



Université du Québec  
à Rimouski

**ALÉAS HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES DANS LES CORRIDORS  
FLUVIAUX DE LA GRANDE RIVIÈRE DE JACMEL ET DE LA RIVIÈRE  
MOMANCE : DIAGNOSTIC ET GESTION**

Mémoire présenté

dans le cadre du programme de maîtrise en géographie en vue de l'obtention du grade de  
maître ès sciences

PAR

**©MAKENZY ROLAND TOUT-PUISSANT**

**Novembre 2020**

**Composition du jury :**

**Guillaume Marie, président du jury, Université du Québec à Rimouski**

**Thomas Buffin-Bélanger, directeur de recherche, Université du Québec à Rimouski**

**Anny Jalbert, codirectrice de recherche, Université du Québec à Rimouski**

**Ali A. Asani, examinateur externe, Université du Québec à Trois-Rivières**

**Dépôt initial, le 26 août 2020**

**Dépôt final, le 20 novembre 2020**

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

Service de la bibliothèque

#### Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.



## REMERCIEMENTS

Venu au Québec pour faire un DESS en analyse et prévention des risques naturels, me voilà, après avoir obtenu ce DESS, à la fin d'une maîtrise en géographie. Tout cela est rendu possible grâce au support inconditionnel de Thomas Buffin-Bélangier. Il m'a ouvert la porte du laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale comme stagiaire au DESS et il a accepté sans hésitation d'être mon directeur de mémoire accompagné d'Anny Jalbert comme codirectrice. Je tiens à remercier mes deux accompagnateurs pour leurs qualités de pédagogue et leur positivisme. Des remerciements spéciaux à Thomas Buffin-Bélangier pour son sang-froid et pour avoir cru en mes capacités et Anny Jalbert pour sa bravoure d'avoir été avec moi pour faire du terrain malgré l'insécurité qui sévissait en Haïti.

Je tiens à remercier Sylvio Demers, agent de recherche au laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, d'une façon toute particulière pour son support incommensurable dans la réalisation de ce mémoire. Il trouve toujours un peu de temps pour m'expliquer, discuter avec moi sur les différents éléments du mémoire malgré son lot de travail. Merci beaucoup Sylvio. Des remerciements bien mérités aux membres du laboratoire fluvial pour le climat de confiance qu'ils y installent et leur volonté de toujours aider les autres. Maxime Maltais, Frédérique Dumont, Timothée Jautzy, Clément Besnard. Je vous remercie pour votre aide si précieuse. Je remercie la fondation UQAR pour son soutien financier ainsi que le CRSNG dans le cadre de la subvention Découverte au laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale. Remerciements spéciaux aux messieurs Bénéteau et Michaud pour leur soutien incommensurable.

Des remerciements aux membres de ma famille : Ma maman Marie Esther Roland et mon papa Joseph Antoine Tout-Puissant pour leur soutien dès ma naissance jusqu'à aujourd'hui, mes deux sœurs Patricia et Yardley et mon cousin Berny pour m'avoir accueilli au Québec. Des remerciements à mon ami haïtien Lendel Lhérisson qui m'a aidé sur le terrain et aux organisations nationales et internationales qui m'ont supporté dans la réalisation de ce mémoire. Mes remerciements à Magalaine Lovenski et à Josepha Jaboin pour leur soutien affectif et à mes frères Haïtiens et Africains.



## RÉSUMÉ

En Haïti, les dégâts occasionnés par la manifestation des aléas hydrogéomorphologiques sont énormes. Compte tenu de sa situation géographique, ce pays est frappé fréquemment par des cyclones. Ceux-ci provoquent le rehaussement du niveau d'eau dans des rivières, et par voie de conséquence, des inondations qui sont aggravées par le déboisement accru qui sévit dans ce pays. Les données sur le fonctionnement des rivières sont quasi-inexistantes et peu d'études approfondies y sont réalisées. D'où le bien-fondé de ce travail de mémoire. Son but est d'examiner la contribution de l'approche hydrogéomorphologique à la compréhension et à la gestion des aléas fluviaux pour deux cours d'eau. Il s'agit de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance. Ce travail de mémoire poursuit trois objectifs spécifiques : (1) analyser les trajectoires géomorphologiques de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance et examiner leurs facteurs de contrôle; (2) élaborer une cartographie des aléas hydrogéomorphologiques selon l'approche englobante développée au Québec; et (3) explorer les composantes d'une stratégie de formation, de renforcement de capacités et de transfert de connaissances afin de valoriser les outils de géomorphologie fluviale développés dans le cadre de ce mémoire. La dynamique du cours d'eau est étudiée en tenant compte de l'évolution des indicateurs hydrogéomorphologiques dans le temps par l'analyse des images satellitaires. L'analyse des données lidar et une campagne de terrain sur les sites d'étude en Haïti ont été effectuées. Des entrevues semi-dirigées ont été réalisées avec des acteurs clés de la gestion des risques. Les résultats de cette étude sont la trajectoire hydrogéomorphologique des deux cours d'eau, la comparaison de leur sensibilité géomorphologique, la production de cartes hydrogéomorphologiques et des recommandations pour un transfert de connaissance sur la géomorphologie fluviale dans le cadre de la gestion des risques en Haïti. La Grande Rivière de Jacmel est plus sensible morphologiquement que la rivière Momance, mais un nombre plus important d'enjeux sont concernés par la dynamique de cette dernière

Mots clés : Haïti, Grande Rivière de Jacmel, rivière Momance, trajectoire hydrogéomorphologique, cartographie hydrogéomorphologique, aléas hydrogéomorphologiques, gestion des risques.





## ABSTRACT

In Haiti, the damage caused by the manifestation of hydrogeomorphological hazards is enormous. Given its geographic location, this country is frequently hit by cyclones. These cause the rising water level in rivers, and consequently, floods which are aggravated by the increased deforestation in this country. Data on the functioning of rivers are almost non-existent and few in-depth studies have been carried out there. Hence the merits of this work of memory. Its goal is to examine the contribution of the HGM approach to understanding and managing river hazards for two rivers. These are the Grande Rivière de Jacmel and the Rivière Momance. This dissertation has three specific objectives: (1) analyze the geomorphological trajectories of the Grande Rivière de Jacmel and the Rivière Momance and examine their control factors; (2) develop a map of hydrogeomorphological hazards according to the encompassing approach developed in Quebec; and (3) explore the components of a training, capacity building and knowledge transfer strategy in order to enhance the fluvial geomorphology tools developed within the framework of this thesis., The dynamics of the watercourse is studied in taking into account the evolution of hydrogeomorphological indicators over time by analyzing satellite images. Lidar data analysis and a field campaign at study sites in Haiti were carried out. Semi-structured interviews were conducted with key players in risk management. The results of this study are the hydrogeomorphological trajectory of the two rivers, the comparison of their geomorphological sensitivity, the production of hydrogeomorphological maps and recommendations for a knowledge transfer on fluvial geomorphology within the framework of risk management in Haiti. The Grande Rivière de Jacmel is more sensitive morphologically than the Momance River, but a larger number of issues are affected by the dynamics of the latter.

**Keywords:** Haiti, Grande Rivière de Jacmel, Momance River, hydrogeomorphological trajectory, hydrogeomorphological mapping, hydrogeomorphological hazards, risk management.



## TABLE DES MATIERES

|  |           |
|--|-----------|
| REMERCIEMENTS.....   | v         |
| RÉSUMÉ .....   | vii       |
| ABSTRACT.....  | ix        |
| TABLE DES MATIERES .....   | xi        |
| LISTE DES TABLEAUX.....  | xiv       |
| LISTE DES FIGURES .....  | xv        |
| LISTE DES ABREVIATIONS.....  | xx        |
| INTRODUCTION GÉNÉRALE .....  | 1         |
| CHAPITRE 1 .....   | 6         |
| <b>1.1- PROBLEMATIQUE.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1.1.1- Importance stratégique de la Grande Rivière de Jacmel et de la</b><br><b>            rivière Momance .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>1.1.2- Cartographie hydrogéomorphologique et gestion des risques en</b><br><b>            Haïti.....</b>              | <b>7</b>  |
| <b>1.2- OBJECTIFS DU MEMOIRE.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>1.3- CADRE CONCEPTUEL .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.3.1- Risques naturels et aléas hydrogéomorphologiques .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.3.2- Hydrogéomorphologie .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.3.3- Trajectoire hydrogéomorphologique .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.3.4- Cartographie hydrogéomorphologique et gestion des risques .....</b>  | <b>24</b> |
| CHAPITRE 2 .....   | 30        |
| <b>2.1- SITES D'ÉTUDE .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>2.1.1- Grande Rivière de Jacmel.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>2.1.3- Caractéristiques physiques et climatiques générales d'Haïti .....</b>  | <b>34</b> |
| CHAPITRE 3 .....   | 40        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>3.1- MÉTHODOLOGIE.....</b>   | <b>40</b>  |
| <b>3.1.1- Trajectoire hydrogéomorphologique .....</b>   | <b>40</b>  |
| <b>3.1.2- Cartographie hydrogéomorphologique .....</b>  | <b>48</b>  |
| <b>3.1.3- Gestion des risques fluviaux.....</b>   | <b>50</b>  |
| <b>CHAPITRE 4.....</b>  | <b>54</b>  |
| <b>4.1- RESULTATS .....</b>   | <b>54</b>  |
| <b>4.1.1- Trajectoires hydrogéomorphologiques de la Grande Rivière de Jacmel<br/>                et de la rivière Momance .....</b> | <b>54</b>  |
| <b>4.1.2- Cartes hydrogéomorphologiques.....</b>  | <b>88</b>  |
| <b>4.1.3- Gestion des aléas fluviaux .....</b>  | <b>94</b>  |
| <b>CHAPITRE 5 .....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>5.1- DISCUSSION.....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>5.1.1- Sensibilité hydrogéomorphologique des deux cours d'eau .....</b>  | <b>100</b> |
| <b>5.1.2- Facteurs de contrôle.....</b>   | <b>110</b> |
| <b>5.1.3- Cartographie hydrogéomorphologique et enjeux exposés .....</b>  | <b>116</b> |
| <b>5.1.4- Gestion des aléas fluviaux .....</b>  | <b>118</b> |
| <b>5.2- RECOMMANDATIONS.....</b>  | <b>128</b> |
| <b>5.2.1- Les activités de renforcement des connaissances et des capacités</b>  | <b>128</b> |
| <b>5.2.2- L'aménagement du territoire.....</b>  | <b>131</b> |
| <b>5.2.3- La gestion des risques .....</b>  | <b>136</b> |
| <b>CONCLUSION.....</b>  | <b>139</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>   | <b>142</b> |
| <b>ANNEXES .....</b>  | <b>151</b> |



**LISTE DES TABLEAUX**

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1- - Caractéristiques des images satellitaires historiques utilisées.....  | 41 |
| Tableau 2- Institutions de gestion des risques sélectionnées pour des rencontres dans le cadre du projet de mémoire..... | 51 |
| Tableau 3 . Liste des personnes interviewées en Haïti dans le cadre du mémoire de maîtrise en géographie .....           | 94 |

## LISTE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| Figure1 Exemple d'une culture sur des versants raides favorisant l'érosion des sols (Wekthunhilfe, 2012).....   | 1  |
| Figure 2. Rivière Momance avec présence de bâtiment sur berge en érosion (Tout-Puissant, 2018).....   | 2  |
| Figure 3 Carte hydrogéomorphologique correspondant à la rivière Momance (CNIGS, 2009).....  | 9  |
| Figure 4 Photo d'une carte produite sur la Grande Rivière de Jacmel : en rouge transparent le lit mineur et en orange le lit moyen de la Grande Rivière de Jacmel (Welthungerhilfe, 2012).....  | 10 |
| Figure 5 Présentation des concepts et des paramètres liés à la gestion des risques (risque d'inondation) (Besnard, 2019).....   | 19 |
| Figure 6 Explication du concept de trajectoire hydrogéomorphologique (Dufour et Piégay, 2009). .....  | 23 |
| Figure 7 Exemple de cartographie hydrogéomorphologique appliquée aux rivières de la Roche, Yamaska Sud-Est et Matane (Biron et al, 2013). .....   | 28 |
| Figure 8 Localisation des sites d'études : a) Localisation d'Haïti dans la carte du monde, b) Localisation des sites d'étude dans la carte de la république d'Haïti et c) Contexte physique et géographique des sites d'études (Fond de carte : Openstreetmap, 2020). ..... | 31 |
| Figure 9 Photo de la Grande Rivière de Jacmel près du pont (Tout-Puissant, 8 août 2018). .....  | 32 |
| Figure 10 Photo de la rivière Momance près du pont de Brache (Tout-Puissant, 9 août 2018). .....  | 33 |
| Figure 11 Caractéristiques topographiques générales d'Haïti (MARNDR, 2009). .   | 35 |
| Figure 12 Caractéristiques climatiques générales d'Haïti (MARNDR, 2009). .....  | 36 |
| Figure 13 Caractéristiques pluviométriques générales d'Haïti (MARNDR, 2009).  | 38 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 14 Segmentation de la Grande Rivière de Jacmel (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019).....   | 42 |
| Figure 15 Segmentation de la rivière Momance (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019). .....  | 43 |
| Figure 16 Installation du niveau à stadia pour la réalisation d'une section transversale sur la Grande Rivière de Jacmel. (Tout-Puissant, 8 août 2018).....   | 49 |
| Figure 17 Série chronologique de catastrophes naturelles qu'a connues (a) le département du Sud-est et (b) le département de l'Ouest de 1994 à 2017 (Météo-Haïti, 2019). .....  | 56 |
| Figure 18 a) Inondations dans le Sud d'Haïti suite au passage du cyclone Matthew (Handicap International, 2016) et b) inondations dans le département de l'Ouest d'Haïti (Haïti Inter Presse, 2018).....  | 57 |
| Figure 19 Séries chronologiques (a) de la précipitation totale annuelle, (b) de la précipitation quotidienne maximale et (c) du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm pour la période 1994-2017 (Météoblue, 2019).....   | 60 |
| Figure 20 Trajectoire hydro-climatique des régions de : a) Jacmel et b) Léogâne de 1994 à 2017 (Météoblue, et Météo-Haïti, 2019).....   | 62 |
| Figure 21 Rapprochement du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm avec le nombre de catastrophes naturelles pour les régions : a) Jacmel et b) Léogâne de 1994 à 2017 (Météoblue, et Météo-Haïti, 2019).....  | 63 |
| Figure 22 Nombre de catastrophes naturelles annuel avant et après de 2005 : a) pour la région de Jacmel et b) pour la région de Léogâne (Météoblue, 2019).....  | 65 |
| Figure 23 Comparaison des moyennes des caractéristiques pluviométriques avant et après de : a) Précipitation totale annuelle, b) Précipitation maximale quotidienne et c) nombre de jours avec précipitation de plus de 12, 8 mm avant et après de 2004 pour la région de Jacmel et la région de Léogâne (Météoblue, 2019). ..... | 66 |
| Figure 24. Juxtaposition des tracés du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel de la période 2004-2016 (Fond de carte : image satellitaire de Google earth, 2019).....   | 68 |
| Figure 25. Juxtaposition des tracés des chenaux mouillés de la partie aval de la Grande Rivière Jacmel (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019). 69   |    |



- Figure 26- Agrandissement du tronçon 1 de la grande Riviere de Jacmel avec l'ensemble des processus actifs durant les differentes périodes : a) Période de 2004 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) Période de 2012 à 2016..... 70
- Figure 27- Agrandissement du tronçon 2 de la Grande Riviere de Jacmel avec l'ensemble des processus actifs durant les differentes périodes: a) Période de 2004 à 2010, a) Période de 2010 à 2012 et c) Période de 2012 à 2016..... 71
- Figure 28- Agrandissement du tronçon 3 de la Grande Riviere de Jacmel avec l'ensembles des processus actifs durant les differentes périodes : a) Période de 2004 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) Période de 2012 à 2016..... 72
- Figure 29- Trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel (2004-2016) et facteurs de contrôles : a) précipitation totale annuelle, b) nombre de catastrophes naturelles, c) largeur du lit actif, d) superficie des bancs et e) nombre de bancs (Météoblue et Météo-Haïti, 2019). ..... 75
- Figure 30- Trajectoire géomorphologique par tronçons de la Grande Rivière de Jacmel de 2004 à 2016: largeur du lit actif, b) nombre de bancs et c) superficie des bancs (Météoblue, 2019)..... 78
- Figure 31- Juxtaposition des tracés des bandes actives de la rivière Momance(Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019). ..... 79
- Figure 32. Juxtaposition des tracés des lits mouillés de la partie aval de la rivière Momance (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019). ..... 80
- Figure 33-Agrandissement du tronçon 1 de la riviere Momance avec l'ensemble des processus actifs des différentes periodes: a) Période de 2008 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) période de 2012 à 2016. .... 81
- Figure 34 Agrandissement du tronçon 2 de la riviere Momance avec les périodes avec l'ensemble des processus actifs des différentes periodes: A) Période de 2008 à 2010, B) Période de 2010 à 2012 et C) période de 2012 à 2016. .... 82
- Figure 35 Agrandissement du tronçon 3 de la riviere Momance avec les périodes avec l'ensemble des processus actifs des différentes periodes: a) Période de 2008 à 2010, b) Periode de 2010 à 2012 et c) période de 2012 à 2016..... 82
- Figure 36 Trajectoire géomorphologique de la rivière Momance (2008-2016) et les facteurs de contrôle : a) précipitation totale annuelle, b) nombre de catastrophes

|  |     |
|--|-----|
| naturelles c) largeur du lit actif, d) superficie des bancs et, e) nombre de bancs (Météoblue et Météo-Haïti, 2019). .....   | 84  |
| Figure 37- Trajectoire géomorphologique par tronçons de la rivière Momance 2008 à 2016 : largeur de la bande active, b) nombre de bancs et c) superficie des bancs (Météoblue, 2019).....  | 87  |
| Figure 38 Carte hydrogéomorphologique sur la Grande Rivière de Jacmel et sur la rivière des Orangers (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019) .....  | 89  |
| Figure 39- Agrandissement de la portion aval de la Grande Rivière de Jacmel et de la totalité de la rivière des Orangers (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019) .....  | 90  |
| Figure 40 Carte hydrogéomorphologique sur la rivière Momance (Fond de carte : LIDAR opentopography, 2010).....   | 92  |
| Figure 41- Agrandissement de la portion aval de la Grande Rivière de Jacmel et de la totalité de la rivière des Orangers (Fond de carte : LIDAR opentopography, 2010). .....   | 93  |
| Figure 42 Variation de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne (Météoblue et Météo-Haïti, 2019). ..... | 104 |
| Figure 43 Variation du nombre de bancs de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne (Météoblue et Météo-Haïti, 2019). .....         | 106 |
| Figure 44 Variation de la superficie des bancs de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne (Météoblue et Météo-Haïti, 2019). ..... | 108 |
| Figure 45 Structure du système national de gestion des risques et des désastres en Haïti (MICT, 2001). .....   | 123 |



## LISTE DES ABREVIATIONS

- AGR : Activité génératrice de revenus
- ASEC : Assemblée des sections communales
- CASEC : Conseil des assemblées des sections communales
- CCPC : Comité communal de protection civile
- CLPC : Comité local de protection civile
- CTESP : Comité thématique d'éducation et de sensibilisation du public
- CEHQ : Centre d'expertise hydrique du Québec
- CIAT : Comité interministériel de l'aménagement du territoire
- CMRP : Communauté des Municipalités de la Région des Palmes
- CNIGS : Centre national de l'information géo-spatiale
- CRSNG : Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
- DATIP : Direction administrative et technique de l'intercommunalité des Palmes
- DPC : Direction de la protection civile
- GDS : Gestion de déchets solides
- IHSI : Institut haïtien de statistique et d'informatique
- MARNDR : Ministère de l'agriculture, des ressources naturelles et du développement durable
- MDE : Ministère de l'environnement
- MPCE : Ministère de la planification et de la coopération externe

|        |  |
|--------|--|
| MICT   | : Ministère de l'intérieur et des collectivités territoriales              |
| MSP    | : Ministère de la santé publique   |
| MTPTC  | : Ministère des travaux publics, transport et communication                |
| LGDF   | : Laboratoire de géomorphologie et de la dynamique fluviale                |
| OCB    | : Organisation communautaire de base                                       |
| ONG    | : Organisation non gouvernementale   |
| PA     | : Programme agricole   |
| PNGRD  | : Plan national de gestion des risques et des désastres                    |
| PPRLPI | : Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables |
| PPRN   | : Plan de prévention des risques naturels                                  |
| SNGRD  | : Système national de gestion des risques et des désastres                 |
| SPGRD  | : Secrétariat permanent de gestion des risques et des désastres            |
| UGDS   | : Unité de gestion des déchets solides                                     |
| UQAR   | : Université du Québec à Rimouski  |



## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Haïti est un pays exposé et vulnérable aux aléas hydrogéomorphologiques par sa position géographique dans le bassin de la Caraïbe et sa situation socioéconomique et politique précaire (Rossilon, 2016). L'érosion des sols y est très prononcée. Elle est la résultante des mauvaises pratiques culturales (Figure 1), de l'élevage et du déboisement dans un environnement où les précipitations sont souvent intenses (Welthungerhilfe Haïti, 2012). La plupart des berges des rivières sont sans végétation, ce qui accélère l'érosion des berges où se trouvent des terres agricoles et des infrastructures et/ou l'élargissement des rivières. Les sédiments provenant de l'érosion des sols et des berges s'accumulent dans les cours d'eau, ce qui peut être une cause de sa migration latérale et, par voie de conséquence, des inondations (figure 2). Ils peuvent également se diriger directement vers la mer. Haïti possède 30 grands cours d'eau et de nombreux ruisseaux et de ravines (Centre d'Ingénieurs Topographique des États-Unis, 1999). Lors des périodes pluvieuses et de la saison cyclonique, ces rivières sont en crue et provoquent des inondations catastrophiques qui se soldent le plus souvent par des pertes en vies humaines, de bétails et de grands dommages.



Figure1 Exemple d'une culture sur des versants raides favorisant l'érosion des sols (Wekthunghilfe, 2012).



Figure 2. Rivière Momance avec présence de bâtiment sur berge en érosion (Tout-Puissant, 2018).

Haïti a connu, au cours des deux dernières décennies, 30 cyclones et 40 inondations affectant plus de 3,5 millions de personnes (Glas H. et al, 2020). Il est le pays le plus pauvre de l'hémisphère nord (Rossilon, 2016). Il a une population de plus de 11 millions d'habitants pour une superficie de 27 750 km<sup>2</sup> dont 60 % sont constituées de pentes de plus de 20 % (IHSI, 2015 et CIAT, 2009). Plus de 70 % de la population haïtienne vivent de l'agriculture. La principale source d'énergie en Haïti pour la cuisson et le chauffage est le bois. Le charbon de bois est l'une des sources principales de revenu des Haïtiens (FAO, 2015). Plus de 6 millions d'Haïtiens vivent en dessous du seuil de pauvreté avec 2,41 dollars us par jour et 2,5 millions sont en extrême pauvreté avec 1,23 dollar us (Banque mondiale, 2018). Avec seulement 3% de couverture forestière, Haïti est l'un des pays les plus déforestés au monde (Dolisca et al, 2007).



A Port-au-Prince, la capitale d'Haïti, seulement 37 % des déchets solides sont collectés sur 900 milles tonnes métriques produits par an (MTPTC-UGDS/PNUD, 2015). Cela signifie que plus de 6 milles tonnes de déchets ne le sont pas. Ce qui explique le fait que les rues de la capitale sont jonchées de tonnes de déchets, surtout des déchets plastiques qui sont très difficilement dégradables. En outre, quand il pleut, les Haïtiens profitent de l'occasion pour jeter des ordures dans les rues sous prétexte que les eaux vont les emmener jusqu'aux rivières pour aboutir à la mer. Tout cela entraîne le remplissage des égouts, l'augmentation du niveau d'eau dans les rivières qui, à leur tour, engendrent des inondations. La situation se présente ainsi à Port-au-Prince, mais elle reflète la réalité de tout le pays en termes de gestion des déchets solides. Elle est caractérisée par le manque significatif des équipements de base, des connaissances techniques et des capitaux nécessaires pour investir dans un système de GDS adéquat. Cela est dû à une faiblesse accrue dans la gouvernance du pays (MTPTC-UGDS/PNUD, 2015).

Les Haïtiens sont ainsi rentrés dans un cycle infernal d'inondations causées par un grand nombre de facteurs qui interagissent entre eux. Les cyclones et les glissements de terrain peuvent engendrer des inondations par effet domino, tandis que les activités de l'Homme telles que le déboisement et la mauvaise gestion des déchets peuvent entraîner des inondations par le ruissellement rapide des eaux de surface vers les cours d'eau principaux. La faiblesse de la couverture végétale ne favorise pas l'amortissement des gouttes de pluies, du même coup, ni l'infiltration et ni la rétention du sol. Ce dernier chemine vers les cours d'eau contribuant à détériorer la qualité de l'eau mais aussi à engraisser les bancs d'accumulation se trouvant sur les lits des rivières. Il peut également se retrouver dans les égouts et contribuer à les combler avec les autres déchets. À la prochaine pluie, ces phénomènes exacerbent les inondations, puis le cycle recommence.

