

RO Haïti Cartographie du bâti Parc Macaya

Rapport final - Avril 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>

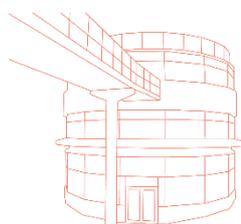


Table des matières

1. Introduction.....	3
Contexte	3
Principe de l'étude.....	3
2. Inventaire des données disponibles.....	3
Zone d'étude.....	4
Source des données.....	5
Imagerie.....	5
OpenStreetMap	6
Qualité des données images.....	7
3. Cartographie du bâti.....	9
4. Conclusion	16
5. Recommandations techniques	17
Annexe A: Fichiers attachés à ce rapport.....	18

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.

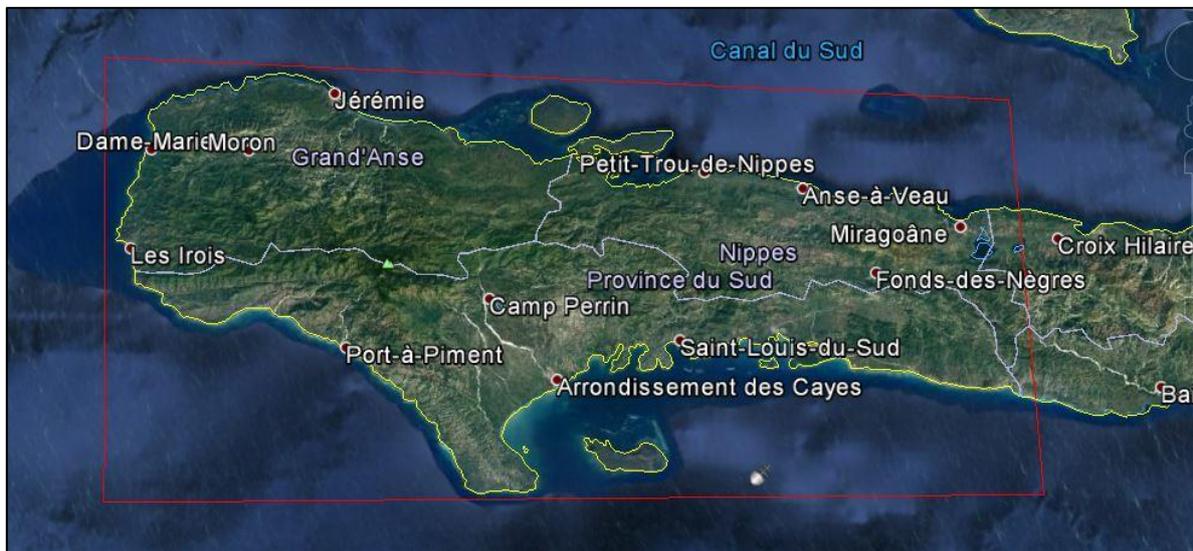


Figure 1 : Zone du Recovery Observatory en Haïti (© Google Earth).

Principe de l'étude

Le but de cette étude est de réaliser un inventaire du bâti à l'échelle du Parc Macaya. Cet inventaire est effectué à deux dates distinctes, afin d'obtenir une base de données caractérisant l'évolution de l'occupation du Parc selon deux jalons temporels: un état pré-Matthieu, et un suivi de l'état post-Matthieu (en l'occurrence dès un an après). Ce travail nécessite toutefois la disponibilité d'une imagerie optique à très haute résolution spatiale, dont la qualité doit pouvoir permettre la photo-interprétation.

2. INVENTAIRE DES DONNEES DISPONIBLES

L'emprise de la zone d'étude, ainsi que les données utilisées pour réaliser ce travail, sont détaillées ci-dessous. Une partie complémentaire est dédiée à l'analyse qualitative de ces données de référence.

Zone d'étude

Le périmètre d'étude correspond ici au 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 (Figure 2).

Afin de ne pas restreindre l'étude aux limites strictes du Parc, et de prendre en compte la pression anthropique environnante, il a été décidé d'étendre l'analyse pour une zone tampon de 500 mètres au-delà du périmètre officiel. Cela permet également d'unifier les deux aires protégées et de fournir une information thématique continue sur l'ensemble de la zone d'intérêt. Cette dernière présente ainsi une superficie de 15 105 ha.

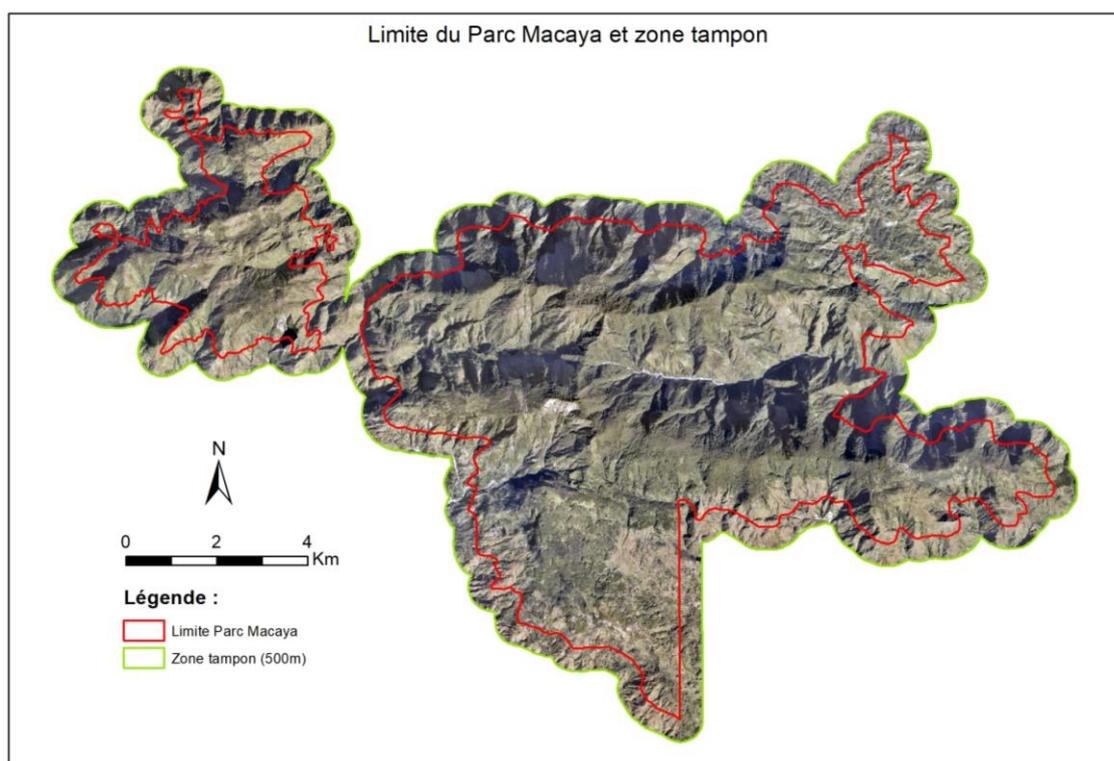


Figure 2 : Délimitation des deux aires protégées du Parc Macaya et de la zone tampon associée.

