

# RO Haïti

## Cartographie des sentiers

### Parc Macaya

Rapport préliminaire - Juillet 2019

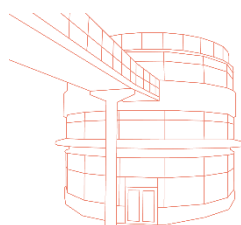
**Robin Faivre**

Service Régional de Traitement  
d'Image et de Télédétection

Plateforme du Laboratoire ICube

Parc d'Innovation - 300 Bd Sébastien Brant  
67412 Illkirch Graffenstaden

<http://sertit.u-strasbg.fr>



## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduction.....                          | 3  |
| Contexte .....                                | 3  |
| Principe de l'étude.....                      | 3  |
| 2. Aire d'intérêt et données utilisées.....   | 4  |
| Zone d'étude.....                             | 4  |
| Source des données images.....                | 5  |
| Qualité des données images.....               | 6  |
| 3. Cartographie des sentiers.....             | 7  |
| 4. Conclusion .....                           | 9  |
| 5. Recommandations techniques .....           | 9  |
| Annexe A: Fichiers attachés à ce rapport..... | 10 |
| Vecteurs.....                                 | 10 |
| Produits.....                                 | 11 |

## 1. INTRODUCTION

### Contexte

Le 4 octobre 2016 l'ouragan Matthieu a frappé le sud-ouest d'Haïti, le premier ouragan de catégorie 4 à frapper Haïti depuis l'ouragan Cleo en 1964. Avec plus de 1 300 vies perdues dans les Caraïbes dont plus de 1 000 vies perdues en Haïti, l'ouragan a été le plus mortel à frapper dans les Caraïbes depuis Jeanne en 2004. L'impact de Matthieu sera durable. Alors que les inondations ont causé des dommages considérables et des pertes en vies humaines, l'impact principal a été ressenti par le vent, qui dans certaines régions a détruit plus de 95% des bâtiments et a complètement détruit les arbres et l'agriculture. En outre, des dommages environnementaux généralisés se sont produits. Il convient de noter que la zone la plus touchée a la plus grande concentration d'aires naturelles protégées en Haïti.

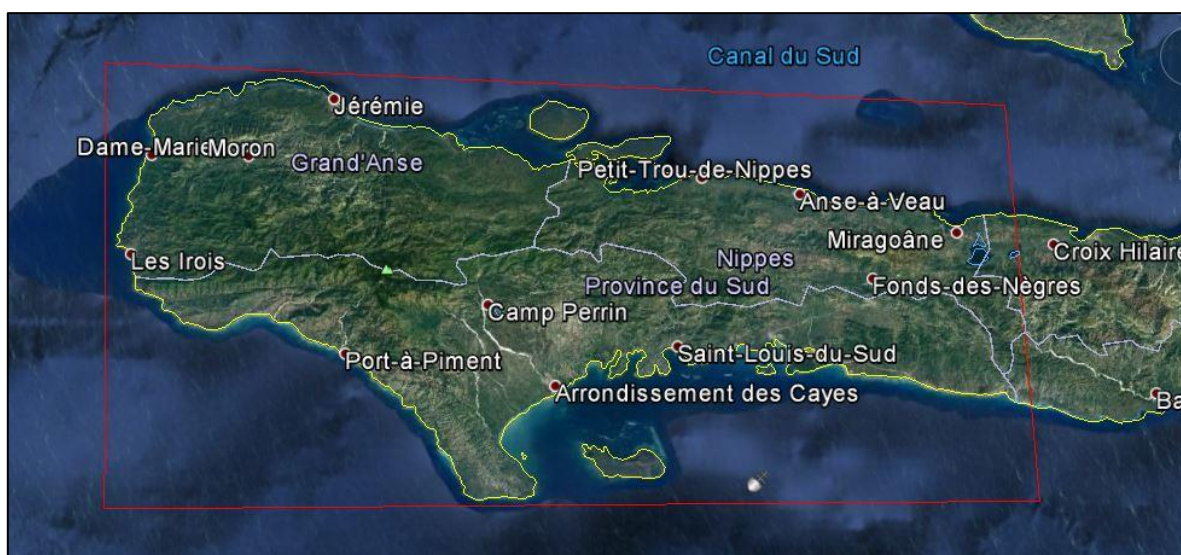


Figure 1 : Zone du Recovery Observatory en Haïti (© Google Earth).