En tenant compte de tout ce qui est dit plus haut, on peut comprendre qu'Haïti fait l'objet d'une exposition et d'une vulnérabilité très prononcées en matière d'inondations. C'est dans ce contexte que les aléa hydrogéomorphologiques dans les corridors fluviaux de deux grandes rivières d'Haïti sont analysés. Il s'agit de la Grand Rivière de Jacmel et de la

rivière Momance. Cette étude s'inscrit dans le cadre de mon travail de recherche en maîtrise en géographie.

Ce mémoire comporte cinq chapitres. Le premier chapitre traite de la problématique, des objectifs et du cadre conceptuel. Le second fait l'objet de la présentation des sites d'études. Le troisième porte sur la méthodologie utilisée pour réaliser cette étude. Le quatrième détaille les résultats de l'étude. Le cinquième est consacré à la discussion et traite des recommandations formulées pour mieux gérer les risques hydrogéomorphologiques tout en prenant l'approche hydrogéomorphologique comme pierre angulaire.



## CHAPITRE 1

Le chapitre 1 inclut la problématique, les objectifs et le cadre conceptuel du travail. La problématique fait une mise en contexte et renforce la pertinence des objectifs proposés dans le cadre de ce mémoire.

### 1.1- PROBLEMATIQUE

Cette portion du mémoire met en exergue l'importance stratégique des deux cours d'eau et la cartographie hydrogéomorphologique et la gestion des risques en Haïti.

#### 1.1.1- Importance stratégique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance

La Grande Rivière de Jacmel et la rivière Momance sont connus comme deux grands cours d'eau de la république d'Haïti tant en termes de la superficie de leur bassin versant qu'en termes des dégâts qu'elles peuvent occasionner quand elles sont en crue.

La Grande Rivière de Jacmel coule dans le département du Sud 'Est étant une zone touristique qui fait bénéficier beaucoup de devises étrangères au pays et une valorisation de sa culture. Elle connecte, de l'est à l'ouest, les communes de ce dit département. Lors des crues de ce cours d'eau, l'accès par la route de l'amitié à la ville de Jacmel et à certaines communes est impossible et les dommages et les pertes enregistrés sont énormes.

La rivière Momance alimente les communes du département de l'Ouest, qui est le plus grand département du pays sur les plans démographique, politique et institutionnel, et cause beaucoup de dégâts aux infrastructures, au bétail et aux parcelles des agriculteurs des communes de Carrefour, de Gressier et de Léogâne. Elle relie quatre départements du pays au moyen d'un pont qu'elle a détruit à maintes reprises. Elle a une mauvaise réputation, soulignée par les riverains qui se disent en danger à chaque averse durant la saison des pluies, sans oublier la saison cyclonique (Darius *et al.*, 2013).

Malgré ce constat, les études sur les rivières pour contrer le risque d'inondation sont rares et ne s'inscrivent pas dans le cadre d'une Politique gouvernementale de gestion intégrée des risques. Il est un fait qu'en Haïti, d'ailleurs comme dans tous les pays en situation de pauvreté, peu d'études sont réalisées sur des sujets spécifiques et lorsqu'elles sont faites, elles sont peu valorisées. Cet état de fait est occasionné par le problème financier et la situation de survie que connaissent ces pays. Or, il est indiscutable que ces études sont d'une importance capitale pour le pays pour mieux gérer les risques et leurs conséquences sur les communautés mais aussi parce qu'elles peuvent contribuer à améliorer les retombées socio-économiques (transport, santé, revenu, approvisionnement en eau, irrigation etc.).

### **1.1.2- Cartographie hydrogéomorphologique et gestion des risques en Haïti**

En Haïti, des cartes hydrogéomorphologiques ont été produites dans le cadre de certains projets implémentés par le gouvernement haïtien via Comité interministériel de l'aménagement du territoire (CIAT) et Centre national de l'information géo-spatiale (CNIGS) et des organisations non gouvernementales et internationales. Ces cartes ne sont pas nombreuses, malgré le caractère moins coûteux et les bons résultats de la méthode hydrogéomorphologique dans le contrôle du risque d'inondation dans le monde. Parmi ces études, on peut citer celle effectuée au Cap-Haitien par le CIAT et celles réalisées par le CNIGS sur la rivière Momance et sur la Grande Rivière de Jacmel.

Le CIAT a implémenté un projet au Cap-Haitien en 2015 au cours duquel, l'approche HGM a été employée pour caractériser et photographier les risques d'inondation et de submersion côtière. Ce projet s'inscrivait dans le cadre du Programme de reconstruction du pays après le séisme du 12 janvier 2010. Il a été financé par le don de l'Association Internationale de Développement H-4320-HT. Le PNUD a élaboré en 2015 « un Guide Méthodologique de Réduction des Risques Naturels en zones urbaines en Haïti ». Ce guide a été produit pour inciter la prise en compte des risques naturels dans tous les projets et programmes d'aménagement du territoire et de construction. Il contenait cinq sections principales :

- La prévention par la mise en place de Plan de Réduction des Risques Naturels (PRRN);
- La protection par la mise en place de mesures de réduction du risque et de la vulnérabilité;
- La planification de la gestion des désastres;
- L'information et la sensibilisation;
- La formation.

C'est ainsi que dans la première section, il était question de produire des plans de réduction de risques naturels (PRRN). Dans le cas de l'aléa « inondation », l'utilisation de l'approche HGM a été proposée pour la caractérisation et la détermination des aléas d'inondations.

Des études ont été répertoriées concernant la rivière Momance. L'une d'elles qui a été réalisée en 2009 par le CNIGS dans laquelle des cartes hydrogéomorphologiques (Figure 3) ont été produites en appliquant l'approche hydrogéomorphologique de l'école française. Le CNIGS a réalisé d'autres projets sur la rivière Momance, mais les informations ne sont pas accessibles. Une étude sur la rivière Momance a été l'œuvre d'une firme de consultants privée appelée « Burecplus ». L'étude consistait en élaboration des schémas d'aménagements et de gestion des eaux du bassin versant de la rivière Momance. Pour atteindre les objectifs de cette étude, l'approche hydrologie, hydraulique et statistique a été utilisée. Il est à mentionner que ces études n'ont pas fait l'objet d'une publication ou ne le sont pas encore. L'accès à ces documents était rendu possible grâce à la visite de terrain qui a eu lieu en Haïti et des contacts personnels dans certaines institutions.

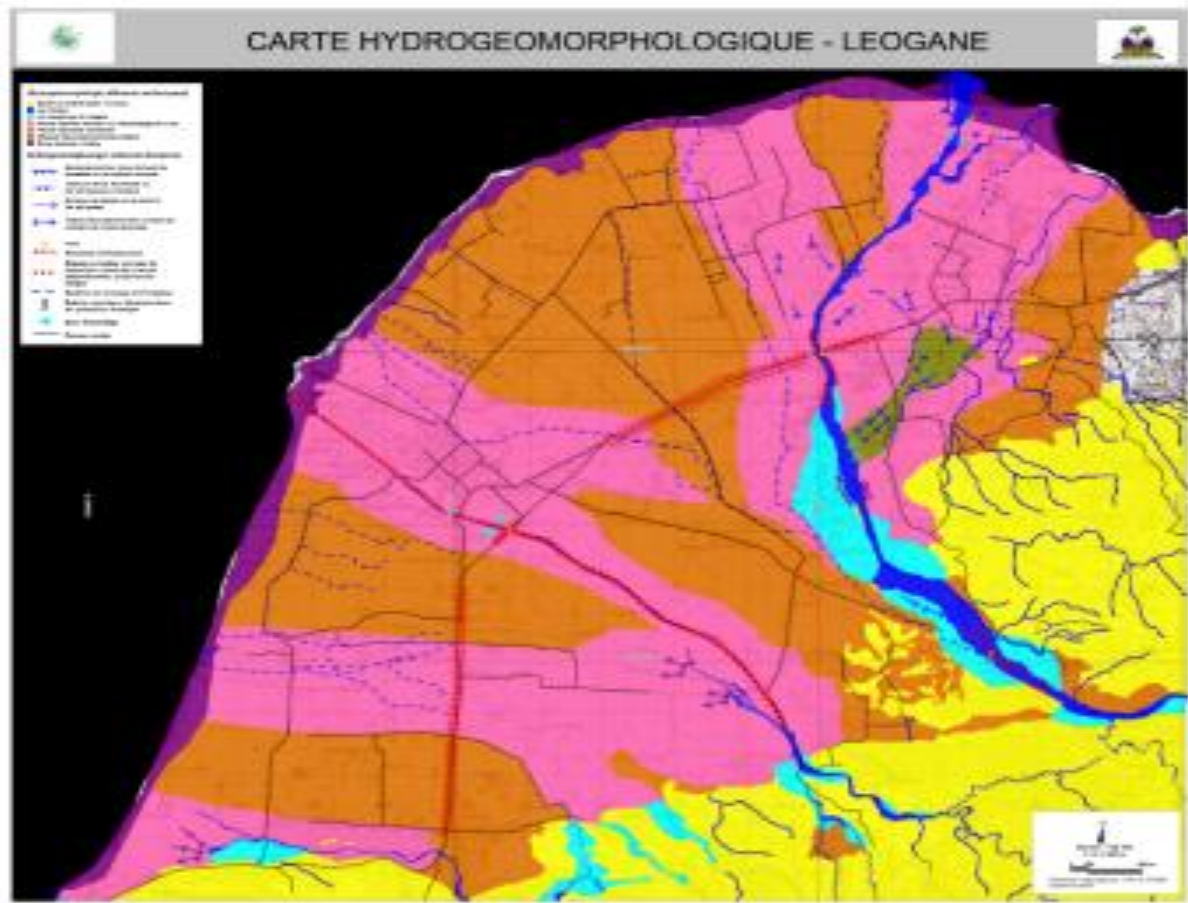


Figure 3 Carte hydrogéomorphologique correspondant à la rivière Momance (CNIGS, 2009).

Dans la région de Jacmel, les études sont plutôt réalisées sur les tributaires de la Grande Rivière de Jacmel. En 2012, le Welthungerhilfe (agro action allemande) une ONG Allemande, a procédé à une évaluation technique des menaces dans les communes de Jacmel, de Grand Goâve et de Petit- Goâve d'Haïti. L'un des livrables de cette évaluation a été une carte hydrogéomorphologique (Figure 4) basée sur l'école française de l'approche hydrogéomorphologique.



Figure 4 Photo d'une carte produite sur la Grande Rivière de Jacmel : en rouge transparent le lit mineur et en orange le lit moyen de la Grande Rivière de Jacmel (Welthungerhilfe, 2012).

En 2015, grâce à la collaboration d'ARTELIA, l'ambassade suisse a réalisé une étude pilote de dangers et de risques naturels au niveau de Jacmel pour l'application d'une méthodologie multirisque. Au cours de cette étude, l'analyse des bassins versants de la rivière Gosseline et de la rivière des Orangers a été effectuée. Elles sont deux affluents de la Grande Rivière de Jacmel. Aucune carte hydrogéomorphologique n'a été élaborée au cours de cette étude pilote sur la Grande Rivière de Jacmel.

D'après des informations recueillies, des cartes hydrogéomorphologiques ont été réalisées sur la rivière Momance et sur les tributaires de la Grande Rivière de Jacmel. Elles ont été conçues suivant l'approche hydrogéomorphologique française. Toutefois, elles renfermaient certaines lacunes et certaines imperfections. En se basant sur la date à laquelle



elles étaient produites, on peut déjà comprendre qu'elles ne correspondent pas aux réalités actuelles de la dynamique hydrosédimentaire des cours d'eau. La dynamique des deux cours d'eau peut évoluer. La cartographie HGM peut tenir compte de cette évolution si la trajectoire et la sensibilité HGM sont considérées. Or, dans la réalisation de ces cartes, elles n'ont pas été prises en compte. De plus, il est difficile d'appréhender la manière dont elles ont été créées. Elles n'ont pas une orientation et une échelle bien définies. Celle élaborée sur la Grande Rivière de Jacmel est très limitée (figure 7). Elle est produite à partir d'une photo de Google Earth, elle est simpliste, les lits ne sont pas délimités, les différents processus ne sont pas définis et les zones à risque étaient surestimées. En plus des lacunes quant à leur mode de production, elles peuvent comporter également des lacunes quant à leur mode d'utilisation. En ce qui concerne le chemin emprunté par ces cartes : sont-elles distribuées aux différents partenaires ou acteurs de la gestion des risques ? sont-elles acheminées vers les ONGs ? Sont-elles partagées aux organisations communautaires de base, aux membres de la population ? Sont-elles restées sur les étagères des instances qui les avaient produites ? Y-a-t-il eu des consultations, des formations, des séances d'information pour aider les acteurs à les utiliser de façon convenable ? La cartographie des zones inondables est-elle une priorité pour les citoyens d'Haïti ? C'est pour dire que dans la littérature, l'utilisation de ces cartes n'est pas bien définie. Par exemple, on ne sait pas par qui, où, quand, comment et pourquoi elles sont utilisées ou si elles ne sont pas conservées dans un disque dur sans jamais faire l'objet d'une mise en application. Toutefois, les informations nécessaires pour répondre à toutes ces questions n'ont pas été trouvées.

En effet, tous ces raisonnements amènent à des questionnements quant à la dynamique des cours d'eau, des cartes produites et du transfert de connaissances sur la géomorphologie fluviale en Haïti. De ce fait, les trois questions suivantes se sont posées :

- Que sait-on de la dynamique des cours d'eau dans le temps en Haïti (trajectoire géomorphologique)?
- Quelle est la validité des cartes hydrogéomorphologiques produites en Haïti?

- Comment fait-on le transfert de connaissances sur la dynamique des cours d'eau dans un contexte de gestion des risques en Haïti.

Dans ce contexte, nous nous fixons des objectifs pour pouvoir répondre à ces questions dans le cadre de ce mémoire en géographie

## **1.2- OBJECTIFS DU MEMOIRE**

Compte tenu de bons résultats de la méthode de cartographie hydrogéomorphologique, de son caractère moins onéreux, de son utilisation au Québec et plus précisément au Bas-Saint-Laurent là où j'ai fait ma maîtrise en géographie et de mon affiliation au laboratoire de dynamique fluviale de l'université du Québec à Rimouski, il me paraît intéressant de promouvoir l'employabilité de cette démarche dans le cadre de la gestion des risques et de l'aménagement du territoire de mon pays.

L'objectif global de ce mémoire consiste à analyser les aléas hydrogéomorphologiques dans les corridors fluviaux de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance pour la période de 2000-2017. Afin d'atteindre l'objectif global, trois objectifs spécifiques ont été formulés :

- 1- Analyser les trajectoires géomorphologiques récentes de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance et examiner leurs facteurs de contrôle ;
- 2- Élaborer une cartographie hydrogéomorphologique des aléas hydrogéomorphologiques selon l'approche englobante développée au Québec ;
- 3- Explorer les composantes d'une stratégie de formation, de renforcement de capacités et de transfert de connaissances pour valoriser les outils de géomorphologie fluviale développés dans le cadre de ce mémoire.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, l'analyse de la trajectoire hydrogéomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance sera faite, des cartes hydrogéomorphologiques seront produites et des possibilités d'utilisation et des mécanismes de suivi seront mis en place. Par exemple, des recommandations seront

formulées et des séances d'information et de présentation des résultats du travail seront réalisées après l'achèvement de cette étude pour les acteurs et les institutions ayant pris part à sa réalisation.

Les résultats de cette étude permettront de mieux comprendre la dynamique spatio-temporelle des deux rivières, de détecter les aléas qui en découlent ainsi que d'examiner le rôle des facteurs hydrométéorologiques et anthropiques sur cette dynamique. Cette compréhension de la trajectoire géomorphologique de ces rivières, l'existence et l'utilisation de ces cartes hydrogéomorphologiques, la duplication des séances de formation et la mise en application des recommandations formulées seront un atout important, un préalable incontournable dans le cadre de la prise de décisions éclairées pour réduire l'exposition et la vulnérabilité des populations concernées aux aléas détectés. Elles serviront aussi dans le choix, le dimensionnement, le lieu de mise en place et la protection des infrastructures telles que les routes, les ponts et les ponceaux, entre autres. Somme toute, les résultats de ce travail constitueront un outil stratégique pour les décideurs, les autorités locales et le gouvernement dans la perspective de protéger la population et d'assurer la durabilité des infrastructures.

### **1.3- CADRE CONCEPTUEL**

Cette section se structure autour de quatre points spécifiques liés à l'approche HGM pour la gestion des aléas fluviaux : définition des risques naturels et aléas hydrogéomorphologiques; définition du concept hydrogéomorphologie ; description de la trajectoire hydrogéomorphologique et particularité de la cartographie hydrogéomorphologique.

#### **1.3.1- Risques naturels et aléas hydrogéomorphologiques**

En tenant compte de la problématique établie et les questions de recherche, risque naturel et aléa hydrogéomorphologique ressortent comme les concepts clés correspondant à ce travail de recherche tout comme l'hydrogéomorphologie, la trajectoire et la cartographie hydrogéomorphologiques. C'est pourquoi, dans cette section, un lien est réalisé entre les risques naturels et les aléas hydrogéomorphologiques. Pour ce faire, on tient compte des aléas hydrogéomorphologiques et des deux composantes principales du risque à savoir aléa et vulnérabilité.

##### **1.3.1.1- Risque**

Le concept de risque est défini par la Commission européenne en considérant deux paramètres principaux : la possibilité qu'arrivent un élément dangereux et l'intensité de ses conséquences. Toutefois, le concept de risque est abordé, défini et présenté de façons différentes selon l'auteur du fait qu'il s'agit d'une notion qui est utilisée dans de nombreux secteurs d'activités et plusieurs disciplines. En fait, le risque est la probabilité qu'un aléa survienne et affecte des enjeux exposés et vulnérables à cet aléa donné. Les enjeux peuvent être la personne humaine, le milieu physique, les biens et les équipements. (Geoconfluence, 2019).

On peut parler de plusieurs sortes de risques, mais les risques technologiques ou anthropiques et les risques naturels sont les deux principaux. Les risques naturels se rapportent aux aléas naturels (Pagney Bénito-Espinal, 2019). Toutefois, le risque peut revêtir d'un aspect anthropique. Le risque naturel se situe donc à la croisée entre, d'une part, un ou plusieurs aléas naturels, et, d'autre part, la vulnérabilité d'une société et/ou d'un

territoire qu'elle occupe (ministère de la Sécurité Publique du Québec, 2014). L'aléa ne devient un risque qu'en présence d'enjeux humains, économiques et environnementaux vulnérables. Un typhon dans une île déserte de l'océan Pacifique n'est pas un risque, tandis qu'un cyclone sur une île surpeuplée de la Caraïbe, comme Haïti, représente un risque, car il peut provoquer de grandes pertes en vies humaines et d'énormes dommages. La matérialisation d'un risque majeur peut donner lieu à une catastrophe.

### **1.3.1.2- Vulnérabilité**

Le concept de vulnérabilité peut se définir de façon globale comme le caractère de ce ou de celui qui est vulnérable, c'est-à-dire susceptible d'être exposé à des atteintes physiques et morales. (Geoconfluence, 2019). Ce concept est applicable à une personne, à un groupe de personnes tel une communauté, une société ou une population selon s'il est capable de prévenir, de résister et de faire face à un impact, d'où le concept de résilience. De ce fait, les personnes qui se disent vulnérables sont celles qui, d'une façon ou d'une autre, n'ont pas ces capacités. Dans ce cas, elles se trouvent dans une situation de risque. En général, les enfants, les femmes et les personnes âgées sont considérés en situation de vulnérabilité comparés aux hommes en tenant compte de leurs aptitudes à affronter certaines menaces et le contexte social, économique, politique et culturel qui discrimine ces groupes et, par le fait même, les rend plus vulnérables (Pagney Bénito-Espinal, 2019).

La vulnérabilité peut correspondre aux conditions sociales, économiques, environnementales et culturelles. En ce sens, une personne qui n'a pas un toit pour dormir est en proie à des attaques, des viols, des vols ou des maladies. De plus, une personne qui ne sait pas ni lire ni écrire aura du mal à trouver un emploi adéquat pour pouvoir répondre à ses besoins les plus élémentaires et ne sera pas non plus en mesure de prendre en compte les directives liées à sa propre protection. L'état de l'environnement d'une société influence grandement sa vulnérabilité.

Tout ce qui est dit plus haut amène à la vision qu'a le ministère de la Sécurité publique du Québec de la vulnérabilité. En fait, il considère « la vulnérabilité comme une condition

résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédispose les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages. Elle fait ainsi référence aux situations et aux caractéristiques intrinsèques d'un milieu ou d'éléments de celui-ci, qui conduisent à anticiper des conséquences néfastes pouvant résulter de la manifestation d'un ou de plusieurs aléas. La vulnérabilité met donc en évidence l'incapacité ou l'inaptitude d'un milieu et de ses composantes à résister à un aléa ou à répondre à sa manifestation » (ministère de la Sécurité Publique du Québec, 2014).

Les caractéristiques fondamentales des éléments exposés sont : le degré d'exposition, la valeur ou l'importance stratégique et la sensibilité des éléments exposés. Elles déterminent le niveau de vulnérabilité des éléments. Le degré d'exposition fait référence à l'importance de l'exposition à un aléa et à ses effets. Il se rapporte au nombre et à la concentration d'éléments exposés, à la proximité du point d'origine de l'aléa et à la durée de l'exposition. La valeur stratégique traite de l'importance de l'élément exposé pour la personne et la collectivité. De cette manière, la vie humaine, dépendamment des cultures, est indiscutablement l'aspect le plus important. Enfin, la sensibilité qui est le pourcentage dans lequel un enjeu exposé est à même d'être affecté par l'avènement d'un aléa. Il est à préciser que, selon le ministère de la Sécurité publique du Québec (2014), la sensibilité prime sur les deux autres caractéristiques dans la détermination du niveau de vulnérabilité d'un élément. À mentionner que l'aspect de vulnérabilité n'est pas considéré dans le cadre de ce mémoire, seuls les aléas et spécifiquement les aléas hydrogéomorphologiques y sont pris en compte.

### **1.3.1.3- Aléas**

Un aléa se définit comme un phénomène d'origine naturelle ou anthropique pouvant causer des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement. L'origine de l'aléa dépend de l'agent en cause. L'aléa peut être soudain comme un séisme ou une avalanche, ou progressif, comme une sécheresse ou l'érosion côtière, ou correspond à des conditions

latentes et peut occasionner ultérieurement des dégâts, comme la pollution ou le rehaussement du niveau de la mer. On peut parler d'aléa de référence qui est le niveau d'aléa choisi pour la gestion du risque. Par exemple, un événement centennal c'est-à-dire ayant une période de retour de cent ans comme une inondation peut être considéré comme un aléa de référence (ministère de la Sécurité publique du Québec, 2014).

Les caractéristiques intrinsèques aux aléas sont nombreuses, mais l'intensité, la probabilité d'occurrence et la localisation spatiale sont celles les plus souvent utilisées pour estimer l'importance de l'aléa. Celles-ci sont également déterminantes dans l'établissement du niveau de risque. Ces caractéristiques contribuent, entre autres, à mieux appréhender la nature du phénomène et des activités en cause, à renforcer la connaissance des conséquences probables, les besoins susceptibles d'être générés par l'avènement de l'aléa et la mise en place des mesures de traitement de risque.

Les caractéristiques principales d'un aléa sont variables dans le temps en fonction de plusieurs facteurs. Par exemple, l'exécution d'un projet de développement et les changements climatiques peuvent être à l'origine de l'accroissement de la probabilité d'occurrence et de l'intensité d'un aléa. L'urbanisation et la fonte des glaciers peuvent occasionner une augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations.

La survenue d'un aléa peut être associée ou est la résultante de la manifestation d'autres aléas. Cette combinaison ou l'interaction des aléas entre eux peut provoquer des pertes en vies et des dommages beaucoup plus considérables. Un tremblement de terre peut être à l'origine de la manifestation de divers phénomènes comme l'effondrement de structures, la rupture de barrages, des fuites de gaz, des incendies ou des pannes. Dans le cas de certains aléas, l'un peut être responsable de l'avènement de l'autre et vice versa. Des inondations peuvent entraîner des glissements de terrain et ces derniers peuvent provoquer des inondations (ministère de la Sécurité publique du Québec, 2014).

Dans la littérature, le fait que les aléas interagissent entre eux est traduit par la notion d'aléas simples et d'aléas combinés ou par celle d'aléas primaire et secondaire. Cependant, pour les aléas d'origine technologique, on parle d'effets dominos. Notons que dans certains cas, les aléas secondaires peuvent représenter une plus grande menace pour la population exposée. Il existe deux principales catégories d'aléas qui se subdivisent chacune en trois sous-catégories : les aléas anthropiques comprenant les aléas accidentels (technologiques), aléas intentionnels et aléas correspondant à la dégradation de l'environnement (changements climatiques, déforestation, etc.) et les aléas naturels se répartissent en aléas hydrométéorologiques, géologiques et biologiques (ministère de la Sécurité publique du Québec, 2014).

#### **1.3.1.4- Aléas hydrogéomorphologiques**

L'hydrogéomorphologie est « la science qui étudie la complexité des formes, des processus et des rétroactions des cours d'eau selon une gamme d'échelle allant des sections transversales du chenal au bassin-versant » (Newson et Sear, 1998). En tenant compte de la définition de l'hydrogéomorphologie, les aléas hydrogéomorphologiques peuvent se définir comme étant des phénomènes découlant du bassin versant et des corridors fluviaux d'une rivière donnée qui peuvent porter préjudice aux enjeux qui sont exposés. Les changements climatiques, les précipitations et la déforestation peuvent être des facteurs aggravants de ces aléas.

