

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
RESSOURCES NATURELLES ET DU
DEVELOPPEMENT RURAL



REPUBLIQUE D'HAÏTI

MINISTRE L'AGRIKILT
RESOUS NATIREL
AK DEVLOPMAN RIRAL

**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**

N° MARNDR/PMDN/QC-04/19

Rapport Final

Préparé par : geo SOCIETY



**SOCIETE D'AMENAGEMENT
ET GESTION DES EAUX**
Géomatique Expert

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, Orthomosaique 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 manière 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 autour 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 après-projet pour comparer les images, la couverture végétale, et le nombre des arbres d'avant-projet 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, coûts 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 géoréférencées, 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 chaîne 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 extraits constitutifs de ces livrables, c'est-à-dire qu'à chacune de ces étapes sont associés des extraits 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.

Tableau 1: Caractéristiques techniques des données

Metadata Drone	Poids au décollage=1.388 kg ; Vitesse max =72 km/h; distance de transmission =7 km Autonomie max =30 mn
Metadata Caméra	Taille camera = 1po, focale caméra = 10.2 ; Taille capteur = 4K H.264 – 60 ips / H.265 – 30 fps avec Débit= 100 Mb/s Obturbateur mécanique CMOS = 20 Mp
Nombre d'images GCP	40 6-14 / sites
Superficie survolée	~ 0.50 km ²

2.2 Méthodologie

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

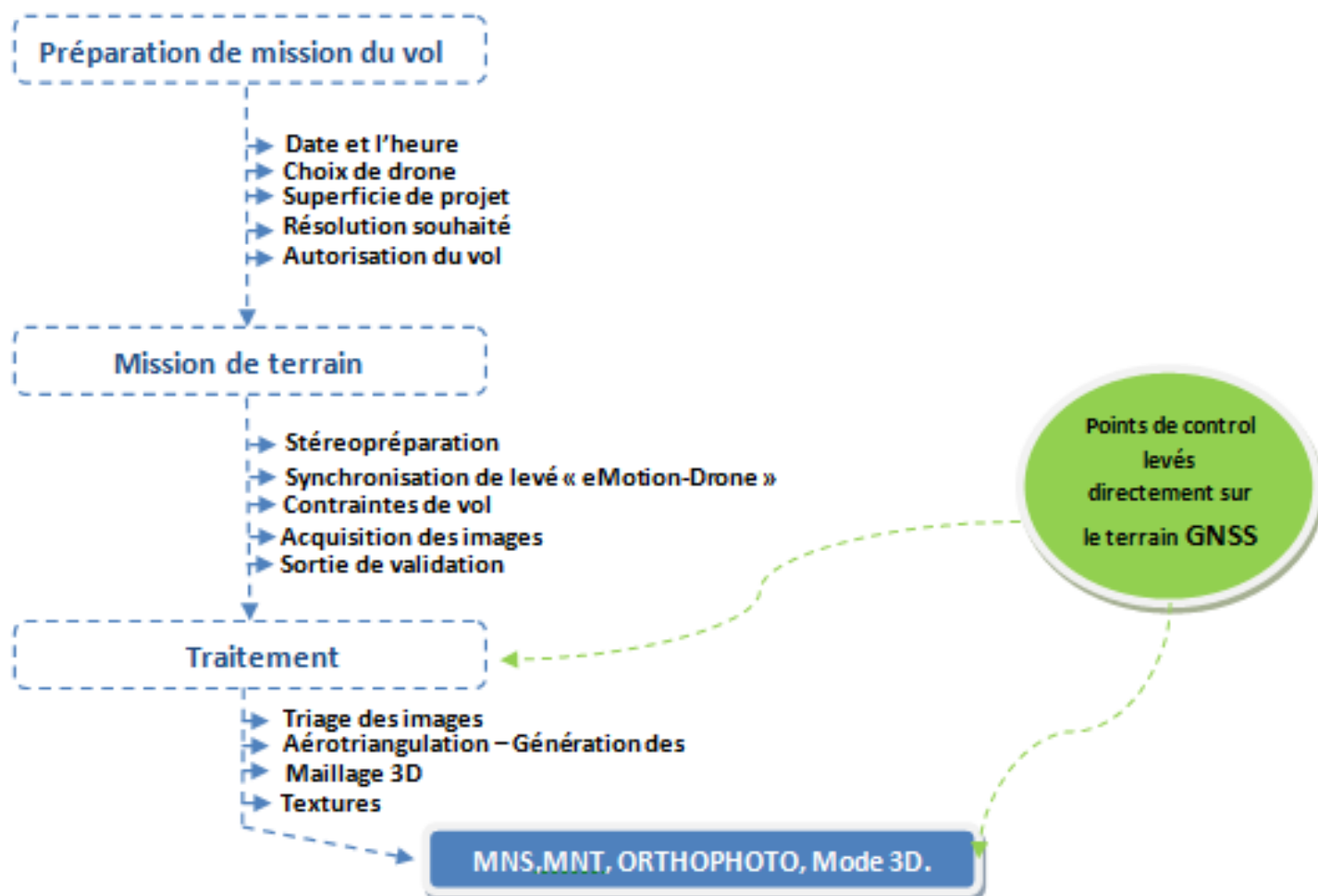


Fig.1. Schéma cadre d'un projet de prise de vue par drone

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 :

- Stéréopréparation : 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 maître 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

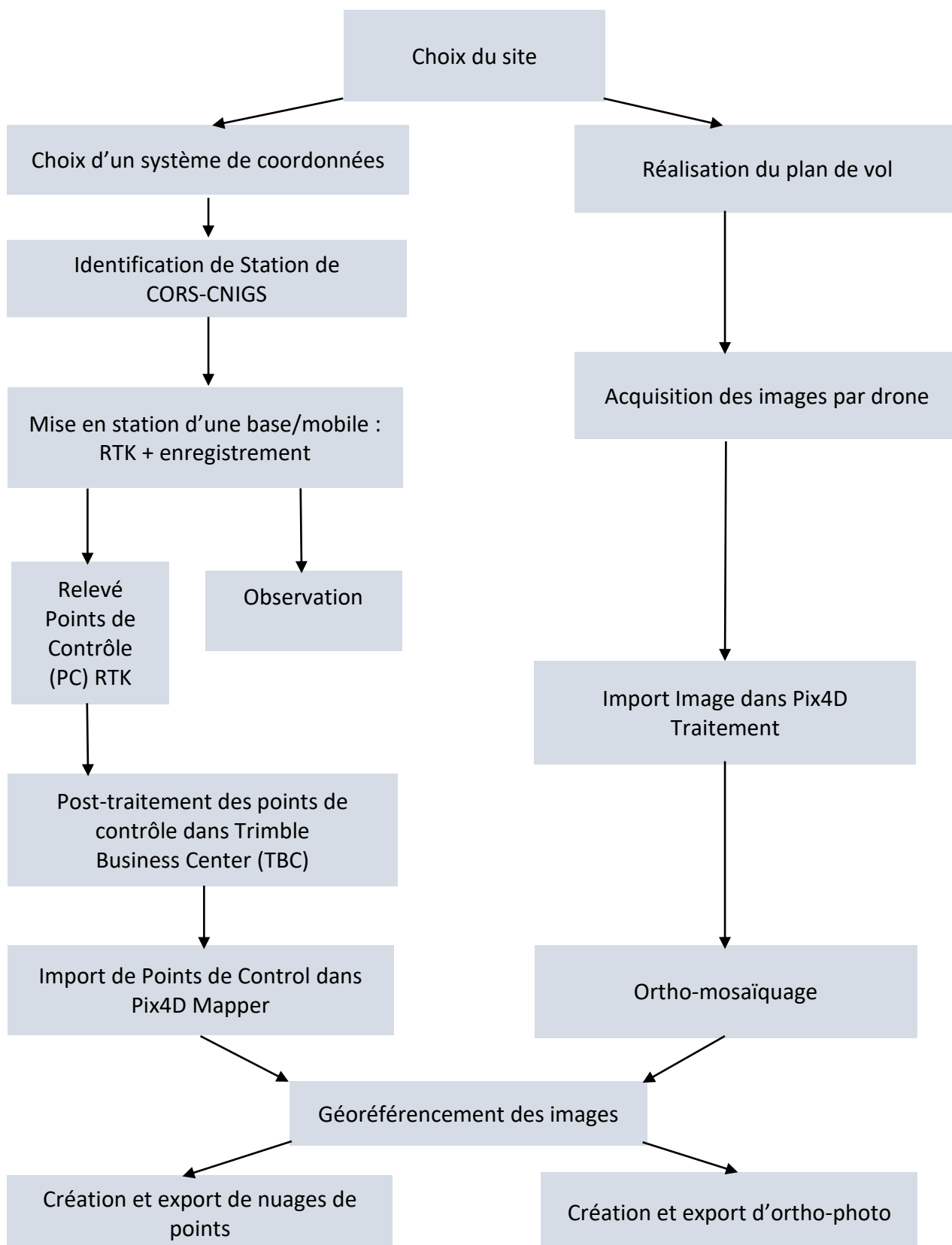
L'objectif principal est de comparer les images aériennes d'avant-projet avec des images d'après, pour voir si les petites infrastructures de rétention d'eau et de sédiments construites dans les ravines sont de nature à contribuer à l'amélioration de la couverture végétale et à l'augmentation de la surface 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 ceux-ci 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 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 (Overlapping), 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.

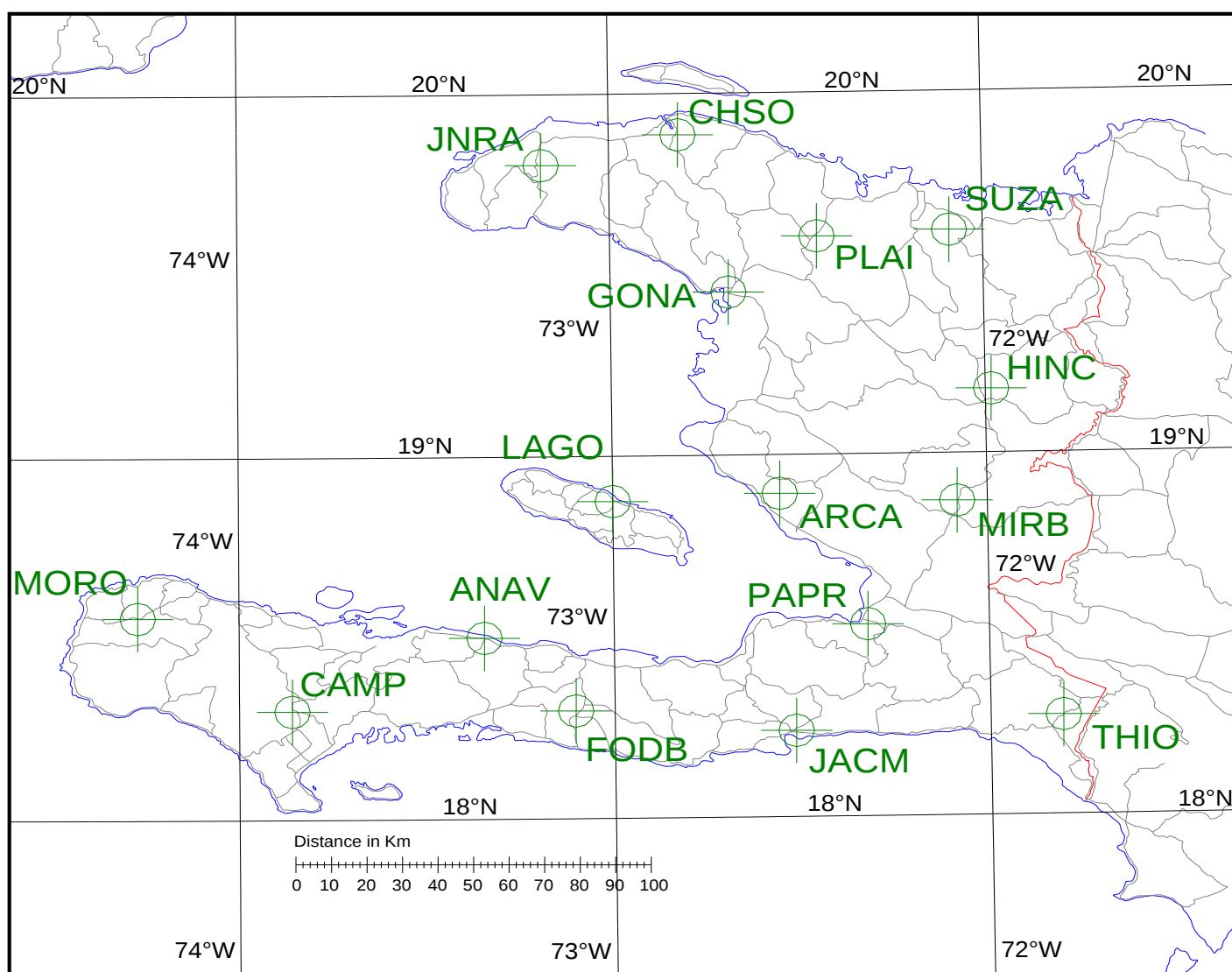


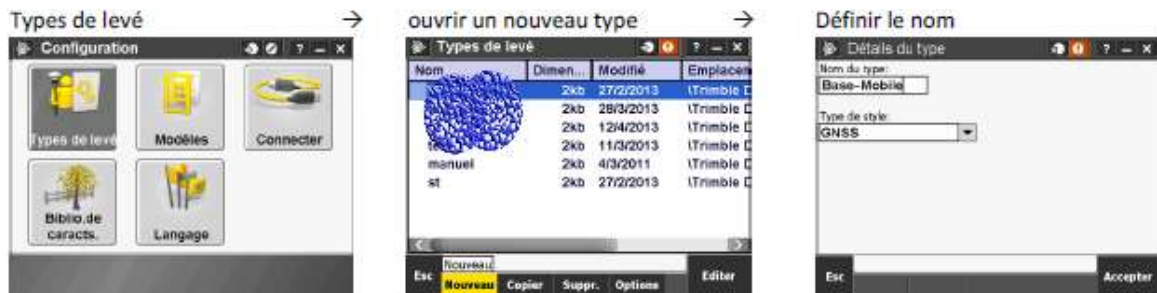
Image 1 : Localisation stations permanentes GNSS du CNIGS. Source : Rapport d'installation et d'utilisation CORS, CIAT, Mars 2019

