seront livrées dans le système géodésique mondial WGS 84 (World Geodetic System 1984) et projetées en UTM Nord, fuseau 18 de révolution IAG GRS 80.

Pour l'estimation des altitudes, le géoïde Carib 97 sera utilisé. L'ellipsoïde de révolution considéré sera l'IAG GRS 80.

Avant de commencer les mesures il définir le système de coordonnées dans le carnet de terrain Trimble TSC3. Le logiciel Trimble Access permet de choisir un système de coordonnées dans une bibliothèque préconfigurée. Il permet également de créer un « modèle de système de coordonnées » utilisable à chaque intervention, ce qui permet un gain de temps assez considérable.

3.6 Identification de la Station CORS - CNIGS

Avec un financement de la BID, le CIAT a mis en place un réseau de station permanente GNSS sur le territoire d'Haïti. Ce réseau constitué d'un total de 16 stations, permet à un utilisateur de pouvoir recevoir des corrections de mesures pour des lignes de base ne dépassant pas 45 kilomètres (*voir image 1*). Les données d'observation de la station permanente opérationnelle la plus proche seront récupérée post traiter les points de contrôle au sol.

Etant données que les données des stations CORS sont stockées soit sur le serveur de données du CNIGS, soit dans la station même, cette opération se réalisera en collaboration avec le CNIGS.



Image 1 : Localisation stations permanentes GNSS du CNIGS. Source : Rapport d'installation et d'utilisation CORS, CIAT, Mars 2019

3.7 Mise en station d'une base/mobile : RTK + enregistrement

La mise en station de la base en RTK + enregistrement permet de créer un pivot local avec des coordonnées absolues qui pourront être post traitées dans le réseau CORS du CNIGS. Pour effectuer la mise en station de la base et utiliser un GPS mobile connecté à celle-ci, il faut suivre les étapes suivantes dans Trimble Access installé sur le TSC3 :

1. Création d'un nouveau type de levé (Base-Mobile)

- Pour configurer le type de levé, allez dans « Configuration » Puis « Type de levé » et Cliquez sur « Nouveau » en bas de l'écran.
- Donnez un nom à votre type de levé puis choisissez le type GNSS et acceptez.

Types de levé	\rightarrow	ouvrir un no	uveau	type	\rightarrow	Définir le nom	
Configuration	307-X	Types de lev	ie :	- 0	? - X	Détais du type	4 🚺 ? – X
Vpes de levé Nocèles Biblio de caracts,	Connecter	Nom monuel st	Dimen 2kb 2kb 2kb 2kb 2kb 2kb	Modifié 27/2/2013 28/3/2013 12/4/2013 11/3/2013 4/3/2011 27/2/2013	Emplacen (Trimble D (Trimble D (Trimble D (Trimble D (Trimble D	Nom da type: Base-Mobile Type de style GNSS	
	1111	Esc Nouveau Co	pier Supp	r. Options	Editer	Esc	Accepter

- Allez ensuite dans les « Options de base ».

•

- Choisissez un type de levé « RTK et Enregistrement ». Le format de diffusion « CMR».
- Entrez un masque d'élévation d'environ 10°. Choisissez ensuite votre antenne et sa hauteur (qui est normalement la hauteur de la canne (2 mètres)).
- Cochez les cases de « GPS L2C » et « GLONASS » et accepter.

Bese-Mobile	\Lambda 🚺 🤉 🗕 🛪	Options de base.	🔊 🛄 🛛 🛶 🗙	Differs de ba	se 🔹 🔹	7 - X
Options du mobile Radio mobile	0	Type de levé: n RTK + 0	armet diffusion: MRX	Resuré à: Base du support	d'antenne 💌	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Options de base	1	Index station:	and the second	Hauteur d'antenne:	N. de pièce	
Radio de base Point Topo Point de contrôle observé Point rapide Points continus		4 Masque d'élévation 10°		1.5 Numéro de série: ?	¥ 84882-10	
Calibration du site		Type		Ubliser L2e	GPS 12C	- 1
Tolérance de point en double Télémètre laser	2	R6-3 internal	1/3	Oui		2/3
Esc Stacker	Editor	Exc	Acceptor	Esc		Enter

-Dans le menu de Radio de base, choisissez le type « Récepteur interne » et la méthode « Trimble 450/900 » puis appuyez sur connect en bas de l'écran, puis choisissez bien le mode d'opération « Base » et une fréquence.



Remplissez les informations : -

ORPHEON		🖝 Optione du m	obile	1 7 - X
ptione du mobile	A	Type de levé:	Parmat diff	(men)
adio mobile		RTH	* CMRX	*
ptions de base		Utiliaar indiex die station	£.	
adio de hose		Tout	5	
olen ropo		Drivits pour ordes state	6	
wint ranide		~		
Pointe continue				
mplantation				
abbration du site				
olérance de point en double	10			14
élémètre laser	M			10
	the second se			
TT -	Laure -			
fat Stocker	Editor	- 104 C		Accepter
Bot Stocker	Liller	ting o		Arapter
fee Stocher	Editor	for a		Arrepter
Noter Noter	tiller	An Ontons dues	citalu	Allegan
Eter Stocker	- X	🕪 Optoria du re	ctalu	• • • • •
Stocker S	• • · · ·	Se Cottoms du re Cris Si	GLOWALE	• 10 7 - x
Stocker Stocker Copbone du mobile Nexuel à: Base du support d'antenne	() () () () () () () () () () () () () (See Ciptone ou re	code GLOWAR V	• • • • •
Stocker Stocker Opbons du mobile Nexed i: Base de support d'antenne Nexez Cantone No de cantone Stocker	Adder	Be Coptone ou re Cristian Line Datient	colo GLOWAR V UNA P3	• • • • •
Ciptons do mobile Mesure Base de support d'antenne texteur Cantonne texteur Cantonne te de	A D 7 - X (* pidon 12-10	tee Ø≥ - Captions ou ne Ons 3a Carines	CODO GLOWAGE QUINE QUINE CODO QUINE CODO QUINE Q	• • • • •
Stocker Stocker Gpöcons du mobilé Mauer à Mane de support d'antenne Mane de support d'antenne K. de 2 000m	Adder	See Cipil Come GAL me Cipil Cipil Come GAL me Carlie Cipil Carlies	sicio Glowas Uras E	• • • • •