Les glissements de terrain, les écroulements, les laves torrentielles et les coulées de boue sont des aléas hydrogéomorphologiques qui mettent en mouvement des volumes importants de terrain et qui, pour la plupart, correspondent à des déclenchements brusques sur les versants (Geoconfluence, 2019). Toutefois, dans le cadre de ce mémoire, les aléas hydrogéomorphologiques pris en compte sont le glissement de terrain, l'érosion (incision et migration latérale) et l'inondation. Ils sont choisis par le fait qu'ils sont très fréquents dans le pays qui est concerné par cette étude et qu'ils peuvent jouer le rôle d'aléa primaire ou secondaire pour l'un ou pour l'autre.



Il est à rappeler qu’Haïti est une presqu’île située sur la trajectoire des cyclones, traversée par des failles actives, très déboisée, et que sa structure socio-économique et environnementale est précaire (Rossillon, 2016 et FAO, 2015). Tous ces facteurs peuvent constituer des éléments déclencheurs ou aggravants des aléas hydrogéomorphologiques cités plus hauts. La figure 5 suivante retrace tous les concepts et paramètres liés à la gestion du risque inondation.

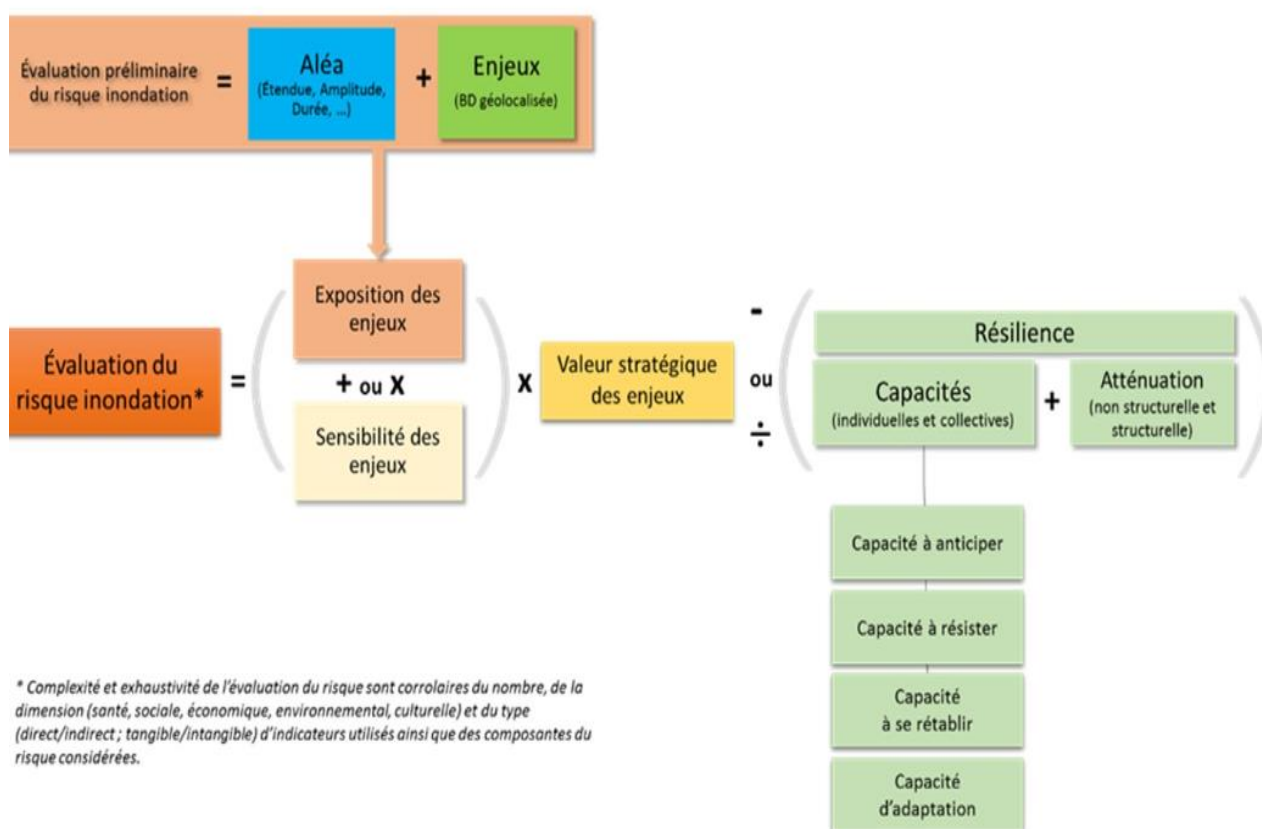


Figure 5 Présentation des concepts et des paramètres liés à la gestion des risques (risque d’inondation) (Besnard, 2019)

### **1.3.2- Hydrogéomorphologie**

Le terme hydrogéomorphologie est constitué de deux mots : hydro et géomorphologie. Hydro renvoie à « hydrologie », qui est l'étude du cycle de l'eau et des relations entre l'atmosphère, la surface terrestre et le sous-sol et « géomorphologie », signifiant « la science qui a pour objet la description et l'explication du relief terrestre » (Coque, 2002). L'hydrogéomorphologie est « la science qui étudie la complexité des formes, des processus et des rétroactions des cours d'eau selon une gamme d'échelle allant des sections transversales du chenal au bassin-versant » (Newson et Sear, 1998)

Il est courant que le terme « géomorphologie fluviale » soit utilisé en référence à l'hydrogéomorphologie. Toutefois, il faut préciser que l'hydrogéomorphologie ne se réduit pas seulement à cette dernière, elle est beaucoup plus large, elle englobe d'autres disciplines telles que la chimie, l'écologie, hydrologie et géomorphologie et elle vise une meilleure compréhension de notre environnement. En fait, l'hydrogéomorphologie s'intéresse à l'environnement physique des cours d'eau à tous les niveaux de perception spatio-temporels, elle est interpellée par tout écoulement exercé sur une surface, qu'il s'agisse du torrent, du ravinement, du ruissellement, jusqu'au fleuve s'écoulant vers un estuaire (Arnaud-Fassetta et al., 2009 ; Biron et al., 2013).

### **1.3.3- Trajectoire hydrogéomorphologique**

La trajectoire géomorphologique fait référence à l'analyse chronologique de la morphologie d'un cours d'eau et prend en compte les variables morphométriques associées à la géométrie du chenal, à la dynamique sédimentaire et aux facteurs de contrôle (Demers et al., 2015). Elle trouve son fondement dans l'étude historique du dynamisme fluvial et favorise une visualisation rapide des modifications survenues dans le temps ou les tendances dans le dynamisme fluvial. Par exemple, l'analyse des photos aériennes peut permettre cette visualisation en observant les ajustements morphologiques d'un cours d'eau dans le temps. Cela peut donner la possibilité d'aboutir à la représentation dans le temps de l'évolution de certains paramètres et variables tels que la sinuosité ou le nombre et la superficie des bancs d'accumulation, la largeur, la profondeur ou le style fluvial d'un cours d'eau (Demers et al., 2014).

Étudier la trajectoire morphologique d'un système fluvial, c'est se renseigner sur les liens existant entre les processus et les formes dans des endroits spécifiques afin de prévoir à long terme l'évolution du paysage (Brierley et al., 2008). Cependant, il n'est pas toujours facile d'étudier le fonctionnement futur d'un cours d'eau, car de nombreux paramètres sont à considérer comme les événements perturbateurs, les temps de réponse, les ajustements progressifs, simultanés, à retardement et à divers degrés (Lane et Richards, 1997 ; Fryirs et Brierley, 2009). De ce fait, l'application directe d'un modèle sur un système à un autre n'est pas facile compte tenu du fait que la nature et les degrés d'ajustement fluctuent d'une rivière à l'autre (Brierley et al. 2008). Cela explique l'unicité de chaque système. Dès lors, l'analyse réelle de la trajectoire morphologique d'un système fluvial demande la reconnaissance de la nature non linéaire des ajustements dans le temps (Lane et Richards, 1997 ; Surian et Rinaldi, 2003 ; Simon et Rinaldi, 2006a; Brierley et al., 2008; Beechie et al., 2008).

Pour analyser la trajectoire morphologique d'un cours d'eau, il faut tenir compte d'un ensemble de variables d'après différentes échelles spatio-temporelles. L'espace peut être analysé à l'échelle du bassin versant et à l'échelle des tronçons. Dans le cas du bassin versant, les variables judicieuses à considérer sont les conditions météorologiques et climatiques, la géologie et l'utilisation du sol. Ces dernières influencent les interactions entre les débits, les apports en sédiments et la morphologie, elles ont aussi des incidences sur les modèles d'aggradation et de dégradation du cours d'eau afin de provoquer des modifications morphologiques (Lane et Richards, 1997), tandis qu'au sein des tronçons, de nombreuses variables peuvent être considérées. Par exemple dans la géométrie du chenal, la pente, la largeur, la profondeur et les formes fluviales peuvent être analysées. Dans le cas de la plaine inondable, l'analyse peut se porter sur la morphologie, la topographie, la connexion avec le chenal. Parmi les caractéristiques sédimentaires, la taille, la forme et la proportion de roches volcaniques, et la profondeur d'accumulation de sédiments fins sont analysables. Pour la structure d'écoulement, les paramètres hydrauliques, à savoir la rugosité, le débit, la puissance, la vitesse et la contrainte de cisaillement sont à considérer. En regard de la végétation, la composition herbacée,

arbustive et arborescente est à tenir en compte. Et enfin s'agissant des obstacles à l'écoulement, les infrastructures, les débris ligneux et les embâcles de glace sont à analyser (Lane et Richards, 1997 ; Surina & Rinaldi, 2003 ; Simon et Rinaldi, 2006a; Brierley et al. 2008, Beechie et al 2008).

Cependant, à l'échelle temporelle, toutes ces variables ont des effets différents. C'est ainsi qu'à long terme, des ajustements sont engendrés par le confinement, les formes du relief et l'influence géologique (Beechie et al., 2008) ; pourtant, à court terme, des modifications morphologiques sont causées par la magnitude, la fréquence, la période et la nature d'une suite de perturbations (Brierley et al., 2008). Celles-ci sont classées en perturbations « rythmiques », c'est-à-dire correspondant à des événements occasionnels spécifiques de durée et de fréquence faibles et d'ampleur élevée (crues décennales ou centenaires). Il peut s'agir de perturbations « progressives » : un stress continu et en évolution spatio-temporelle. (Ex. : un développement urbain à proximité d'un cours d'eau). La perturbation « en continu » modifie plusieurs caractéristiques du cours d'eau et peut être à l'origine de réponses dans un large secteur.

Parmi les intérêts, les avantages de représenter la trajectoire géomorphologique résident dans le fait de faciliter la compréhension des réactions ou réponses du système fluvial aux perturbations pouvant survenir dans le temps. Ces perturbations peuvent revêtir un aspect hydrologique et sont occasionnées par des changements environnementaux ou d'un aspect anthropique et sont causées par des aménagements dans le cours d'eau ou des changements dans l'utilisation du sol (Demers et al., 2014).

Vu qu'elle favorise l'appréhension des réactions probables du cours d'eau vis-à-vis des perturbations, et également l'observation des tendances des morphodynamiques fluviales, la trajectoire géomorphologique rend possible l'anticipation des ajustements potentiels du cours d'eau aux aménagements prévus ou aux changements environnementaux anticipés (Demers et al., 2014).

Les facteurs de contrôle d'un système fluvial peuvent être l'activation des sources de sédiments, les débits et les interventions de l'homme, etc. (Buffin-Belanger *et al.*, 2017).

Toutefois, la capacité à établir le lien entre la trajectoire géomorphologique (Figure 6) et les variables de contrôle demeure conditionnée par la nature de leur caractérisation, qualitative ou quantitative, et la résolution spatiale et temporelle des observations.

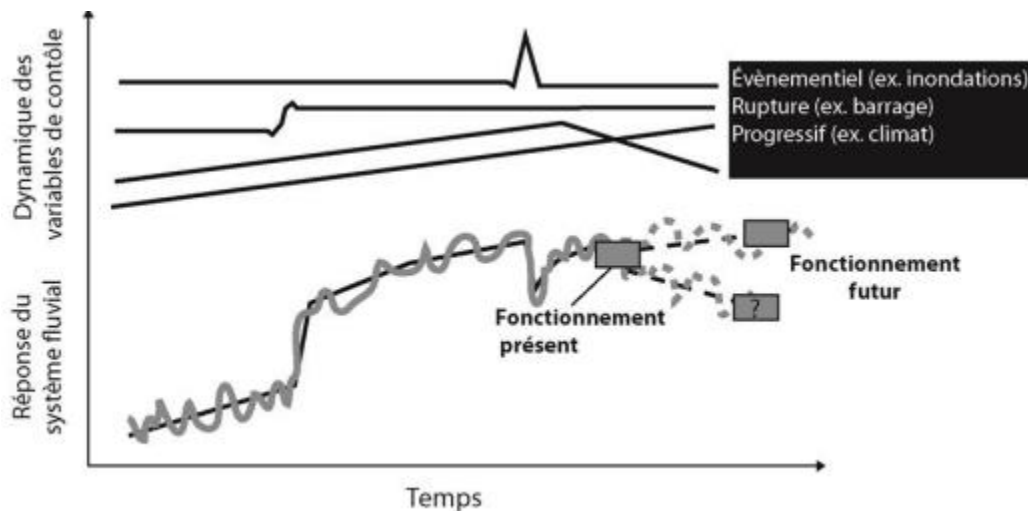


Figure 6 Explication du concept de trajectoire hydrogéomorphologique (Dufour et Piégay, 2009).

La trajectoire hydrogéomorphologique, est l'un des outils utilisés en hydrogéomorphologie, elle quantifie la trajectoire morphologique du cours d'eau en évaluant la sensibilité des tronçons et en identifiant les facteurs de contrôle. Elle anticipe l'évolution des cours d'eau en orientant les choix et les objectifs de gestion et d'aménagement de ceux-ci. A noter, outre la trajectoire hydrogéomorphologique, l'hydrogéomorphologie se sert d'autres outils comme les cartes hydrogéomorphologiques (Demers et al., 2014).

### **1.3.4- Cartographie hydrogéomorphologique et gestion des risques**

L'approche hydrogéomorphologique (HGM) est l'une des méthodes utilisées dans la détermination des zones inondables par les cours d'eau. Elle est une approche naturaliste employant une démarche inductive (Ballais et al., 2011b ; Buffin-Bélanger et al., 2012), c'est-à-dire se penchant sur des observations pour apporter des éléments d'information ou de précision sur un phénomène donné. En fait, elle met en exergue les lits des cours d'eau, les facteurs pouvant avoir des incidences sur les écoulements, et détermine les zones inondables et les caractéristiques physiques des inondations comme la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement. La photo-interprétation et des études sur le terrain y sont beaucoup utilisées, mais elle est peu coûteuse, réduit le délai, favorise le traitement de grandes longueurs de cours d'eau, et les cartes produites sont des outils directement utilisables dans la planification et les aménagements. Cependant, l'approche HGM n'est pas absolue et ne remplace pas les méthodes hydrologiques et hydrauliques (Ballais *et al.*, 2011).

L'un des grands enjeux de la gestion du risque d'inondation est la connaissance de l'aléa inondation. Dans le but de procéder à la cartographie des zones inondables sur la demande des autorités publiques après de grandes inondations en France, la méthode hydrogéomorphologique a pris de l'essor. Il est à noter que d'autres pays se servent de l'approche hydrogéomorphologique dans la gestion des cours d'eau, mais elle n'y fait pas encore l'objet d'un cadre réglementaire (Montané, 2014).

En France, dès 1980, selon M. Masson (1983) et Garry G et al. (2002, cité par Ballais 2007), la méthode hydrogéomorphologique a été initiée, mais a attendu 12 ans pour être utilisée soit après les inondations de Vaison-la-Romaine en 1992 (Arnaud-Fasseta G et al., 1993 ; Masson M, 1993; Ballais J.L et Segura P, 1999). Elle a été finalement acceptée comme une méthode pouvant donner des résultats en 2005, suite à beaucoup de témoignages et de démonstrations (Ballais et al., 2005). Dans l'Aube, pour une deuxième fois, elle a été utilisée en rapport avec les inondations de 2005-2006. À mentionner que cette nécessité de recourir à l'approche hydrogéomorphologique pour cartographier les zones inondables en France était de mise en raison du coût exorbitant et des faiblesses

présentées par l'approche hydraulique. En fait, celle-ci était employée dans des endroits et à des situations qui ne valaient vraiment pas la peine (Ballais et al., 2011).

Selon Ballais et al., 2011b ; Demers et al., 2014 ; Dupont et al., 2005 ; Lastra et al., 2008 ; Wulamu et al., 2013 ; Hallouche et al., 2010 l'application de la Méthode HGM sur différents cours d'eau du Midi méditerranéen a été une réussite. Cette dernière fut la raison principale de son application à d'autres milieux à l'intérieur et à l'extérieur de la France. D'après Montané, (2014), la Méthode HGM française associe des unités morphologiques (et/ou topographiques) telles que les lits mineur, moyen et majeur à des fréquences d'inondation : les lits mineur et moyen sont associés à des fréquences d'inondation élevées et le lit majeur à des fréquences d'inondation rares à exceptionnelles. Toutefois, compte tenu du fait que les plaines alluviales avec une représentation topographique de lits imbriqués ont été la pierre angulaire de cette méthode, elle n'est pas facilement utilisable pour les plaines alluviales avec une configuration différente (Demers *et al.*, 2014).

Malgré tout, la Méthode HGM s'est répandue dans d'autres pays du monde. Elle a été appliquée en Algérie (DHW, 2006), en Espagne (*Fernandez-Lavado C. et al. 2007*), au Salvador (Lastra J. et al., 2008 dans les Asturies), au Canada (Lelievre M.A et al, 2008) et en Tunisie (W. CHOUARI, 2009) (*infra*, p. 128) cités par Ballais et al, 2011). Par contre, la méthode hydrologique hydraulique est toujours utilisée dans la plupart des pays du monde (Ballais et al., 2011).

Au Québec, 2007 est considérée comme l'année de l'émergence de l'approche HGM suite à la catastrophe causée par la Rivière-au-Renard du 8 et 9 août 2007 (Lelièvre *et al.*, 2008). En effet, l'approche HGM a été réellement employée au Québec via le Laboratoire de géomorphologie et de dynamique fluviale (LGDF) de l'UQAR vingt-quatre ans après les premières évolutions de la méthode HGM française. Une méthode HGM a été élaborée par le LGDF par le biais des subventions du ministère de la Sécurité publique, pour cartographier les zones inondables des cours d'eau du Québec méridional en tenant compte de leurs caractéristiques et de leurs conditions inhérentes. Le cadre normatif de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) a été visé dans le

schéma de la cartographie HGM mise en place dans le cas des rivières Matane et Bonaventure. Toutefois, du point de vue réglementaire, la cartographie effectuée sur la rivière Bonaventure constitue la première application de la Méthode HGM au Québec (Montané, 2014).

Il est à mentionner qu'au Québec, avant l'application de la Méthode HGM, les approches HHS (Hydrologie, Hydraulique et Statistique) et pinceau large ont été utilisées. L'approche HHS a été utilisée par le gouvernement pour la mise en place du programme de détermination des cotes de crue 20 ans et 100 ans après les inondations ayant eu lieu à Saguenay causant la mort de 10 personnes et l'évacuation de 15 800 résidents (INSPQ, 2014 ; Parlement du Canada, 2014). Selon CEHQ (2014) « La démarche cartographique des zones inondables de l'approche HHS propose l'analyse fréquentielle de séries de débits conjointe à une transposition topographique des cotes de crue via la méthode de relation niveau-débit ou la modélisation hydrodynamique » L'approche du pinceau large est une méthode historique, archaïque et rudimentaire qui a été longtemps appliquée au Québec dans la cartographie des zones inondables. La base de son utilisation repose sur des repères historiques provenant des riverains et des archives documentaires. Ces repères, par l'entremise de leur situation géographique, permettent de ramener une cote altimétrique directement sur une carte topographique. Cette méthode conventionnelle est la plus proche de l'approche HGM (CEHQ, 2014).

En 2009, à la demande du MSP dans le cadre d'un mandat pour développer la méthode HGM au Québec méridional, la méthode HGM française a été utilisée sur les rivières Verte et Cap Chat en Gaspésie. Elle a été choisie du fait de l'inapplicabilité de l'approche HHS compte tenu de l'importance du transport de sédiments causant un ajustement hydrosédimentaire énorme provenant des dépôts meubles des bassins versants de ces deux rivières (Demers, 2009). En revanche, l'approche HGM française telle que conçue n'était pas exactement applicable aux cours d'eau de la Gaspésie.

En 2012, il y a eu une évolution dans la méthode HGM française visant à promouvoir une méthode HGM québécoise, c'est-à-dire adaptable aux conditions et caractéristiques



intrinsèques des cours d'eau du sud du Québec tels que Matane (Demers et al., 2012). Selon la version révisée à la québécoise de l'approche HGM française, il est préférable de représenter les aléas d'inondation sous forme de processus/aléas plutôt que sous la forme de définition de lits qui est fluctuante dépendamment de l'étude (Demers, 2015). Ainsi, se basant sur la version remaniée, la typologie par aléas se scinde en huit classes définies d'après un agencement de critères donnés comme la sédimentologie, l'écologie végétale, la morphologie et la pédologie (Demers et al., 2012).

En 2014, l'approche HGM française remaniée en 2012 a subi une révision et a été peaufinée par ses mêmes auteurs (Demers et al., 2014). Elle prône l'orientation de la démarche cartographique sur des modelés plutôt que sur les aléas comme c'était le cas en 2012. Cette volonté d'orientation de la méthode HGM vient du principe qu'il est beaucoup plus simple et direct d'analyser des mécanismes au moyen de paramètres physiques en tout temps identifiables sur la plaine alluviale et il a fallu se démarquer des termes et de l'approche cartographique basée sur les aléas, vu qu'elle utilisait une terminologie semblable à celle utilisée par le PPRLPI (Demers et al., 2014). En fait, la démarche cartographique par modelés a remplacé l'approche HGM française s'appuyant sur la représentation des lits en tant qu'outil facilement applicable localement, à savoir pas sur les plaines alluviales méditerranéennes (Montané, 2014). Cette approche HGM (figure 7) par modelés a été testée pour la première fois dans le cadre d'un projet de cartographie par espace de liberté sur les rivières de Roche et Yamaska-Sud-Est (Biron et al., 2013).

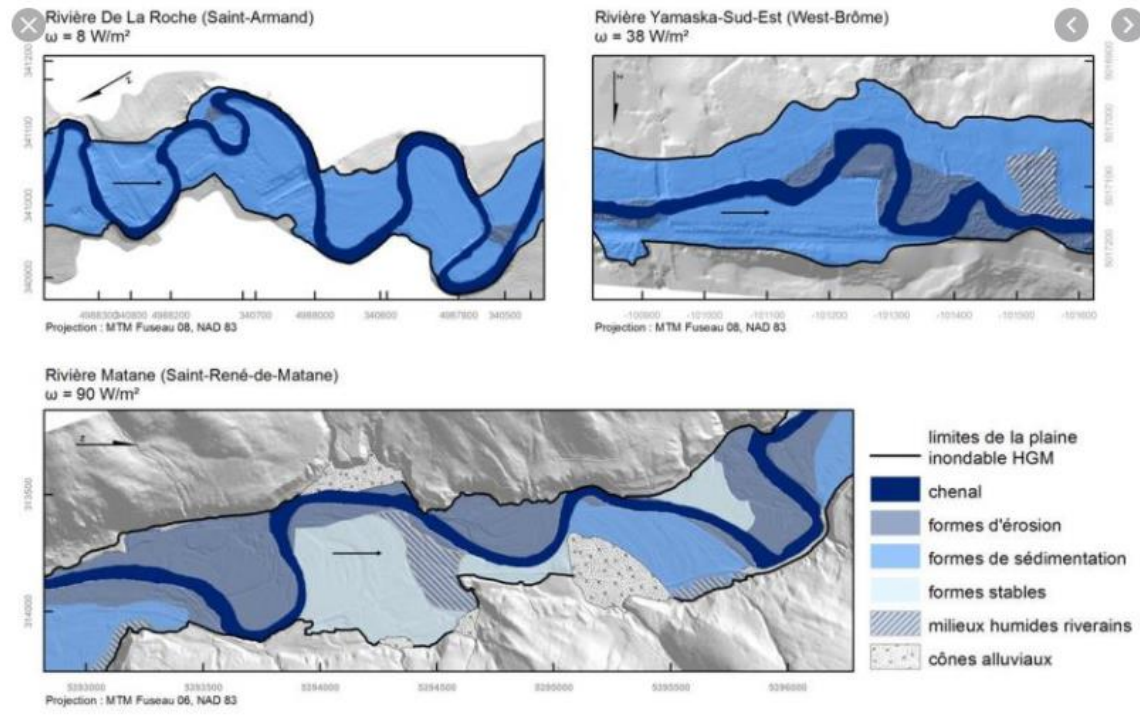


Figure 7 Exemple de cartographie hydrogéomorphologique appliquée aux rivières de la Roche, Yamaska Sud-Est et Matane (Biron et al, 2013).