Source des données

Imagerie

Ce travail nécessite avant tout de disposer d'images optiques multi-spectrales à très haute résolution spatiale pour chacune des dates. Dans le cas présent :

- La première donnée correspond à la couverture ortho-photographique aérienne réalisée sur l'ensemble du pays en 2014. Ces images sont déjà assemblées (mosaiquées), et présentent une résolution spatiale de 25 cm.
- La deuxième image correspond à une mosaïque réalisée à partir de deux données Pléiades acquises le 29 septembre 2017 (partie ouest) et le 8 décembre 2017 (partie est), soit environ un an après le passage du cyclone Matthieu.
- La troisième image correspond à une mosaïque réalisée à partir de deux données Pléiades acquises le 15 juin 2018 (partie ouest) et le 01 décembre 2018 (partie est), soit environ deux ans après le passage du cyclone Matthieu.

La Table 1 présente les caractéristiques techniques de la mission Pléiades. Il est à noter que les bandes panchromatiques et multispectrales 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, mais également des points d'appui pris à partir de l'ortho-photo de 2014, afin de compenser 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 Pléiades 1B : 01 décembre 2012	
Fréquence de revisite possible	2 à 3 jours, considérant les deux satellites (angle jusqu'à 30°)	
Bandes	Longueur d'onde (µm)	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.

OpenStreetMap

La communauté OpenStreetMap est très active en Haïti depuis le séisme de 2010. La réponse des contributeurs a été importante et immédiate après le passage du cyclone Matthieu, et entre autres, une cartographie partielle des dommages sur la ville de Jérémie a été réalisée.

La base de donnée OSM a également été utilisée dans cette étude afin de bénéficier de nombreux objets de référence. Cependant, la géométrie des polygones, ainsi que l'importante non correspondance des objets avec les éléments observables sur les images, ont conduit à une profonde refonte de cette couche par digitalisation à partir de l'orthophoto de 2014, et de la mise à jour de la base de données pour 2017 et 2018.

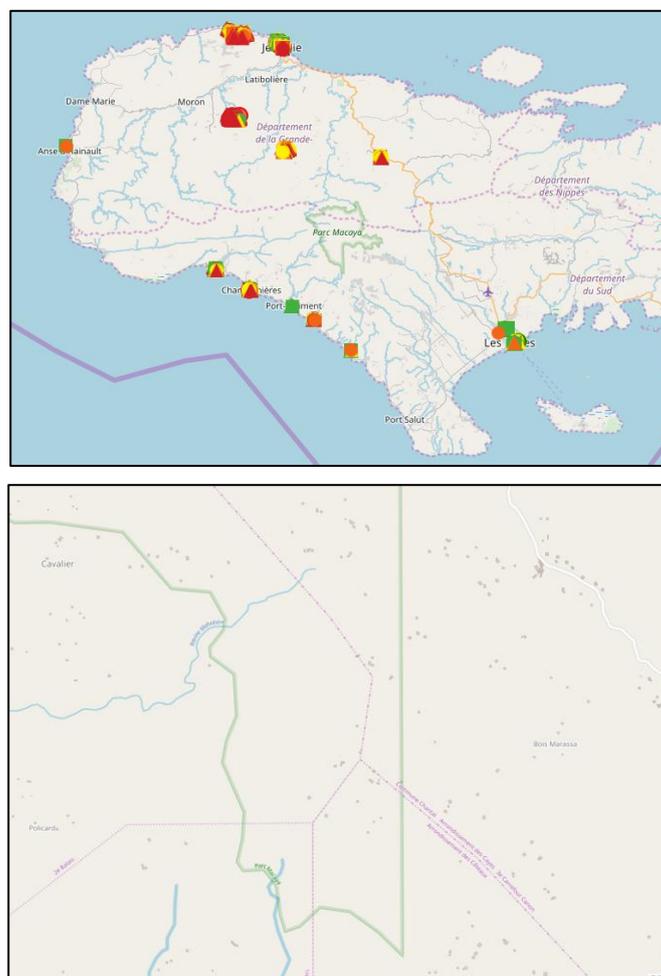


Figure 3 : Exemple de cartographie des dommages par la communauté OSM sur la ville de Jérémie (haut), ainsi que des bâtiments cartographiés sur la partie sud du Parc (bas) (source : <http://overpass-turbo.eu>).

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.

L'ortho-photo de 2014 est considérée comme l'imagerie de référence, et ce pour plusieurs raisons. Elle est :

- La donnée pré-crise et caractérise alors le dernier état visible de la zone avant le passage du cyclone.
- La donnée image la plus résolue (i.e. 25 cm).
- La prise de vue ayant le moins d'angle (i.e. moins de déformations géométriques).

Néanmoins, la qualité image n'est pas toujours homogène. On constate parfois des décalages importants sur les zones d'assemblage (Figure 4), 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).

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'orthorectification. De plus, les conditions d'illuminations deviennent très limitantes dans ce contexte montagneux. La prise de vue étant réalisée vraisemblablement en saison sèche (hiver), période où la nébulosité est la moins importante, il en résulte que les ombres portées dues au relief sont très importantes. De nombreuses zones sont impactées, et malgré une tentative de réhaussement de la dynamique de l'image, l'interprétation visuelle n'est pas aisée, voire impossible (Figure 5).



Figure 4: Exemple de mauvais assemblage des tuiles (tirets rouges) de l'ortho-photo 2014 sur le secteur de Port-Salut.