### Principe de l'étude

Le but de cette étude est de réaliser, suite à la demande de la Banque Interaméricaine de Développement (BID – IABD), un inventaire des sentiers visibles au sein du Parc Macaya en 2018 à partir des données satellites optiques très haute résolution spatiale (i.e. Pléiades 0,5m) disponibles dans le cadre du Recovery Observatory. Dans un premier temps, cet inventaire est effectué dans un rayon de 1000 mètres autour des cabanes de surveillance implantées par l'UGP Macaya en 2018.

Les localisations de cinq cabanes ont été transmises pour les besoins de cette étude. Cependant, en raison du couvert nuageux important dans le secteur tout au long de l'année, deux cabanes et leurs alentours sont partiellement masqués sur les images disponibles. Seules les cabanes d'An Miel, Grande Plaine et Poucine ont été traitées.

## 2. AIRE D'INTERET ET DONNEES UTILISEES

L'emprise de la zone d'étude, ainsi que les données utilisées pour réaliser ce travail, sont détaillées ci-dessous.

### Zone d'étude

La zone d'étude est localisée au sein de l'aire protégée du Parc Macaya, une aire protégée située dans le massif montagneux de la Province du Sud, à cheval sur les départements de la Grand'Anse et du Sud. Le parc national Macaya est situé dans le massif de la Hotte et s'étend sur les mornes Formond et Macaya, sur une superficie de 10 230 ha. La Figure 2 présente la localisation des cabanes implantées par l'UGP Macaya, et qui font l'objet de cette étude.

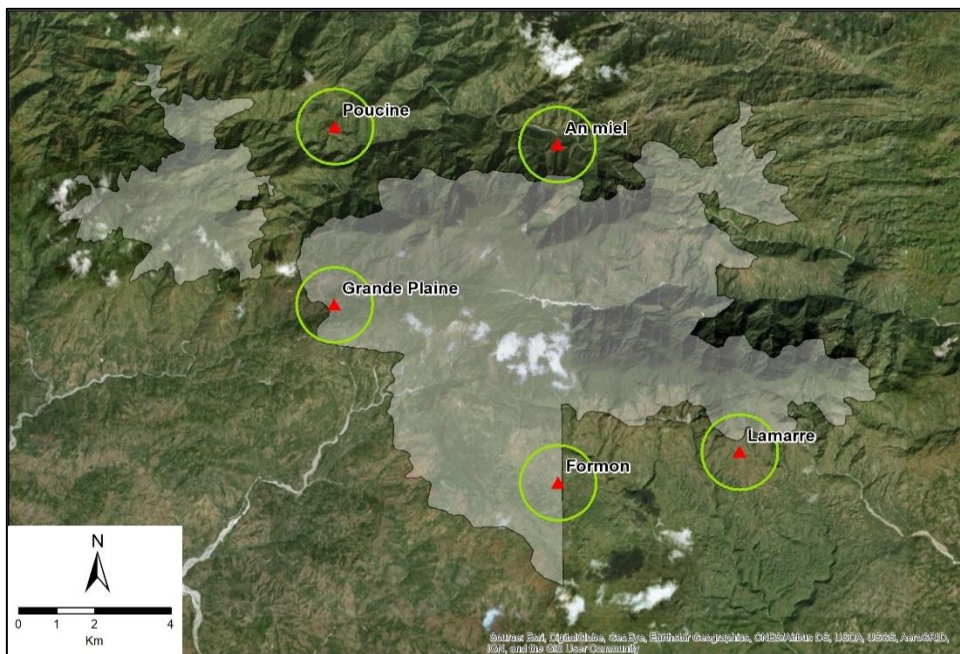


Figure 2: Carte de localisation des cabanes de surveillance.