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

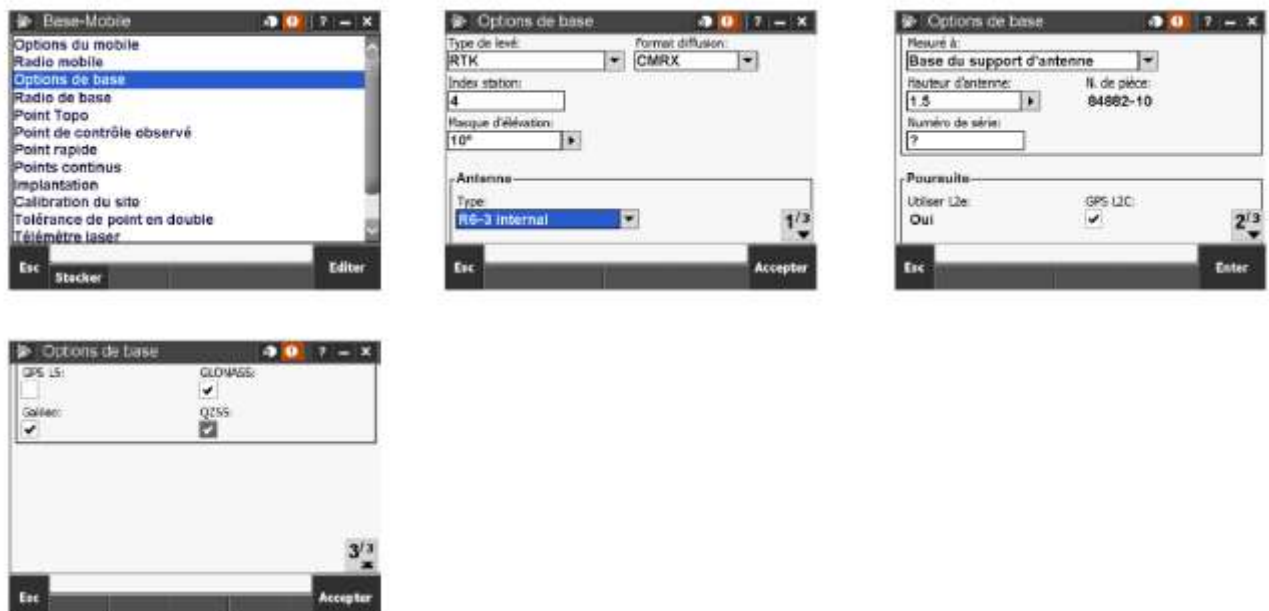
La mise en station de la base en RTK + enregistrement permet de créer un pivot local avec des coordonnées absolues qui pourront être post traitées dans le réseau CORS du CNIGS. Pour effectuer la mise en station de la base et utiliser un GPS mobile connecté à celle-ci, il faut suivre les étapes suivantes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

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

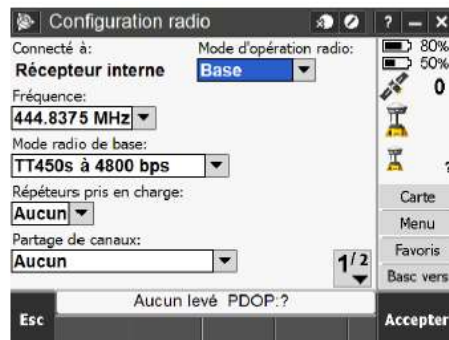
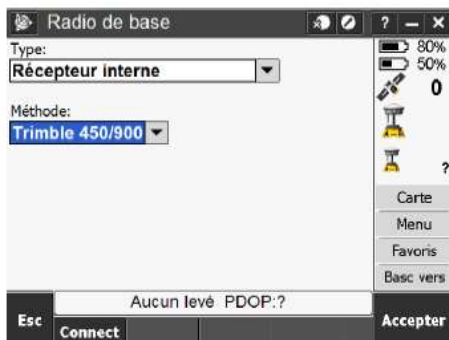
- Pour configurer le type de levé, allez dans « Configuration » Puis « Type de levé » et Cliquez sur « Nouveau » en bas de l'écran.
- Donnez un nom à votre type de levé puis choisissez le type GNSS et acceptez.



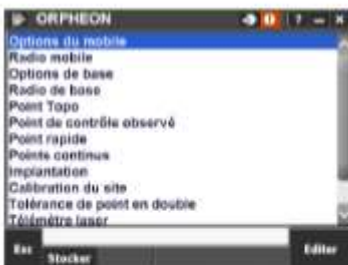
- Allez ensuite dans les « Options de base ».
- Choisissez un type de levé « RTK et Enregistrement ». Le format de diffusion « CMR ».
- Entrez un masque d'élévation d'environ 10°. Choisissez ensuite votre antenne et sa hauteur (qui est normalement la hauteur de la canne (2 mètres)).
- Cochez les cases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



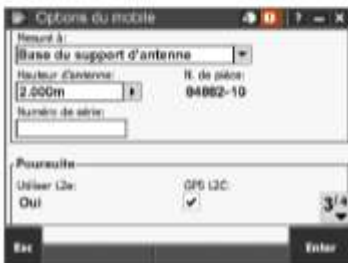
- Dans le menu de Radio de base, choisissez le type « Récepteur interne » et la méthode « Trimble 450/900 » puis appuyez sur *connect* en bas de l'écran, puis choisissez bien le mode d'opération « Base » et une fréquence.



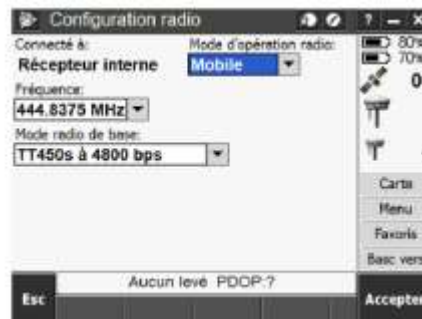
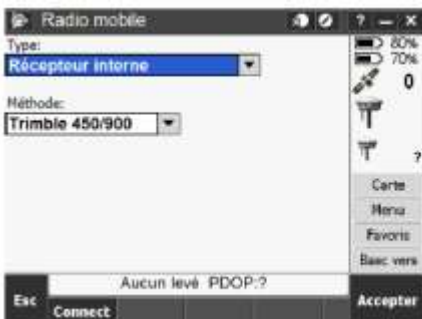
- Remplissez les informations :



Hauteur d'antenne : la hauteur de la canne (normalement 2m)



- Allez ensuite dans « Radio mobile » :



- 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.