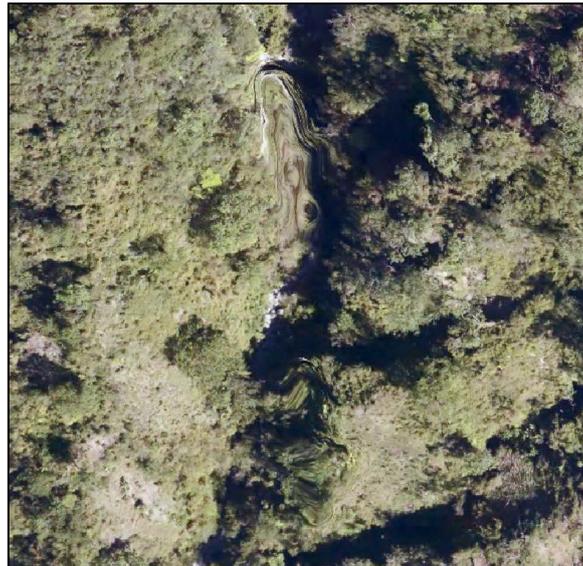


Figure 5 : Exemples de problèmes de qualité image : distorsion (haut), ombrage avant et après rehaussement de la dynamique (bas).

La qualité des mosaïque d'images Pléiades est relativement acceptable. Celle-ci présente un angle de prise de vue convenable, ainsi qu'une radiométrie relativement peu bruitée. Cependant, des déformations localement importantes dues au relief sont une fois de plus inévitables (effets d'étirement et de compression). Toutefois, les zones concernées ne sont a priori pas peuplées, car ce sont très forts versants soit rocailleux, soit extrêmement végétalisés (forêt).

Il est important de noter que la mosaïque 2017 a été livrée dans le cadre du Recovery Observatory déjà ortho-rectifiée par Airbus DS. Bien qu'il s'agisse d'un processus automatique basé sur le modèle numérique de terrain Lidar 2014, la résolution spatiale ne permet tout de même pas de corriger les déformations locales induites par la topographie. Les images Pléiades 2018 ont été ortho-rectifiées sur ce même MNT, mais avec une prise de points d'appui manuelle, ce qui permet de mieux corriger les déformations locales.

3. CARTOGRAPHIE DU BATI

La cartographie du bâti réalisée dans cette étude est commune à toute autre étude de ce genre. Après identification visuelle, chaque bâtiment est digitalisé sous la forme d'un polygone (rectangle). La taille des objets (bâtiments) visible sur le secteur du Parc est relativement petite (Figure 6). L'utilisation d'imagerie THR à 50 cm de résolution spatiale est indispensable dans ce contexte. Cependant, il n'est pas possible de caractériser un état des bâtiments, ni une fonction associée. Néanmoins, dans ce milieu rural il est peu probable que leur fonction ne soit autre que résidentielle.



Figure 6: Extrait de l'ortho-photo 2014 permettant d'illustrer la dimension des objets.

La nomenclature employée dans cette étude est relativement simple, puisqu'elle décrit uniquement la présence ou non présence du bâtiment à la date d'observation. La table attributaire de la couche vectorielle créée (de type polygone) est complétée des champs *fclass* (i.e. feature class, ou classe d'objet), *Function*, *Name*, *State_2014*, *State_2017* et *State_2018* (Figure 7).

OBJECTID *	Shape *	fclass	Function	Name	State 2014	State 2017	State 2018	Shape Length	Shape Area
2	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000163	0
3	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000217	0
4	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000251	0
5	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000202	0
6	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	0	0,000296	0
9	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000316	0
10	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000199	0
11	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000283	0
12	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000302	0
13	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000264	0
14	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000303	0
16	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000265	0
17	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,00029	0
18	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000344	0
20	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000299	0
21	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000263	0
22	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000245	0
23	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	0	0	0,000264	0
24	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000296	0
25	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	0	0	0,00031	0
26	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000184	0
27	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	1	1	0,000296	0
28	Polygon	Building	Residential	<Null>	1	2	1	0,000257	0

Figure 7: Extrait de la table attributaire relative à la couche « bâti » pour le Parc Macaya.

Par défaut, les champs **fclass**, **Function** et **Name** possèdent respectivement les valeurs « Building », « Residential » et « Null ». L'état des bâtiments à la date d'observation est renseigné de la manière suivante :

- 0 : non existant
- 1 : existant
- 2 : non analysé

La valeur 2 est utilisée lorsque la présence de nuage au-dessus de l'aire d'étude ne permet l'analyse visuelle et donc de déterminer si un bâtiment est toujours présent ou non.

Lorsque le travail de cartographie est achevé pour les deux dates, et que les attributs ont bien été renseignés, il est alors possible d'exploiter la base de données géographique. Ainsi, ce sont 1299 bâtiments qui ont été digitalisés pour l'année 2014, sur une aire totale d'analyse de 15 105 ha, soit une densité moyenne de 8,6 bâtiment/km² (Table 2).

Table 2: Statistiques pour la cartographie réalisée sur l'année 2014.

	2014
Nombre de bâtiments	1 299
Surface de la zone d'étude	15 105 ha
Densité	8,6 bâtiment/km ²

A la fin de l'année 2017, on dénombre 637 bâtiments toujours présents sur l'emprise du Parc Macaya par rapport à 2014, ainsi que 153 nouveaux bâtiments (Table 3). Néanmoins, on dénombre 546 bâtiments disparus dans le même intervalle de temps, et 116 bâtiments existants en 2014 sont non observables en 2017 à cause de la couverture nuageuse. Par conséquent, la densité moyenne pour 2017 ne peut être calculée.

Table 3: Statistiques pour la cartographie réalisée sur l'année 2017.

2014-2017	
Bâtiments toujours présents	637
Nouveaux bâtiments	153
Bâtiments disparus	546
Bâtiments non analysés (nuages)	116
Surface de la zone d'étude	15 105 ha
Densité	Non applicable

Pour l'année 2018, on dénombre 533 bâtiments toujours présents sur l'emprise du Parc Macaya par rapport à 2014, ainsi que 232 nouveaux bâtiments, et 25 bâtiments reconstruits depuis 2017 (Table 4). On dénombre au total 554 bâtiments disparus depuis 2014, ainsi que 219 bâtiments non observables en raison de la couverture nuageuse et dont la présence n'a pas pu être vérifiée depuis 2014.

Table 4: Statistiques pour la cartographie réalisée sur l'année 2018.