Hauteur d'antenne : la hauteur de la

canne	(normalement	2m)	
-------	--------------	-----	--

50%

0

I

I

1/2

Carte

Menu

Favoris

Basc ver

Accepter

10

•

Mode d'opération r

Base

•

•



Allez ensuite dans « Radio mobile» :

010 120

Oui

🖗 Radio mobile 🛛 🕯	0 7 - ×	Configuration radio	7 - X
Type: Récepteur interne Néthode: Trimble 450/900	Carte Henu Favorie	Connecté à: Mode d'apération radio: Récepteur interne Priquence: 444.8375 MHz * Mode radio de base: TT450s à 4800 bps *	Cartas Facuria
Autur leus PDOP-2	Base vers	August Ison PDOP-2	Basc vers
Est Connect	Accepter	Esc	Accepter

Choisissez aussi le type « Récepteur interne » et Méthode « Trimble 450/900 » et appuyez sur connect. Ensuite, choisissez le mode d'opération radio « Mobile » et la même fréquence que celle déjà choisie pour la base.

2. Création d'une nouvelle étude

Pour ouvrir une nouvelle étude : allez dans « Topographie Générale » puis appuyez sur « Etudes » et choisissez une option pour « Nouvelle étude ».



3. Levé : Mesurer topo

Vous pouvez commencer à effectuer un levé en allant dans « Mesurer » puis « Mesurer topo ». Vous pouvez démarrer la base puis commencer à mesurer les points de contrôle au sol à partir du Mobile.



3.8 Post-traitement des points de contrôle dans Trimble Business Center

La procédure de post traitement se résume de la manière ci-dessous. Les données collectées lors du levé sont importées dans TBC, ainsi que les données des stations de référence du CNIGS. Des vecteurs sont créés, permettant ainsi de lier chaque point mesuré à la station de référence. Le traitement des lignes de base permet un premier calcul des coordonnées du point mesuré à partir de la ligne de base la plus courte. Un ajustement de réseau permet éventuellement une compensation lorsque les observations sont redondantes.



Pour chaque site, le dossier de données contient le fichier d'images et les fichiers d'observation GNSS. Il est illustré par l'image ci-dessous :

Nom	Modifié le	Туре	Taille
Image_B19	19/10/2020 21:31	Dossier de fichiers	
MRPAG16 Files	19/10/2020 21:31	Dossier de fichiers	
MRPAG16.job	10/09/2020 22:33	Task Scheduler Tas	10 Ko

L'import et le calcul de ces données dans le logiciel Trimble Business Center (TBC) permet de corriger les dérives. Rappelons que les coordonnées sont calculées dans le système de coordonnées WGS84. Nous n'insistons pas sur le modèle de géoïde parce que, pour ce projet, l'altitude n'est pas pertinente.

Generation (a. 1.) g Roy g	Conserve				+ 244					1 2
D Propriétés			• # >	<		ad a street				dian 1
Fichier de 4829244	e données brutes 14.TG2									
Fichier de danné	Hes bruites (7)			ų.						
Oéé		10/10/2018 22:0403	1							
Modifié		10/09/2020 22:53:22								
Attede)		13/10/2010 220403								
Le fichier mitt	in:	PH								
Letture seule		Nori								
- Information	ts connexes				0					V N
Point		1			• • • • • •	Changer le système de l	coordonnées		- 4	×
Protégé :		Non			inform-	Sélectionner un systé	ime récomment utilisé		4	
Données de	r catellite				Calibra					~
19900000000000000000000000000000000000	Welling.	An experience and the			Chartie	O Suttère de coordonnées	# 100e			
Heure de des	2017	11/00/2010 20/0015			Grille d	O Projection par default (Mer	cator transverse)			
Dista :		004017.0			Project	Système de coordonnées	récomment utilité			100000
Epodures		2417			Transfo	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
Taux de mae	a jours :	T			Paramé	Groupe de systèmes de c	Zone	Transformation du datum	Modèle de géoide	
Occupations		1			C Unités	World wide/UTM	18-North	WGS 1984	EGM36 (Global)	
Minde de leié	H.:	Datague	- 1	=	Us Vie	France/Guyana	UTM22 North	PIGFG85	Gujane	
Type de statio	on de référence l	Station de base unique	•		Calcula	France/RGF93	CC45 UTM21 North	RGF93 POEDEE	RAF18 (France)	
- Information	s sur le récepteur				Doublet	France/NTF (GR3DF97A)	Nord I	NTF (GRODF\$7A)	RAF18 (france)	_
(and a		14.5			Ajuster	France/NTF (GR3DF97A)	Nord I	NTF (GROOF57A)	CARIB57 (Carbbeart)	
Fabricant 1		Trimpie			Crears	Mercalor transverse	Auto. 0.000 m. 0.000 m. 1.	WG/5 1984	EGM06 (Gkbal)	
filipméns de la	élle i	5410464529			Traiter	France/NTF (GR3DF97A)	Sud III	NTF (GR30F1/7A)	RAF90 (France)	
Information	to sure has an house	<i>.</i>			Abrévi					
- manager	in his the anticipation	30000								1.1
Fabricant		Trimble							Terrorer Arrule	r Denier
Type:		R4-3 internal								-

Ces points de contrôle sont exportés en csv pour être importés dans Pix4D.