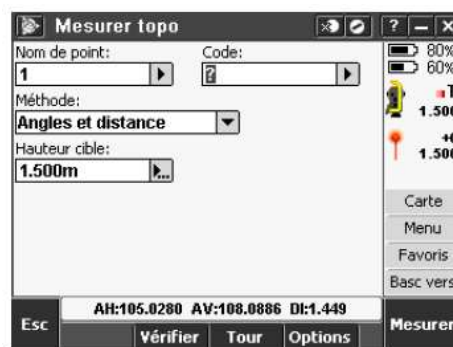
2. Création d'une nouvelle étude

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



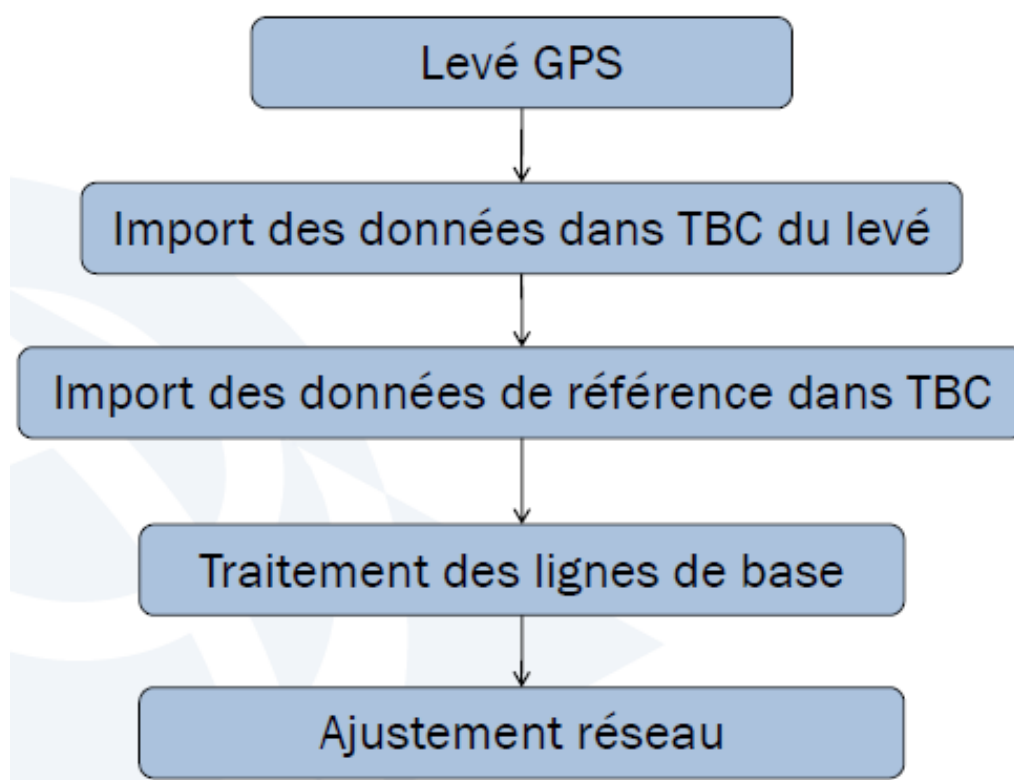
3. Levé : Mesurer topo

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

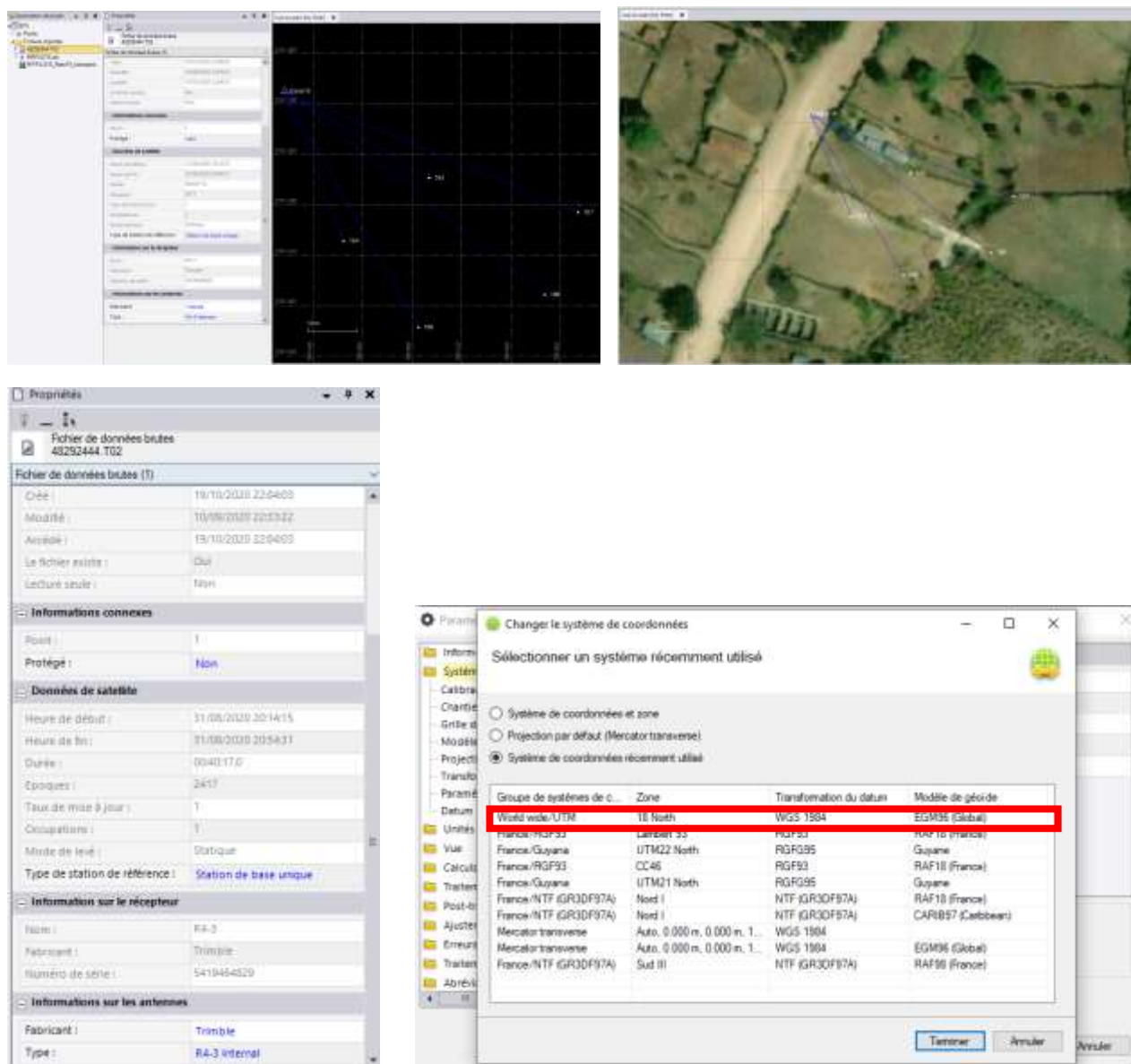
La procédure de post traitement se résume de la manière ci-dessous. Les données collectées lors du levé sont importées dans TBC, ainsi que les données des stations de référence du CNIGS. Des vecteurs sont créés, permettant ainsi de lier chaque point mesuré à la station de référence. Le traitement des 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.



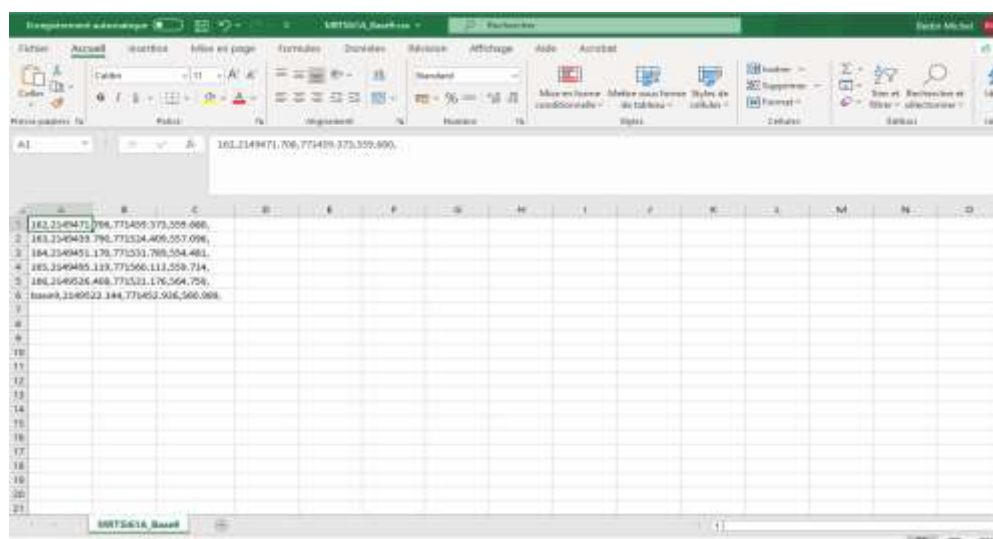
Pour chaque site, le dossier de données contient le fichier d'images et les fichiers d'observation GNSS. Il est illustré par l'image ci-dessous :

Nom	Modifié le	Type	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.



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



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.



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 !**

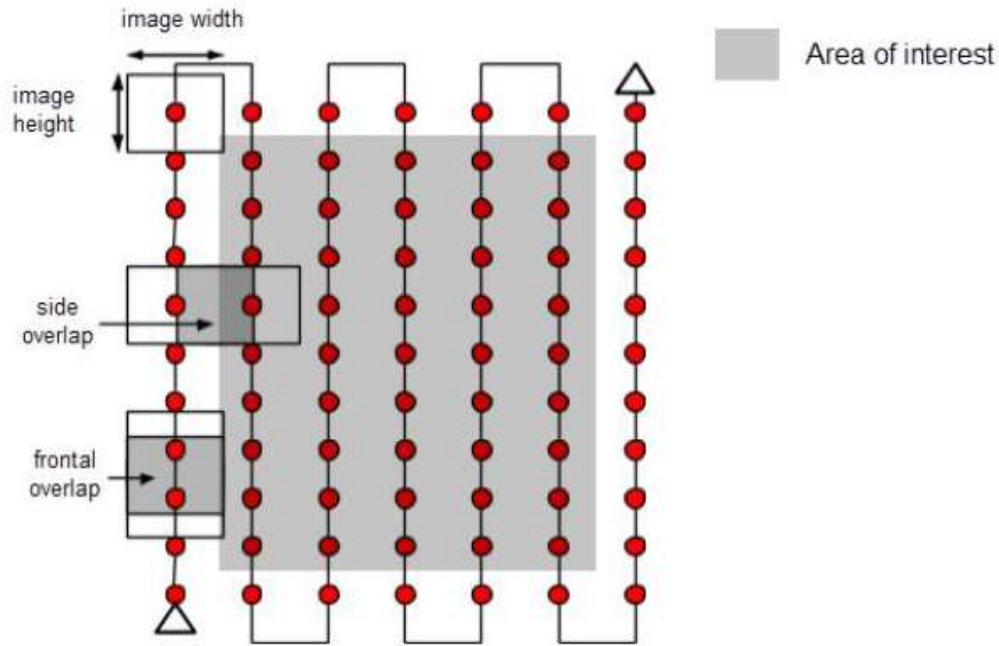


3.10 Acquisition des images par drone

➤ 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, $4000 \times 3000 = \sim 5 \text{ Mo}$ / 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'entraînement 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.

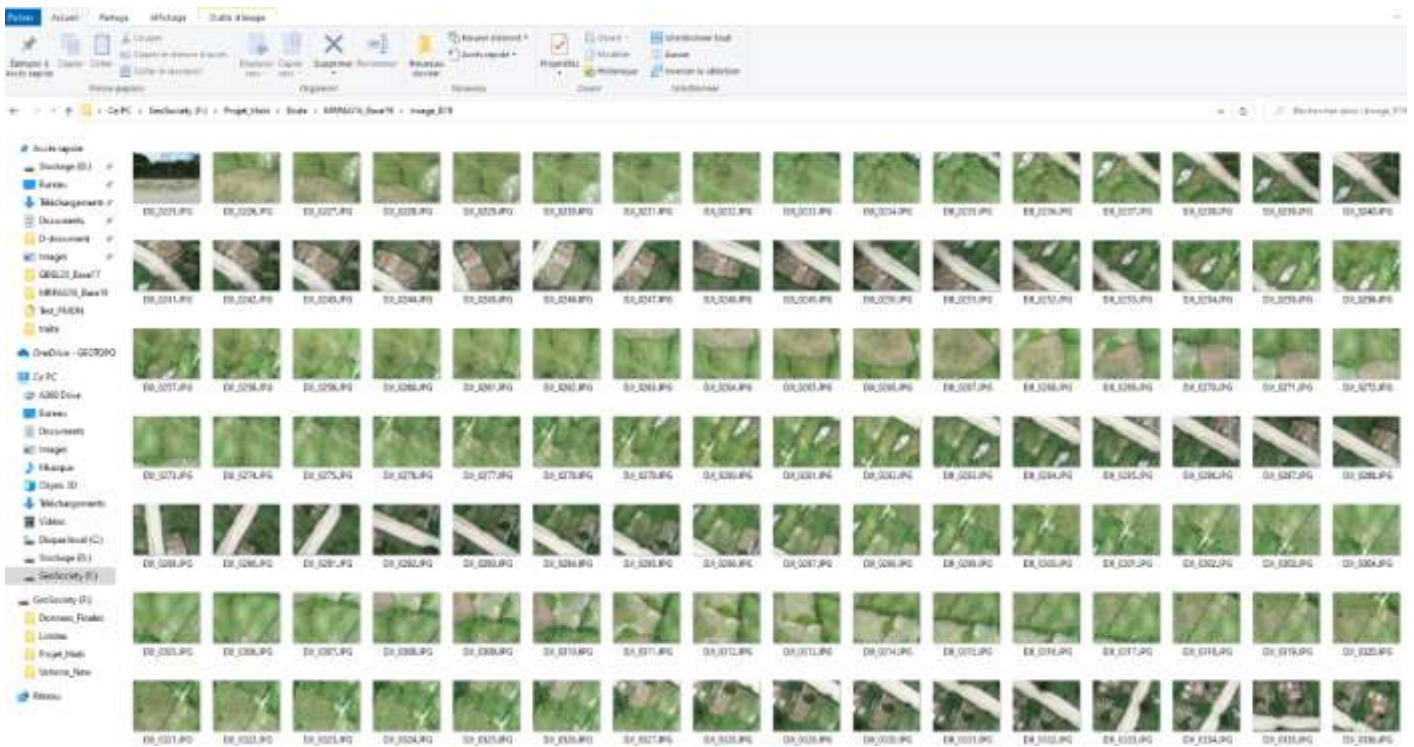
4.5 Traitement des données / Résultat

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).