2014-2017-2018	
Bâtiments toujours présents	533
Nouveaux bâtiments	232
Bâtiments reconstruits	25
Bâtiments disparus	554
Bâtiments non analysés (nuages)	219
Surface de la zone d'étude	15 105 ha
Densité	Non applicable

Par ailleurs, la réalisation de cartes de chaleur permet de mettre en évidence la densité de l'habitat sur le Parc Macaya pour les dates d'analyse (Figures 8, 9 et 10). On constate que la partie sud du Parc est incontestablement la plus peuplée. Cela s'explique par le fait que la topographie soit plus favorable.

Le secteur nord-est, ainsi que la zone de jonction entre les deux aires protégées, sont les parties qui présentent également une forte densité d'habitat, dans des proportions moindres cependant. Cette concentration s'explique aussi par une topographie plus accueillante et par une végétation plus clairsemée.

Entre 2014, 2017 et 2018, les foyers de peuplement restent identiques. En revanche, on note une densité légèrement en retrait à partir de 2017 pour les deux zones nord-est et nord-ouest. Cette tendance est confirmée par les cartes de chaleur présentant la densité des bâtiments disparus en 2017 et 2018 (Figures 11 et 12). En effet, ces dernières mettent en évidence de fortes densités de disparition du bâti sur les trois foyers de peuplement. Cette tendance est compensée par l'apparition de nouveaux bâtiments seulement pour la partie sud du Parc (Figures 13 et 14).

La Figure 16 met en évidence les lieux où les bâtiments disparus en 2017 ont été reconstruits au même endroit : il s'agit des foyers de peuplement situés au nord-est et au sud. Toutefois, l'ensemble de cette analyse n'est pas exhaustive car la couverture nuageuse sur les images de 2017 et de 2017 empêche la photo-interprétation sur de nombreux secteurs (potentiellement) peuplés.

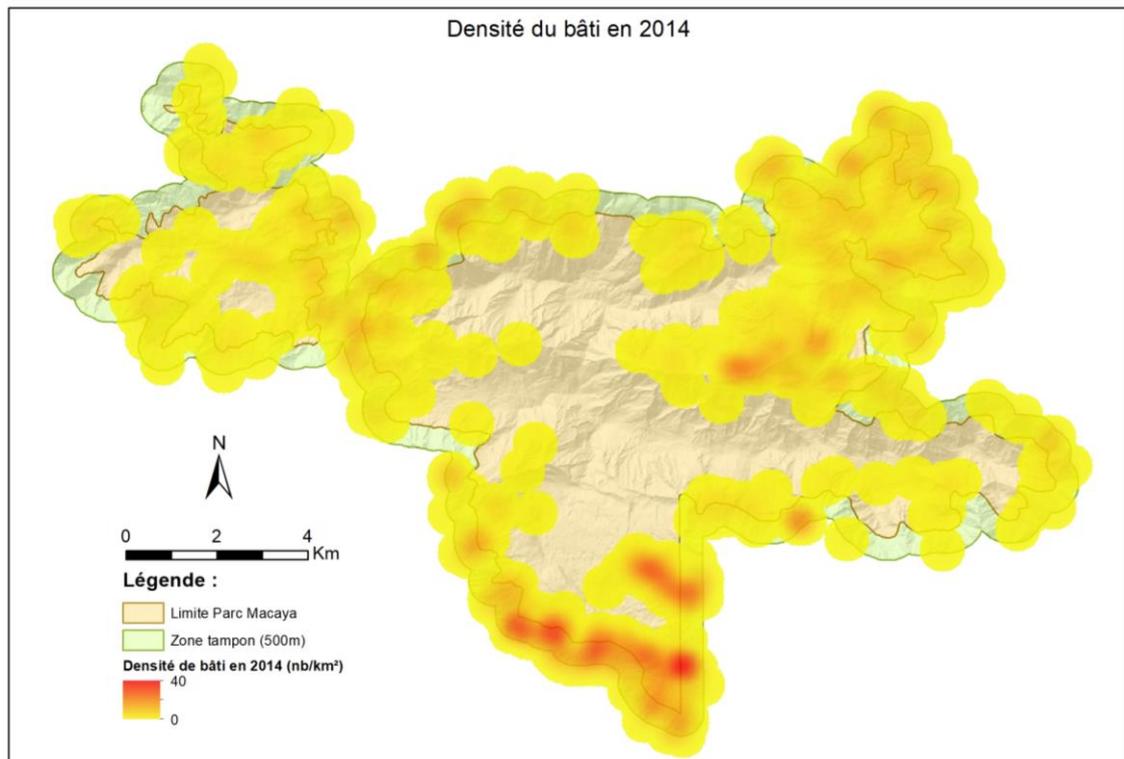


Figure 8: Carte de densité du bâti sur le Parc Macaya en 2014.