1		water -	D Parket				Dates Machael 🏙
Tatles Access States Marcel Ma	nge furndes (x) = = = = € Δ = 0 = = = = N ngere	- 18 - 1 - 28 - 1 - 21 - 1 - 10 - 1	enter Affichunge entern - t 36 = 14 A finanze 16	Andre Antrebat Manerer Martin Learning and a figure	rosas former Bales de tables	Martin - C Mitania - C Mitania - C	C - Bry D - Smart Reference - Smart Referen
Al B 103 III.2.2.0.00.971 076,771.000 577.000 606, 1 III.2.2.0.00.971 076,771.000 577.000 606, 1 III.2.0.00.001 176,771.001 577.000 606, 1 III.2.0.00.001 176,771.000 607,054 401, 1 III.2.0.00055 127,77550,117,054 401, 574,704, 1 III.2.0.00052 140,771550,117,054,704, 1 IIII.2.0.00052 140,771550,117,054,704, 1 IIII.2.0.00052 140,771550,117,055,047,000, 0	214947(,306,77419)3 # 6	73.339.690. *		·	* *	3 M	N. 0
2 年 * 世 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2							
21					1 II.		

3.9 Réalisation du plan de vol

> Cas où le plan de vol est réalisé dans Pix4D Capture :

- 1. Lancez Pix4Dcapture.
- 2. Sélectionnez votre drone.
- 2.1. Appuyez sur Settings .
- 2.2. Appuyez sur **Drone** et sélectionnez votre drone.
- 3. Sélectionnez une mission.



PROJECT LIST

TUTORIAL/HELP

- 4. Déplacez, redimensionnez, et pivotez votre mission pour qu'elle recouvre la zone d'étude.
- 5. Sélectionnez une altitude de vol sans danger : 30 à 50m
- 6. Appuyez sur 🍄 pour choisir les réglages de votre mission.
- 7. Sauvegardez la mission pour une utilisation ultérieure.



Cas où le plan de vol est réalisé dans DroneDeploy :

DroneDeploy permet de réaliser des cartographies aériennes d'une haute précision. L'utilisateur peut par exemple générer une cartographie haute résolution (2 cm par pixel) de la zone, aussi bien en 2D qu'en 3D. Il est donc possible de suivre l'avancée de travaux à haute échelle en un rien de temps, ainsi qu'obtenir certaines données comme l'érosion du sol ou la composition chimique de la zone.

- Délimitation de la zone à couvrir
 - Manuellement (sur fond GE si on a internet)
 - Import de shapefile / Kml
- Réglages de quelques paramètres :
 - Hauteur de vol
 - % de superposition des photos (60% par défaut)
 - Vitesse de vol
 - Orientation des lignes de vol, etc..



- Vérification de la durée du vol : ok avec une batterie?
 - Calculé automatiquement par l'appli en fonction de la surface à couvrir, hauteur, recouvrement et vitesse
- Connexion de l'appli au drone via la télécommande → GO !

3.10 Acquisition des images par drone

Cas Pix4D Capture

L'acquisition d'images tiendra compte du :

- Ground Sampling Distance (GSD) : Les exigences du projet en termes de résolution d'images requièrent un GSD à une hauteur de vol entre 30 et 50 mètres.
- Chevauchement des images : Le chevauchement dépend du type de terrain cartographié et déterminera la vitesse à laquelle les images doivent être prises.
- Le chevauchement sera d'au moins 75% de recouvrement longitudinal (par rapport à la direction du vol) et d'au moins 60% de recouvrement latéral (entre les trajectoires du vol). La caméra doit être maintenue autant que possible à une hauteur constante au-dessus du terrain / de l'objet pour assurer le GSD désiré.



Le recouvrement et la hauteur de vol doivent être adaptés en fonction du terrain.

Pour les forêts, les zones de végétation dense et les terrains plats avec des champs agricoles, il est recommandé d'augmenter le recouvrement longitudinal à au moins 85% et le recouvrement latéral à au moins 70% ainsi que de voler plus haut afin de détecter plus aisément les similitudes. Les projets comportant des images thermiques nécessitent au moins 90% de recouvrement longitudinal et latéral.

Pour les projets avec **plusieurs vols**, il doit y avoir un chevauchement entre les différents vols et les conditions (direction du soleil, conditions météorologiques, pas de nouveaux bâtiments, etc.) doivent être similaires.

> Cas DroneDeploy

- Là on a rien à faire !
- Le drone se balade selon le plan de vol : on peut suivre en temps réel l'acquisition (nombre de photos, hauteur, vitesse..) et revient au point de décollage.
- Le retour video live ne marche pas bien, mais ce n'est pas nécessaire, les photos sont enregistrées sur la carte SD du drone



> Dans les deux cas il faut :

- Récupération des photos depuis la carte SD sur le drone
- Format JPG, capteur 12M de pixel, $4000 \times 3000 = -5$ Mo / photos

IV Planification de la mission de terrain

4.1 Visites de prospection

Des visites de terrain sont réalisées dans les zones d'intervention de l'action. Cette étape nous permet de prendre connaissance de l'état des lieux des espaces agricoles ou se trouvant des sites des petites infrastructures.

Ces visites de terrain permettent également d'observer et de géolocaliser avec le responsable PMDN de façon aléatoire les 50 sites de petites infrastructures de rétention d'eau et de sédiments construites dans les ravines de façon aléatoire.

4.2 Planification de la mission du vol

La geo SOCIETY possède met en place deux types de drones pour la réalisation de l'étude : DJI Phantom Pro 4 et DJI INSPIRE 2. Vue la surface de couverture aérienne des sites, les deux drones sont adaptés parfaitement pour la réalisation des images spatiales.

Les différentes étapes suivantes sont très importantes pour la planification de la mission de vol :

- Cartes à consulter pour la préparation de la mission
- Il permet de disposer des cartes d'aviation officielles. Il est le site incontournable à consulter avant un vol. Son avantage est une lecture rapide de la zone de vol et des limitations ou interdictions de vol;
- Consultation de la carte aéronautique du secteur et repérage des zones réglementées (aérodromes, héliports, couloirs d'entrainement de l'armée, etc.);
- Consultation de la météo : couverture nuageuse, vent, perturbation électromagnétique.