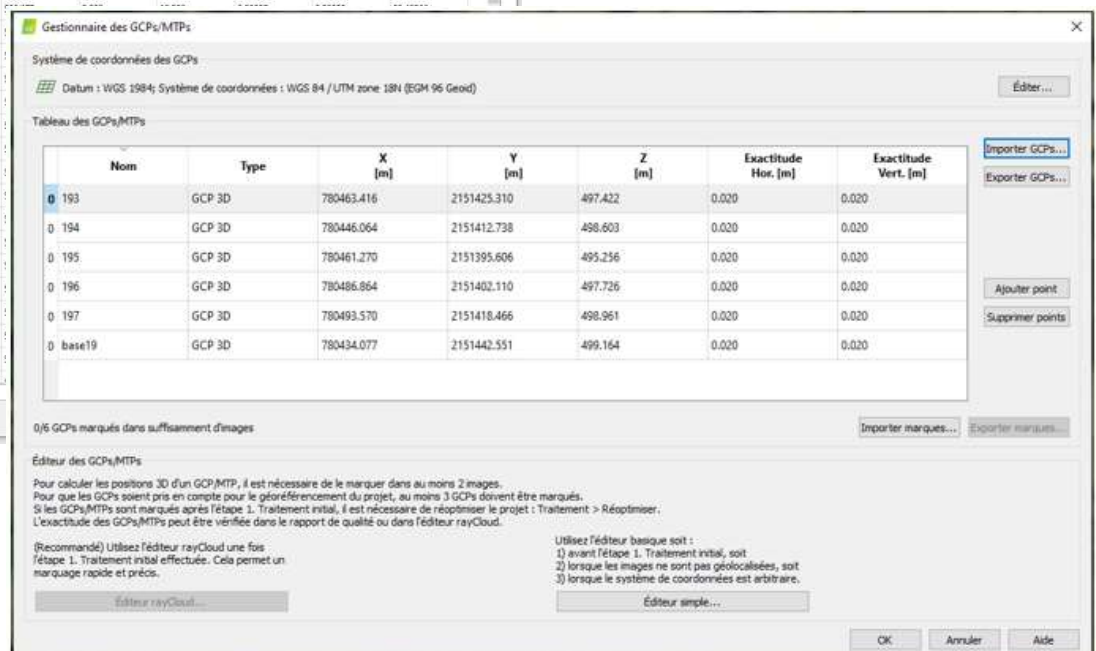
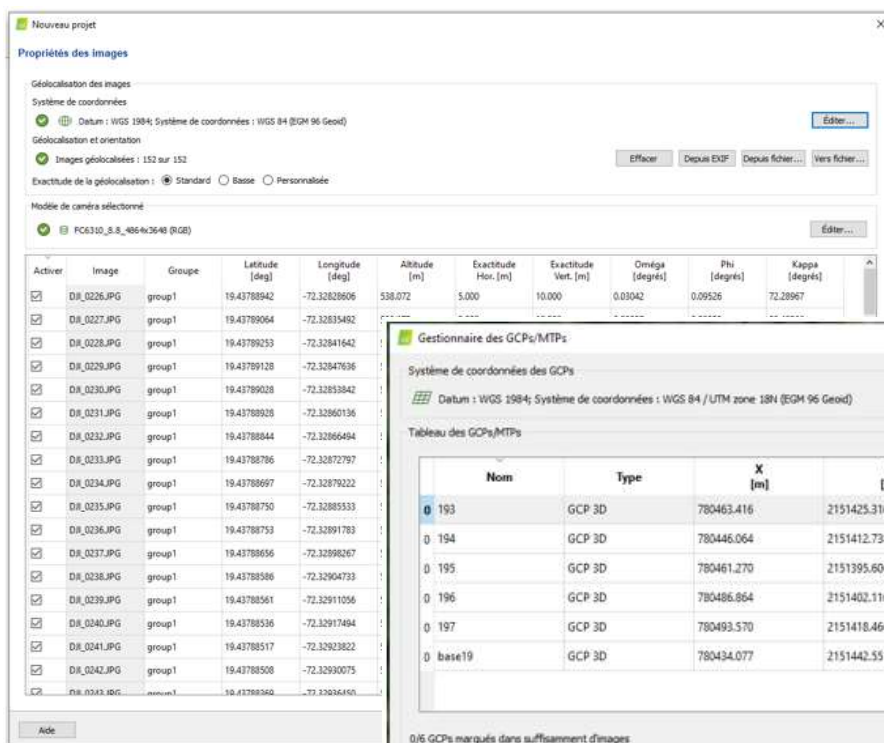
- Création du résultat via logiciel spécifique : chaque relevé est importé sur un ordinateur, puis paramétré selon les besoins. Et lancement du calcul pour obtention d'un orthophotoplan, etc.
- Remise du Résultat final.

V. Import et Traitement des données dans Pix4D Mapper

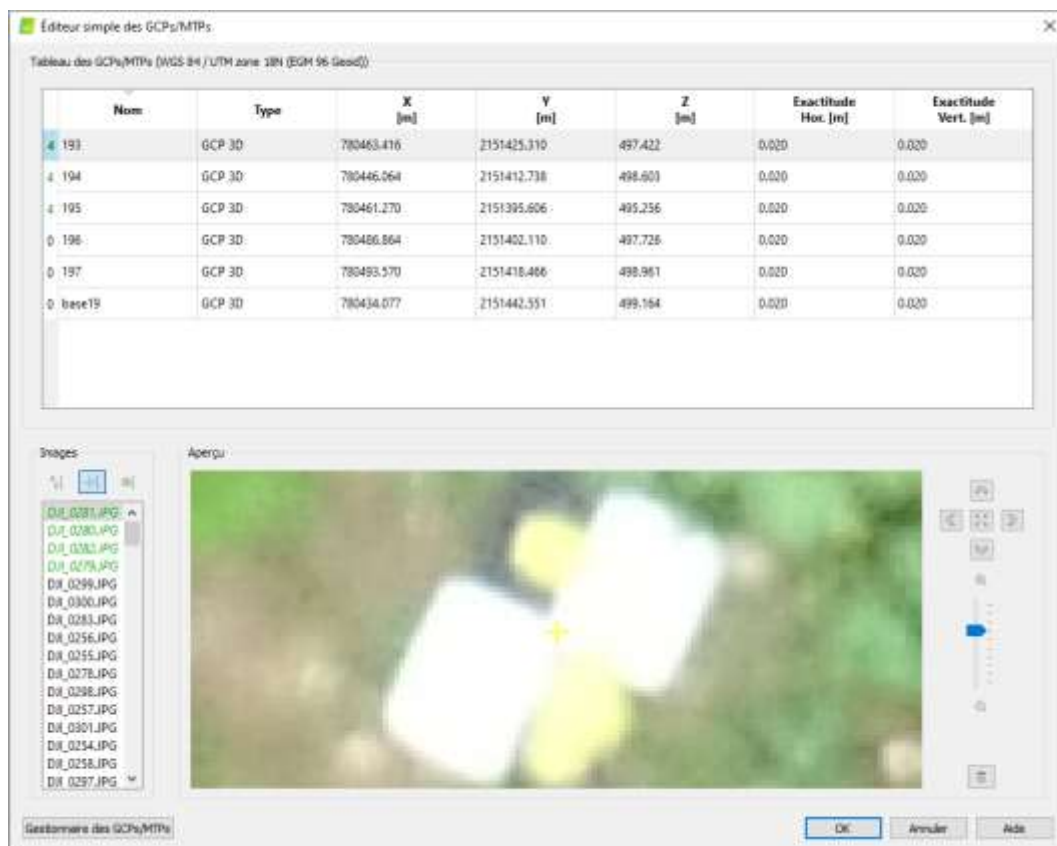
Chaque dossier image contient plus d'une centaine d'éléments par site. Le but est de déterminer les correspondances entre les pixels communs pour les assembler dans le bon système de coordonnées.



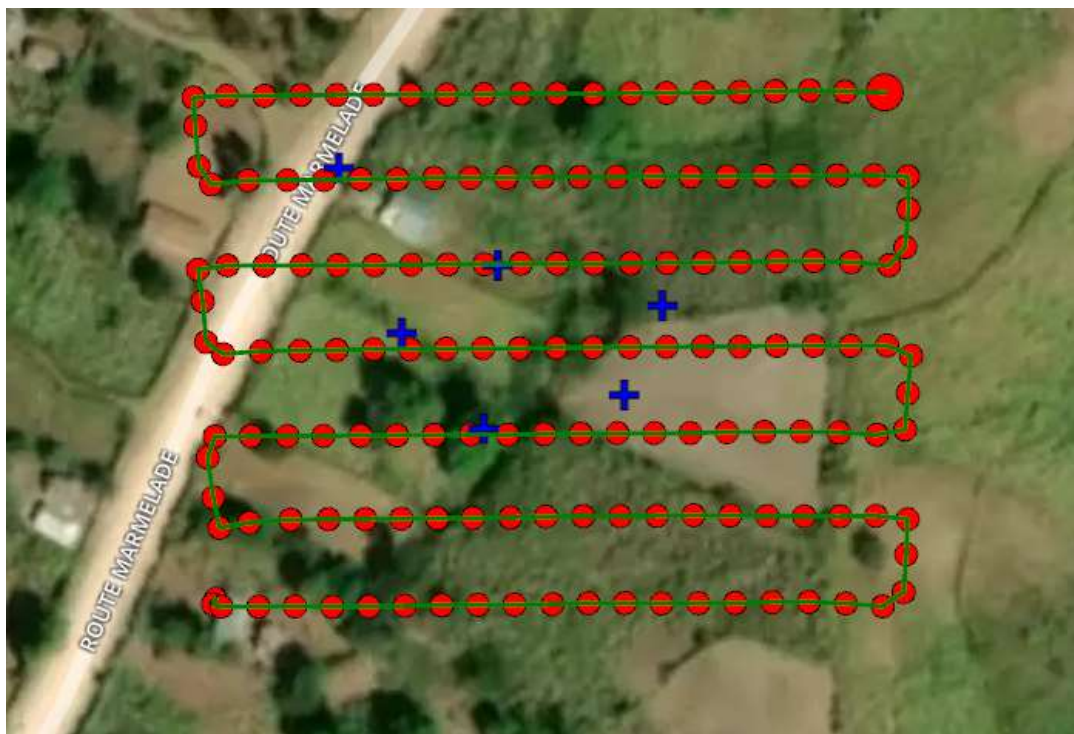
Les données images et les points de contrôle au sol, traités plus haut, sont importés dans Pix4D Mapper.



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.



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 ci-dessous :

Options de traitement

1. Traitement initial

2. Nuage de points et maillage

3. MNS, orthophoto et indices

Ressources et notifications

MNS et orthophoto Résultats additionnels Calculateur d'indices

Résolution

☒ Automatique
1 x GSD

☐ Personnalisée
1 cm/pixel

Filtres MNS

☒ Filtrer le bruit

☒ Lisser les surfaces

Type : Lisse

Raster MNS

☒ GeoTIFF

Méthode : Pondération inverse à la distance

☒ Fusionner les tuiles

Orthophoto

☒ GeoTIFF

☒ Fusionner les tuiles

☒ GeoTIFF sans transparence

☒ Tuiles Google Maps et KML

Options en cours : M_autre

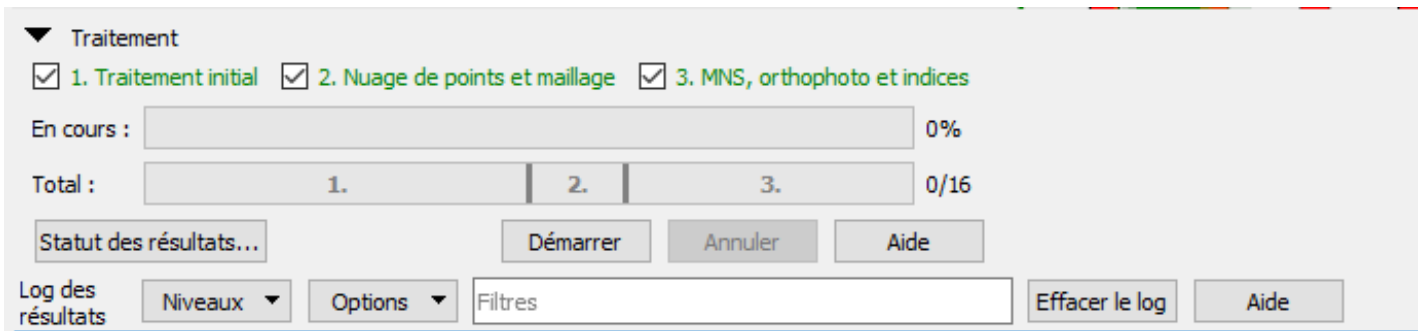
Charger modèle Sauver modèle Gérer modèles...