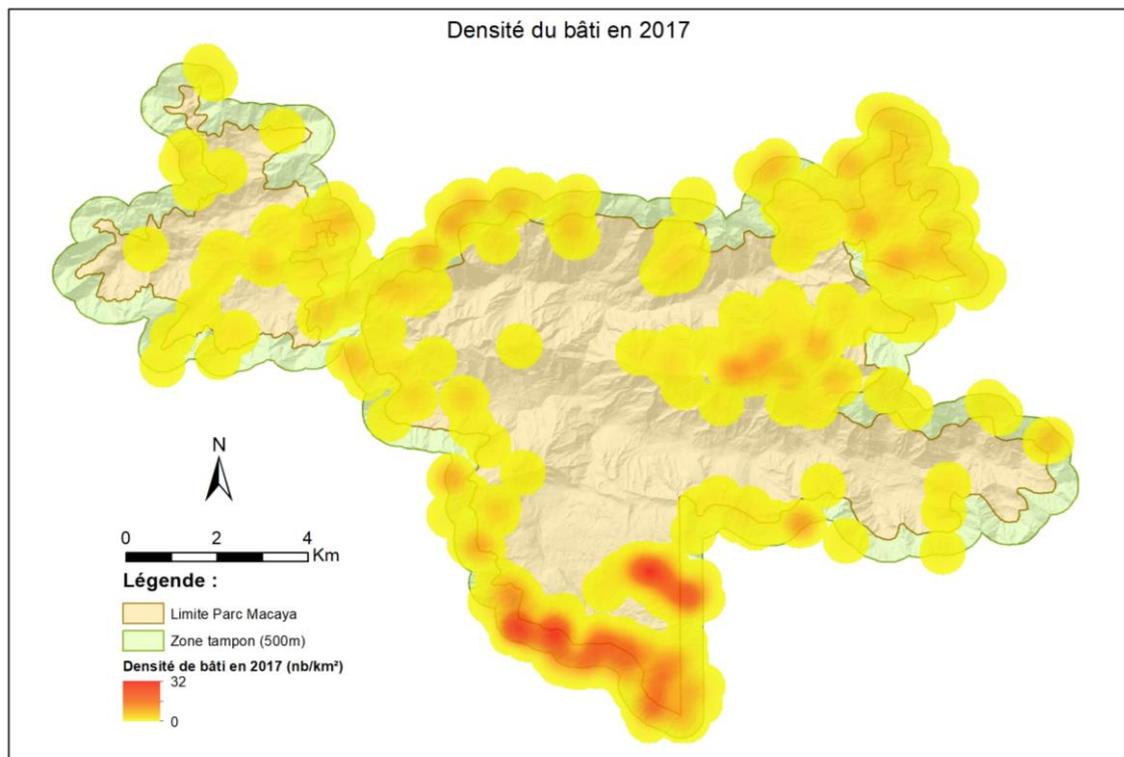


Figure 9: Carte de densité du bâti sur le Parc Macaya en 2017.

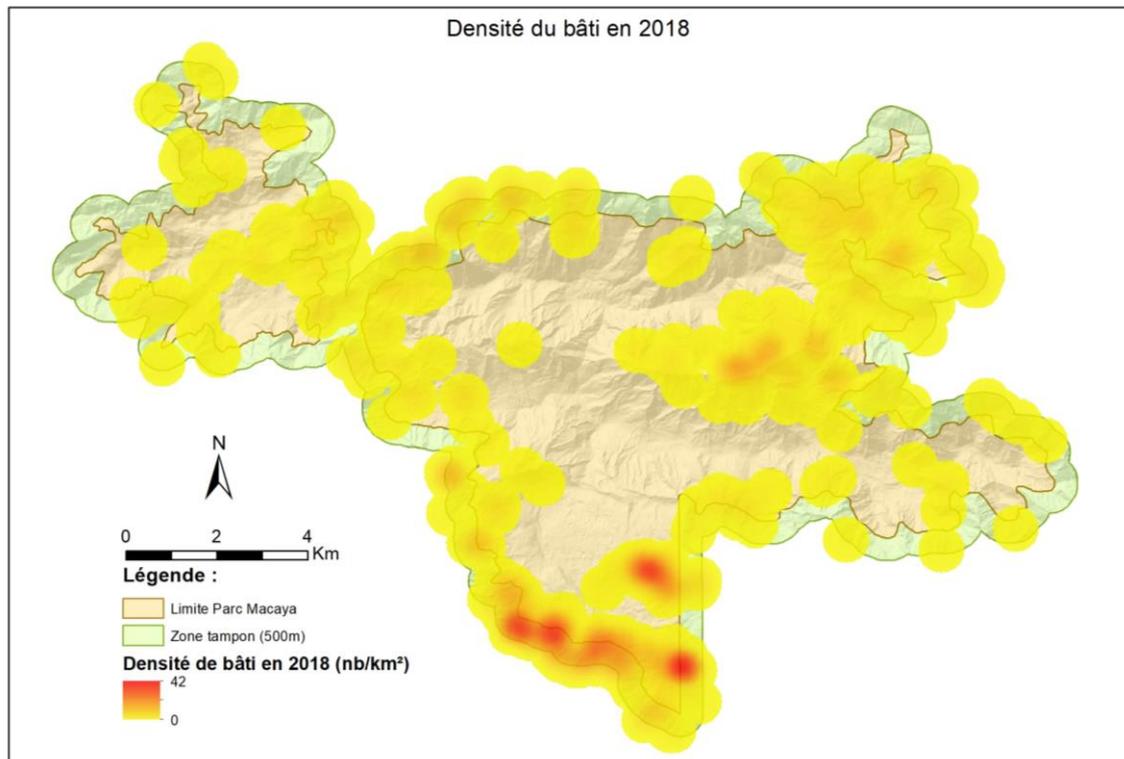


Figure 10: Carte de densité du bâti sur le Parc Macaya en 2018.

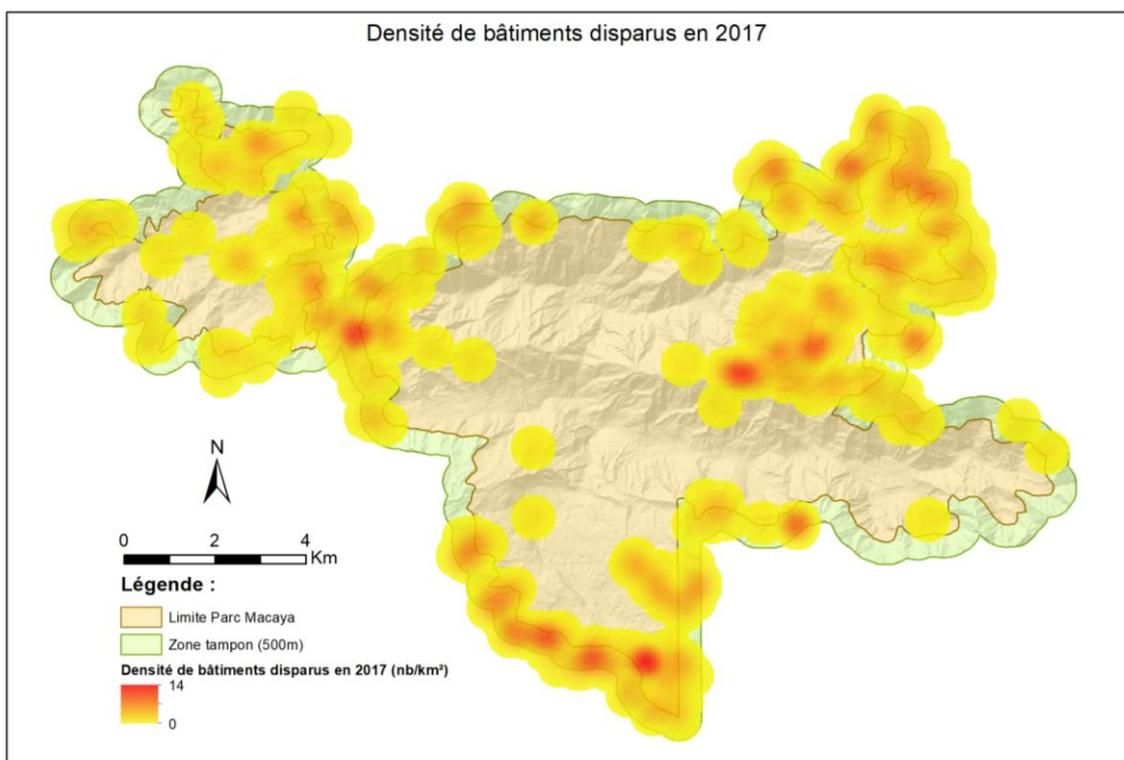


Figure 11: Carte de densité du bâti disparu sur le Parc Macaya entre 2014 et 2017.