4.3 Préparation du vol et étude du terrain

Après avoir réunis toutes les autorisations de vol selon le scénario établi, le télépilote de geo SOCIETY prépare le vol dans ses moindres détails.

- Après avoir fini de consulter les cartes aéronautiques et l'information aéronautique (espace aérien) afin de savoir si il se trouve dans un espace aérien réglementé proche d'un aérodrome).
- Il consulte les conditions météo à l'avance et le jour même du tournage.
- Le jour de la mission, le télépilote de geo SOCIETY effectue une reconnaissance du terrain, évalue les différents obstacles ainsi que les zones au sol pour que le drone puisse se poser en cas de difficultés ou de pannes et cela en toute sécurité pour tous.
- Il détermine les zones de décollage et atterrissage ainsi que sa zone d'évolution.

Important : sur la zone de tournage, étant seul responsable de la sécurité des personnes et des biens, la geo SOCIETY évalue bien les meilleures conditions de vol et n'hésite pas à annuler ou reporter la mission de prises de vue avec le drone si elle peut représenter le moindre risque.

4.4 Mission de vol

Pour la prestation des images spatiales (orthophotoplan), une préparation complémentaire est nécessaire. La geo SOCIETY entame ce processus :

 définition de la zone de survol, incluant les surfaces nécessaires pour ne pas avoir d'effet de bord sur le modèle

- Zone théorique à lever (une surface d'un rayon de 30 mètres autour des micros retenues choisies);
- Zone réelle à lever (une surface d'un rayon de 60 -70 mètres autour des micros retenues choisies);
- Définition du parcours automatisé du drone via le logiciel de navigation: paramétrer le vol automatique du drone en fonction des besoins de qualité du rendu final :
- Le taux de recouvrement des photos en longitudinal et transversal ;
- Le temps de vol disponible en fonction des batteries utilisées ;
- La direction du vent : un vent latéral aux lignes de vol peut perturber la prise des photos ;
- Le relief et les obstacles ;
- L'altitude de vol ;
- La durée du vol limité par la capacité batterie.

Méthodologie de la mission sur site

Sur place, l'opérateur du drone met en place son balisage de sécurité, repère un point de décollage/atterrissage sécurisé pour l'aéronef (drone) et entame les contrôles machine. Puis il déclenche la mission automatique. L'aéronef est suivi par deux moyens :

- Sur l'écran de la tablette, nous pouvons suivre le drone représenté par un symbole et via le retour vidéo de sa caméra principale.
- Sur le retour vidéo en direct de l'appareil photo, l'opérateur peut vérifier le bon déclenchement de l'appareil et voir les images acquises.

A tout moment, le télépilote peut décider de suspendre ou annuler la mission en reprenant les commandes s'il estime que la sécurité de la mission n'est pas optimale.

4.5 Traitement des données / Résultat

L'orthophotographie est une série de clichés aériens assemblée donnant un visuel précis d'une large zone géographique. Ce rendu est obtenu à l'aide de plusieurs images hautes résolutions prises par nos drones. L'assemblage des images permet de créer un plan à la fois étendu et détaillé. Ces images sont géoréférencées et peuvent être superposées à une carte ou un plan SIG (Système d'information géographique).

- Création du résultat via logiciel spécifique : chaque relevé est importé sur un ordinateur, puis paramétré selon les besoins. Et lancement du calcul pour obtention d'un orthophotoplan, etc.
- Remise du Résultat final.

V. Import et Traitement des données dans Pix4D Mapper

Chaque dossier image contient plus d'une centaine d'éléments par site. Le but est de déterminer les correspondances entre les pixels communs pour les assembler dans le bon système de coordonnées.



Les données images et les points de contrôle au sol, traités plus haut, sont importés dans Pix4D Mapper.