## CHAPITRE 2

### 2.1- SITES D'ÉTUDE

Cette étude concerne deux rivières d'Haïti, l'une se trouve dans le département du Sud-Est et l'autre dans celui de l'Ouest. Plus précisément, la Grande Rivière de Jacmel coule dans la région de Jacmel et la rivière Momance dans la région de Léogâne (figure 8). Ce sont deux importantes rivières du pays. Non seulement elles appartiennent aux trente plus grandes rivières d'Haïti mais, elles contribuent aux dégâts considérables perpétrés aux cultures, au bétail et aux infrastructures lors des crues engendrées par les cyclones et les fortes pluies (Centre d'Ingénieurs Topographique des États-Unis, 1999).

Ce chapitre expose les spécificités des deux rivières en termes de réseau hydrographique, de physiographie et de conditions météorologiques générales. Les courbes isohyètes de la République d'Haïti sont présentées, car elles comportent des paramètres qui peuvent influencer la réponse hydrologique des bassins versants des deux rivières. Il est à mentionner que les deux cours d'eau ont un interfluve commun, car ils prennent, tous les deux, leur source dans le contrefort du massif de la Selle.

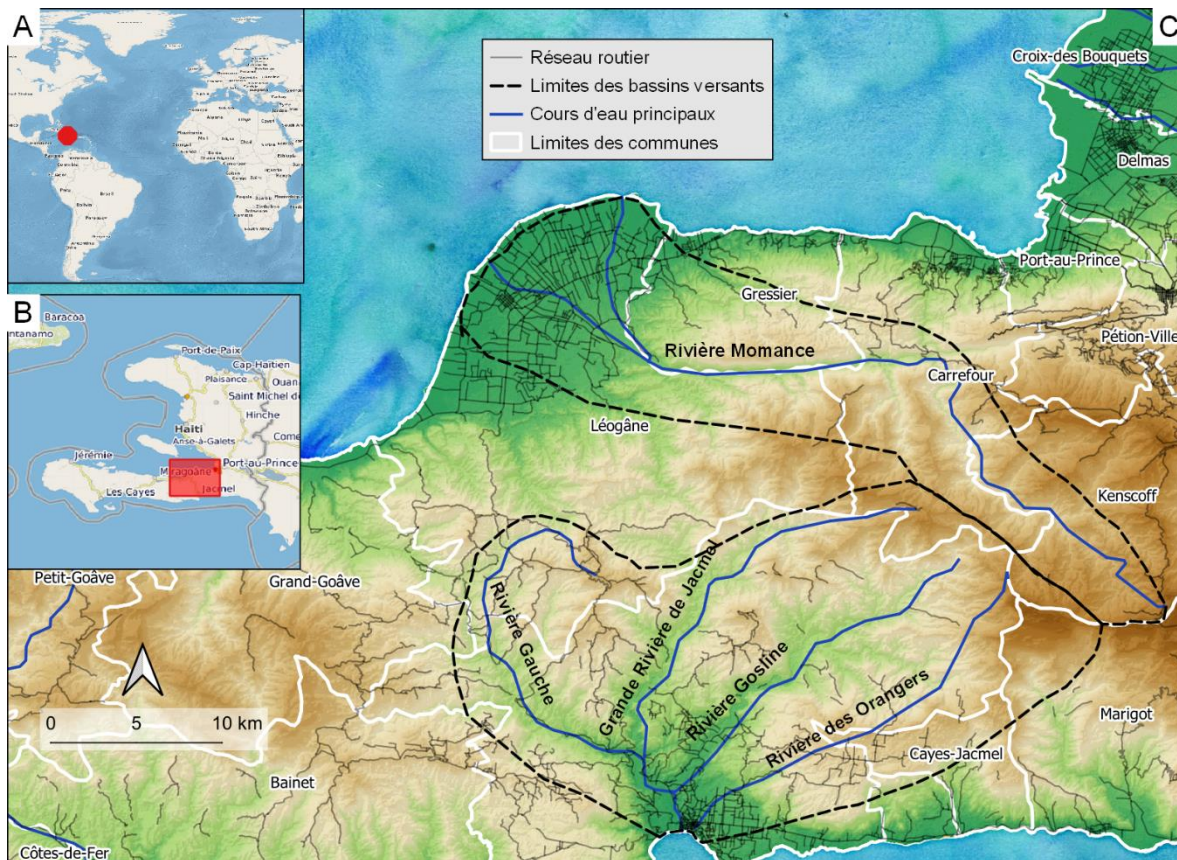


Figure 8 Localisation des sites d'études : a) Localisation d'Haïti dans la carte du monde, b) Localisation des sites d'étude dans la carte de la république d'Haïti et c) Contexte physique et géographique des sites d'études (Fond de carte : Openstreetmap, 2020).

### 2.1.1- Grande Rivière de Jacmel

La Grande Rivière de Jacmel (figure 9) prend sa source dans les contreforts du massif de la Selle depuis la ravine Morel . Elle a une longueur de 45 km et son bassin versant fait 560 km<sup>2</sup>. Elle se dirige vers le sud-ouest avant de s'orienter rapidement vers le sud. Plusieurs affluents alimentent son bassin fluvial. De nombreuses ravines ( Bois Cercueil, ravine Cava, ravine Fétiche, ravine Macaya, ravine Morne rouge), ainsi que plusieurs rivières, parmi lesquelles, la rivière Gauche, située, malgré son nom, sur la rive droite et deux kilomètres en aval, la rivière La Gosseline, sur la rive droite juste au nord de Jacmel. Enfin

la rivière des Orangers, la rejoint, sur sa rive gauche, dans son embouchure même, à moins de 100 mètres du littoral. Elle se jette dans la mer des Caraïbes le long de la partie occidentale de la ville de Jacmel, au centre de la baie de Jacmel.



Figure 9 Photo de la Grande Rivière de Jacmel près du pont (Tout-Puissant, 8 août 2018).

La région de Jacmel comprend les communes de Jacmel, de Marigot, de Cayes-Jacmel et de la Vallée de Jacmel. Elle comporte 338 728 habitants avec une densité de 426,2 hab./km<sup>2</sup> (IHSI, 2015). Elle se situe au sud-est d'Haïti sur le versant sud du Massif de la Selle séparant le département du Sud-est du département de l'Ouest d'Haïti. Sa température moyenne annuelle varie de 18°C en montagne à 30°C en plaine et elle est balayée par les vents des alizés des Caraïbes notamment dans la direction nord-est - nord-ouest (Rapport crue rivières à Jacmel volume1, 2001).

### 2.1.2.- Rivière Momance

La rivière Momance est un cours d'eau prenant sa source dans les contreforts du massif de la Selle tout comme la Grande Rivière de Jacmel. Cependant, elle se situe dans le versant nord du massif. Elle a une longueur de 53 km et son bassin versant fait 330 km<sup>2</sup>. Elle se dirige vers l'ouest, puis vers le nord-ouest et s'écoule au sud de la ville de Carrefour. Cette rivière s'oriente ensuite vers le nord avant d'aller se jeter dans le golfe de la Gonâve à côté de la ville de Léogâne (figure 10).



Figure 10 Photo de la rivière Momance près du pont de Brache (Tout-Puissant, 9 août 2018).

L'arrondissement de Léogâne est constitué par les communes de Léogâne, Grand-Goave et Petit-Goave. Il est situé au sud-ouest du département de l'Ouest et est contigu à la commune de Gressier, elle-même, est limitrophe à la zone métropolitaine de Port-au-Prince (ZMPAP) (ministère de la Planification, 2013).

Cet arrondissement possède une population totale de 463 190 habitants et renferme trois secteurs urbains correspondant aux communes qui le composent : Léogâne (population de la zone urbaine : 85 044 habitants), Grand-Goâve (19 874 habitants) et Petit-Goâve (91 797 habitants) (IHSI, 2015). La rivière Momance traverse la commune de Gressier en passant par la commune de Léogâne avant de se déverser dans le golfe de la Gonâve. La température moyenne mensuelle varie de 25, 3°C en janvier à 28, 7°C en juillet (Burecplus, 2013).

### **2.1.3- Caractéristiques physiques et climatiques générales d'Haïti**

Suivant le ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement rural (2009), le relief d'Haïti est très accidenté (figure 11). En effet, les régions montagneuses sont dominantes en Haïti. La hauteur du morne de la Selle qui est approximativement de 2700 mètres est aussi la hauteur maximale enregistrée du pays, tandis que la hauteur moyenne est 180 mètres. Deux tiers des montagnes ont des pentes supérieures à 20 %. Le commandement moyen des montagnes est de 330 mètres. Seulement 20 % de la superficie d'Haïti sont des plaines.

La géologie de la république d'Haïti, dont les âges vont de la fin du Jurassique (140 millions d'années) jusqu'à l'actuel, est marquée d'une grande variété de roches sédimentaires et éruptives (Prepetit, Saint J., 2005). Tous les systèmes, du Crétacé au récent, sont représentés en Haïti et en particulier dans le massif de la Selle et dans le massif de la Hotte et ils se retrouvent dans le synclinal séparant les deux massifs (Bureau des mines, Haïti, 2009).



Deux grandes failles sont connues des géologues : une première grande faille longe la côte nord de l'île d'Haïti ; une seconde grande faille – la faille d'Enriquillo-Plantain-Garden– traverse la presqu'île Sud de Haïti d'Ouest en Est, avant d'aller buter en République dominicaine. En fait, Haïti est exposé et très vulnérable aux séismes. Ce pays est traversé par la faille d'Enriquillo sur presque toute sa longueur. Dans un encadré de la figure 11 sont représentés les routes nationales, l'élévation et le relief accidenté qui prévalent dans les départements et les communes dans lesquels coulent la Grande Rivière de Jacmel et la rivière Momance.

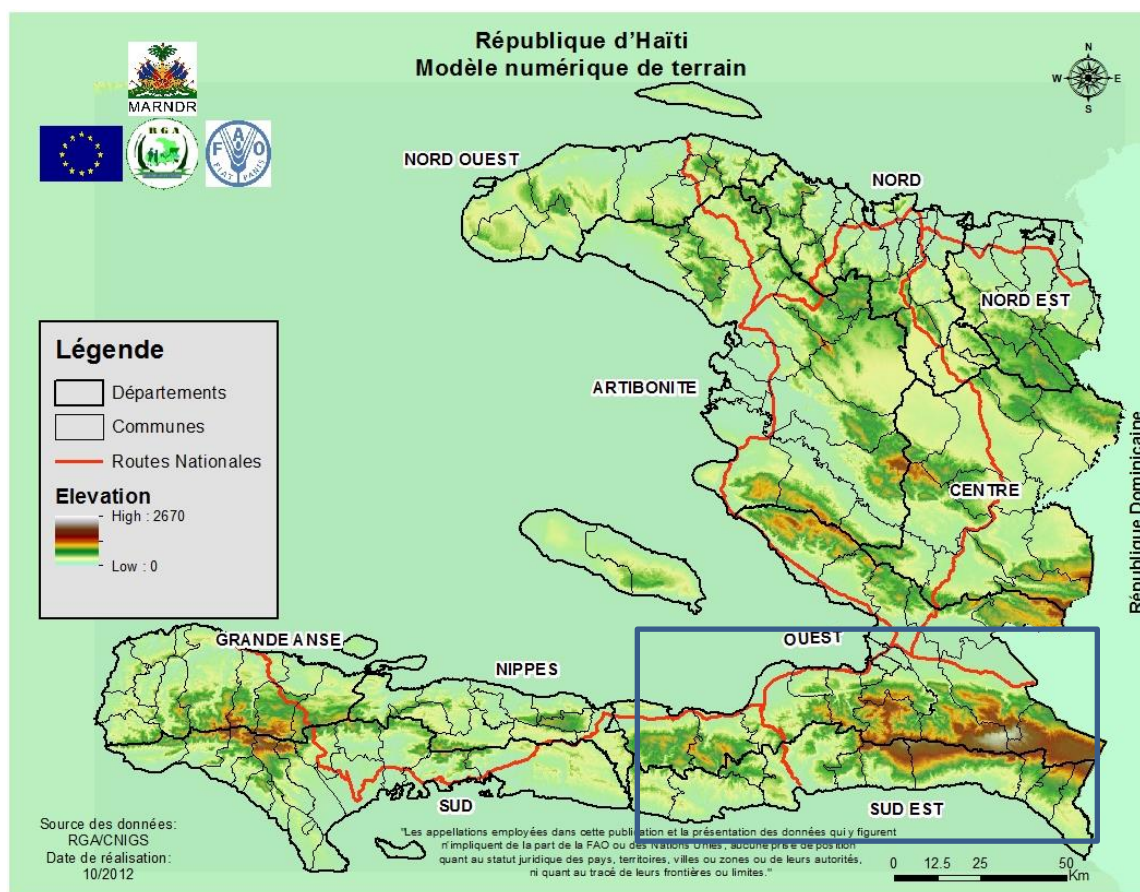


Figure 11 Caractéristiques topographiques générales d'Haïti (MARNDR, 2009).

Haïti jouit d'un climat variable d'une région à une autre (figure 12). En fait, trois principales zones climatiques y prédominent : les zones arides retrouvées un peu partout, mais en grande partie dans le Nord-Ouest ; les zones humides partagées entre les départements du Nord et de la Grande Anse, la portion sud des Nippes et la partie centrale du Nord-est et les zones montagneuses humides réparties dans tout le pays. Sur l'ensemble du territoire haïtien, les régions arides représentent environ 60 %, tandis que les régions humides occupent chacune autour de 19 % (MARNDR, 2009). Dans la figure 12, un encadré est réalisé sur les bassins versants à l'étude.

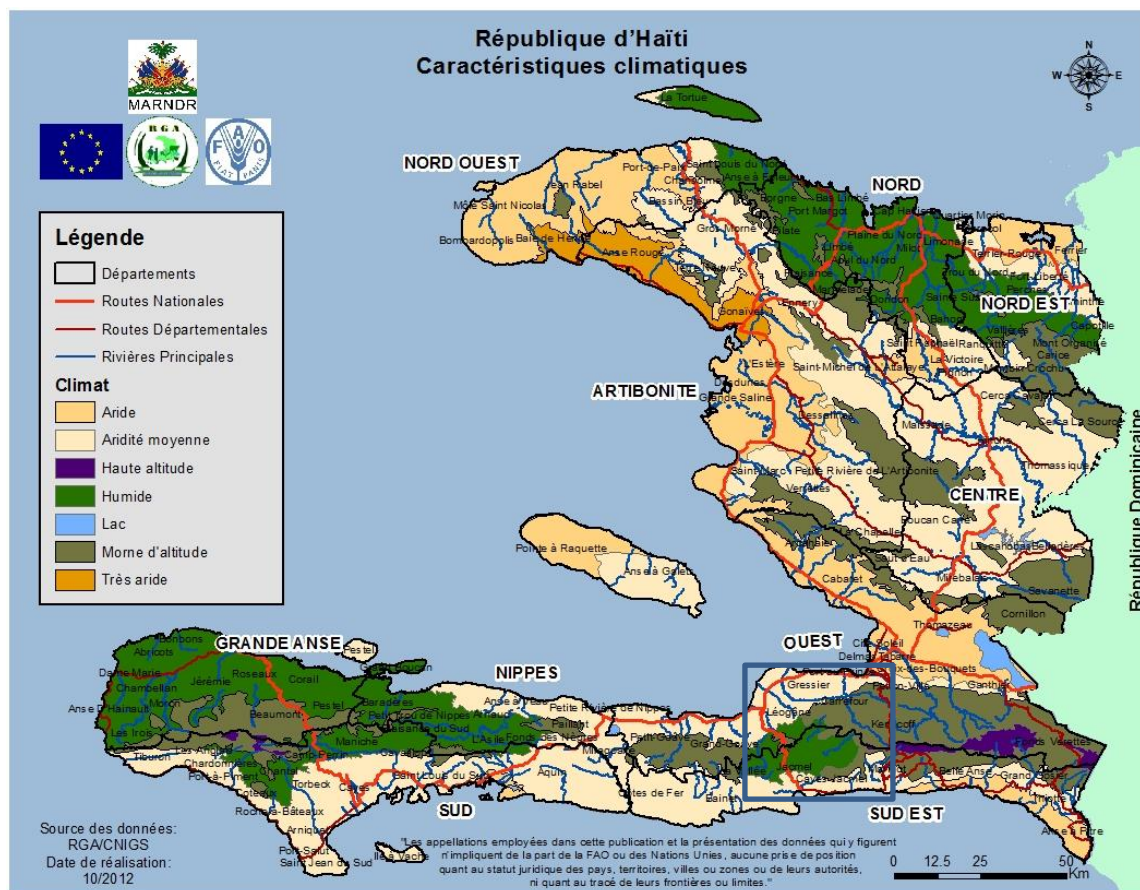


Figure 12 Caractéristiques climatiques générales d'Haïti (MARNDR, 2009).

Selon les courbes isohyètes (figure 13) qui sont issues d'un modèle construit à partir de plusieurs paramètres climatiques incluant les données historiques sur la pluviométrie qui ont existé dans le temps et qui permettent de simuler des régimes pluviométriques, la République d'haïti présente une pluviométrie maximale supérieure à 3000 mm de pluie par année. Le sud-ouest et le nord-ouest occupent les deux extrémités, le premier connaît la plus grande pluviométrie et le deuxième enregistre la plus faible (MARNDR, 2009).

Haïti est un pays des Caraïbes qui se situe sur la trajectoire des cyclones et des tempêtes tropicales dont la saison s'intercale entre le mois de juin et de novembre. L'aléa qui a la fréquence la plus élevée en Haïti reste et demeure les cyclones. Ceux-ci font augmenter la pluviométrie totale annuelle et provoquent le plus souvent des glissements de terrain, de l'érosion, de la submersion côtière et des inondations (Welthungerhilfe Haïti, 2012). Or ces dernières sont une caractéristique de la structure de l'écoulement qui influence et qui est influencée par la dynamique de transport de sédiment et le développement des formes des cours d'eau (Buffin-Bélanger et al., 2017). Les valeurs débits annuellement plus élevées en Haïti sont associées à des épisodes de pluie élevés lors des catastrophes naturelles. Un encadré de la figure 13 présente les pluviométries qui prévalent dans les bassins versants de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance.

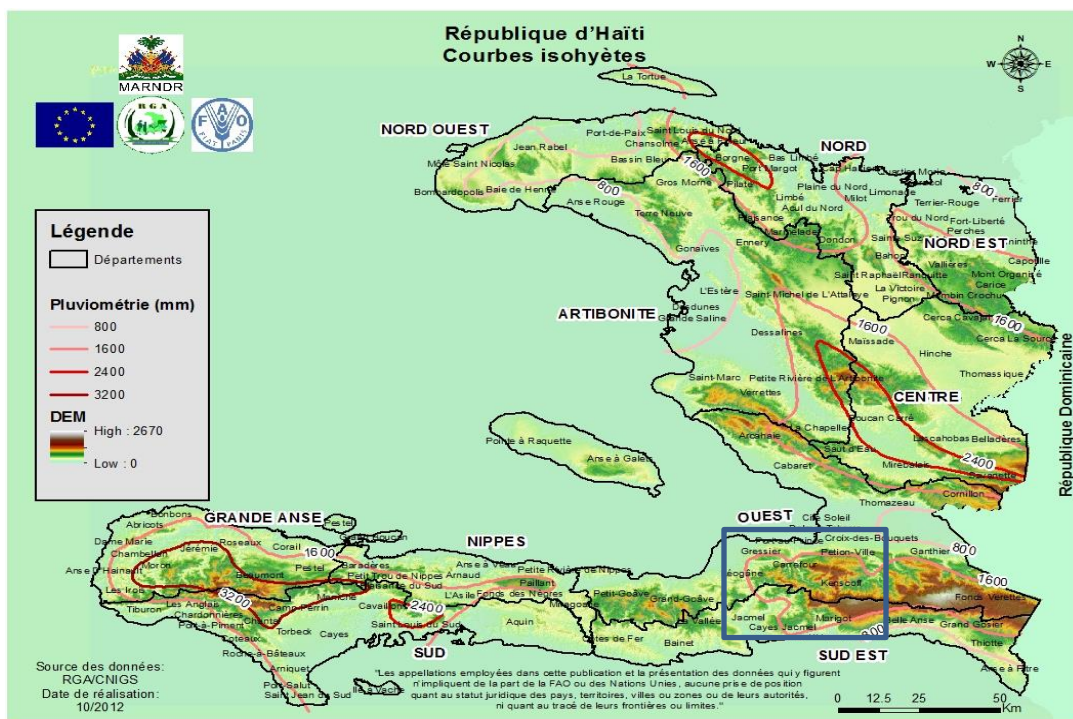


Figure 13 Caractéristiques pluviométriques générales d'Haïti (MARNDR, 2009).



## CHAPITRE 3

### 3.1- MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre traite des trois démarches méthodologiques adoptées afin d'atteindre les objectifs du mémoire.

La première démarche met l'accent sur l'étude de la trajectoire hydrogéomorphologique des deux cours d'eau. La dynamique du cours d'eau est étudiée en tenant compte de l'évolution des indicateurs hydrogéomorphologiques dans le temps par l'analyse des images satellitaires.

La deuxième démarche est consacrée à la cartographie hydrogéomorphologique. Pour cela, l'analyse des données lidar et une campagne de terrain sur les sites d'étude en Haïti ont été effectuées.

Enfin, la dernière démarche est dédiée à la gestion des risques fluviaux. Dans ce cas, des entrevues et des recherches de documentation ont été réalisées lors de la campagne de terrain.

#### 3.1.1- Trajectoire hydrogéomorphologique

Cette section traite de l'analyse des images satellitaires, qui prend en compte les indicateurs hydrogéomorphologiques, des facteurs de contrôle qui sont les précipitations et les catastrophes naturelles, et des limites de la trajectoire.

##### 3.1.1.1- Analyse des images satellitaires

En Haïti, l'accès aux images satellitaires est très difficile sinon impossible. Par conséquent, le recours aux images de Google Earth est privilégié malgré leur nombre limité, leur date récente de prise et leur faible niveau de qualité. Cela constitue un facteur limitant dans le choix de la quantité de photos à analyser. Quatre images satellitaires de chacune des rivières, tirées de Google Earth, ont été analysées. Le tableau (1) présente toutes les caractéristiques des photos utilisées. Il renferme surtout des informations sur la date de prise des images dans l'année. Cette information est primordiale en ce qu'elle traite au niveau d'eau lors des prises de vue qui peut influencer le nombre et la superficie des bancs

d'accumulation. Ces images ont été géoréférencées dans le système d'information géographique (SIG) ArcGis, au moyen de l'outil « Georeferencing ».

Tableau 1- - Caractéristiques des images satellitaires historiques utilisées.

| Cours d'eau              |       |               |
|--------------------------|-------|---------------|
| Grande Rivière de Jacmel |       |               |
| #                        | Année | Date de prise |
| 1                        | 2004  | 25/02/2004    |
| 2                        | 2010  | 12/12/2010    |
| 3                        | 2012  | 30/08/2012    |
| 4                        | 2016  | 17/06/2016    |
| Rivière Momance          |       |               |
| 1                        | 2008  | 07/07/2008    |
| 2                        | 2010  | 07/07/2010    |
| 3                        | 2012  | 26/03/2012    |
| 4                        | 2016  | 28/12/2016    |

Une numérisation des photos a été effectuée en utilisant l'application « Editor » d'ArcGis pour les deux rivières et pour toutes les années ci-haut mentionnées. Elle a considéré le lit actif, les bancs d'accumulation et les îlots végétalisés. La largeur du lit actif, le nombre et la superficie des bancs d'accumulation étant les indicateurs hydrogéomorphologiques pris en compte dans l'analyse de la trajectoire hydrogéomorphologique des deux cours d'eau.

Une segmentation de chaque rivière en des tronçons homogènes a été réalisée (figure 14 et figure 15). Elle est faite suivant la position des tributaires, la rupture de la pente et la sinuosité. Ces derniers ont été considérés dans la segmentation des deux rivières, car ils peuvent jouer un rôle important dans la variation des indicateurs hydrogéomorphologiques qui sont concernés par la trajectoire hydrogéomorphologique de ces cours d'eau.

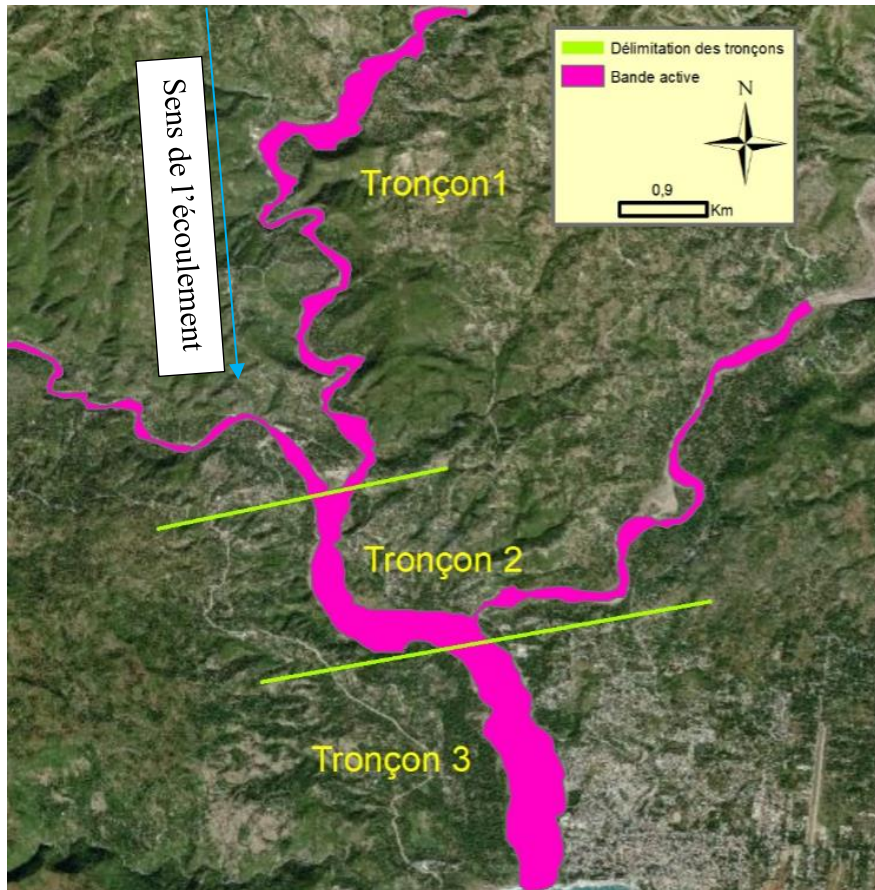


Figure 14 Segmentation de la Grande Rivière de Jacmel (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019).