☒ Avancé

OK Annuler Aide

5.1 Étapes de traitement préliminaire « Traitement initial »

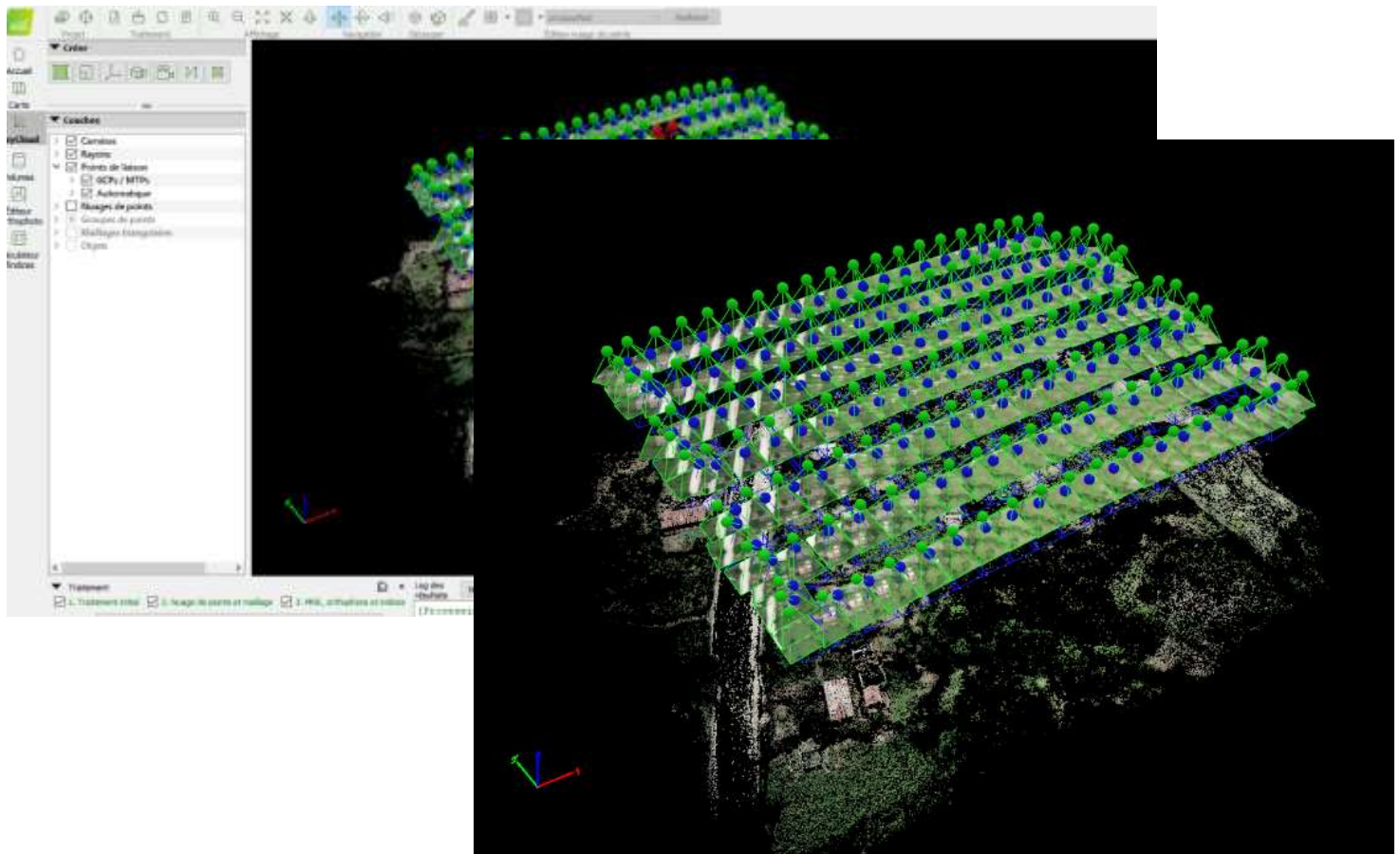
Cette section décrit les trois étapes du traitement avec Pix4Dmapper.



Dans cette étape, les images et les fichiers d'entrées 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 épars.



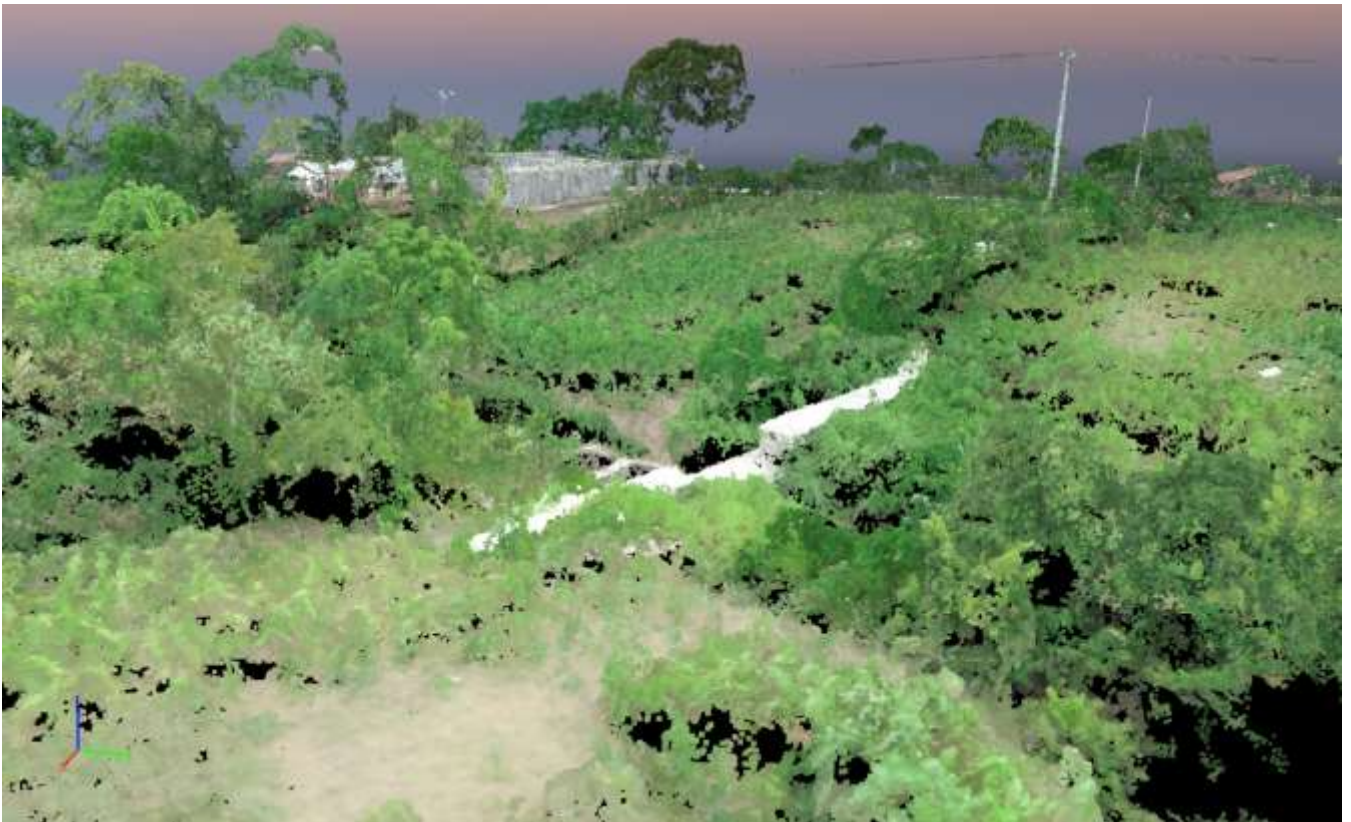
Des points d'attaches automatiques sont créés au cours de cette étape. Ces points sont la base pour les prochaines étapes de traitement.

5.2 Nuage de points et Maillage 3D

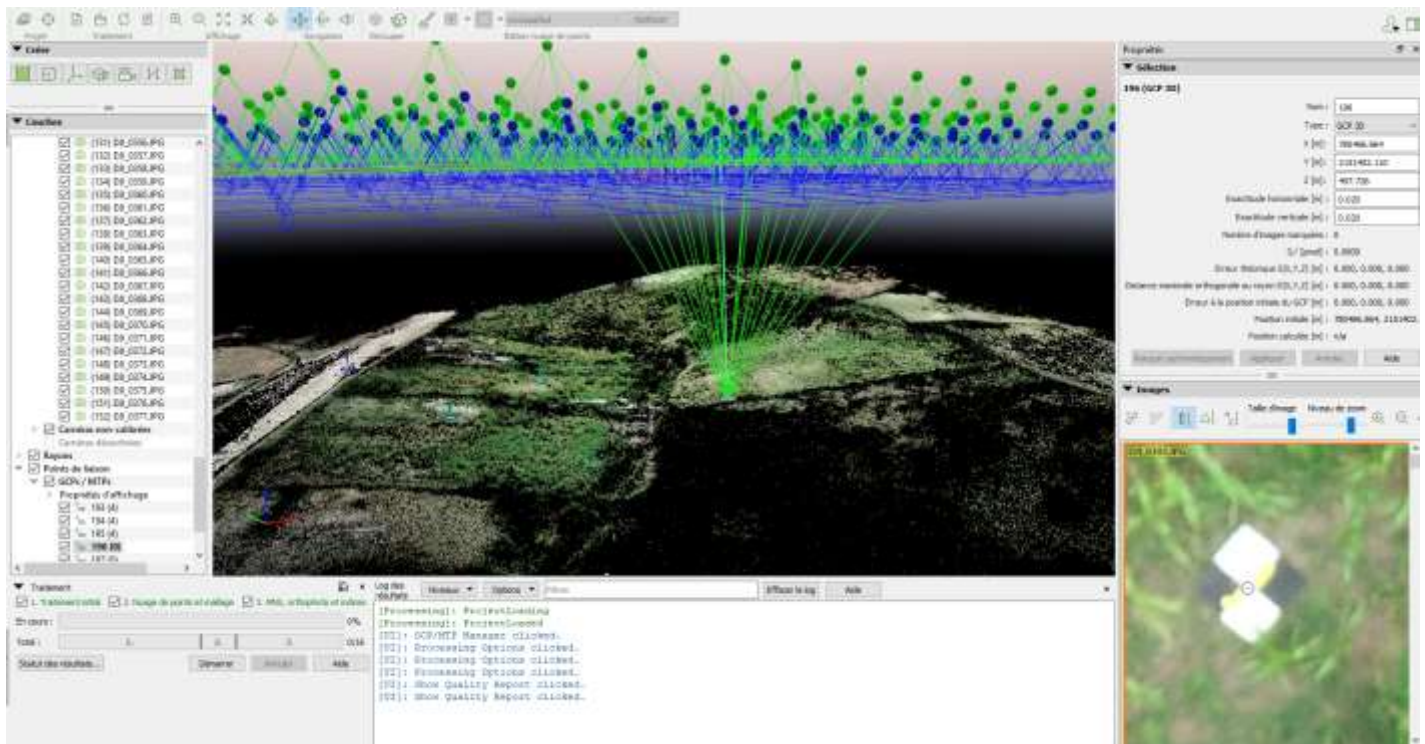
Cette étape va se servir des points d'attache automatiques pour :

- La Densification de points : des points d'attache supplémentaires sont créés en fonction des points d'attache automatiques, ce qui crée 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 « épars » 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 de qualité - Rapport

Support en ligne

Quality Report

Generated with Pix4Dmapper version 4.6.1 Preview

Important: Click on the different icons for:

- Help to analyze the results in the Quality Report
- Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	Rapport
Processed	2020-11-20 19:43:16
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_4864x3648 (RGB)
Average 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

☒ Afficher automatiquement après le traitement **Fermer**

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.

Rapport de qualité - Rapport

Support en ligne

Bundle Block Adjustment Details

Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	2978199
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	1071442
Mean Reprojection Error [pixels]	0.243

Internal Camera Parameters

FC6310_8.8_4864x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 11.407 [mm] x 8.556 [mm]

EXIF ID: FC6310_8.8_4864x3648

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3666.955 [pixel] 8.600 [mm]	2432.001 [pixel] 5.704 [mm]	1823.999 [pixel] 4.278 [mm]	0.004	-0.017	0.019	-0.000	0.000
Optimized Values	3620.761 [pixel] 8.492 [mm]	2419.443 [pixel] 5.674 [mm]	1832.708 [pixel] 4.298 [mm]	-0.003	-0.022	0.021	-0.001	-0.000
Uncertainties (Sigma)	13.556 [pixel] 0.032 [mm]	0.302 [pixel] 0.001 [mm]	0.188 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000

☒ Afficher automatiquement après le traitement Fermer

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.