Nouve	au projet								×				
opriét	és des images												
iéoloc	ilsation des images												
ystèr	e de coordonnées												
9	🕒 . Detum : WGS	1984; Système de co	oordonnées : WGS 84	4 (EGM 96 Geoid)					Éditer				
éoloc	alsation et orientati	on					-	-					
0	mages géolocalisées	s : 152 sur 152					Effacer	Depuis EXIF Depuis fichier.	Vers fichier				
acti	ude de la géolocals	ation : Standard	d () Basse () Pe	ersonnalsée									
déle	de caméra sélector	vé											
0	FC6310_8.8_46	364x3648 (RGB)							Édter				
ctive	r Image	Groupe	Latitude [deg]	Longitude (deg)	Altitude Exact [m] Hor.	itude Exactito .[m] Vert. [r	ide Oméga n] (degrés)	Phi 8 [degrés] (d	appa A egrés]				
_	DJJ_0226JPG	group1	19,43788942	-72.32828606	538.072 5.000	10.000	0.03042	0.09526 72.289	7				
-	D/I_0227.JPG	group1	19,43789064	-72.32835492	Castion of	CCD-ATD-							
	D#_0228.JPG	group1	19.43789253	-72.32841642	estionnaite de	es oces/miles							
	DJI_0229JPG	group1	19.43789128	-72.32847636	Système de coord	onnées des GCPs							
	D/I_0230JPG	group1	19.43789028	-72.32853842	E Datum : WG	IS 1984; Système o	fe coordonnées : W	/GS 84 / UTM zone: 18N (EG	M 96 Geoid)				Éditer
	D#_0231JPG	group1	19.43788928	-72.32860136	A SALE AND								
	DJJ_0232.JPG	group1	19.43788844	-72.32866494	Tableau des GOPs	MTPs							
	D/J_0233.JPG	group1	19.43788786	-72.32872797		×	A 120 Y 17 Y	×	¥	7	Exactitude	Exactitude	Importer GCPs.
	DJI_0234JPG	group1	19.43788697	-72.32879222	1 N	lom	Type	[m]	[m]	[m]	Hor. [m]	Vert. [m]	Exporter GCPs.
	D/I_0235JPG	group1	19.43788750	-72.32885533	0 193	GC	P 3D	780463.416	2151425.310	497.422	0.020	0.020	
	DII_0236JPG	group1	19.43788753	-72.32891783	1 194	Ge	P 3D	780446.064	2151412 738	498.603	0.020	0.020	1
	DR_0237JPG	group1	19.43788656	-72.32898267			2025				2012	5/22017	-
ŀ	D/I_0238.JPG	group1	19.43788586	-72.32904733	0 195	GC	P 3D	780461.270	2151395.606	495.256	0.020	0.020	
í.	D/I_0239.JPG	group1	19.43788561	-72.32911056	0 196	GC	P 3D	780486.864	2151402.110	497.726	0.020	0.020	Ajouter point
	D/J_0240.JPG	group1	19.43788536	-72.32917494	0 197	GG	P 3D	780493.570	2151418,466	498,961	0.020	0.020	Supprimer point
	D#_0241.JPG	group1	19.43788517	-72.32923822	a second					122122	1.114		
k	DIL_0242.JPG	group1	19.43788508	-72.32930075	0 base19	G	P 50	780434.077	2151442.551	499.104	0.020	0.020	_
	DIE 0242 IDG	Incom	10.41799360	-77 22036/50									
													-
Ade					0/6 GCPs marqués	dans suffisammen	t dinages					Importer marques	Exporter manaues.
					a25000000000								
					Editeur des GCPs/	MTPs							
					Pour calculer les p Pour que les GCPs Si les GCPs/MTPs s L'exactitude des G (Recommandé) Ut	ositons 30 d'un Gé soient pris en com sont marqués aprè iCPs/MTPs peut êt ilsez l'éditeur rayC	P/MTP, il est nèces pte pour le géoréfé s l'étape 1. Traitem e vénifiée dans le ri loud une fois	saire de le marquer dans a rencement du projet, au m ent initial, i est nécessaire apport de qualité ou dans l	i moins 2 mages. oins 3 GCPs doivent être de réoptimiser le projet : éditeur rayCloud.	marqués. Tratement > Réoptimiser. Utilisez l'éditeur basique so 1) avant l'étape 1. Traiten	at: ventinital, soit		
					marquage rapide e	et précis.				 a) lorsque les mages ne so borsque le système de co 	ordonnées est arbitraire.		
						filter rayCoult				Édieur	simple		
												CW 47	madar Aida
												UN 102	MOR

A ce niveau, afin de calculer les positions 3D des points de contrôle, il est nécessaire de les marquer dans au moins 3 images. Ils seront ainsi pris en compte dans le géoréférencement. Cela se fait à partir de l'éditeur simple lors de l'import des PCS.

Nom	Туре	x [m]	¥ [m]	Z [m]	Exactitude Hoc.[in]	Vert. [m]
193	GCP 3D	780463.416	2151425.310	497,422	050/0	0.820
194	GCP.30	780446.064	2151412.738	498.603	0.020	0.020
195	GCP 3D	780461.270	2151395.606	495,256	0.020	0.020
196	GCP 3D	730486.864	2151402.110	497.725	0.020	0.020
197	GCP 3D	780493.570	2151418.466	498.951	0.020	0.020
bese19	GCP 3D	780434.077	2151442.551	499,164	0.020	0.020
	Apergu		C			
255 1 0001,455 1	Apergu	1	5	0		

Nous obtenons la trajectoire ainsi que les points de contrôle.



Il est temps de définir les options de traitement en créant un modèle tel que défini dans l'image cidessous :

Options de traitement					×
1. Traitement initial	MNS et orthophoto Résolution Automatique	Résultats additionnels	Calculateur d'indices		
2. Nuage de points et maillage	Personnalisée	cm/pixel			
3. MNS, orthophoto et indices	Filtres MNS Filtrer le bruit Lisser les surfa Type : Lisse	ces V			
Ressources et notifications	Raster MNS GeoTIFF Méthode : Pr Grupo Fusionner Orthophoto	ondération inverse à la dista les tuiles	ance V		
	GeoTIFF Fusionner GeoTIFF s Tuiles Google M	les tuiles ans transparence laps et KML			
Options en cours : M_autre	èles				
			ОК	Annuler Aid	le

5.1 Étapes de traitement préliminaire « Traitement initial »

Cette section décrit les trois étapes du traitement avec Pix4Dmapper.

 Traitemen 1. Traitem 	it ient initial 🔽 2. Nuage de poi	nts et maillage 🗹	3. MNS, orthophoto	et indices		
En cours :				0%		
Total :	1.	2.	3.	0/16		
Statut des ré	sultats	Démarrer	Annuler	Aide		
Log des résultats	Niveaux	Filtres			Effacer le log	Aide

Dans cette étape, les images et les fichiers d'entrés supplémentaires tels que les points de contrôle au sol (GCP) seront utilisés pour effectuer les tâches suivantes :

- Extraction des points caractéristique : identifie les fonctions spécifiques comme les points caractéristiques dans chacune des images.
- Correspondance des points caractéristique : permet de rechercher les images ayant les mêmes points caractéristiques et de les faire correspondre ensemble.
- Optimisation du modèle de caméra : permet de calibrer les paramètres internes (distance focale, ...) et externes (orientation, ...) de la caméra.
- Géolocalisation GPS / GCP : permet de géolocaliser le modèle.

Il convient dès lors de choisir les étapes de process à lancer. Ici on sélectionne uniquement « 1. Traitement initial ». Cela permettra de lancer uniquement la phase d'aérotriangulation et de création d'un nuage de points éparse.