Initialement, ce travail devait être effectué sur cinq cabanes établies en 2018. Toutefois, la présence de nuages et de leurs ombres associées sur deux d'entre elles, ne permet pas leur analyse. Ainsi, l'étude préliminaire sur la reconnaissance et la cartographie des sentiers au sein du Parc Macaya porte sur trois d'entre elles. Les cabanes d'An Miel, Poucine et de Grande Plaine, sont situées au nord-ouest des limites de la grande protégée du Parc. Les cabanes de Formon et Lamarre, situées aux limites sud, sont donc écartées de cette analyse.

Pour chaque cabane, la zone d'étude est centrée sur le point correspondant fourni par l'UGP Macaya, et s'étend de manière concentrique dans la limite d'un rayon de 1000 mètres. L'aire d'analyse est alors de 3,14km<sup>2</sup> par cabane, soit un total de 9,42 km<sup>2</sup> pour l'ensemble de l'étude (i.e. 3 cabanes).

## Source des données images

Ce travail nécessite avant tout de disposer d'images optiques multi-spectrales à très haute résolution spatiale permettant de couvrir l'ensemble du Parc Macaya. Dans le cas présent, nous disposons de (Figure 3) :

- une image Pléiades acquise le 15 juin 2018 (partie nord).
- une image Pléiades acquise le 15 juin 2018 (partie ouest).
- une image Pléiades acquise le 1er décembre 2018 (partie centrale).
- la couverture ortho-photographique aérienne réalisée sur l'ensemble du pays en 2014. Ces images sont déjà assemblées (mosaïquées), et présentent une résolution spatiale de 25 cm. Elle est utile afin de contrôler la présence ou non de sentiers à une date antérieure, en cas de doute lors de l'interprétation des images 2018.

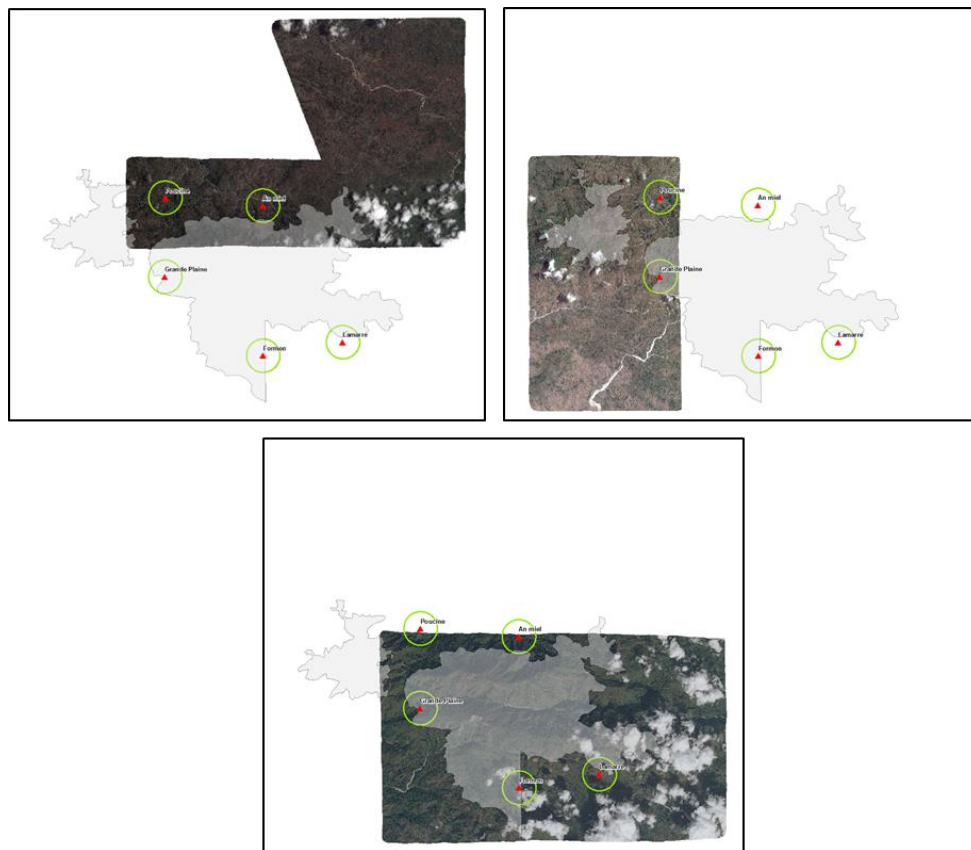


Figure 3: Aperçu des images Pléiades utilisées dans cette étude.