Rapport de qualité - Rapport

Support en ligne

Geolocation Details

Ground Control 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		

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

Absolute Geolocation Variance

☒ Afficher automatiquement après le traitement Fermer

5.3 MNS, Orthomosaïque et Indice

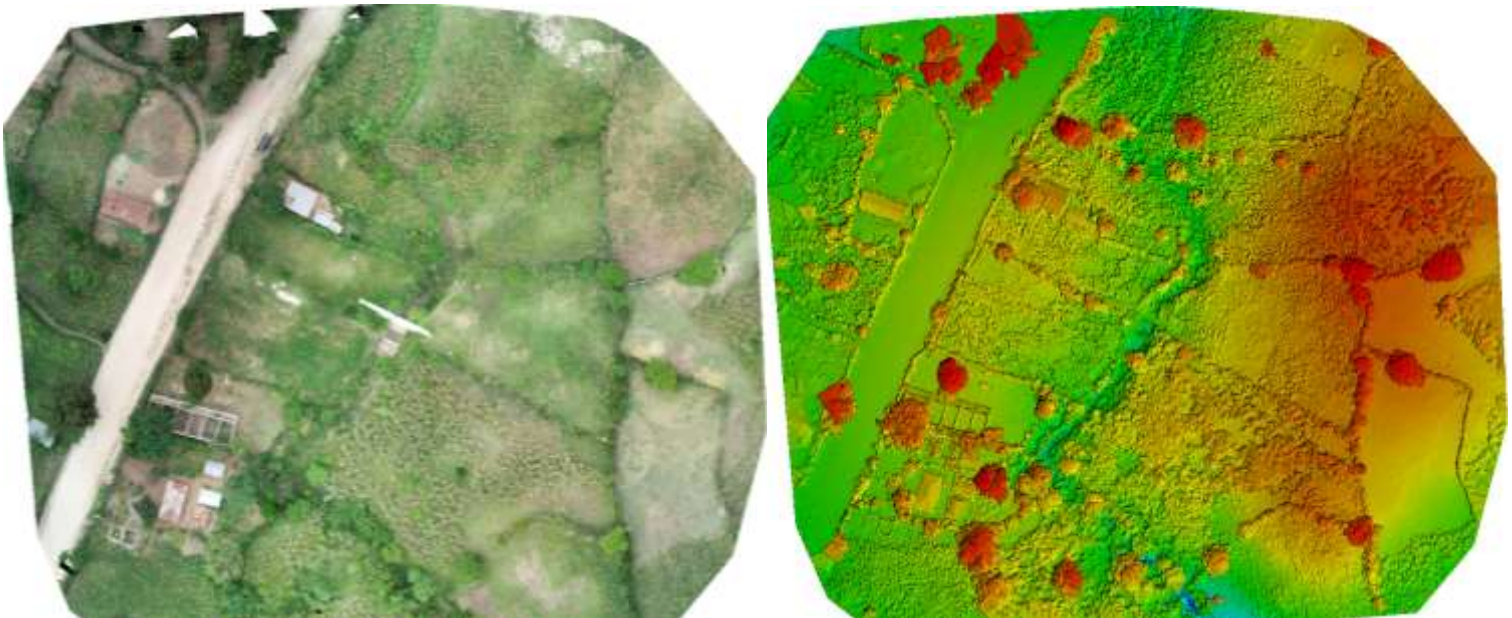
Cette étape permet la création de :

- 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

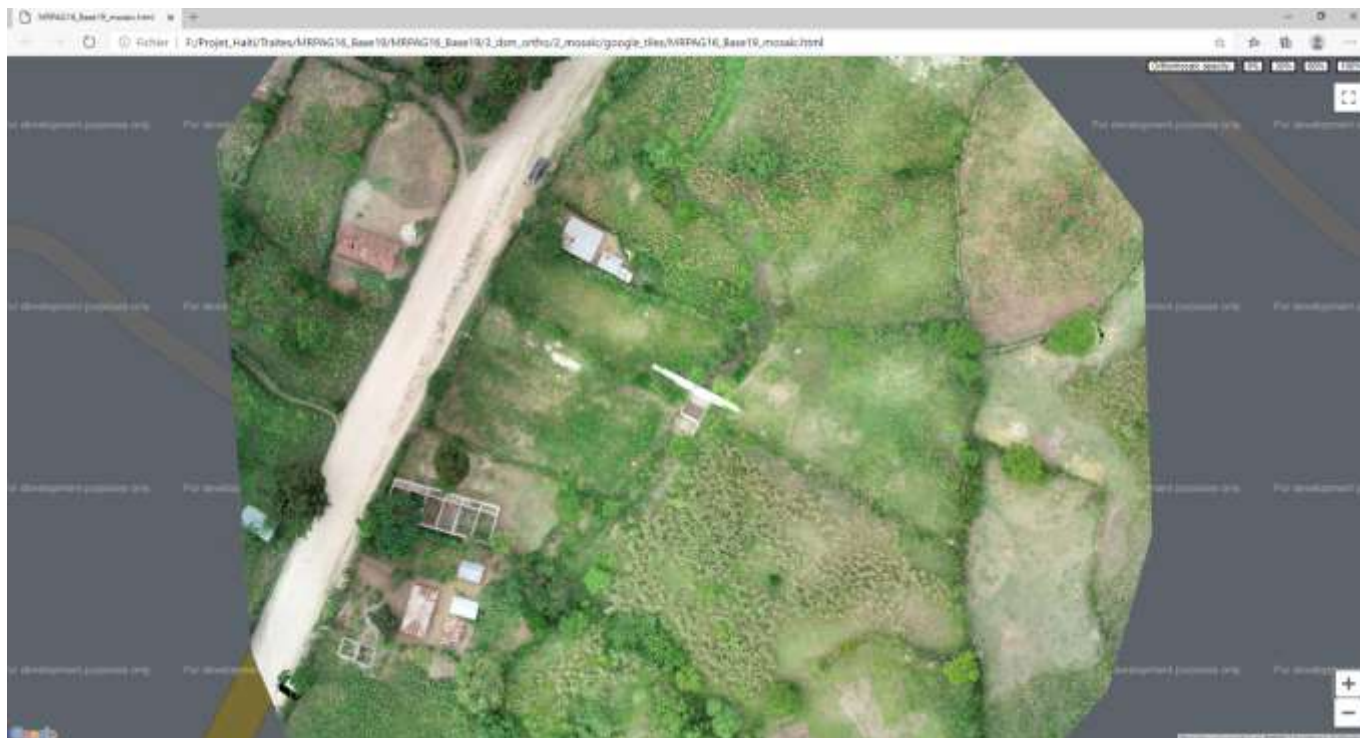
L'orthophoto créée est importée dans un premier temps dans Trimble Business Center pour vérifier la correspondance avec les points de contrôle au sol.



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 groupware 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 : <https://drive.devcrafting.com/s/sman3g7QDsqrMwi>

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

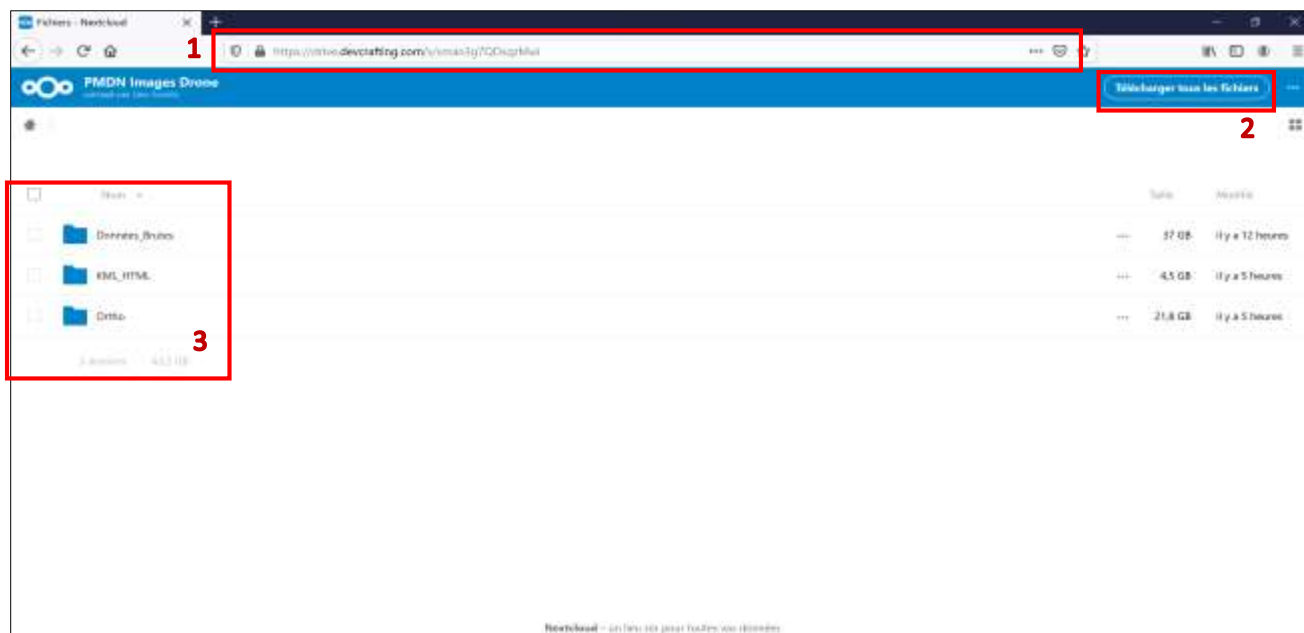


- b- Il faut à présent saisir le mot de passe fourni par la société Geo SOCIETY qui est le suivant : **PMDN2020**

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



c- La page ci-dessous s'ouvre :



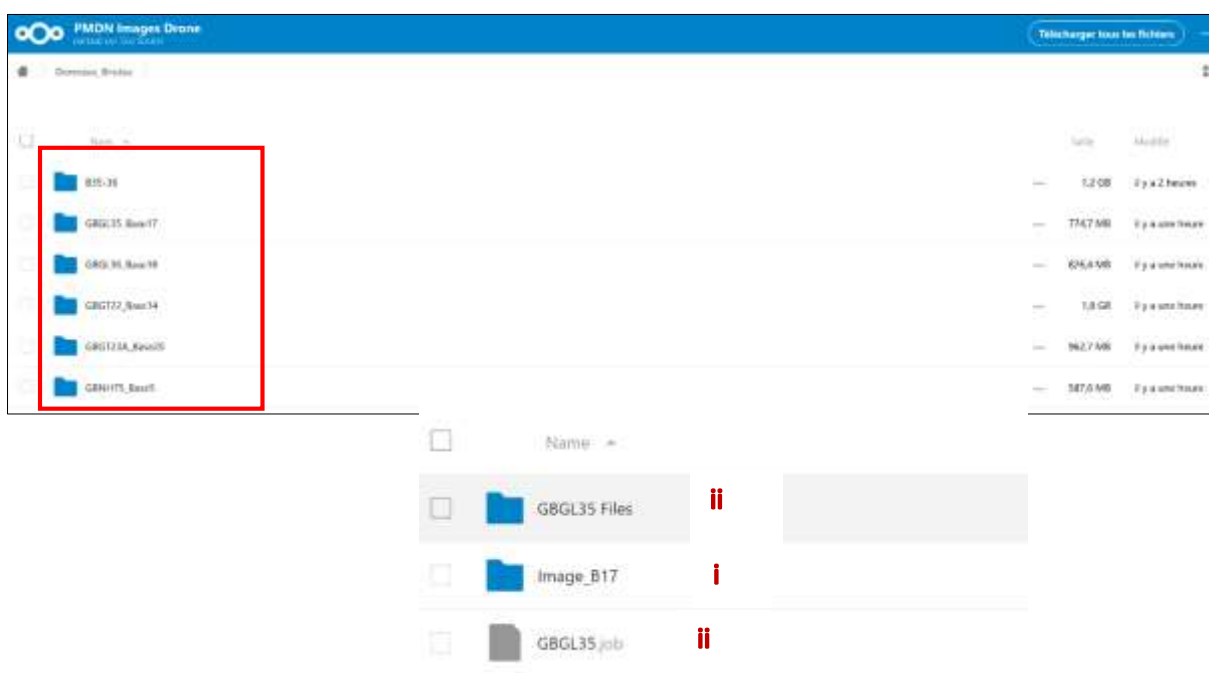
1 correspond à l'adresse URL permettant d'accéder aux données.

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.