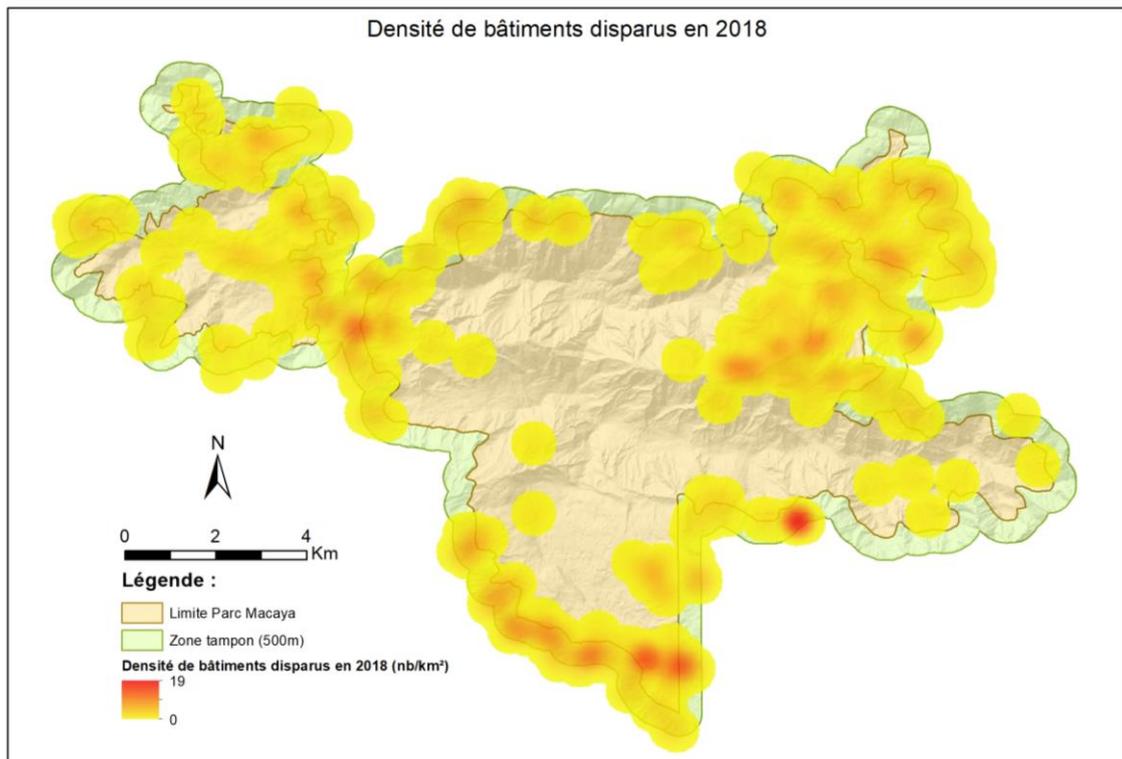


Figure 12: Carte de densité du bâti disparu sur le Parc Macaya entre 2014 et 2018.

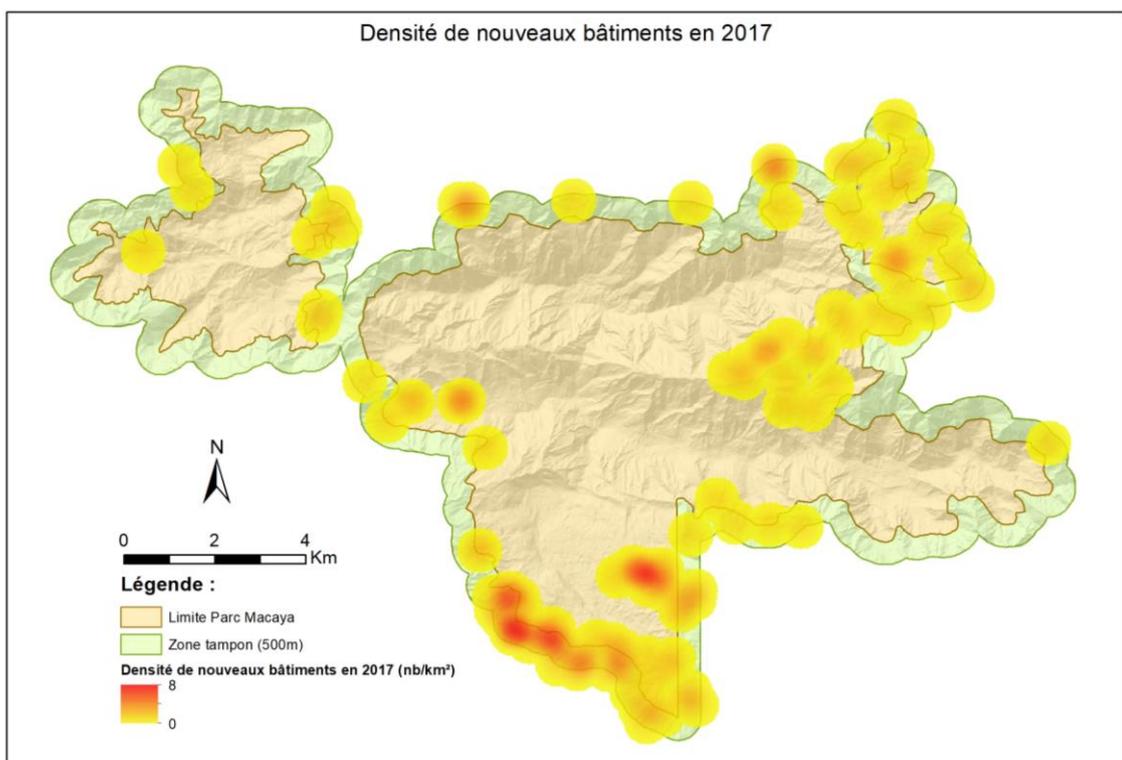


Figure 13: Carte de densité du bâti apparu sur le Parc Macaya entre 2014 et 2017.