Des points d'attaches automatiques sont créés au cours de cette étape. Ces points sont la base pour les prochaines étapes de traitement.

5.2 Nuage de points et Maillage 3D

Cette étape va se servir des points d'attache automatiques pour :

- La Densification de points : des points d'attache supplémentaires sont créés en fonction des points d'attache automatiques, ce qui créé un nuage de points densifié.
- Maillage 3D Texturé : basé sur le nuage de points densifiés, un maillage texturé 3D peut être créé.

La création du nuage « éparse » permet le positionnement de point de support et de calage dans le modèle ainsi que le positionnement des cibles au sol.



On peut toujours cliquer sur un point du nuage pour définir d'autres points de liaison et relancer le calcul.



A la fin de l'étape 1, un premier rapport de qualité est généré. Ce rapport est dit évolutif car il est modifié automatiquement au fur et à mesure de l'avancée du projet.

Rapport o	de qualité - Rapport	
PDF	$\langle \rangle$	ा Support en lig
	Qu	ality Report
		Generated with Pix4Dmapper version 4.6.1 Preview
!	Important: Click on the different icons for:	
	Place the results in the Quality Report	t
	Additional information about the sections	
Ŷ	Click <u>here</u> for additional tips to analyze the Quality R	leport
Summ	arv	0
	····· }	· ·
Proje	ct	Rapport
Proce	essed	2020-11-20 19:43:16
Came	era Model Name(s)	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)
Avera	age Ground Sampling Distance (GSD)	1.18 cm / 0.46 in
Area	Covered	0.026 km ² / 2.6074 ha / 0.01 sq. mi. / 6.4464 acres

L'algorithme du logiciel permet de déterminer les paramètres internes de la caméra qui a été utilisée. On comprend ainsi le niveau de corrections linéaires et angulaires qui sont déterminées et appliquées.

È < <p></p>								🗐 Suppo
Bundle Bloc	k Adjustm	ent Details	3					i
Number of 2D Keypoint C	bservations for Bundle	Block Adjustment					297819	9
Number of 3D Points for F	Bundle Block Adjustme	nt					107144	2
Mean Reprojection Error	[pixels]						0.243	
	arameters							
 FC6310_8.8_4864x EXIF ID: FC6310_8.8_4864 	3648 (RGB). Senso x3648	or Dimensions: 11	.407 [mm] x 8.556	[mm]				6
 FC6310_8.8_4864x EXIF ID: FC6310_8.8_4864 	3648 (RGB). Senso x3648 Focal Length	or Dimensions: 11 Principal Point x	.407 [mm] x 8.556 Principal Point y	[mm] R1	R2	R3	T1	1
 FC6310_8.8_4864x EXIF ID: FC6310_8.8_4864 Initial Values 	3648 (RGB). Senso kx3648 Focal Length 3666.955 [pixel] 8.600 [mm]	Principal Point x 2432.001 [pixel] 5.704 [mm]	407 [mm] x 8.556 Principal Point y 1823.999 [pixel] 4.278 [mm]	[mm] R1 0.004	R2 -0.017	R3 0.019	T1 -0.000	 T2 0.000
FC6310_8.8_4864x EXIF ID: FC6310_8.8_4864 Initial Values Optimized Values	3648 (RGB). Senso x3648 Focal Length 3666.955 [pixel] 8.600 [mm] 3620.761 [pixel] 8.492 [mm]	Principal Point x 2432.001 [pixel] 5.704 [mm] 2419.443 [pixel] 5.674 [mm]	407 [mm] x 8.556 Principal Point y 1823.999 [pixel] 4.278 [mm] 1832.708 [pixel] 4.298 [mm]	[mm] R1 0.004 -0.003	R2 -0.017 -0.022	R3 0.019 0.021	T1 -0.000 -0.001	 T2 0.000 -0.000
FC6310_8.8_4864x EXIF ID: FC6310_8.8_4864 Initial Values Optimized Values Uncertainties (Sigma)	Focal Sense 266.955 [pixel] 3666.955 [pixel] 3660 [mm] 3620.761 [pixel] 3620.761 [pixel] 3.620 [mm]	Principal Point x Principal 2432.001 [pixel] 5.704 [mm] 2419.443 [pixel] 5.674 [mm] 0.302 [pixel] 0.001 [mm]	407 [mm] x 8.556 Principal Point y 1823.999 [pixel] 4.278 [mm] 1832.708 [pixel] 4.298 [mm] 0.188 [pixel] 0.000 [mm]	[mm] R1 0.004 -0.003 0.000	R2 -0.017 -0.022 0.001	R3 0.019 0.021 0.001	T1 -0.000 -0.001 0.000	 T2 0.000 -0.000 0.000

L'analyse du rapport permet d'apprécier les résultats de la géolocalisation. Dans notre étude, pour les points de contrôle, la racine carrée de la moindre des carrées (RMS) en planimétrie est de 1.8cm à 3cm. En altimétrie, elle varie de 3 à 5. Ce qui est acceptable selon les objectifs du projet.

Ground Cont	rol Points					()
GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
193 (3D)	0.020/ 0.020	-0.023	-0.022	0.030	0.507	4/4
194 (3D)	0.020/ 0.020	-0.011	0.044	0.054	0.957	4/4
195 (3D)	0.020/ 0.020	0.020	-0.017	-0.009	1.717	4/4
Mean [m]		-0.004508	0.001778	0.024962		
Sigma [m]		0.018036	0.029737	0.026020		
RMS Error [m]		0.018591	0.029790	0.036058		
lean (m) igma (m) MS Error (m)		-0.004508 0.018036 0.018591	0.001778 0.029737 0.029790	0.024962 0.026020 0.036058		

5.3 MNS, Orthomosaïque et Indice

Cette étape permet la création de :

- Modèle Numérique de Surface (DSM) : La création du MNS permettra de calculer des Volumes, des Ortho mosaïques et des Cartes de Réflectance.
- Ortho mosaïque : La création de l'Ortho mosaïque est basée sur l'ortho-rectification.
- Cette méthode supprime les distorsions de perspective des images.
- Carte de Réflectance : Le but est de produire une carte où la valeur de chaque pixel indique fidèlement la réflectance de l'objet.
- Carte d'Indices : Générer une carte d'indices où la couleur de chaque pixel est calculée en utilisant une formule qui combine différentes bandes de la carte ou des cartes de réflectance.