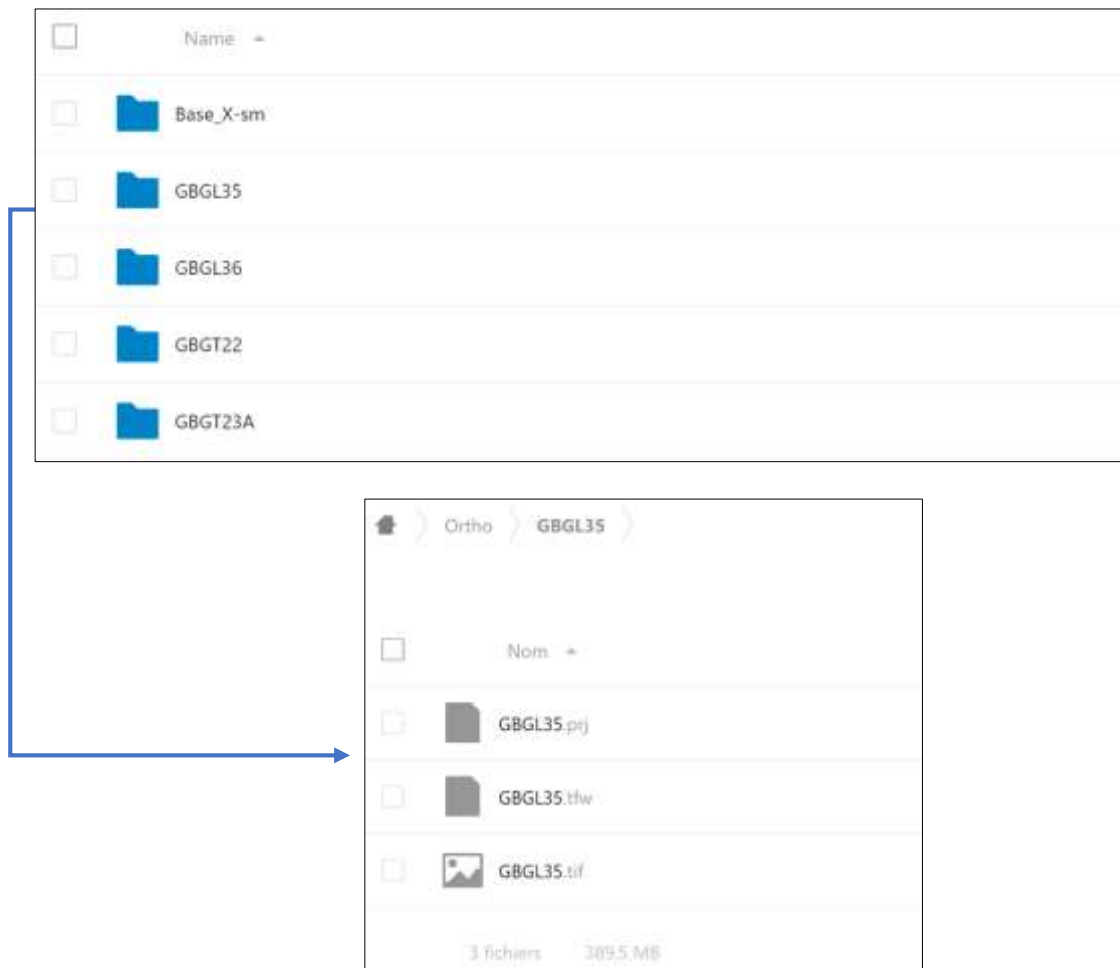


i : Fichier d'images

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.



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 :

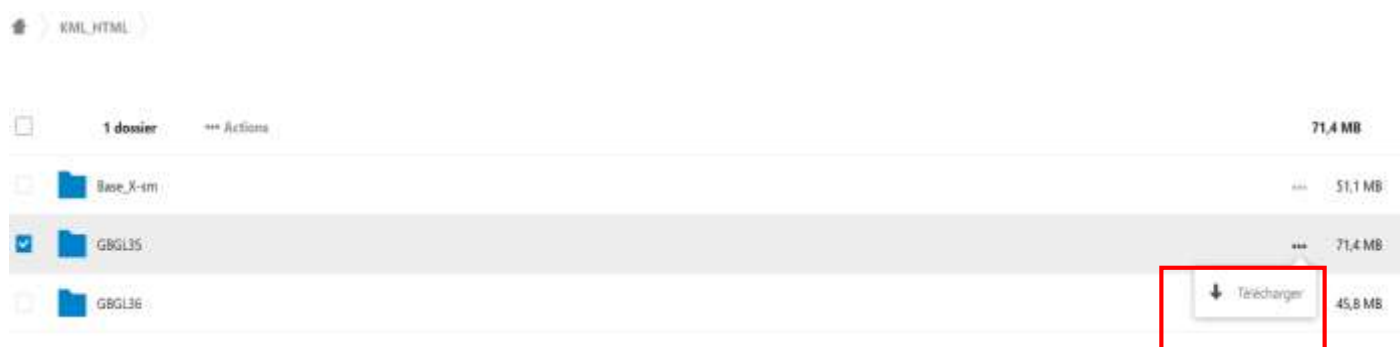
a- Cliquer sur le nom du répertoire KML_HTML :



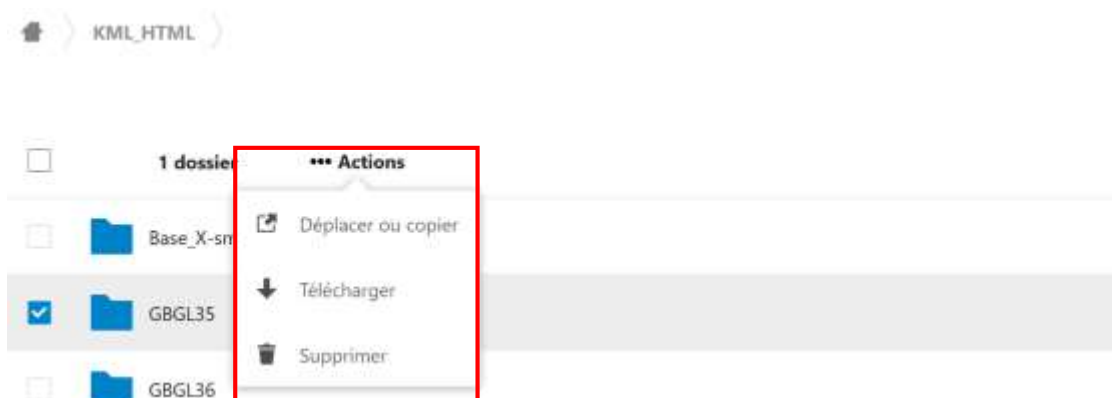
b- Cliquer sur une ou plusieurs cases à cocher pour sélectionner les données à télécharger :



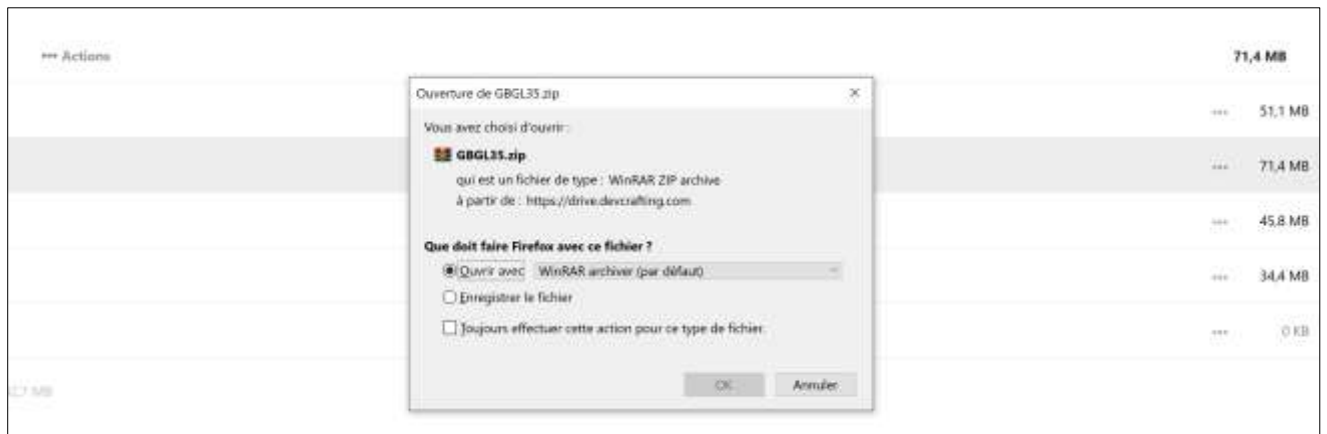
c- Cliquer ensuite sur les 3 points ... puis sur Télécharger pour lancer le téléchargement :



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



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

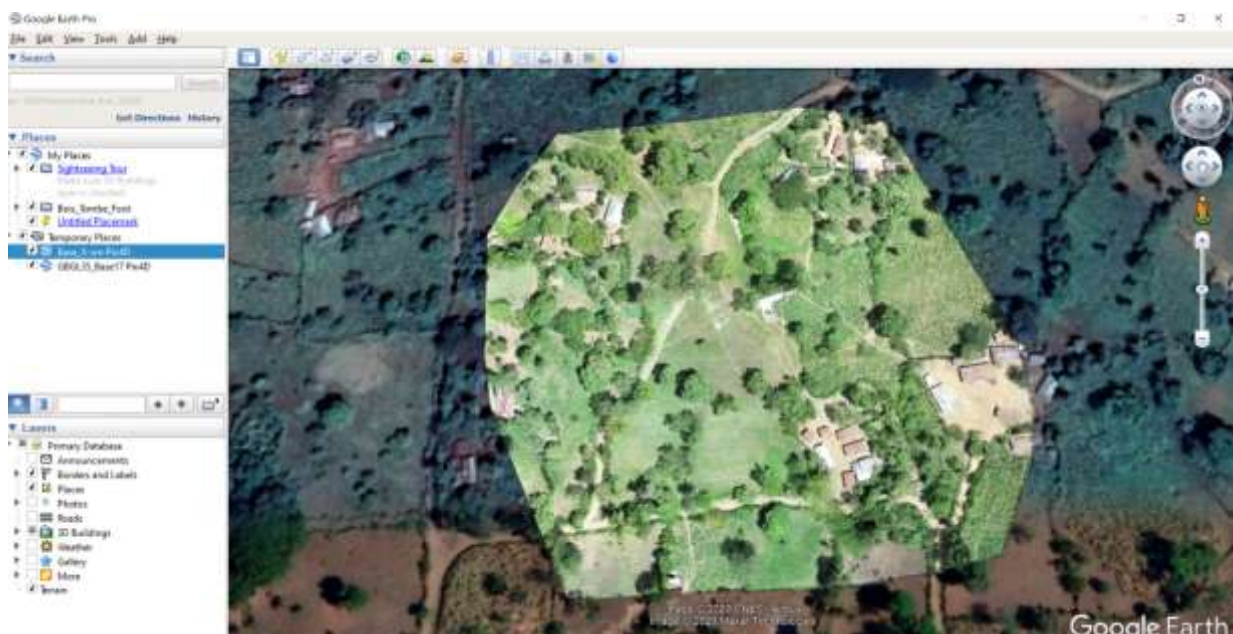


- e- Après décompression, on obtient les éléments sur l'image ci-dessous :

☐ Name	Date modified	Type	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	
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 Google Earth.

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





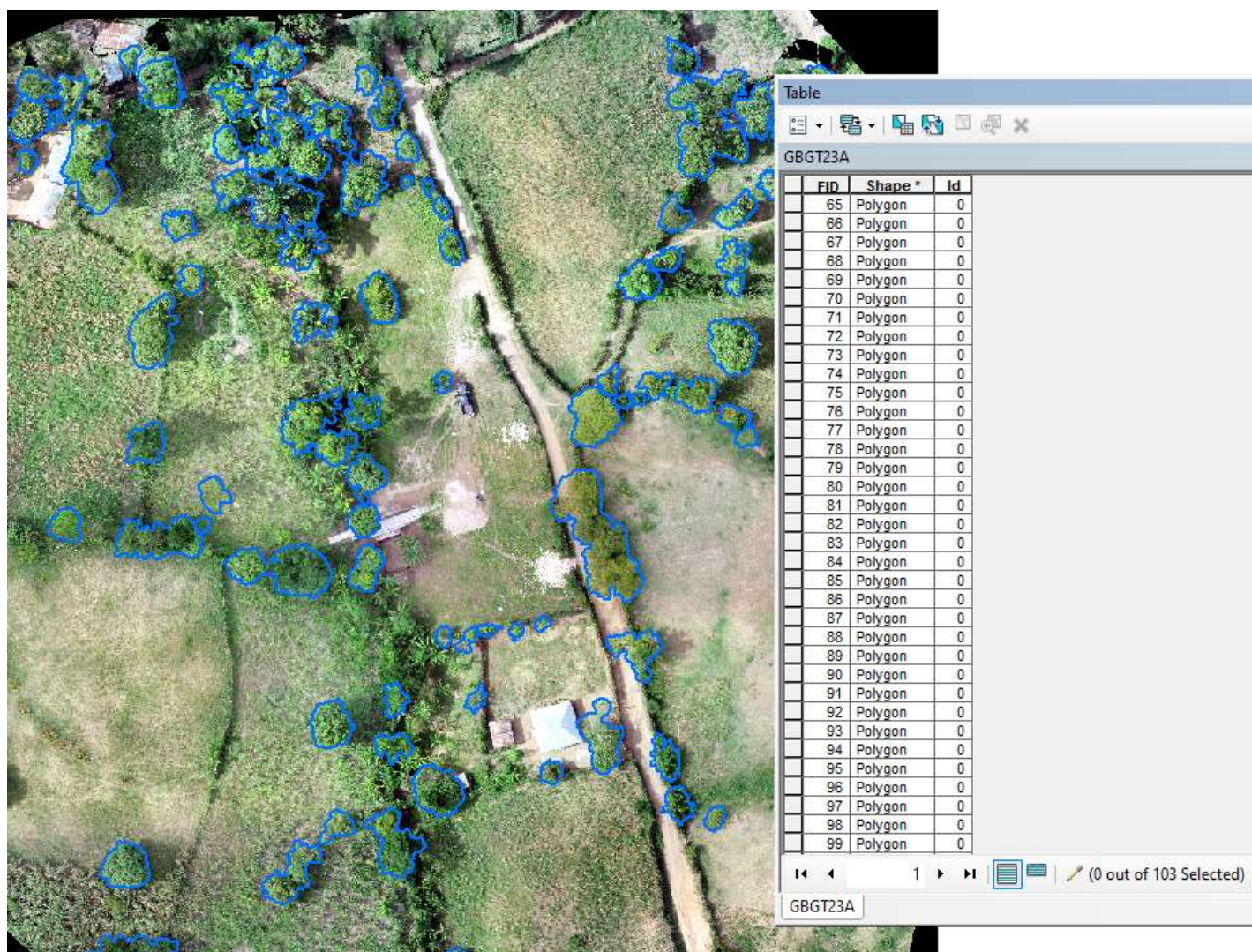
Note importante : il est obligatoire de télécharger le dossier complet pour l'ouvrage choisi pour pouvoir visualiser l'ortho-image. Le fichier kml seul ne permet pas de visualiser l'image car les données sont principalement stockées dans les dossiers nommés par un nombre.