La Table 1 présente les caractéristiques techniques de la mission Pléiades. Il est à noter que les bandes panchromatiques et multi-spectrales des images Pléiades sont fusionnées à 70cm, à l'aide d'un algorithme de fusion bayésienne, puis ré-échantillonnées à 50cm. Les données sont ensuite ortho-rectifiées en utilisant un modèle RPC, ainsi que le modèle numérique de terrain Lidar 2014, mais avec une prise de points d'appui manuelle à partir de l'ortho-photographie, afin de mieux corriger les déformations géométriques importantes dues au relief. Le système de référence spatiale est WGS84 UTM Zone 18N.

Table 1: Caractéristiques de la mission Pléiades.

|                                |   |                |
|--------------------------------|---|----------------|
| Nombre de satellites           | 2   |                |
| Date de lancement              | Pléiades 1A : 17 décembre 2011<br>Pléiades 1B : 01 décembre 2012    |                |
| Fréquence de revisite possible | 2 à 3 jours, considérant les deux satellites<br>(angle jusqu'à 30°) |                |
| Bandes                         | Longueur d'onde ( $\mu\text{m}$ )                                   | Résolution (m) |
| Panchromatique                 | 0.470 – 0.830   | 0,7 m          |
| Bande 1 - Bleu                 | 0.430 – 0.550   | 2,8 m          |
| Bande 2 - Vert                 | 0.500 – 0.620   | 2,8 m          |
| Bande 3 - Rouge                | 0.590 – 0.710   | 2,8 m          |
| Bande 4 – Proche-infrarouge    | 0.740 – 0.940   | 2,8 m          |

Concernant la couverture ortho-photographique, aucune caractéristique technique n'a encore été communiquée à l'heure actuelle. Les données sont composées de trois bandes spectrales dans le domaine du visible (bleu, vert, rouge), présentent une taille de pixel de 25 cm et sont projetées selon la référence spatiale WGS84 UTM Zone 18N.

### Qualité des données images

La qualité, tant radiométrique que géométrique, des images utilisées peut fortement varier. En plus de l'aspect subjectif du processus de photo-interprétation, une mauvaise qualité des données peut considérablement complexifier la tâche, et diminuer la fiabilité des informations extraites. La présence d'un fort relief sur l'ensemble de la péninsule impacte aussi très fortement la qualité de l'imagerie. Les forts gradients altitudinaux impliquent des effets d'étirement et de compression de l'image (déformations géométriques) lors du processus d'ortho-rectification.

De plus, les conditions d'illuminations deviennent très limitantes dans ce contexte montagneux. L'acquisition réalisée le 1<sup>er</sup> décembre 2018 présente des ombres portées très importantes dues au relief. De nombreuses zones sont impactées, et malgré une tentative de rehaussement de la dynamique de l'image, l'interprétation visuelle n'est pas toujours aisée, voire impossible. De plus, la présence de nébulosité sur cette image ne permet pas de mener l'étude sur les cabanes de Formon et Lamarre.

Néanmoins, la qualité des images Pléiades est relativement acceptable. Celles-ci présentent un angle de prise de vue convenable ( $\leq 15^\circ$  dans le cas présent), ainsi qu'une radiométrie relativement peu bruitée. Cependant, des déformations localement importantes dues au relief sont une fois de plus inévitables.

Du point de vue de l'interprétation thématique, l'utilisation d'images acquises en fin de saison sèche (i.e. celles datées du 15 juin 2018) permet non seulement de bénéficier de conditions d'éclairage optimales, mais aussi de mieux distinguer les sentiers de terre battue car la végétation au sol est moins vigoureuse, et donc moins couvrante.

Concernant la couverture ortho-photographique de 2014, la qualité image n'est pas toujours homogène. On constate parfois des décalages importants sur les zones d'assemblage, ou encore des forts angles d'acquisition en limite d'image, ce qui traduit dans certains cas un manque de recouvrement (densité des prises de vue).