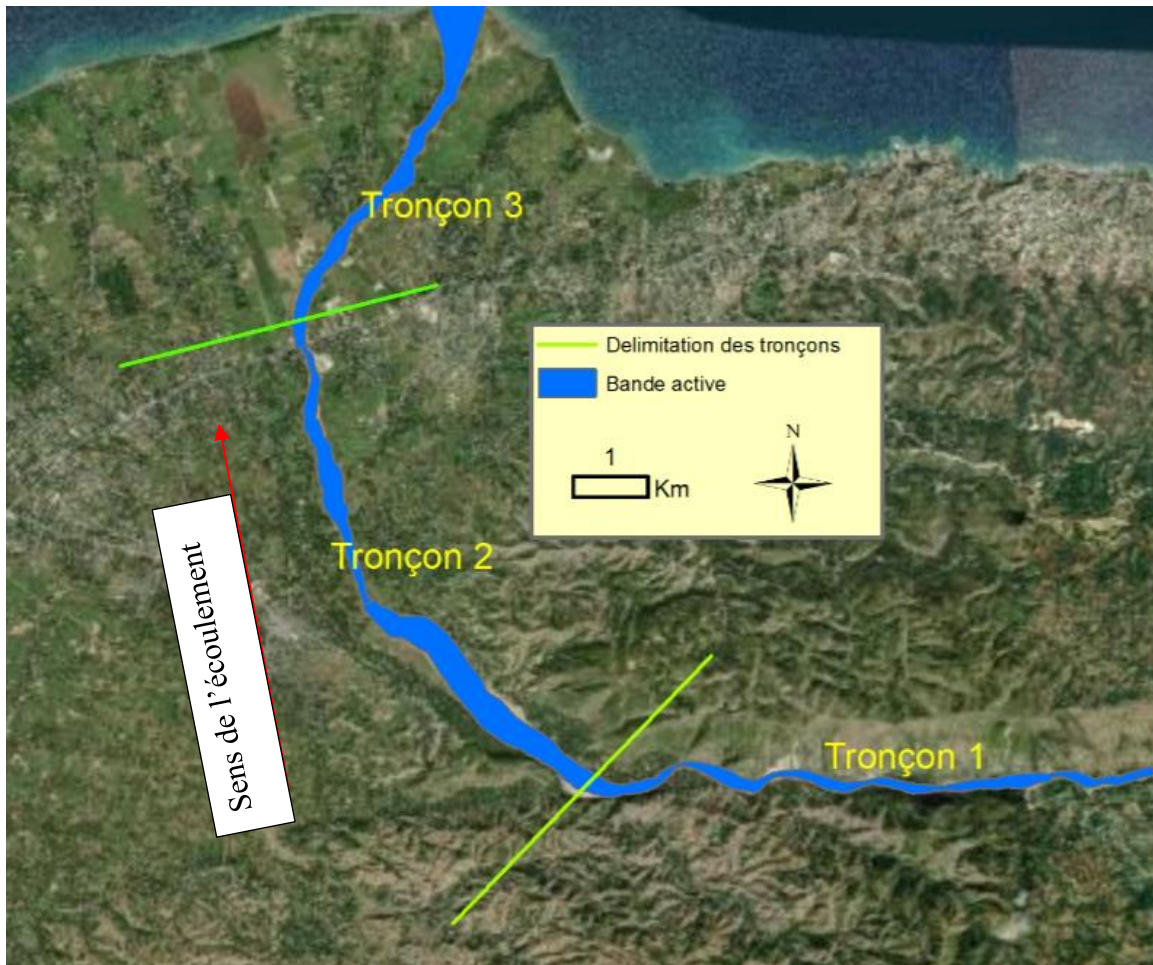


Figure 15 Segmentation de la rivière Momance (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019).

#### 3.1.1.1.1- Indicateurs hydrogéomorphologiques

La largeur du lit actif, le nombre et la superficie des bancs d'accumulation sont les variables hydrogéomorphologiques considérées pour analyser la trajectoire géomorphologique des deux cours d'eau. Ils sont choisis, car ils sont très faciles à repérer et ils sont de bons indicateurs de la dynamique hydrosédimentaire des cours d'eau. Par exemple la largeur du lit actif peut renseigner sur les ajustements géomorphologiques, le nombre et la superficie

des bancs sur le taux de transport et la disponibilité de sédiments dans le chenal du cours d'eau.

#### **3.1.1.1.1- Lit actif du cours d'eau**

De nos jours, on s'entend que la dynamique fluviale est dictée par les processus physiques, et du même coup, la forme des cours d'eau ainsi que son évolution spatio-temporelle dictent la dynamique des écosystèmes (Malavoi et al, 1996). Ceux-ci sont constitués par l'ensemble des lits du cours d'eau. Globalement, la partie dans la vallée où s'écoule un courant d'eau constitue le lit d'un cours d'eau. On distingue le lit mineur, le lit moyen et le majeur. Le lit mineur est l'espace du lit en eau englobant le lit d'étiage et sa limite est le niveau plein bord (Malavoi et al, 1996).

Le calcul de la largeur moyenne du lit actif est effectué par année avec l'application règle graduée d'ArcGis. Dix mesures sont ainsi prises sur la rivière en général et sur chaque tronçon en particulier, puis, un calcul de moyenne est effectué pour chaque année. Dix mesures ont été prises en tenant compte de la longueur des deux rivières. De plus, on a comparé la moyenne trouvée au moyen de dix mesures avec celle trouvée à partir de cinquante mesures, il n'y avait pas une grande différence. De ce fait, on se contentait de limiter les mesures à dix.

#### **3.1.1.1.2- Bancs d'accumulation de sédiments**

Les bancs d'accumulation de sédiments sont des quantités de sédiments transportés par une rivière et déposés dans un endroit bien spécifique suite à une diminution de la capacité de transport ou de la compétence de la rivière. Ils peuvent être constitués de sédiments fins et/ou de sédiments grossiers. Du point de vue de leur position géographique, ils peuvent être centraux, latéraux, alternes ou internes.

La hauteur d'eau dans le cours d'eau exerce une grande influence sur le nombre et la superficie des bancs d'accumulation de sédiments. Dans le cadre de ce mémoire, ceux-ci ont été calculés par l'application « calcul geometry » d'ArcGis.

### **3.1.1.2- Identification des facteurs**

Dans le cadre de cette étude, les facteurs de contrôles pris en compte sont les précipitations liquides, surtout la précipitation totale annuelle, et les catastrophes naturelles. Ce choix est dicté par la carence de données qui sévit en Haïti. Le déboisement pourrait être un très bon indicateur, mais les périodes de grand déboisement d'Haïti datent d'avant 2000. Par conséquent, sur la période des 15-20 dernières années, il n'y a pas eu de changement significatif sur la proportion des terres forestières.

#### **3.1.1.2.1- Les précipitations**

En Haïti, les cours d'eau jouissent d'une alimentation exclusivement pluviale, ce qui confère aux pluviométries un rôle décisif dans l'explication des particularités de l'écoulement fluvial (Frécaut, (1982) cité par Bodian, 2011).

Compte tenu de la carence de données en Haïti en général et de données de débits des cours d'eau en particulier, des données pluviométriques sont acquises sur le site de Météoblue pour compenser l'absence de données de débits, car des relations entre les débits et la pluviométrie existent. Ces données de précipitations couvrent la période de 1985 à 2017, mais seules les données qui s'échelonnent sur la période 1994-2017 sont analysées afin d'uniformiser toutes les données et d'avoir une réflexion antérieure à la période considérée par l'étude. Mentionnons que, suivant les données de Météoblue la région de Jacmel et celle de Léogane ont reçu les mêmes quantités de précipitations de 1985 à 2017. Les données proviennent de Météoblue (<https://www.meteoblue.com>) qui est une société basée à Bales. A partir des modèles propriétaires, elle produit des prévisions localement adaptées pour la surface et l'atmosphère. L'utilisation de la technologie SPOT fait de Météoblue le premier fournisseur mondial de probabilités météorologiques locales à partir d'une vue d'ensemble du lieu considéré. En fait, Météoblue se spécialise dans la fourniture de prévisions météorologiques locales bien documentées sur le web en utilisant les technologies SPOT et WHERE2GO.

Afin de décrire l'évolution des précipitations, ces données sont analysées en des séries journalières, mensuelles et annuelles de précipitation. D'une manière plus précise, le cumul moyen annuel de précipitation, la précipitation maximale quotidienne et le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm ont été calculés. Ces trois indicateurs ont été choisis parce qu'ils peuvent influencer différemment sur la réponse hydrologique du bassin versant et avoir des impacts sur la géomorphologie fluviale dans le temps et dans l'espace. Compte tenu du fait que la quantité de précipitation quotidienne maximale la plus faible est de 12.9 mm, le seuil de précipitation quotidienne est fixé à 12.8 mm. La pluviométrie totale annuelle représente la somme de précipitations reçues en une année par une région. Elle est exprimée en mm. Des épisodes de pluie intense d'une journée ou des pluies cycloniques peuvent être à l'origine de son augmentation. C'est pourquoi la précipitation totale annuelle a été choisie pour analyser la sensibilité géomorphologique des deux rivières.

### **3.1.1.2.2- Les catastrophes naturelles**

Les archives d'évènements sont des sources d'information incontournables sur les aléas ayant frappé des communautés. Elles se présentent sous forme de documents officiels, de brochures, d'articles, de documents photographiques, de site web et de données historiques qui peuvent aider dans la compréhension de la dynamique fluviale et même quantifier les paramètres révélés. Ces informations peuvent renseigner sur les connaissances et l'utilisation de l'approche hydrogéomorphologique dans le pays où l'étude est menée.

Des informations ont été recueillies sur les aléas naturels qui ont touché Haïti en général et les départements de l'Ouest et du Sud-est en particulier. Elles concernent l'année, le nombre et le type d'aléa. Elles couvrent la période de 1994 à 2017 et elles ont été collectées via Meteo-Haiti (<https://www.meteo-haiti.gouv.ht/>). Meteo-Haiti est un site web géré par le gouvernement haïtien par le biais de son ministère d'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural. Il s'occupe des informations météorologiques sur tout le territoire haïtien.

### **3.1.1.3- Limites de la trajectoire géomorphologique des deux cours d'eau**

Le manque de données sur Haïti est le principal handicap à la réalisation de ce travail. La disponibilité et la qualité des images satellitaires ne permettent pas de déterminer et d'analyser une trajectoire géomorphologique des cours d'eau sur une longue période de temps et à une résolution temporelle adéquate. De ce fait, le manque de visibilité des photos disponibles à cause d'une couverture nuageuse nous pousse à faire le choix de variables explicatives et expliquées qui ne sont pas toujours les plus adéquates pour faire une analyse détaillée de la trajectoire géomorphologique du cours d'eau. Des erreurs peuvent se produire lors de la numérisation des photos, car l'ombre des arbres peut empêcher de bien définir la bande active. Cela a une incidence directe sur la mesure de la largeur de cette dernière qui est la seule variable morphométrique considérée dans la détermination et l'analyse de la trajectoire géomorphologique. Parfois, certaines erreurs peuvent survenir dans l'identification des bancs d'accumulation, ce qui influencera le nombre et la superficie des bancs qui sont les deux variables sédimentaires utilisées dans l'étude de la dynamique temporelle de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance. Toutefois, la numérisation des images satellitaires et l'identification des bancs d'accumulation, dans le cadre de cette étude, ont été effectuées par une seule et même personne, ce qui peut aider à la rigueur de l'étude de la trajectoire géomorphologique.

### **3.1.2- Cartographie hydrogéomorphologique**

Cette partie comprend des informations sur une campagne de terrain effectuée en Haïti et sur l'analyse des images LIDAR.

#### **3.1.2.1- Campagne de terrain**

Une campagne de terrain a été organisée en Haïti du 5 au 19 août 2018 (en annexe le calendrier de cette campagne). Les objectifs de cette campagne de terrain étaient de rencontrer les acteurs clés travaillant dans le domaine de la gestion des risques, d'effectuer des enquêtes semi-dirigées, de réaliser des sections transversales sur les rivières, des observations directes et visualiser des éléments qui peuvent être insérés dans la cartographie hydrogéomorphologique.

En fait, des paramètres relevés par les photos aériennes contribuent à la production de carte hydrogéomorphologiques. Toutefois, ils ne sont pas les seuls. D'autres, tels que des zones d'érosion, des sources de sédiments, les bancs d'accumulation, des chenaux secondaires, les ponts, les piliers d'anciens pont, des enrochements, des gabionnages et des digues, qui sont des éléments non visibles ou qui peuvent être mis en place après la prise des photos aériennes, peuvent être impliqués dans la cartographie hydrogéomorphologique. Les relevés de ces éléments fluviaux ont été réalisés à partir d'un GPS map 62cx de Garmin lors de la campagne de terrain.

Des sections transversales ont été réalisées sur les deux cours d'eau dans le but d'arriver à déterminer la pente et le débit plein bord dans un tronçon homogène. Pour ce faire, avant d'aller sur le terrain, au moyen des photos aériennes des endroits convenables pour réaliser ces sections transversales ont été identifiés. Ainsi, dix sections sur chacune des deux rivières ont été ciblées. Un niveau à Stadia, une règle et un ruban à mesurer de 60 m ont été utilisés pour réaliser les sections transversales. La figure 16 présente la mise en place du niveau à stadia pour la réalisation d'une section transversale sur la Grande rivière de Jacmel. Au moyen du GPS et avec des notes et supports photographiques, tous les emplacements des sections transversales ont été géoréférencés. Compte tenu de la situation

sociopolitique d'Haïti lors de cette campagne de terrain, toutes les sections transversales n'ont pu être effectuées. Huit sections transversales ont pu être effectuées pour l'ensemble des deux rivières. Il est à signaler qu'à chaque section transversale est associée une granulométrie. Cette dernière a été réalisée en mesurant les axes A et B de chaque caillou relevé sur le lit selon la méthode de Wolman (1954). Le nombre de caillou relevé sur chaque site de section transversale a été 100 unités.

Malheureusement, ces sections transversales n'ont pas été utilisées pour définir la pente et le débit plein bord dans un tronçon homogène comme il était question compte tenu d'une erreur survenue dans l'utilisation du niveau stadia. La pente du tronçon devait permettre de calculer la puissance spécifique pour mieux juger de la compétence des tronçons et pour identifier ceux qui sont en érosion et de ceux qui sont en accumulation. Cela jouerait un rôle prépondérant dans le contrôle des inondations et sur l'aménagement des cours d'eau. Pour pallier à cette lacune, nous nous sommes tournés vers l'analyse de données LIDAR.



Figure 16 Installation du niveau à stadia pour la réalisation d'une section transversale sur la Grande Rivière de Jacmel. (Tout-Puissant, 8 août 2018).

### **3.1.2.2- Analyse des images LIDAR**

Des données LIDAR ont été collectées pour pouvoir visualiser les bassins versants, voir le profil en long, positionner les mesures qui ont été faites sur le terrain afin de générer la pente et faire un zoom dans la plaine alluviale dans le but de décrire les différentes formes telles que les terrasses et les zones d'érosion, ce qui facilitera la production des cartes hydrogéomorphologiques. Ces données LIDAR sont tirées du site officiel de Opentopography et elles ne concernent que la rivière Momance. Elles ont été mises en place après le séisme du 12 janvier 2010 qui a ravagé Haïti. A partir de celles-ci, une carte est produite sur la rivière Momance.

En effet, il n'existe pas de données LIDAR pour tout le pays, ce qui fait que les données lidar pour la Grande Rivière de Jacmel ne sont pas disponibles. Toutefois, les données LIDAR pour la rivière des Orangers existent. Cette dernière est un tributaire de la Grande Rivière de Jacmel qui traverse toute la ville de Jacmel. Dans ce contexte, la carte hydrogéomorphologique est produite sur la Grande Rivière de Jacmel et sur la rivière des Orangers. Le tracé de la Grande Rivière de Jacmel est réalisé à partir d'une image satellitaire prise en 2019 et celui de la rivière des Orangers est fait au moyen des données LIDAR

### **3.1.3- Gestion des risques fluviaux**

#### **3.1.3.1- Entrevue sur le terrain**

Comme mentionné plus haut, lors de la campagne de terrain, des entrevues semi-dirigées ont été réalisées (guide d'entrevue et le formulaire éthique en annexe). Dix acteurs ont été ciblés et contactés afin de réaliser ces entretiens. Pour les approcher, une lettre a été rédigée et signée par le directeur et la codirectrice du mémoire, puis elle est transmise aux personnes ciblées via leur adresse électronique. La personne contactée envoie sa réponse et si celle est positive, la personne est comptée parmi les personnes qui seront interviewées. Une fois sur le terrain, ces personnes ou institutions sont recontactées par téléphone pour



un rappel de la rencontre. Toutefois, seules quelques-unes des personnes qui ont donné une réponse positive étaient joignables. Le tableau (2) suivant renseigne sur ces institutions. A noter que certains intervenants ont été rencontrés sur le terrain même s'ils n'avaient pas été ciblés préalablement. La durée de l'entrevue était de 30 minutes et elle a été enregistrée à l'aide d'une enregistreuse.

Tableau 2- Institutions de gestion des risques sélectionnées pour des rencontres dans le cadre du projet de mémoire.

| Institution  | Personnes contact     |
|--|-----------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Comité communal de protection civile de la commune de Léogâne (CCPC)</li> </ul>           | Georges Clément       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Direction administrative et technique de l'intercommunalité des Palmes (DATIP)</li> </ul> | Alphonse Francis      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Caritas Suisse</li> </ul>   | Jean Nelson           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Croix Rouge Suisse</li> </ul>   | Dessin Jn Carls       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Direction de protection civile (DPC)</li> </ul>   | Adm. Générale         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Direction de protection civile (DPC)</li> </ul>   | Claude Enrico         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Programme des nations-unies pour le développement (PNUD)</li> </ul>                       | Général-communication |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Centre national de l'information géo-spatiale (CNIGS)</li> </ul>                          | Général-communication |

### 3.1.3.2- Recherche de documentation et prise de mesures

Des rencontres ont été organisées avec des institutions nationales responsables de la gestion des risques en Haïti comme la DPC et des organisations internationales et non gouvernementales afin d'acquérir de la documentation sur la gestion des risques en Haïti.

A Léogane, un ingénieur-agronome qui travaille pour la Direction administrative et technique de l'intercommunalité des Palmes (DATIF) a été contacté et nous a transmis des

rapports de travaux réalisés sur la Momance. Le DATIF est la branche qui s'occupe de l'administration technique de la Communauté des Municipalités de la Région des Palmes (CMRP).

A Jacmel, le coordonnateur de programme de gestion des risques de la coopération suisse nous a fait parvenir un ensemble d'informations, de données et même des documents papier sur les activités effectuées dans le cadre des projets exécutés dans la commune de Jacmel. Le Bureau de la Coopération suisse est une ONG qui œuvre dans la gestion des risques et des désastres dans la commune de Jacmel.



## CHAPITRE 4

### 4.1- RESULTATS

Le chapitre 4 regroupe l'ensemble des résultats obtenus au cours de cette étude. Ce chapitre comporte trois parties : la trajectoire géomorphologique, les cartes hydrogéomorphologiques et la gestion des aléas fluviaux.

#### 4.1.1- Trajectoires hydrogéomorphologiques de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance

La trajectoire géomorphologique expose l'évolution morphologique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance dans le temps et permet d'explorer le rôle des facteurs de contrôle sur la dynamique fluviale. Cette première partie du chapitre 4 présente les résultats concernant la trajectoire hydro-climatique, la trajectoire géomorphologique des cours d'eau à l'échelle globale, la trajectoire géomorphologique des cours d'eau à l'échelle des tronçons et les limites dans l'analyse de la trajectoire géomorphologique.

##### 4.1.1.1- Trajectoire hydro-climatique des régions de Jacmel et de Léogane

Dans le cadre de cette étude, la trajectoire hydro-climatique comporte les résultats des analyses portant sur les données pluviométriques et sur les données portant sur les catastrophes naturelles qu'a connues Haïti. Ces deux variables constituent les facteurs de contrôle explorés dans ce mémoire. Dans le contexte de cette étude, les catastrophes naturelles sont définies comme la manifestation des aléas qui ont causé beaucoup de dommages et de pertes à la population haïtienne compte tenu de sa situation socioéconomique, environnementale et politique précaire. Les résultats sont spécifiques à chaque site ou région d'étude.

#### **4.1.1.1.1- Catastrophes naturelles dans la région de Jacmel et dans la région de Léogâne**

La figure 17 présente l'année, le nombre et le type de catastrophes naturelles dénombrées dans la région de Jacmel et de Léogâne de 1994 à 2017. Comme on peut le constater sur la figure, la tendance est à la hausse à partir de 2004. En 2005 et en 2008, les régions de Jacmel et de Léogâne ont enregistré le plus grand nombre de catastrophes naturelles. Le bilan était de plus 500 sans-abris, des pertes et des dommages énormes en 2005, mais il s'élevait à 793 de pertes en vies humaines, 310 disparus, 548 blessés et environ 200 000 familles affectées en 2008 (Clerveau, 2013). Il est à souligner qu'en 2005 et en 2008, les catastrophes qu'ont connues ces régions étaient des cyclones, des tempêtes tropicales et des inondations, tandis que des sécheresses et des glissements de terrain ont été enregistrés durant la période de 2013 à 2015.

Les deux principales catastrophes naturelles qui affectent les deux régions, par ordre d'importance en termes de nombre, sont les cyclones et les inondations. Selon Radio Canada (2017), Haïti, avec une perte de 2,7 % du produit intérieur brut, est le deuxième pays au monde le plus frappé par les catastrophes climatiques depuis 1997. En 2010, il a été dévasté par un fameux séisme qui a causé la mort de près de 300 000 personnes et a mis en situation d'insécurité plus 1,4 million. Plus 200 000 personnes sinistrées sont dues au passage du cyclone Sandy en 2012 en Haïti (Agence France-Presse, 2012). Il a été touché par un cyclone dévastateur en 2016 occasionnant 615 morts et des dommages estimés à 4,24 milliards de dollars (Radio Canada, 2017). La figure 18 représente des inondations qui ont eu lieu en Haïti et donne une idée sur l'ampleur des catastrophes naturelles dans les régions à l'étude.