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.

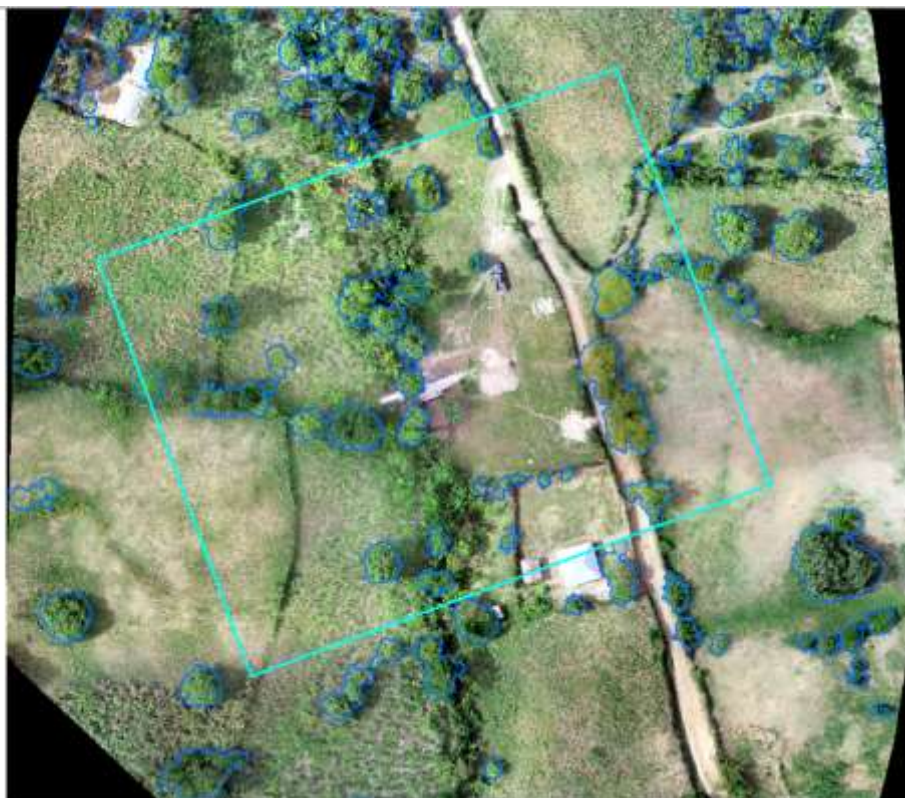
- Pour certains sites, après numérisation, le comptage se fait tout simplement en évaluant le nombre d'attributs présents dans la table de la couche dans ArcMap. Cette méthode est possible parce que la couverture arborée au voisinage de l'ouvrage est peu dense. C'est le cas sur les images ci-dessous,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



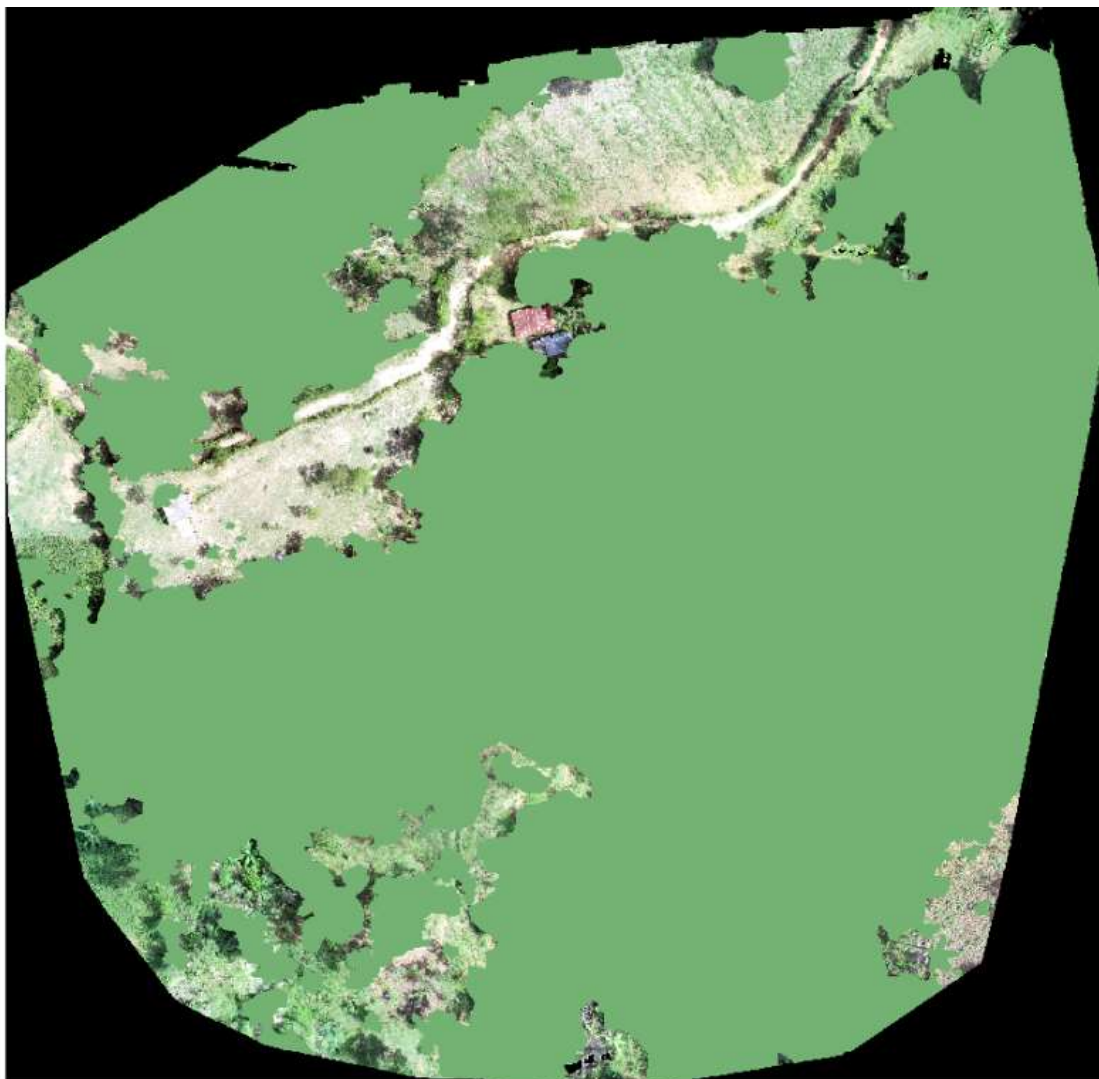
Les couches numérisées sont également livrées avec les données images. Elles sont disponibles en format Shape.



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 dense 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.

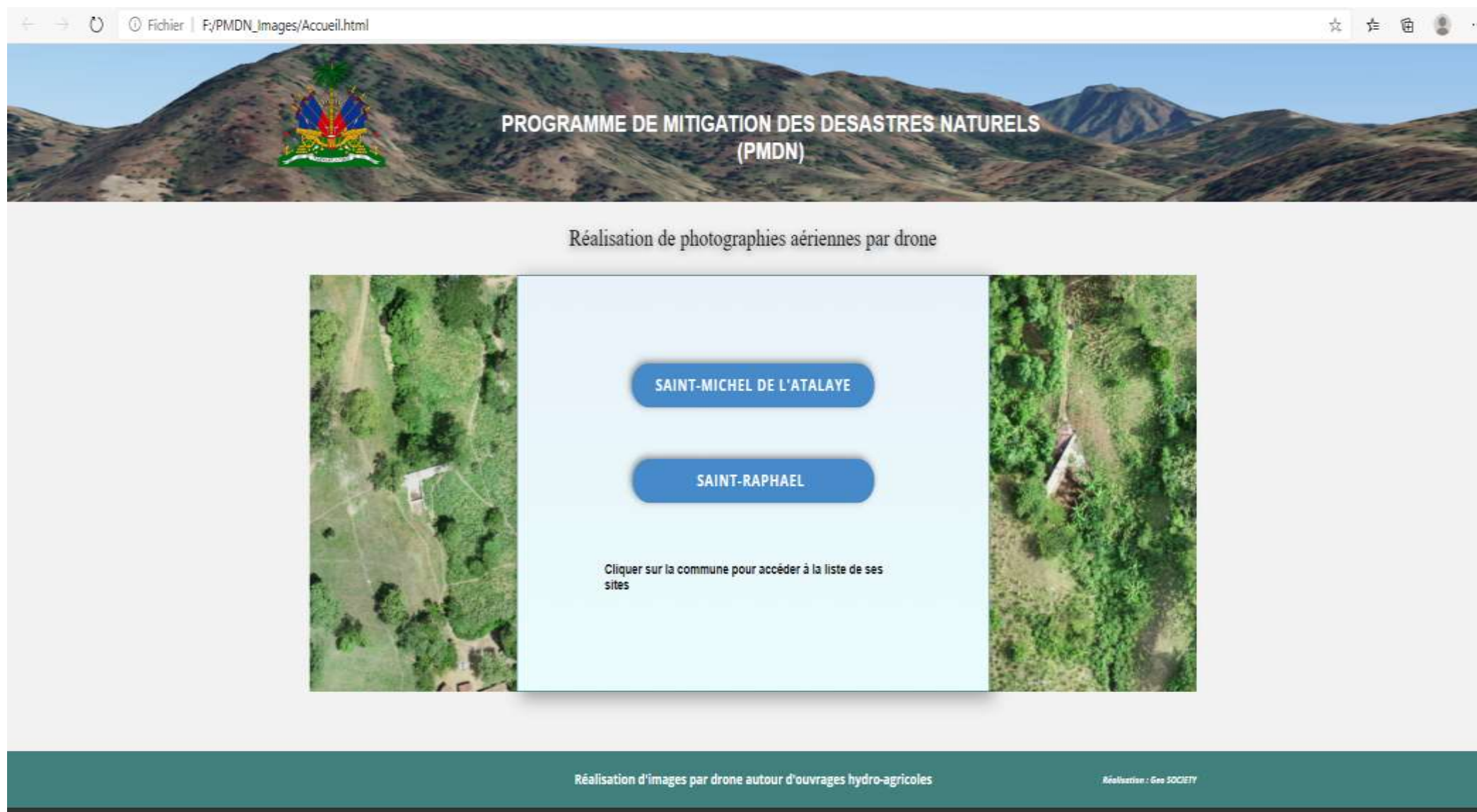


VIII. Diffusion sur le serveur du PMDN

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.



← → ↻ Fichier | F:/PMDN_Images/Saint-Michel.html ☆ ☆



PROGRAMME DE MITIGATION DES DESASTRES NATURELS (PMDN)

Saint-Michel de l'Atalaye : liste des sites

[ACCUEIL](#)

BASE_X	GBP100	MRGB057	MRMK046	MRNM027
GBGL35	GBP100-5'	MRBJO49 GBP117	MRMO27_1	MRPAG16
GBGL36	GBTK30 GBGT31	MRJL060	MRMO27_2	MRLD051
GBGT22	MRAS88	MRLM033	MRNH79	MRPM071
GBGT23A	MRDO49	MRLM034	MRNH81	MRRM039

Cliquer sur un code pour ouvrir l'ortho-photo du site

[SUIVANT →](#)

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

Réalisation : Gee SOCIETY