### 3. CARTOGRAPHIE DES SENTIERS

La cartographie des sentiers est réalisée à partir de l'analyse visuelle des images satellites acquises en 2018. Le travail de reconnaissance est effectué à l'échelle 1:1500 en moyenne, alors que la reproduction sous forme vectorielle est réalisée à l'échelle 1:1000.

En cas de doute sur la présence ou non d'un sentier, l'ortho-photo de 2014 est utilisée afin de lever toute ambiguïté. Bien que la résolution spatiale de 25 cm de la photographie aérienne soit optimale pour une reconnaissance plus exhaustive, il est certain que la différence de 4 ans entre les prises de vues ne permet pas de prendre une décision avec certitude totale, en raison de changements possibles. De plus, la couverture 2014 a été acquise en hiver et l'ombre portée des versants ne permet pas de voir convenablement les versants et vallées orientés au nord.

La nomenclature employée dans cette étude est relativement simple, puisqu'elle décrit uniquement le type d'élément qui a été représenté. La table attributaire de la couche vectorielle créée (de type polyligne) est ainsi simplement complétée du champ **Type** (Figure 4).

| Sentiers (2018) |     |          |          |             |         |
|-----------------|-----|----------|----------|-------------|---------|
|                 | FID | Shape *  | OBJECTID | SHAPE Leng  | Type    |
| ▶               | 0   | Polyline | 1        | 1776,472192 | Route   |
|                 | 1   | Polyline | 2        | 1218,683116 | Sentier |
|                 | 2   | Polyline | 6        | 239,655096  | Sentier |
|                 | 3   | Polyline | 7        | 138,994426  | Sentier |
|                 | 4   | Polyline | 8        | 224,322743  | Sentier |
|                 | 5   | Polyline | 9        | 121,265638  | Sentier |
|                 | 6   | Polyline | 10       | 197,928751  | Sentier |
|                 | 7   | Polyline | 11       | 140,729633  | Sentier |
|                 | 8   | Polyline | 12       | 86,156949   | Sentier |
|                 | 9   | Polyline | 13       | 1410,672469 | Sentier |
|                 | 10  | Polyline | 14       | 78,632292   | Sentier |
|                 | 11  | Polyline | 15       | 457,637033  | Sentier |
|                 | 12  | Polyline | 16       | 346,540915  | Sentier |
|                 | 13  | Polyline | 18       | 408,187514  | Sentier |
|                 | 14  | Polyline | 19       | 65,752017   | Sentier |
|                 | 15  | Polyline | 20       | 71,743919   | Sentier |

Figure 4: Extrait de la table attributaire relative à la couche « Sentiers ».

Dans notre cas, la distinction a été faite entre les types « route » et « sentier ». A l'inverse de la route, le sentier se reconnaît car il est étroit, sinueux, en terre battue et a priori non carrossable en voiture. Ainsi, la Table 2 présente les longueurs de routes et sentiers cartographiés autour de chacune des cabanes.

Table 2: Statistiques pour la cartographie réalisée sur l'année 2018.

|               | Sentier (km) | Route (km) |
|---------------|--------------|------------|
| An Miel       | 17,6         | 0,0        |
| Grande Plaine | 12,5         | 1,8        |
| Poucine       | 17,5         | 0,0        |

Cela représente en moyenne pour l'ensemble des trois zones d'étude de 5,25 kilomètre de réseau linéaire par km<sup>2</sup>. Le réseau de déplacement est donc assez dense, malgré la dispersion de l'habitat. L'importance des sentiers s'explique très simplement par le besoin de se déplacer entre les habitations,

qu’elles soient dispersées ou en hameau, mais également le besoin d’atteindre les zones de culture, qui ne sont pas toujours attenantes aux habitations. En raison du relief prononcé, la notion de plus court chemin ne prévaut pas dans ce contexte, mais plutôt celle du moins coûteux. C’est pourquoi les sentiers sont parfois sinueux afin d’en limiter la pente. Ils suivent également très souvent les lignes de crêtes. Parfois certains sentiers permettent d’accéder aux rivières situées dans les fonds de vallée, très certainement pour l’approvisionnement en eau.