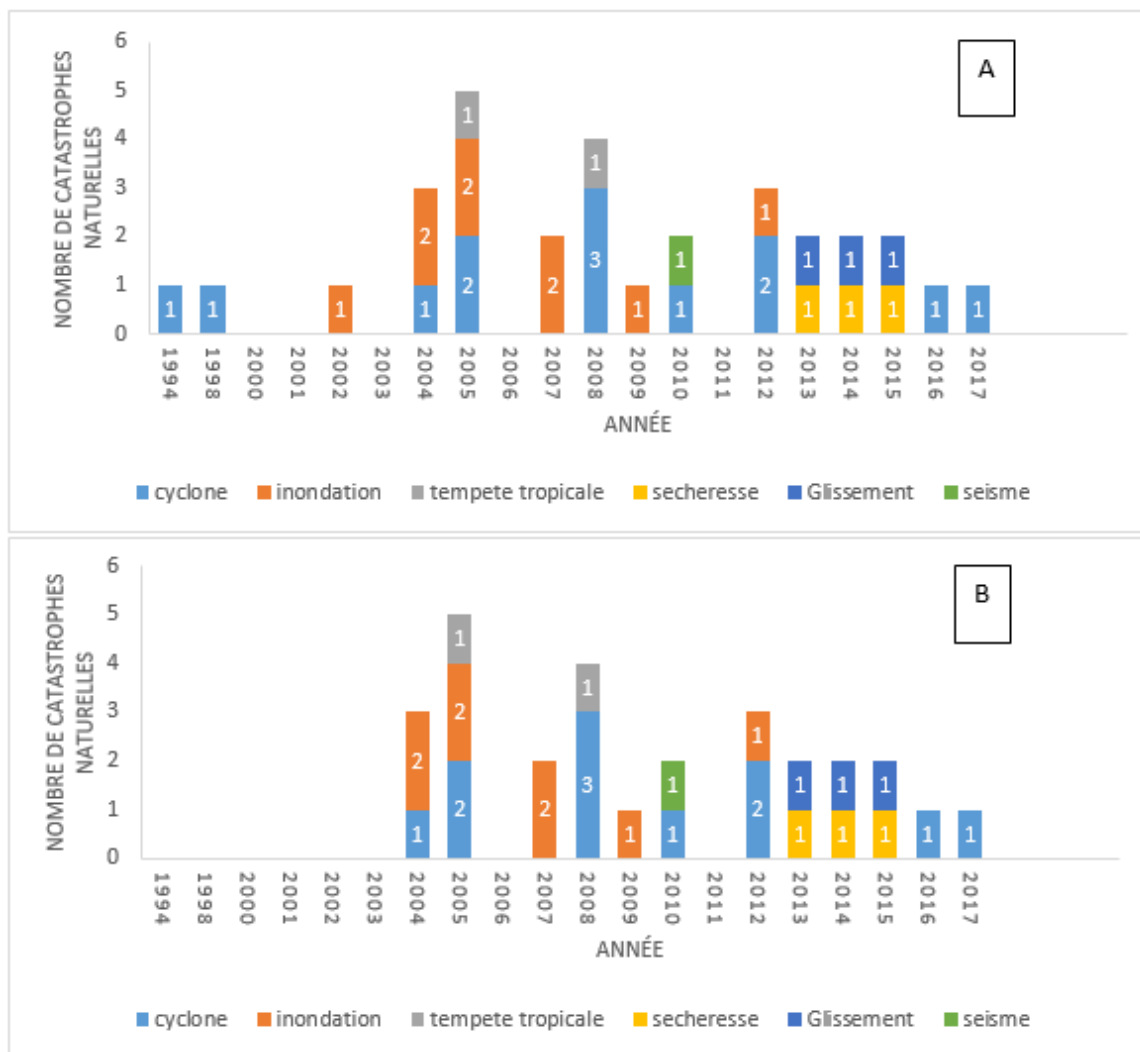


Figure 17 Série chronologique de catastrophes naturelles qu'a connues (a) le département du Sud-est et (b) le département de l'Ouest de 1994 à 2017 (Météo-Haïti, 2019).

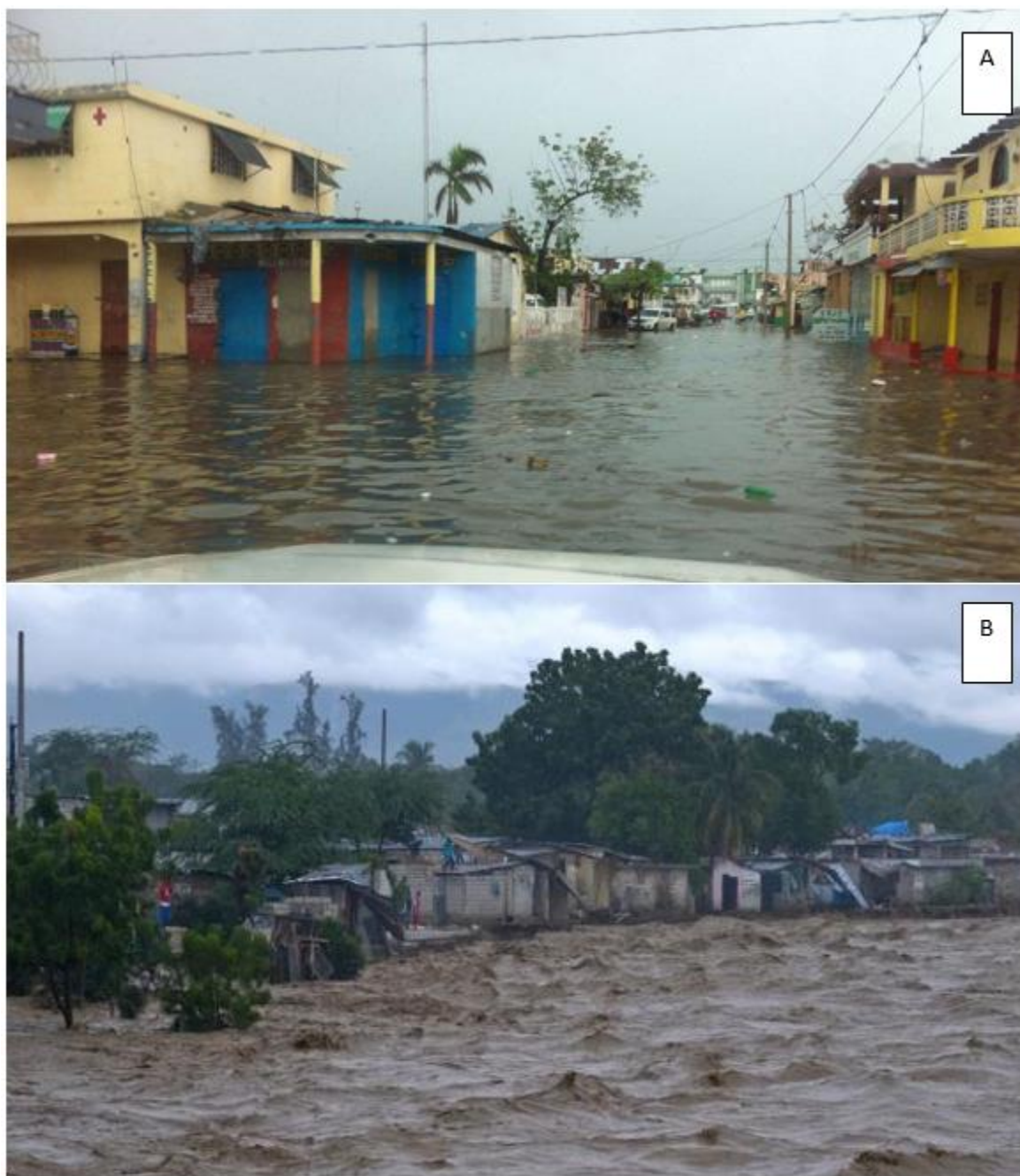


Figure 18 a) Inondations dans le Sud d’Haïti suite au passage du cyclone Matthew (Handicap International, 2016) et b) inondations dans le département de l’Ouest d’Haïti (Haïti Inter Presse, 2018).

#### **4.1.1.1.2- Données hydrométéorologiques des régions de Jacmel et de Léogâne**

Les données pluviométriques ne permettent pas de spécifier de différences régionales car les données produites par MétéoBlue ne sont pas produites à des échelles suprarégionales. Les données sont donc similaires pour les deux régions et seront donc décrites ainsi. La pluviométrie totale annuelle, la pluviométrie quotidienne maximale et le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm de pluie pour chaque année sont calculés pendant la période 1994-2017 afin de faire ressortir la tendance par période ainsi que les pics par année (figure 19).

La pluviométrie maximale quotidienne fait référence à la plus grande quantité de pluie tombée en une journée. Elle peut être considérée comme des pluies éclairs ou des pluies cycloniques. La durée et la hauteur des précipitations sont des paramètres prépondérants dans l'infiltration et la saturation des sols en eau. Ces dernières jouent un rôle important dans la réponse hydrologique des bassins versants. Plus la durée et la hauteur des précipitations sont élevées, plus l'infiltration est élevée et plus la saturation des sols est rapide. Ce qui fait qu'à la prochaine pluie, le ruissellement des eaux de surfaces sera plus élevé. Cela aura un impact sur la dynamique hydrosédimentaire des cours d'eau. Le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm permet d'avoir une idée du degré de saturation des sols d'une journée à l'autre. Par conséquent, la réponse hydrologique des bassins versants peut être examinée de manière beaucoup plus efficace. La pluviométrie totale annuelle est influencée par la pluviométrie quotidienne maximale et par le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm. La figure 19 expose qu'à partir de 1994, des augmentations graduelles de la précipitation totale annuelle, de la pluviométrie maximale quotidienne et du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm ont été observés. Après 2004, cette tendance à la hausse est beaucoup plus visible surtout dans le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm. Cela signifie que les précipitations sont en augmentation au fil des années en Haïti plus précisément dans les régions concernées par cette étude.



En 2004, ces variables étaient très faibles comparées aux années 2010, 2012 et 2016. Une précipitation totale annuelle élevée et le pic du nombre de jours avec précipitation de plus de 12,8 mm ont été notés en 2005. En 2008, les variables étaient faibles en comparaison aux années 2010, 2012 et 2016, sauf le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm qui était plus élevé que celui de 2016. Un nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et une précipitation maximale quotidienne forts ont été remarqués en 2012. En 2016, les pics de précipitation totale annuelle et de précipitation maximale ont été enregistrés.

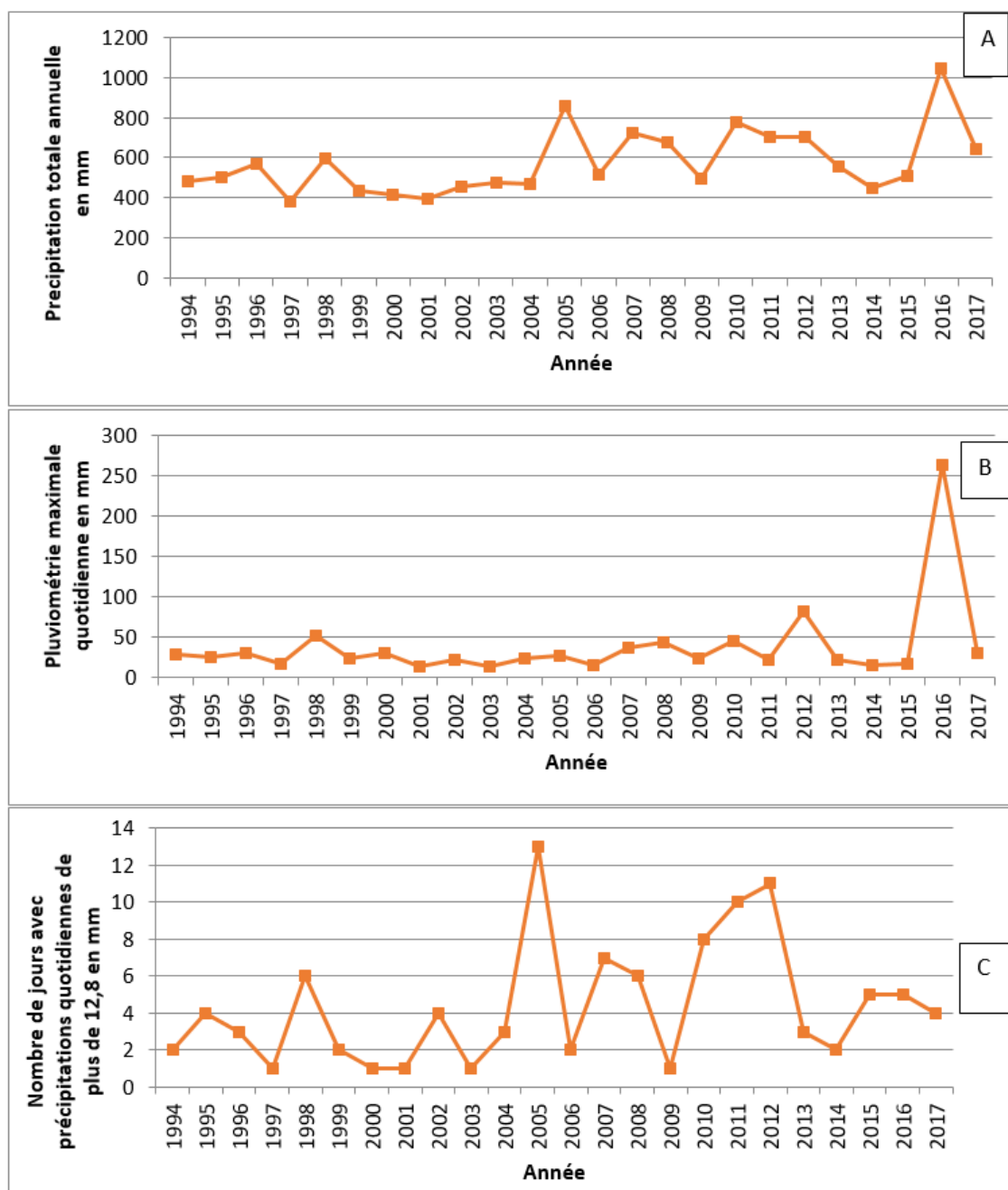


Figure 19 Séries chronologiques (a) de la précipitation totale annuelle, (b) de la précipitation quotidienne maximale et (c) du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm pour la période 1994-2017 (Météoblue, 2019).

L'analyse de la figure 20 permet de conclure que les années 2005, 2012 et 2016 sont les années au cours desquelles beaucoup de précipitations liquides ont été enregistrées durant la période 1994-2017. Cela peut signifier qu'un nombre de catastrophes naturelles telles que des cyclones, des glissements de terrain et des inondations ont été répertoriées durant ces années. Pour vérifier l'hypothèse émise ou pour voir si les précipitations intenses sont liées aux catastrophes naturelles, la figure 21 présente le nombre de catastrophes naturelles et le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la figure 22 fait le rapprochement du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm avec le nombre de catastrophes naturelles pour les deux régions.

Les années où beaucoup de catastrophes naturelles ont été enregistrées, coïncident avec celles au cours desquelles le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm a été le plus élevé. L'intensité de la coïncidence est faible pour les deux régions, mais elle l'est un peu plus pour la région de Jacmel (figure 21). Autrement dit, durant ces années, la réponse hydrologique ainsi que le dynamisme fluvial ont vraiment été perturbés. Il est à préciser que les années 2004, 2010, 2012 et 2016 sont les années des images satellitaires retenues pour la Grande Rivière de Jacmel et celles de 2008, 2010, 2012 et 2016 pour la rivière Momance. Trois années communes sont concernées par les analyses pour les deux rivières, il s'agit des années 2010, 2012 et 2016.

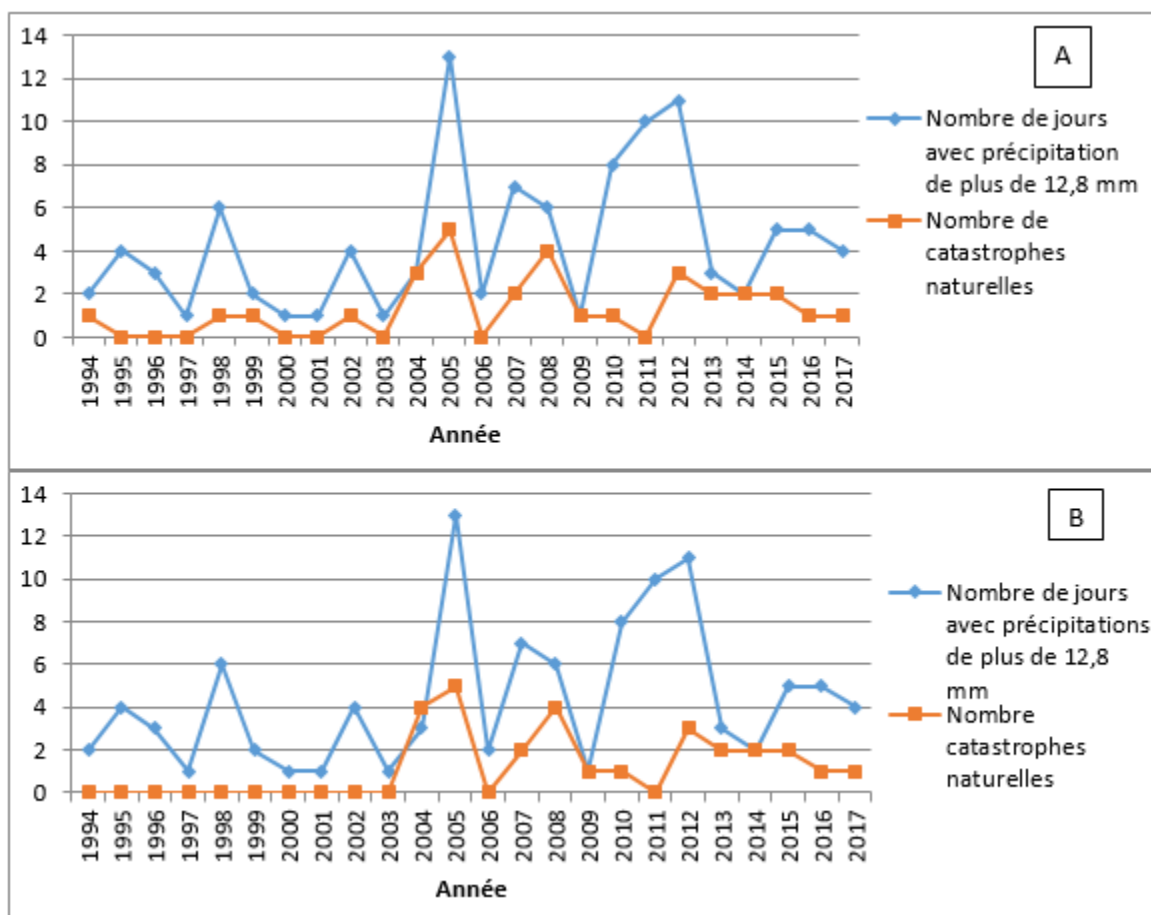


Figure 20 Trajectoire hydro-climatique des régions de : a) Jacmel et b) Léogâne de 1994 à 2017 (Météoblue, et Météo-Haïti, 2019).

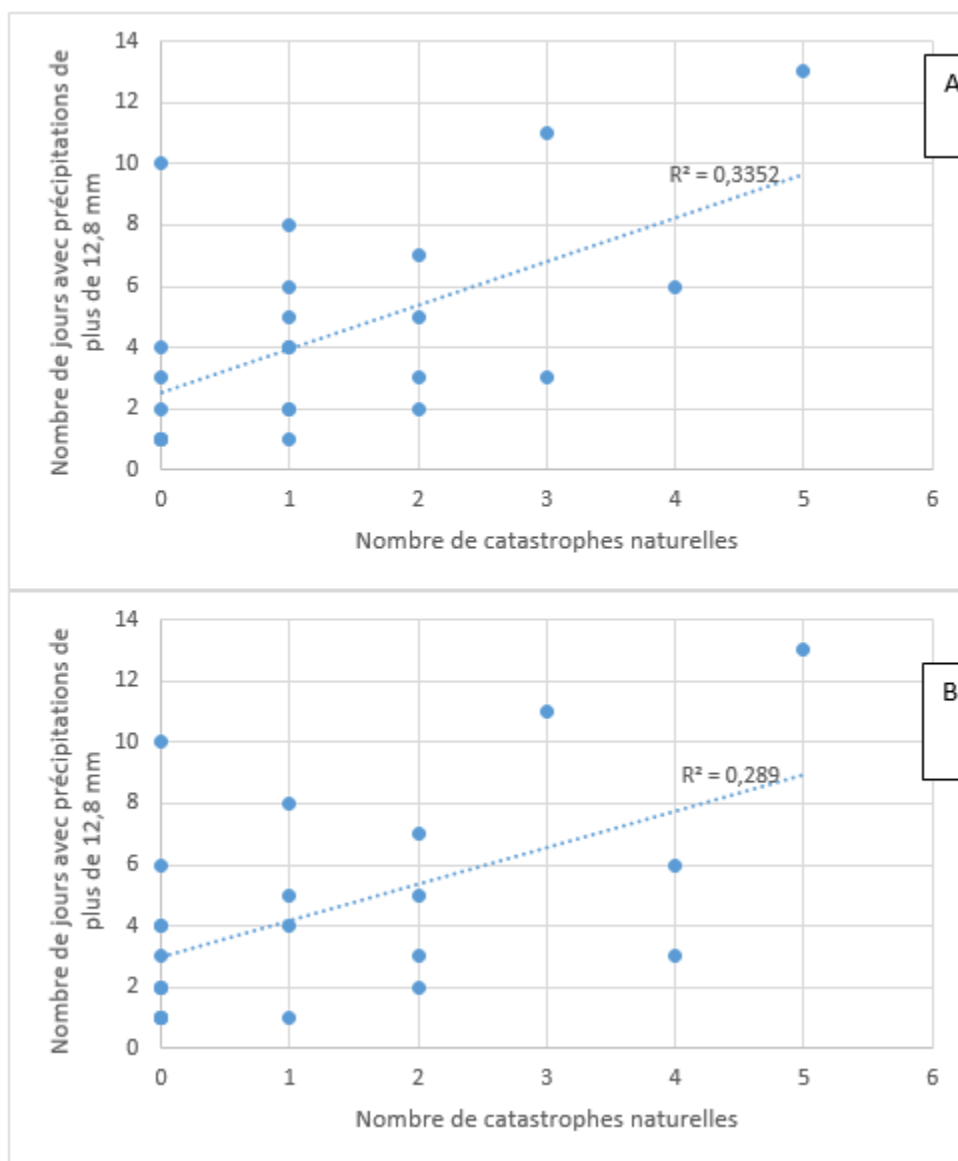


Figure 21 Rapprochement du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm avec le nombre de catastrophes naturelles pour les régions : a) Jacmel et b) Léogâne de 1994 à 2017 (Météoblue, et Météo-Haïti, 2019).

Pour mieux cerner les différences entre les périodes avant 2004, c'est-à-dire la période 1994-2004 et après 2004 qui est la période 2005-2017, les figures 22 et 23 présentent des diagrammes en boîtes et moustache de ces deux périodes pour le nombre de catastrophes naturelles, la précipitation annuelle, la précipitation maximale quotidienne moyenne et le nombre de jours moyen avec précipitations de plus de 12,8 mm. Les figures suggèrent que ces quatre variables sont en hausse après 2004 pour les régions de Jacmel et de Léogâne. Les valeurs extrêmes du nombre de catastrophes et de précipitation ont été observées au cours de la période d'après 2004. Les médianes de la période d'après 2004 sont supérieures à celles de la période d'avant 2004. Pour les données hydrométéorologiques, la précipitation totale annuelle, la précipitation maximale quotidienne et le nombre de jours avec précipitation de plus de 12,8 mm sont en augmentation tout comme pour les catastrophes naturelles. Cela permet également de comprendre que l'intensité des précipitations a grandement augmenté eu égard à la variation du nombre de jours avec précipitation de plus de 12,8 mm et de la précipitation maximale quotidienne d'après 2004.

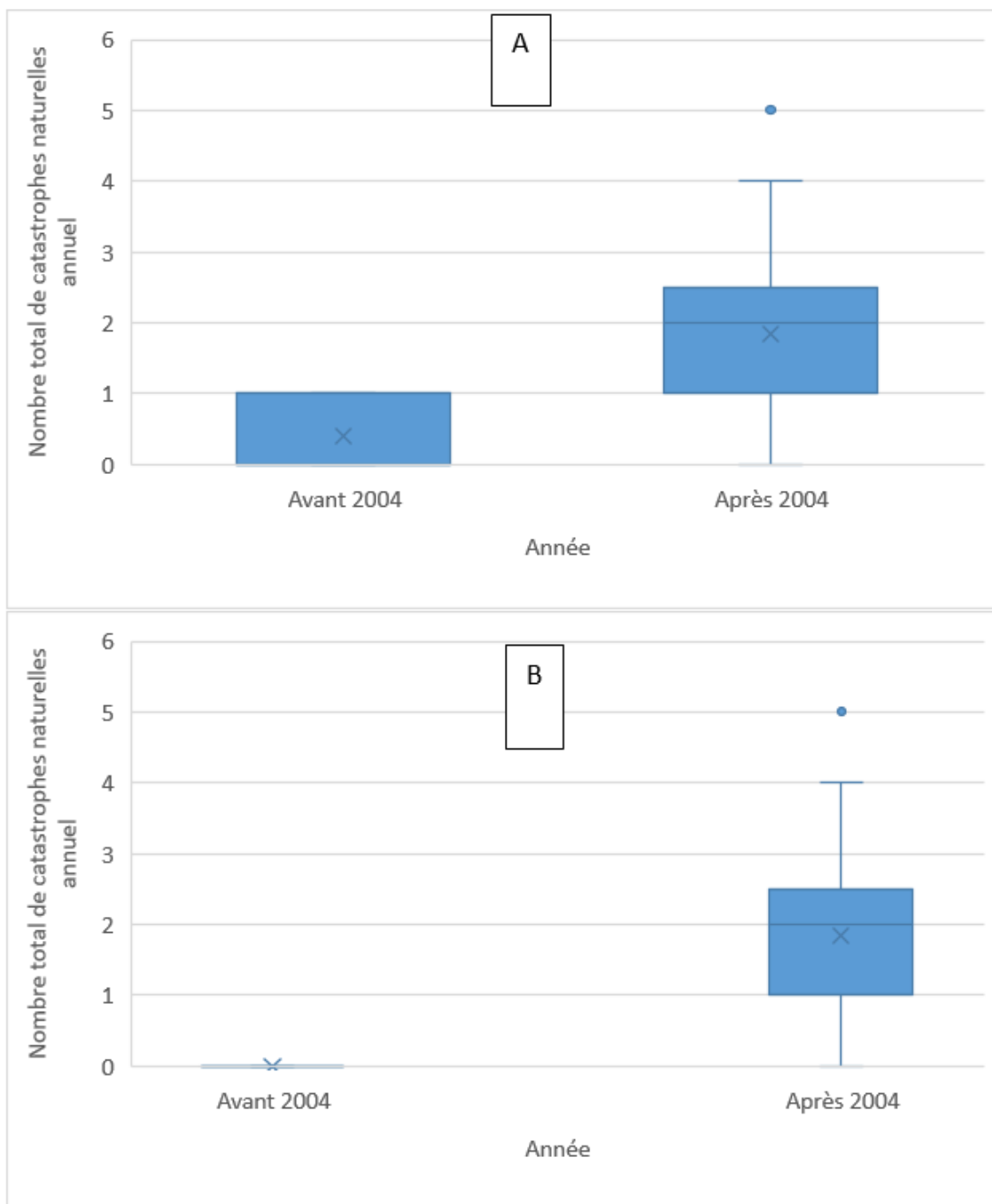


Figure 22 Nombre de catastrophes naturelles annuel avant et après de 2005 : a) pour la région de Jacmel et b) pour la région de Léogâne (Météoblue, 2019).