Il est important à ce stade de nettoyer le « nuage » des points aberrants. En effet ces points vont obligatoirement dégrader le maillage entre les points par le biais d'interpolation 3D et application du RGB. Ces points aberrants sont issus d'erreurs du traitement de l'algorithme de calcul photogrammétrique. Ils se situent généralement dans le ciel et en corole sur la végétation. Cette étape de nettoyage est parfois un peu fastidieuse mais primordiale à la qualité des livrables.

Il est possible désormais de lancer l'ultime étape du traitement PIX 4D, avec la création du MSN (Digital Surface Model) et de l'ORTHOMOSAIC.

Voici l'ortho photo générée ainsi que le MNS, il sera essentiel de vérifier les options de générations avant calcul. Cela permet de définir les caractéristiques de cette ortho photo : poids, extension, qualité, etc. en fonction des TDRs. La taille maximale des pixels est de 1.8cm.



Il est possible de générer le maillage par triangulation.

5.3.1 Justification de la géolocalisation

L'orthophoto créée est importée dans un premier temps dans Trimble Business Center pour vérifier la correspondance avec les points de contrôle au sol.



Nous avons généré un KML et un HTML qui permettent une visualisation des résultats soit dans Google Earth, soit directement à partir d'un navigateur Web.

Visualisation dans un navigateur Web :

VI. Diffusion sur un serveur virtuel

Dans l'exécution de ce marché, Geo SOCIETY doit enregistrer les images sur un serveur qui permettra à partir d'un ordinateur de bureau ou d'un portable, pourvu d'une connexion internet, de suivre l'évolution des images n'importe où et en temps réel. Les serveurs en ligne NextCloud sont utilisés à cet effet.

Ce guide présente les étapes à suivre pour accéder à l'interface web, télécharger et consulter les données.

6.1 Présentation de NextCloud

Nextcloud est un logiciel de cloud collaboratif proposé par une société allemande et soutenu par une grande communauté d'utilisateurs. Il est utilisé par de nombreuses organisations de toutes tailles.

Un logiciel de cloud permet de placer ses données sur des serveurs distants de telle sorte qu'elles soient accessibles depuis n'importe quel appareil connecté à Internet. Un logiciel collaboratif ou gropware ou collectif est un logiciel qui facilite le travail collaboratif par le partage de documents.

6.2 Utilisation de Nextcloud depuis un navigateur web

1. Accéder à l'interface web

a- Pour accéder au compte de projets et aux données disponibles, il faut saisir dans la barre d'URL le lien suivant : <u>https://drive.devcrafting.com/s/sman3g7QDsqzMwi</u>

L'utilisateur arrive sur la page Web ci-dessous :

b- Il faut à présent saisir le mot de passe fourni par la société Geo SOCIETY qui est le suivant : **PMDN2020**

Il convient lors de la saisie du mot de passe, de respecter les majuscules.

c- La page ci-dessous s'ouvre :

Crister Retthind X			- a	×
(+) > C @ 1 0 & https://minisdevoluting.com/v/mailg/COscytika	© 17	1		
PMDN Images Drooe		Tildeburger Stan	las fichians	
			2	=
C Marsie .		344	NUMB	
Detretes Bules			Hy a 12 heur	-
E enc.)msi.		4.5 GB	ily a Steam	8
Grito		21,8 GB	Hy & Shear	
Netholand - on first the part forders were dependent				

- 1 correspond à l'adresse URL permettant d'accéder aux données.
- 2 permet de télécharger tous les dossiers.
- **3** correspond à la liste des dossiers accessibles.

2. Le répertoire des données brutes

Ce répertoire contient les données Images brutes collectées par drone sur chacun des sites. Elles occupent 37 Giga d'espace mémoire. Ces données sont regroupées en sous-répertoires dont le nom est composé du code du site et du numéro de la station GPS qui a permis de mesurer les points de contrôle au sol, en vue de la géolocalisation des images. Le fichier de points est au format *.job* de Trimble. Rappelons que ces données peuvent être utilisées à tout moment pour recréer d'autres types d'analyse.

•O• PMDN	Images Drone					charger tour	tes ficteurs)
d Dorman, Br	the later						=
1.1 North	3					in the	Medite
B15-3	E Contraction of the second se				-	1.2 08	Fys2heim
Galaci	5. Bane 17				-	774,7 MB	E y 4 alter Tonger
	5,8au/10				-	6%4.98	Epision look
anct:	2,8mm34					1,8 58	P y a una have
6851	M_Revolt				12	1427AB	Fy a une house
GENU	S. Rear B.				-	347,0 MB	F y a unchours
			Name 🔺				
			G8GL35 Files	ii			
		a 🏼	Image_B17	i			
		10	GBGL35.job	ii			

i : Fichier d'images

ii : Fichiers de points GPS pour la géolocalisation

3. Le répertoire des Ortho Images

Ce répertoire de 22 Gigas contient l'ortho-image de chacun des sites. Chaque sous-dossier contient le fichier image et les fichiers définissant le système de projection. Il faut télécharger le dossier complet pour avoir une image définie dans la bonne projection. En d'autres termes, si on récupère seulement le fichier .tif, l'ortho ne sera pas géo localisée.