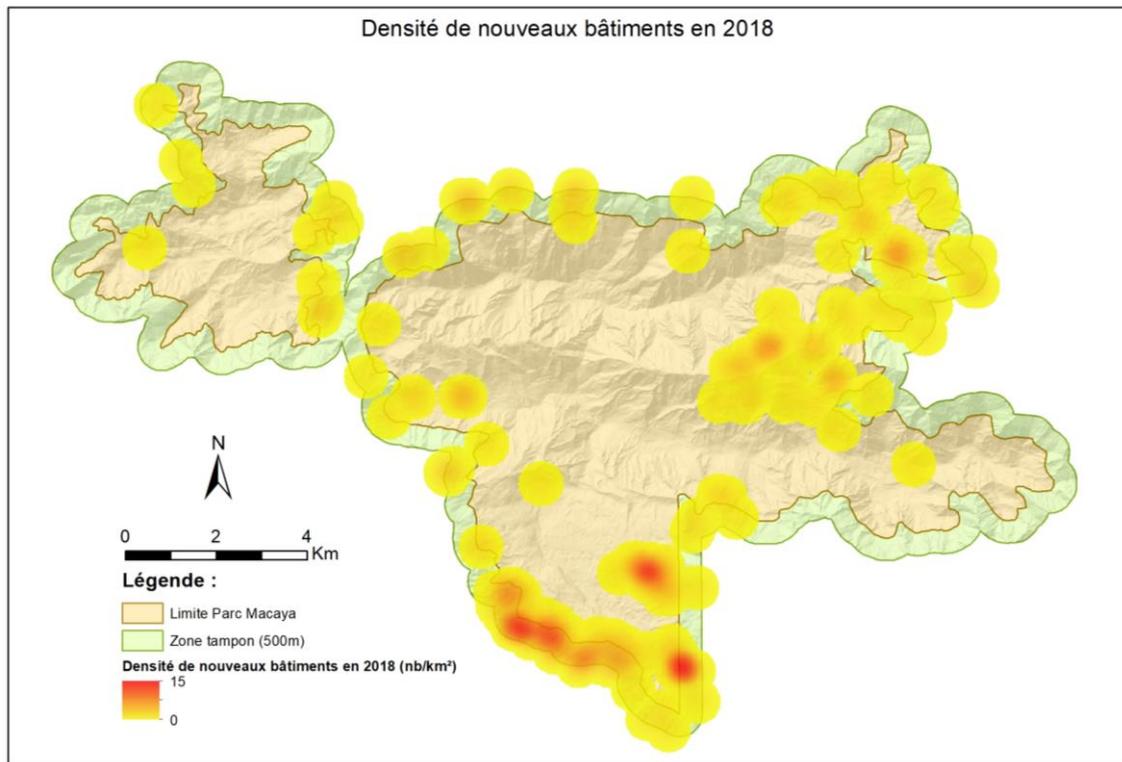


Figure 14: Carte de densité du bâti apparu sur le Parc Macaya entre 2014 et 2018.

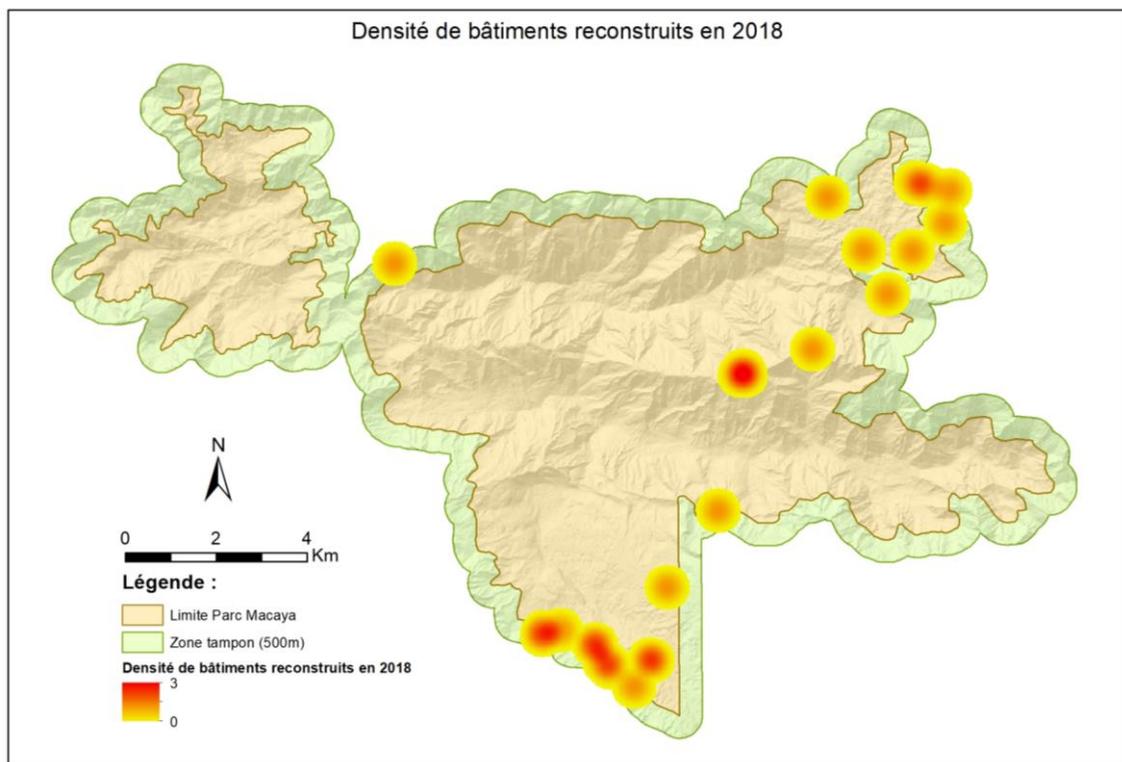


Figure 15: Carte de densité du bâti reconstruit sur le Parc Macaya entre 2014 et 2018.

La Figure 16 présente la liste des couches vectorielles présentes dans la base de données de l'étude (format ESRI GDB), mais également les couches extraites individuellement (format .kmz et .shp) et leur fichier de représentation associé (format .lyr).