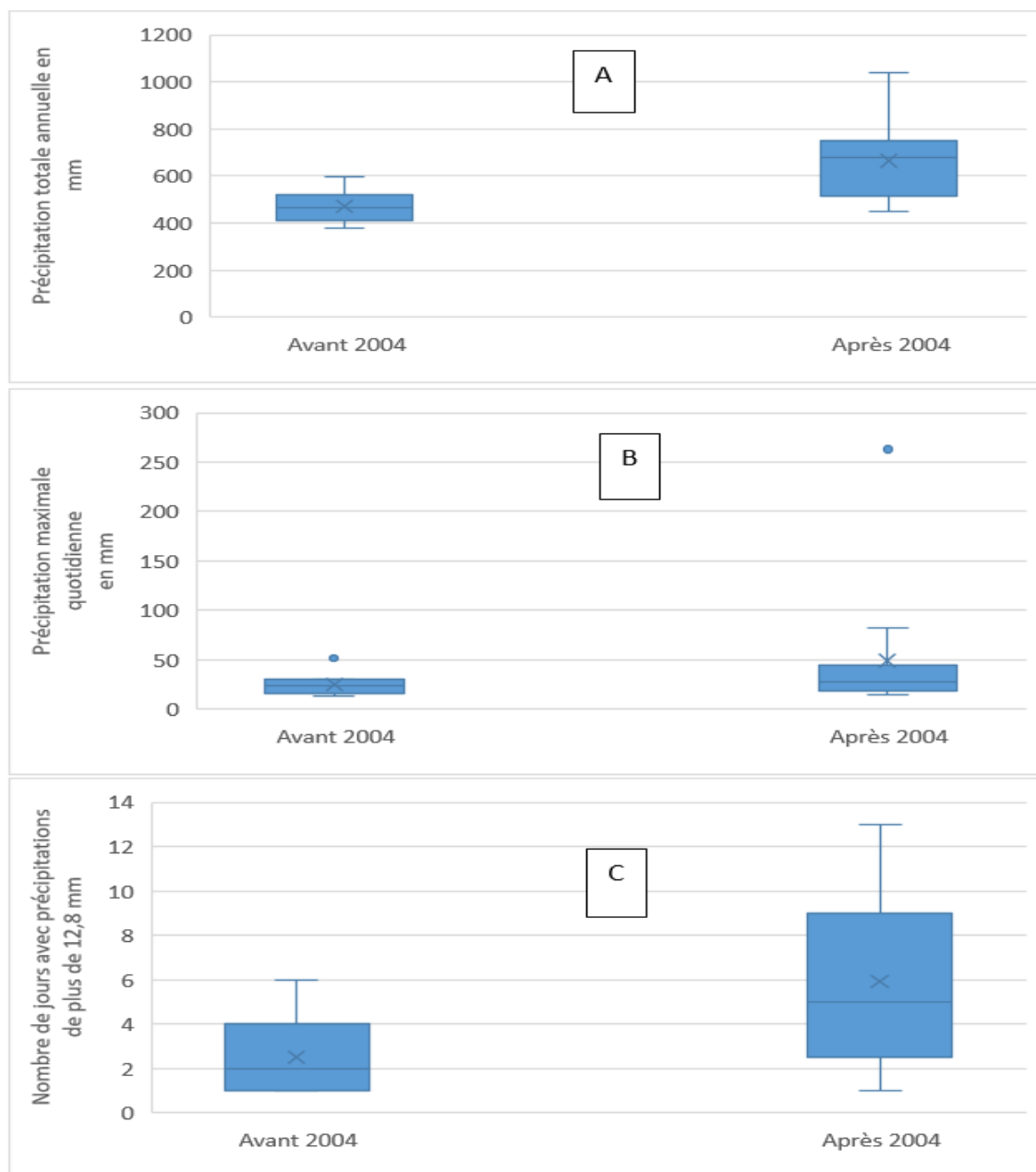


Figure 23 Comparaison des moyennes des caractéristiques pluviométriques avant et après de : a) Précipitation totale annuelle, b) Précipitation maximale quotidienne et c) nombre de jours avec précipitation de plus de 12,8 mm avant et après de 2004 pour la région de Jacmel et la région de Léogâne (Météoblue, 2019).



#### **4.1.1.2- Trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance**

Cette section comprend la trajectoire géomorphologique des deux cours d'eau en analysant visuellement les tracés dans le corridor fluvial complet et dans les tronçons et, la trajectoire géomorphologique combinée avec les facteurs de contrôle.

##### **4.1.1.2.1- Trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel**

A travers cette section, l'analyse visuelle des tracés est réalisée dans le corridor fluvial complet et dans les tronçons de la Grande Rivière de Jacmel.

###### **4.1.1.2.1.1- Analyse visuelle des tracés du Corridor fluvial complet**

La figure 24 présente les tracés du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel de la période 2004-2016. La partie amont avant les tributaires est plus ou moins confinée dans la vallée, tandis que la portion aval après les tributaires est beaucoup plus large et possède une plaine alluviale. De 2004 à 2010, des processus d'élargissement de la bande active ont été remarqués tout le long de la rivière, mais surtout dans sa partie aval. De 2010 à 2016, il y a eu des processus de rétrécissements du chenal, le lit actif de 2010 est plus large que celle de 2012, et cette dernière est plus large que celle de 2016.

Les processus d'élargissement et surtout de rétrécissement sont en grande partie représentés dans la portion aval de la rivière après les affluents. Cela peut signifier qu'après les tributaires, la dynamique du cours d'eau est augmentée et, du même coup, cela peut vouloir dire que les tributaires contribuent grandement à apporter des sédiments à la Grande Rivière de Jacmel.

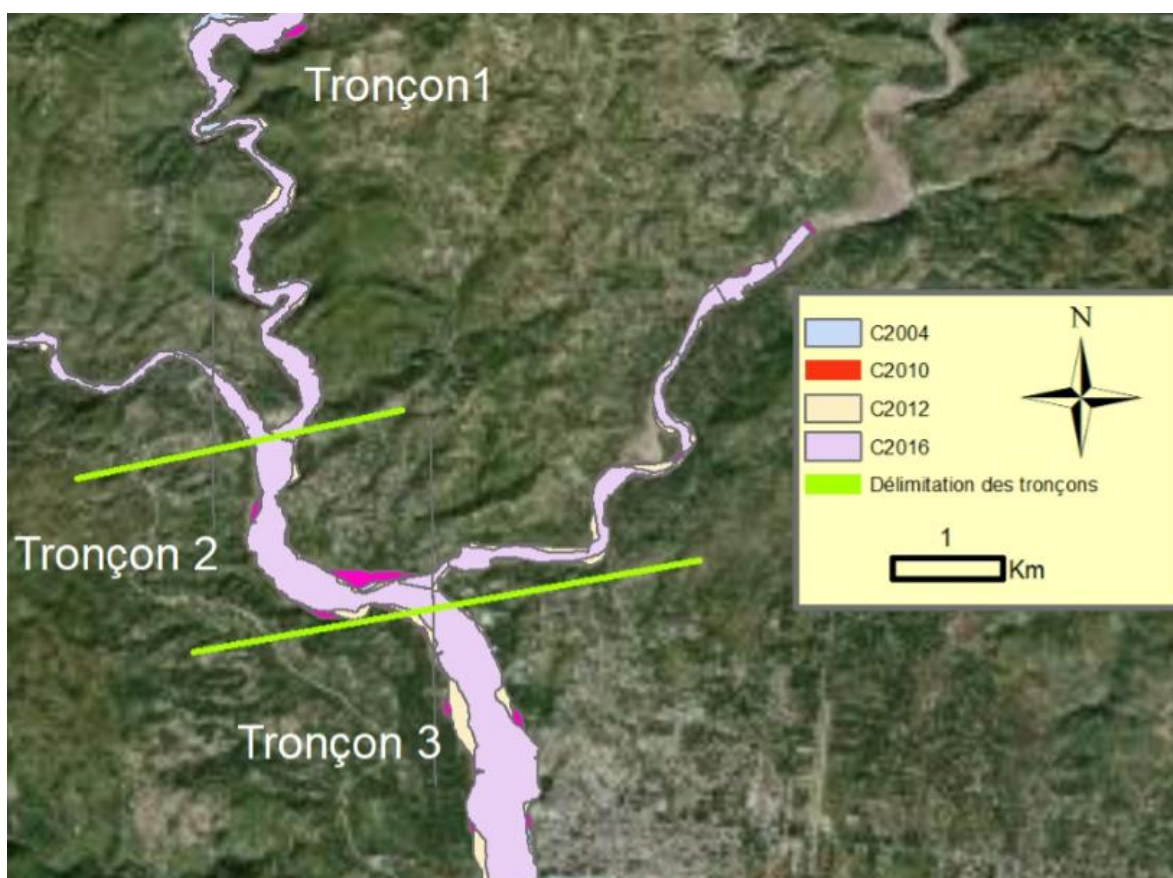


Figure 24. Juxtaposition des tracés du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel de la période 2004-2016 (Fond de carte : image satellitaire de Google earth, 2019).

La juxtaposition des tracés des lits actifs de toute la rivière de la Grande Rivière de Jacmel ne témoigne pas d'une trop grande variation d'une année à l'autre, c'est pourquoi il n'y a que des processus d'élargissement et de rétrécissement qui y sont observés. Toutefois, la figure 25 de la juxtaposition des tracés des chenaux mouillés lors des prises de photos montre que la Grande Rivière de Jacmel est très active d'une année à l'autre. Cette dynamique du cours d'eau a été surtout observée dans sa partie aval c'est-à-dire dans les tronçons 2 et 3. Ainsi, de 2004 à 2016, des processus d'érosion, de migration latérale, d'avulsion et de présence de bancs d'accumulation de sédiments ont été notés.

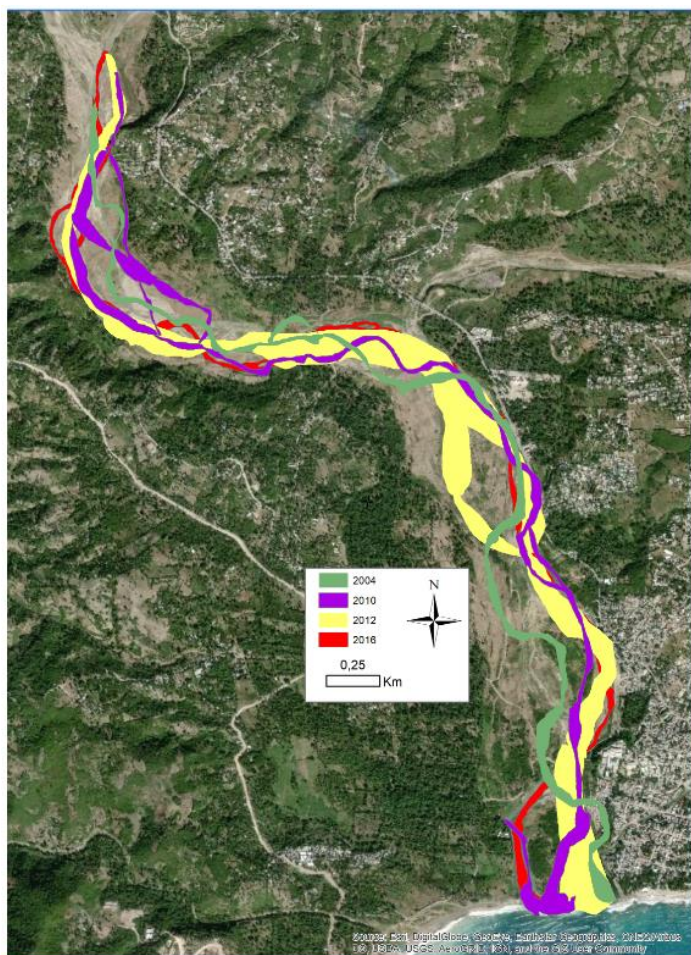


Figure 25. Juxtaposition des tracés des chenaux mouillés de la partie aval de la Grande Rivière Jacmel (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019).

#### 4.1.1.2.1.2- Analyse visuelle des tracés par tronçons

Le premier tronçon de la Grande Rivière de Jacmel est le plus long. Il est un peu confiné dans la vallée. Il est moins large que les autres tronçons. De 2004 à 2010, des processus d'élargissement du chenal ont été observés. Toutefois, durant les périodes 2010-2012 et 2012-2016, le chenal a été rétréci (figure 26). Autrement dit, à partir de 2010, le chenal du tronçon 1 de la Grande Rivière de Jacmel ne fait que rétrécir.

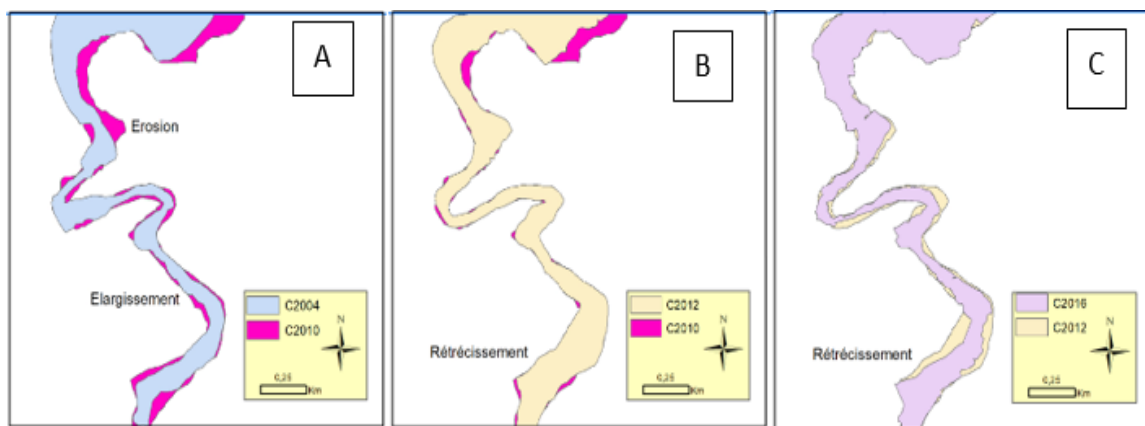


Figure 26- Agrandissement du tronçon 1 de la grande Riviere de Jacmel avec l'ensemble des processus actifs durant les différentes périodes : a) Période de 2004 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) Période de 2012 à 2016.

Le deuxième tronçon est plus large que le premier. Toutefois, les mêmes processus observés dans le premier tronçon y sont notés. Processus d'érosion et d'élargissement du chenal pour la période 2004-2010, processus de rétrécissement pour les périodes 2010-2012 et 2012-2016 (figure 27).

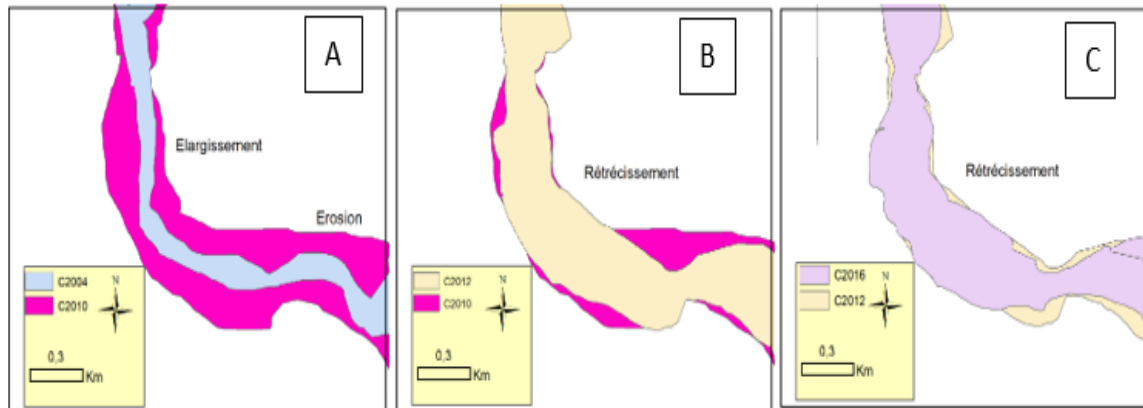


Figure 27- Agrandissement du tronçon 2 de la Grande Rivière de Jacmel avec l'ensemble des processus actifs durant les différentes périodes: a) Période de 2004 à 2010, a) Période de 2010 à 2012 et c) Période de 2012 à 2016.

Le tronçon 3 (figure 28) se termine à l'embouchure de la rivière avec la mer des Caraïbes. Il est plus court et plus large que les deux autres. Il est à tresses tout comme le deuxième tronçon et les mêmes processus y sont inventoriés pour les périodes d'étude. Il est à préciser qu'après l'augmentation de la largeur de la bande active de 2004 à 2010, elle ne fait que diminuer d'une période à l'autre en tenant compte des périodes 2010-2012 et 2012-2016. Cela est constaté dans tous les tronçons.

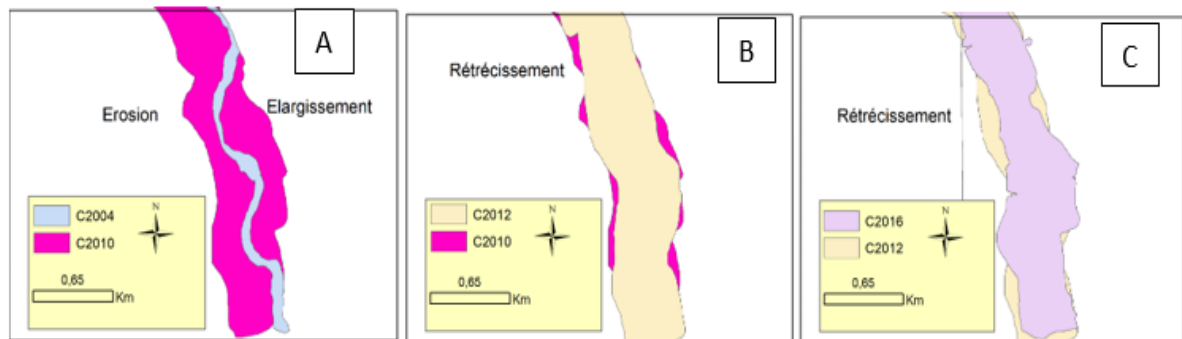


Figure 28- Agrandissement du tronçon 3 de la Grande Riviere de Jacmel avec l'ensemble des processus actifs durant les différentes périodes : a) Période de 2004 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) Période de 2012 à 2016.

#### **4.1.1.2.2-Trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel et les facteurs de contrôle**

Cette section fait l'analyse de la trajectoire géomorphologique dans le corridor fluvial complet et dans les tronçons de la Grande Rivière de Jacmel en tenant compte des facteurs de contrôle.

##### **4.1.1.2.2.1- Analyse visuelle des tracés du Corridor fluvial complet**

La largeur moyenne du lit actif, le nombre et la superficie des bancs d'accumulation sont les variables morphométriques et sédimentaires quantifiées afin d'analyser la trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel. Cette quantification se fait dans le temps pour chaque tronçon ainsi qu'à l'échelle du cours d'eau tout entier.

La figure 29 est une représentation de la tendance historique de la trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel. Elle met en relation les variables morphométriques et sédimentaires et les facteurs de contrôle. En fait, elle décrit leur interrelation dans le temps.

Nombre total de bancs : la tendance est à la hausse dans l'évolution du nombre total de bancs. La période 2012- 2016 correspond à la plus grande montée du nombre de bancs qui coïncide avec l'enregistrement de nombreuses catastrophes naturelles et avec la plus grande précipitation totale annuelle connue en 2016, soit 1041,7 mm. Le pic du nombre de bancs a été remarqué en 2016.

Superficie totale des bancs : il y a eu deux hausses successives suivies d'une diminution. La plus grande superficie de bancs a été observée en 2012. Durant cette dernière, la précipitation totale annuelle était de 703,2 mm et 3 catastrophes naturelles ont été enregistrées.

Largeur moyenne du lit actif : une augmentation suivie d'une diminution et d'une autre montée supérieure à la première ont été observées. La plus grande augmentation de la largeur de la bande active a été mentionnée en 2016. Durant cette année-là, la plus grande

quantité de précipitations totales annuelles a été enregistrée, mais il n'y avait qu'une seule catastrophe naturelle.

De 2004 à 2016, Il y a eu une hausse constante du nombre de bancs. Le nombre total de bancs et la largeur totale du lit actif les plus élevés ont été enregistrés en 2016, tandis que la superficie totale de bancs la plus élevée a été révélée en 2012. Les plus petites valeurs du nombre total de bancs, de la largeur du lit actif et de la superficie des bancs ont été notées en 2004. Dans ce contexte, une augmentation du nombre de bancs n'entraîne pas une augmentation proportionnelle de la superficie des bancs et de la largeur du lit actif. Somme toute, on comprend que c'est après 2004 que de grands changements ont commencé à être réalisés dans la morphodynamique de la Grande Rivière de Jacmel.



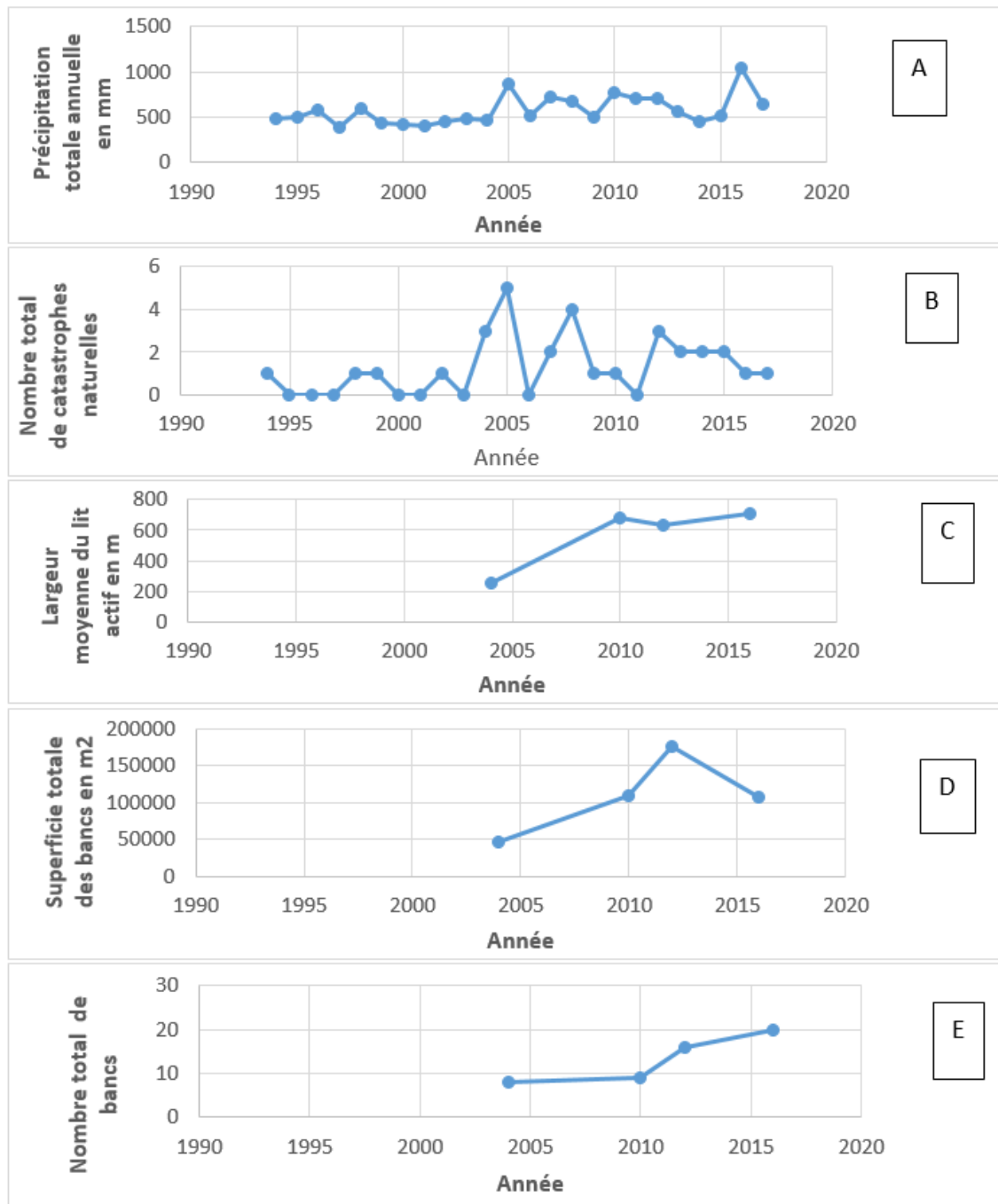


Figure 29- Trajectoire géomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel (2004-2016) et facteurs de contrôles : a) précipitation totale annuelle, b) nombre de catastrophes naturelles, c) largeur du lit actif, d) superficie des bancs et e) nombre de bancs (Météoblue et Météo-Haïti, 2019).