	Name +	
	Base_X-sm	
	GBGL35	
- h	GBGL36	
	GBGT22	
	GBGT23A	
		Ortho GBGL35
		Nom *
		GBGL35.ptj
		GBGL35.ttw
		GBGL35.tif
		3 fichiars 389.5.M8

4. Le répertoire des fichiers KML et HTML

Ce répertoire de 4.6 Gigas contient les formats facilement consultables, soit directement à partir d'un navigateur web (Edge, Firefox, Chrome), soit à partir de Google Earth. Les sous dossiers du répertoire HTML_KML sont organisés comme précédemment.

Pour télécharger ces données, il faut suivre la procédure suivante :

a- Cliquer sur le nom du répertoire KML_HTML :

	KML/HTML			14.8	MB il y a une heure
#	PMDN images Dinne) KML HTML <) +				
	Porme -			Size	Modified
Π	Base_X-sm	-		51.1 M8	8 minutes ago
G)	GBGL35	\sim	$\overline{\mathbb{R}}$	71.4 MB	3 minutes ago
É.	GEGL36	<	3460	45.8 M8	seconds ago

b- Cliquer sur une ou plusieurs cases à cocher pour sélectionner les données à télécharger :

*	KML HTML				=
۵	1 dassier	-++ Actions	9	1,4 MB	
	Base,X-sm		-	51,1 MB	il y a 11 minutes
	GIG.15			71,4 MI	il y a 6 minutes

c- Cliquer ensuite sur les 3 points ... puis sur Télécharger pour lancer le téléchargement :

KML HTML

0	1 dossier	••• Actions		7	1,4 MB
	Base_X-sm				51,1 MB
	GBGL35			#	71,4 MB
	GBGL36		♣ Teres	harger	45,8 MB

Vous pouvez aussi accéder à cette option en cliquant sur Actions :

MIL HTML

d- Le téléchargement permet d'obtenir un fichier compressé qu'il faudra enregistrer sur l'ordinateur local :

+++ Actions		71	1,4 MB
	Ouverture de GBGL35 zip ×		51,1 MB
	Your avez choisi d'ouvrir:		
	gui est un fichier de type : WinRAR ZIP archive	223	71,4 MB
	à partir de : https://drive.deverailing.com.	1000 T	45.8 MB
	Que doit faire Firefox avec ce fichier ?		
	Conversion of Conversion (per denaut)	444	34,4 MB
	C European e recier		
	Jocjours effectuer cette action pour ce type de fichier.	377 C	O KB
	OK. Annuler		

e- Après décompression, on obtient les éléments sur l'image ci-dessous :

Name ^	Date modified	Туре	Size
17	11/8/2020 6:43 PM	File folder	
18	11/8/2020 6:43 PM	File folder	
19	11/8/2020 6:43 PM	File folder	
20	11/8/2020 6:43 PM	File folder	
21	11/8/2020 6:43 PM	File folder	
22	11/8/2020 6:43 PM	File folder	
C Base_X-sm_mosaic	10/14/2020 12:05 PM	Microsoft Edge H	7 KB
🚔 Base_X-sm_mosaic	10/14/2020 12:05 PM	KML	2 KB

Les dossiers avec un numéro constituent la base de données image du site. Les deux autres permettent d'ouvrir l'image en html ou à partir de Goole Earth.

f- Double cliquer sur l'un des deux deniers fichiers pour l'ouvrir. Les images ci-dessous montrent les résultats dans Google Earth puis dans un navigateur Web :

<u>Note importante</u> : il est obligatoire de télécharger le dossier complet pour l'ouvrage choisi pour pouvoir visualiser l'ortho-image. Le fichier kml seul ne permet pas de visualiser l'image car les données sont principalement stockées dans les dossiers nommés par un nombre.

Pour partager les données (kml) d'un site considéré à un autre utilisateur, il est important de transmettre le dossier son intégralité. Un kml seul n'affichera pas d'image dans Google Earth.

VII. Numérisation des couches et comptage des arbres

Les Ortho photos étant créées pour chaque site, il est maintenant possible de numériser les objets. Le logiciel ArcMap de la suite d'ArcGIS d'ESRI a été utilisé. Il convient de rappeler que, selon les TDRs, il s'agit de pouvoir évaluer voire compter les arbres et arbustes au voisinage de chaque ouvrage sur un rayon de 30m.

 Pour certains sites, après numérisation, le comptage se fait tout simplement en évaluant le nombre d'attributs présents dans la table de la couche dans ArcMap. Cette méthode est possible parce que la couverture arborée au voisinage de l'ouvrage est peu dense. C'est le cas sur les images ci-dessous, on peut déjà compter 103 attributs dans la couche.

Les couches numérisées sont également livrées aves les données images. Elles sont disponibles en format Shape.

> Il est important de noter que toutes les ortho images produites dans le cadre de ce travail couvrent une surface nettement supérieure à celle demandée dans les TDRs, soit plus de 6 000 mètres carrés par ouvrage.

- Dans le cas où la couverture arborée tellement danse qu'on n'arrive pas à déterminer chaque arbre individuellement, nous pouvons déterminer un ratio de la surface boisée par rapport à la surface de référence 6 000 mètres carrés. L'image ci-dessous montre une situation où la couverture est très dense, rendant ainsi le comptage difficile.

VIII. Diffusion sur le serveur du PMDN

Une autre manière d'accéder à la visualisation des ortho images des sites est de passer par un navigateur web dédié. Une interface a été créée en ce sens. L'utilisateur arrive sur une page d'accueil et choisit, dans un premier temps, le nom de la commune où se situe l'ouvrage qui l'intéresse.

Il devra ensuite cliquer sur le bouton indiquant le code de l'ouvrage, selon la nomenclature indiquée par le PMDN, pour accéder à l'image toujours dans un navigateur Web.

Cette option permettra au PMDN de pouvoir copier ces données sur son propre serveur et les diffuser à partir de leur site internet.

Rapport final

Réalisation d'images par drone autour d'ouvrages hydro-agricoles

Realisation : Geo SOCIETY

Rapport final