La Figure 5 présente la restitution sous forme cartographique de l’étude sur l’identification et la digitalisation des routes et des sentiers. La Figure 6 présente la liste des couches vectorielles délivrées dans le cadre de cette même étude (format .shp et .kmz) et des fichiers de représentation associés (format .lyr).

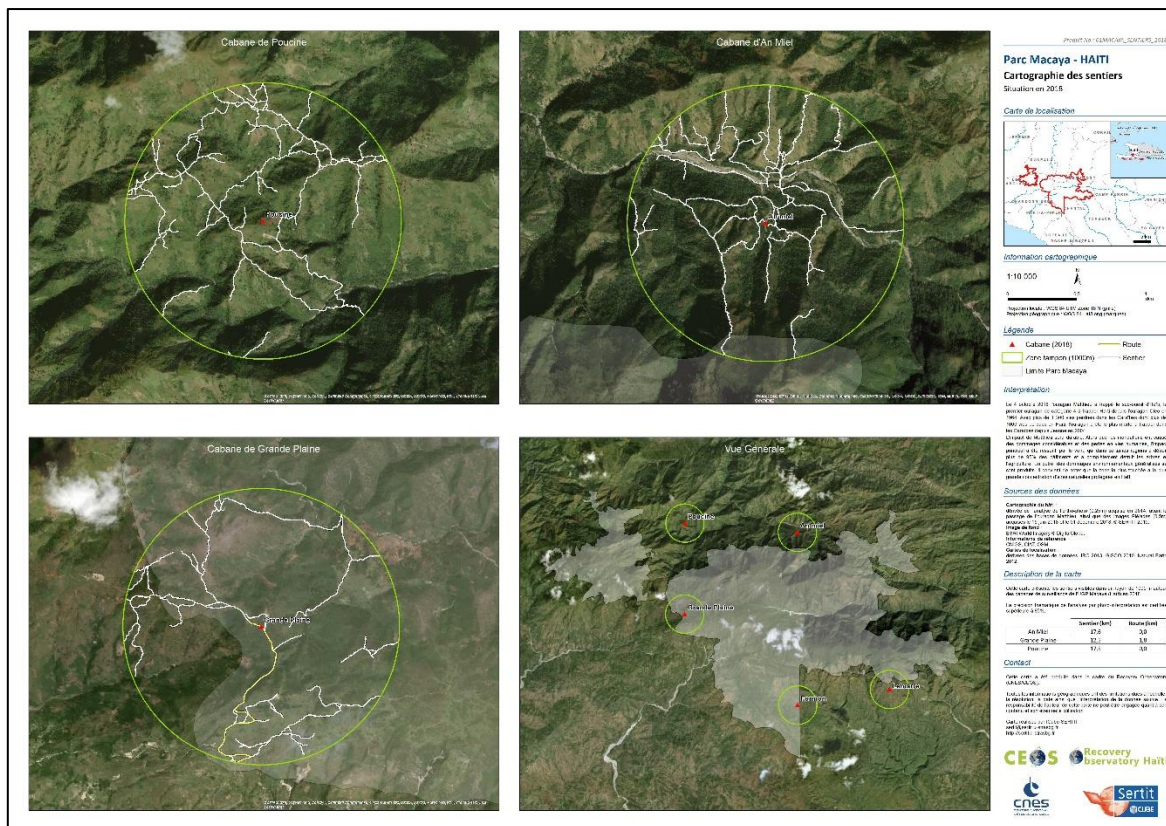


Figure 5: Aperçu de la cartographie des sentiers réalisée.

- Cabanes (2018).kmz
- Limite Parc Macaya.kmz
- Sentiers.kmz
- Zone tampon (1000m).kmz
- Cabanes (2018).lyr
- Cabanes (2018).shp
- Limite Parc Macaya.lyr
- Limite Parc Macaya.shp
- Sentiers.lyr
- Sentiers.shp
- Zone tampon (1000m).lyr
- Zone\_tampon (1000m).shp

Figure 6: Liste des couches vectorielles (.shp et .kmz) et des fichiers de représentation associés (.lyr).