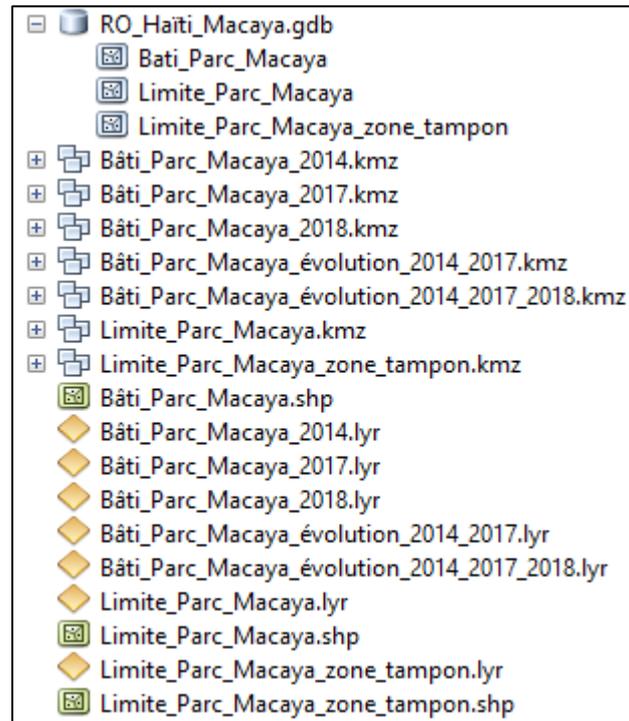


Figure 16: Liste des couches vectorielles (.kmz et .shp) issues de la base de données « bâti » pour le Parc Macaya, et de leur fichier de représentation associé.

4. CONCLUSION

Cette étude a permis de réaliser la cartographie du bâti sur l'ensemble de deux aires protégées du Parc Macaya, augmentées d'une zone tampon de 500 mètres, pour 2014, 2017 et 2018. Toutefois, cette analyse est exhaustive pour la première date, mais n'est que partielle pour la seconde, en raison de la présence de nuages.

L'exploitation de la base de données géographique a permis de mettre en évidence une diminution de l'habitat sur deux importants foyers de peuplement localisés au nord-est et nord-ouest. Le secteur le plus densément peuplé du Parc, situé sur la partie sud, a également subi une forte disparition de l'habitat, mais qui cependant a été compensée par la construction de nouveaux bâtiments. Il est très probable que cette dynamique soit liée aux dégâts provoqués par le cyclone Matthieu, et à la reconstruction post-crise.

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

1. Date de prise de vue	
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).	

2. Utilisation du MNT Lidar pour le processus d’orthorectification	
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.	

3. Travailler dans les zones ombragées	
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

Imagerie

CNIGS_OrthoPhoto_2014_Parc_Macaya.img

Couverture ortho-photographique 2014.

PLD_PMS_CAMP_PERRIN_20171031.tif

Mosaïque d'image Pléiades 2017 sur le secteur du Parc Macaya et Camp-Perrin (fusionnée et orthorectifiée). Le Parc est essentiellement couvert par une image acquise le 18 octobre 2017.

PLD_PMS_MACAYA_20180615.tif

Image Pléiades 2018 sur le secteur ouest du Parc Macaya (fusionnée et orthorectifiée).

PLD_PMS_MACAYA_20181201.tif

Image Pléiades 2018 sur le secteur est du Parc Macaya (fusionnée et orthorectifiée).

Vecteurs

RO_Haïti_Macaya.gdb

Base de données géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya entre 2014 et 2017 (format ESRI Geodatabase), ainsi que les limites du Parc et de la zone tampon.

Bâti_Parc_Macaya.shp

Couche vectorielle d'information géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya entre 2014 et 2017 (format ESRI shapefile).

Bâti_Parc_Macaya_2014.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya en 2014 (format KMZ).

Bâti_Parc_Macaya_2014.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya et visibles en 2014 (format .lyr).

Bâti Parc Macaya 2017.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya en 2017 (format KMZ).

Bâti Parc Macaya 2017.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya et visibles en 2017 (format .lyr).

Bâti Parc Macaya 2018.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya en 2018 (format KMZ).

Bâti Parc Macaya 2018.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya et visibles en 2018 (format .lyr).

Bâti Parc Macaya évolution 2014 2017.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya en 2014 et 2017 (format KMZ).

Bâti Parc Macaya évolution 2014 2017.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya et visibles en 2014 et 2017 (format .lyr).

Bâti Parc Macaya évolution 2014 2017 2018.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya entre 2014 et 2018 (format KMZ).

Bâti Parc Macaya évolution 2014 2017 2018.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les bâtiments cartographiés sur le Parc Macaya et visibles entre 2014 et 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).

Limite Parc Macaya zone tampon.shp

Couche vectorielle d'information géographique contenant les limites étendues du Parc Macaya par une zone tampon de 500 mètres (format ESRI shapefile).

Limite Parc Macaya zone tampon.kmz

Couche vectorielle d'information géographique contenant les limites étendues du Parc Macaya par une zone tampon de 500 mètres (format KMZ).

Limite Parc Macaya zone tampon.lyr

Fichier de symbologie pour la couche contenant les limites étendues du Parc Macaya par une zone tampon de 500 mètres (format .lyr).

Produits

SERTIT2018_PREMATTHIEU_MACAYA_BATI

Cartographie du bâti sur le Parc Macaya pour l'année 2014 (formats JPEG, TIFF et PDF ; résolutions 100, 200 et 300 dpi).

SERTIT2018_POSTMATTHIEU_MACAYA_BATI_P01

Cartographie de l'évolution du bâti sur le Parc Macaya entre 2014 et 2017 (formats JPEG, TIFF et PDF ; résolutions 100, 200 et 300 dpi).

SERTIT2018_POSTMATTHIEU_MACAYA_BATI_P02

Cartographie de l'évolution du bâti sur le Parc Macaya entre 2014, 2017 et 2018 (formats JPEG, TIFF et PDF ; résolutions 100, 200 et 300 dpi).

SERTIT2018_POSTMATTHIEU_MACAYA_BATI_P03

Cartographie de la densité du bâti sur le Parc Macaya en 2014, 2017 et 2018 (formats JPEG, TIFF et PDF ; résolutions 100, 200 et 300 dpi).

SERTIT2018_POSTMATTHIEU_MACAYA_BATI_P04

Cartographie de la densité de l'évolution du bâti sur le Parc Macaya entre 2014, 2017 et 2018 (formats JPEG, TIFF et PDF ; résolutions 100, 200 et 300 dpi).