#### 4. CONCLUSION

Cette étude a permis de réaliser la cartographie des sentiers sur des zones concentriques (1000 mètres) situées autour des cabanes de surveillance du Parc Macaya (UGP 2018). Sur les cinq cabanes sélectionnées et transmises, seulement trois d'entre elles (An Miel, Poucine et Grand Plaine) ont pu faire l'objet d'une analyse cartographique. En effet, les environs des cabanes de Lamarre et Formon sont soit masquées, soit ombragées par les nuages qui affectent la seule image Pléiades disponible pour ce secteur.

La cartographie des sentiers réalisée autour des trois cabanes a permis de démontrer le potentiel lié à l'exploitation des données satellites à très haute résolution spatiales distribuées dans le cadre du Recovery Observatory. Bien que certainement non exhaustive, la couche vectorielle produite met en évidence la densité des chemins existants dans le secteur du Parc Macaya, témoignant ainsi de l'importante activité humaine et de l'exploitation du milieu.

#### 5. RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

Dans la perspective du Recovery Observatory en Haïti à long terme, plusieurs recommandations techniques doivent être prises en compte afin de garantir une analyse optimale, et ce dans le but d'une application générique et opérationnelle.

##### Recommandations

| <b>1. Date de prise de vue</b>   |            |
|--|------------|
| Priorité   | Importante |
| Il est important d'exploiter dans la mesure du possible des images acquises lors de la période estivale (i.e. ombres portées moins importantes, voire inexistantes).<br>De plus, les images acquises à la fin de la saison sèche permettent de bénéficier d'une couverture végétale au sol moins importante, et permet de mieux distinguer les sentiers en terre battue. |            |

| <b>2. Utilisation du MNT Lidar pour le processus d'ortho-rectification</b>  |            |
|---|------------|
| Priorité  | Importante |
| Les images Pléiades produites et livrées par Airbus DS doivent intégrer le MNT Lidar dans le processus d'ortho-rectification, afin de minimiser les problèmes de déformations et de décalage liées au relief. |            |

| <b>3. Travailler dans les zones ombragées</b>  |       |
|--|-------|
| Priorité   | Haute |
| Il convient d'adapter la dynamique de l'image afin de pouvoir effectuer le travail de photo-interprétation dans les zones ombragées. |       |

## Annexe A: Fichiers attachés à ce rapport

### Vecteurs

#### Cabanes (2018).shp

Couche vectorielle d'information géographique contenant les cabanes implantées autour du Parc Macaya en 2018 (format ESRI shapefile).

#### Cabanes (2018).kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les cabanes implantées autour du Parc Macaya en 2018 (format KMZ).

#### Cabanes (2018).lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les cabanes implantées autour du Parc Macaya en 2018 (format .lyr).

#### Zone tampon (1000m).shp

Couche vectorielle d'information géographique contenant la zone tampon de 1000 mètres autour de chaque cabane, et correspondant à la zone d'étude (format ESRI shapefile).

#### Zone tampon (1000m).kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant la zone tampon de 1000 mètres autour de chaque cabane, et correspondant à la zone d'étude (format KMZ).

#### Zone tampon (1000m).lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant la zone tampon de 1000 mètres autour de chaque cabane, et correspondant à la zone d'étude (format .lyr).

#### Sentiers (2018).shp

Couche vectorielle d'information géographique contenant les sentiers cartographiés autour des cabanes de surveillance du Parc Macaya en 2018 (format ESRI shapefile).

#### Sentiers (2018).kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les sentiers cartographiés autour des cabanes de surveillance du Parc Macaya en 2018 (format KMZ).

#### Sentiers (2018).lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les sentiers cartographiés autour des cabanes de surveillance du Parc Macaya en 2018 (format .lyr).

Limite Parc Macaya.shp

Couche vectorielle d'information géographique contenant les limites du Parc Macaya (format ESRI shapefile).

Limite Parc Macaya.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les limites du Parc Macaya (format KMZ).

Limite Parc Macaya.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les limites du Parc Macaya (format .lyr).

## Produits

SERTIT2019\_POSTMATTHIEU\_MACAYA\_SENTIERS\_P01

Cartographie des sentiers autour du Parc Macaya en 2018 (formats JPEG, TIFF et PDF ; résolutions 100, 200 et 300 dpi).