#### **4.1.1.2.2- Analyse visuelle des tracés par tronçon**

La figure 30 fait une description de la trajectoire géomorphologique des tronçons 1, 2 et 3 de la Grande Rivière de Jacmel en tenant compte des variables obtenues à savoir : la largeur moyenne du lit actif, le nombre et la superficie des bancs d'accumulation de sédiments. L'intérêt de regarder la dynamique du cours d'eau tronçons par tronçons, c'est de pouvoir déterminer la sensibilité morphologique des tronçons.

Dans le tronçon 1, le plus grand nombre de bancs d'accumulation et la largeur du lit actif active la plus élevée sont observés en 2016 ; tandis que la superficie de bancs la plus élevée est notée en 2012. La plus petite largeur du lit actif et la plus petite superficie de bancs ont été enregistrées en 2004, pourtant le plus grand nombre de bancs l'a été en 2010.

Au niveau du tronçon 2, la plus grande superficie de bancs a été répertoriée en 2010, le nombre le plus élevé de bancs et la plus grande largeur du lit actif en 2016, tandis que la plus petite superficie et le plus petit nombre de bancs ont été constatés en 2012 et la plus petite largeur du lit actif en 2004.

A travers le tronçon 3, le plus grand nombre et la plus grande superficie de bancs ont été observés en 2012 et la plus grande largeur de lit actif en 2016, tandis que la plus petite superficie et le plus petit nombre de bancs et la plus petite largeur de lit actif ont été constatés en 2004.

La superficie totale et le nombre total de bancs dans les tronçons 1 et 2 varient de la même façon c'est-à-dire une baisse suivie d'une hausse puis d'une autre baisse, mais ils sont différents dans le tronçon 3. La variation de la largeur du lit actif est similaire dans les trois tronçons. La superficie de bancs et la largeur de lit actif les plus élevées ont été observées dans le tronçon 3 respectivement en 2012 et en 2010. Le tronçon 2 a suivi le tronçon 3 en 2010 en ce qui a trait à la superficie de bancs et la largeur de lit actif les plus élevées. Le nombre de bancs le plus élevé a été noté dans le tronçon 1 en 2016.

Somme toute, dans le tronçon 3, les pics pour toutes les variables ont été observés : le pic de la largeur du lit actif en 2016, celui de la superficie et du nombre de bancs en 2012. Les valeurs de la largeur du lit actif et de la superficie des bancs dans le tronçon 2 sont plus élevées que dans le tronçon 1, mais en ce qui a trait au nombre de bancs, c'est l'inverse. En plus, une plus grande variabilité des variables a été observée au niveau des tronçons 3 et 2. sauf le nombre de bancs dans le tronçon 1 qui est plus variable que dans les autres tronçons. Sachant que la sensibilité morphologique est surtout décrite par la variabilité observée dans le temps des variables dans les tronçons et suivant les calculs et les observations faits, on peut conclure que le tronçon 3 est plus sensible morphologiquement suivi du tronçon 2.

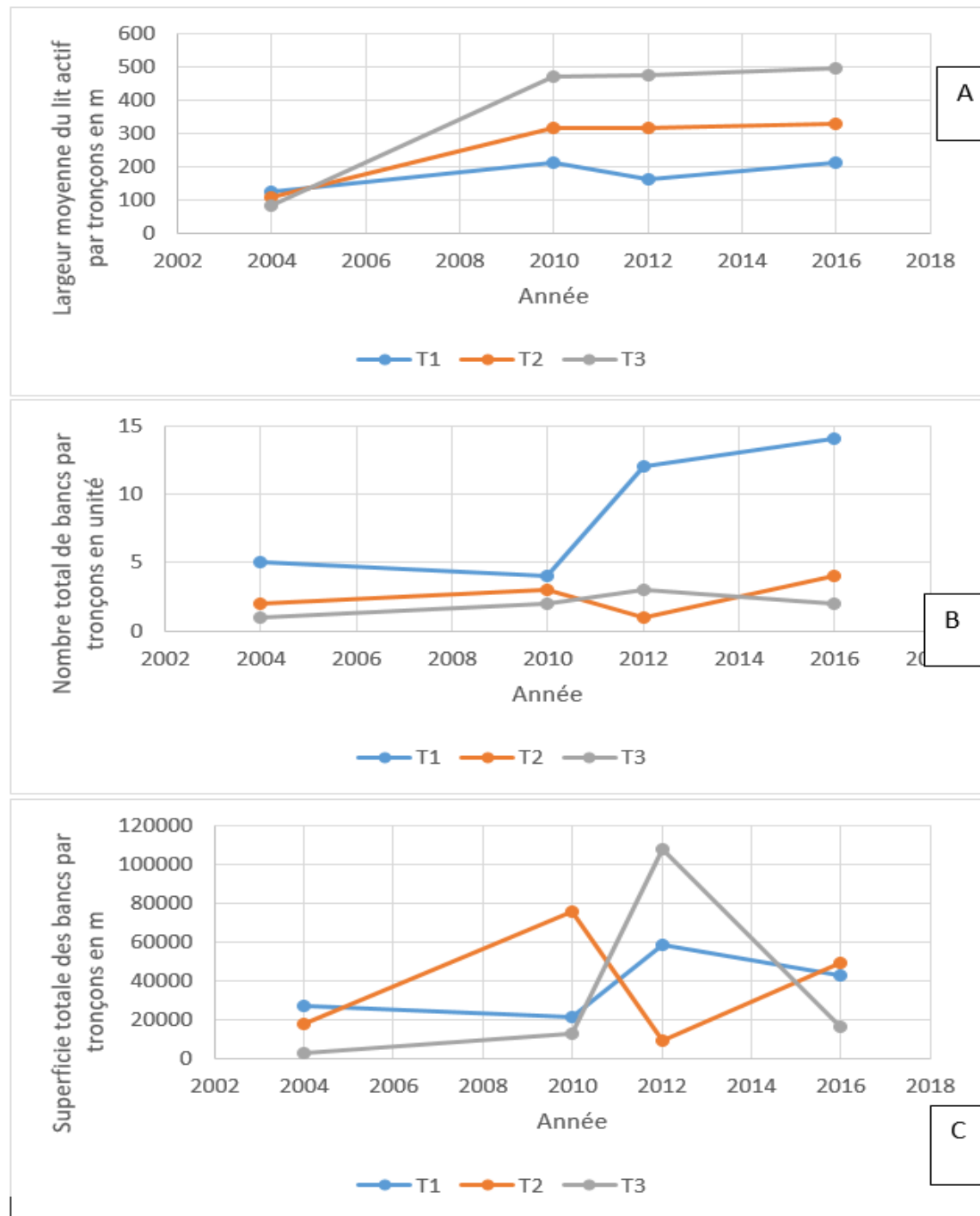


Figure 30- Trajectoire géomorphologique par tronçons de la Grande Rivière de Jacmel de 2004 à 2016: largeur du lit actif, b) nombre de bancs et c) superficie des bancs (Météoblue, 2019).

#### 4.1.1.2.3-Trajectoire géomorphologique de la rivière Momance

Cette section traite de l'analyse visuelle des tracés dans le corridor fluvial complet et dans les tronçons de la rivière Momance.

##### 4.1.1.2.3.1- Analyse visuelle des tracés du corridor fluvial complet

Les tracés du lit actif de la rivière Momance de la période 2008-2016 sont représentés sur la figure 31. La rivière est confinée dans la vallée sur une grande partie. La partie amont l'est beaucoup plus. Le cours d'eau décrit un cône dans sa partie aval. Le lit actif du cours d'eau est plus large dans sa partie aval c'est-à-dire après l'apex. De 2008 à 2010, des processus d'élargissement du lit actif ont été remarqués dans la portion amont et des processus de rétrécissement dans sa partie aval. De 2010 à 2016, il y a eu des processus de rétrécissement du chenal, le lit actif est plus large d'une année à l'autre.

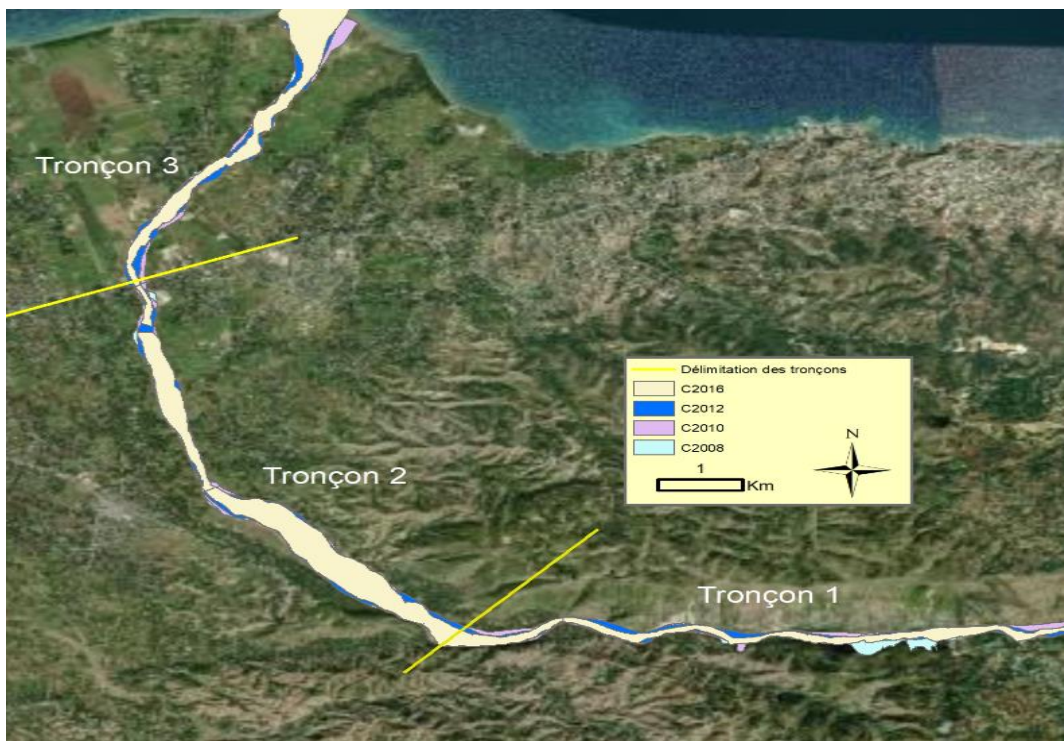


Figure 31- Juxtaposition des tracés des bandes actives de la rivière Momance(Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019).

La juxtaposition des tracés des chenaux mouillés lors des prises de photo (figure 32) permet de mieux appréhender les processus qui découlent de la trajectoire géomorphologique du cours d'eau que celle du lit actif. C'est pourquoi les tracés des chenaux mouillés de la rivière Momance ont été juxtaposés dans la figure 32. Elle montre que la rivière Momance est très dynamique dans sa partie aval c'est-à-dire au niveau des tronçons 2 et 3. Ainsi ont été observés des processus d'avulsion, d'érosion, de migration latérale et la présence de bancs durant toute la période concernée par l'étude de la trajectoire de la rivière Momance.

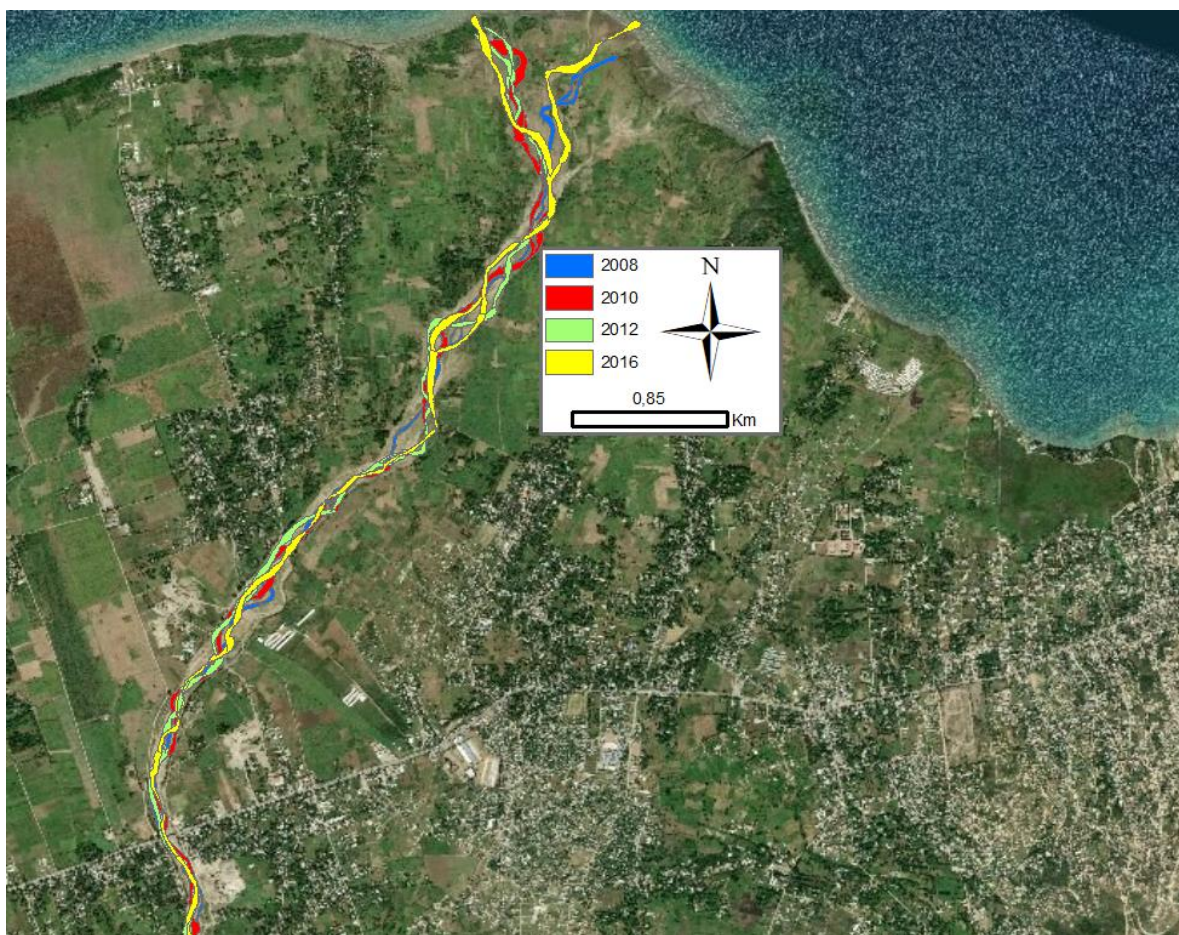


Figure 32. Juxtaposition des tracés des lits mouillés de la partie aval de la rivière Momance (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019).

#### 4.1.1.2.3.2- Analyse visuelle des tracés par tronçons

Le premier tronçon est moins long que le deuxième. Il est aussi moins large que les deux autres tronçons. Il est très confiné dans la vallée. Des cicatrices de glissements de terrain y sont répertoriées sur la rive droite. De 2008 à 2010, des processus d'érosion et d'élargissement du chenal ont été observés. Toutefois, durant les périodes 2010-2012 et 2012-2016, le chenal a été rétréci (figure 33) y sont observés d'une période à l'autre. La figure 33 fait un zoom sur le tronçon1 en présentant les différents processus qui y sont inventoriés.

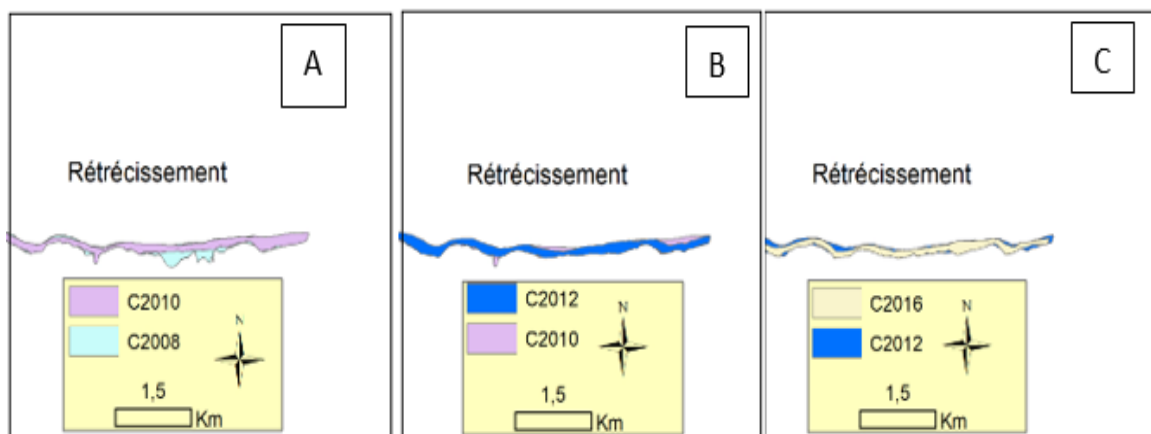


Figure 33-Agrandissement du tronçon 1 de la rivière Momance avec l'ensemble des processus actifs des différentes périodes: a) Période de 2008 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) période de 2012 à 2016.

Le tronçon 2 (figure 34) est le plus long et il est le plus large que les deux autres tronçons de la rivière. Des processus d'élargissement, de rétrécissement de chenal sont constatés. Mais de 2010 à 2016 que seuls des processus de rétrécissements du lit actif ont été remarqués.

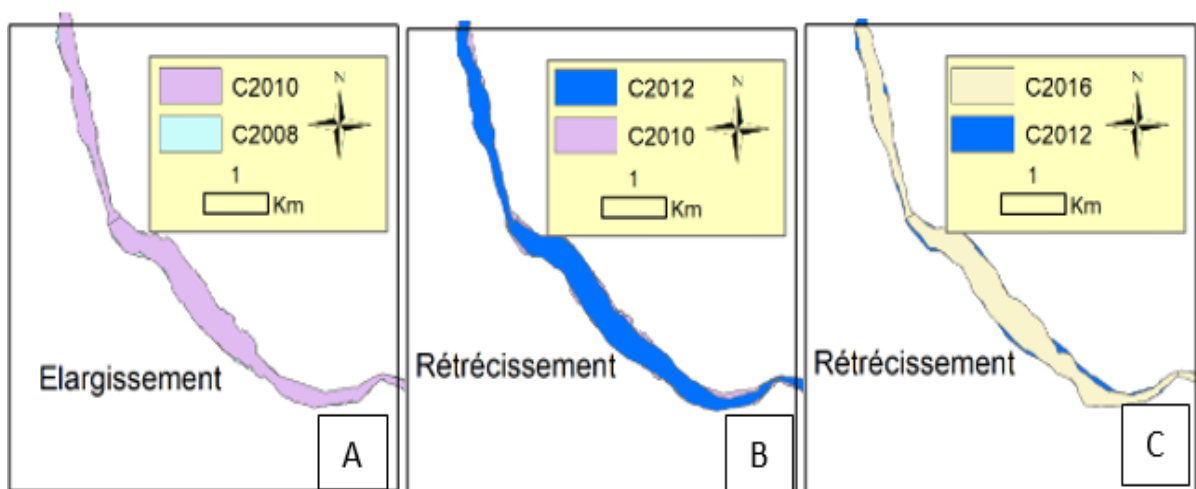


Figure 34 Agrandissement du tronçon 2 de la rivière Momance avec les périodes avec l'ensemble des processus actifs des différentes périodes: A) Période de 2008 à 2010, B) Période de 2010 à 2012 et C) période de 2012 à 2016.

Le tronçon 3 se termine à l'embouchure de la rivière avec la mer des Caraïbes. Il est plus large que le premier tronçon 2. La période 2010-2016 est marquée par des processus de rétrécissements de la bande active. La figure 35 fait état de ces processus par tronçon pour chaque période de temps.

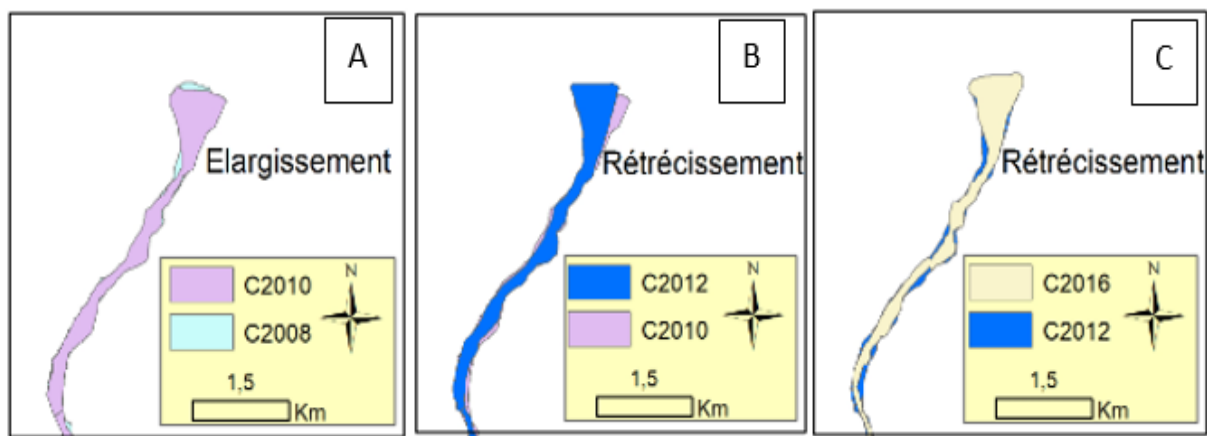


Figure 35 Agrandissement du tronçon 3 de la rivière Momance avec les périodes avec l'ensemble des processus actifs des différentes périodes: a) Période de 2008 à 2010, b) Période de 2010 à 2012 et c) période de 2012 à 2016.



#### **4.1.1.2.4- Trajectoire géomorphologique de la rivière de Momance et les facteurs de contrôle**

Cette section s'occupe de l'analyse visuelle des tracés dans le corridor fluvial complet et dans les tronçons de la rivière Momance en tenant compte des facteurs de contrôle

##### **4.1.1.2.4.1- Analyse visuelle des tracés du Corridor fluvial complet**

La tendance historique de la trajectoire géomorphologique de la rivière Momance met en relation les variables morphométriques/sédimentaires et les facteurs de contrôle considérés dans l'étude de la trajectoire de cette rivière. En fait, elle décrit leur interrelation dans le temps. Elle est représentée par la figure 36 suivante.

Nombre total de bancs d'accumulation : le pic du nombre de bancs a été connu en 2010. Or, durant cette année, le nombre de catastrophes ainsi que la précipitation totale annuelle n'étaient pas élevés. Ils avaient été les plus élevés en 2005.

Superficie totale des bancs : 2010 et 2016 sont les années durant lesquelles la superficie des bancs était la plus élevée. En 2016, la précipitation totale annuelle a été la plus élevée, mais il n'y a eu qu'une catastrophe naturelle. Le pic de superficie de bancs a été répertorié en 2010 tout comme pour le nombre de bancs.

Largeur moyenne du lit actif : la période 2010-2012 est la seule période marquée par une augmentation de la largeur de la bande active. La plus grande largeur a été notée en 2010. Pendant cette période, certaines catastrophes naturelles ont été inventoriées et la précipitation totale annuelle était comprise entre 500 et 700 mm de pluie.

La plus grande largeur totale du lit actif, le plus grand nombre total et la plus grande superficie totale de bancs ont été observés en 2010, pourtant le plus petit nombre de bancs et la plus petite largeur de lit actif ont été inventoriés en 2008 et la plus petite superficie de bancs en 2012. Une augmentation de la superficie des bancs engendre une augmentation non proportionnelle du nombre de bancs et une diminution de la largeur du lit actif en 2016.

En 2012, il y a eu une diminution de toutes les variables, mais la largeur du lit actif a subi une plus faible diminution.



Figure 36 Trajectoire géomorphologique de la rivière Momance (2008-2016) et les facteurs de contrôle : a) précipitation totale annuelle, b) nombre de catastrophes naturelles c) largeur du lit actif, d) superficie des bancs et, e) nombre de bancs (Météoblué et Météo-Haïti, 2019).

#### **4.1.1.2.4.2- Analyse visuelle des tracés par tronçon**

La figure 37 fait la description de la trajectoire géomorphologique des tronçons 1, 2 et 3 de la rivière Momance afin de déterminer leur sensibilité morphologique.

Dans le tronçon 1, le plus grand nombre de bancs et les plus grandes largeurs de lit actif et de superficie de bancs ont été observés en 2010, tandis que le plus petit nombre de bancs a été mentionné en 2008, la largeur de la bande active la plus petite en 2016 et la plus petite superficie de bancs en 2012.

À travers le tronçon 2, le plus grand nombre, la plus grande superficie de bancs ont été soulignés en 2010 et la plus grande largeur de lit actif en 2012, tandis que le plus petit nombre, la plus petite superficie de bancs ont été constatés en 2012 et la plus petite largeur de lit actif en 2008. Les années 2008, 2010 et 2016 ont le même nombre de bancs.

Au niveau du tronçon 3, le nombre le plus élevé de bancs ainsi que la plus grande superficie des bancs ont été calculés en 2016 et la plus grande largeur du lit actif en 2010, tandis que les valeurs les plus petites du nombre de bancs, de la superficie des bancs et de la largeur du lit actif ont été trouvées en 2008.

Dans les tronçons 2 et 3, le nombre et la superficie des bancs varient de la même manière, une augmentation suivie d'une baisse, puis d'une autre augmentation. En 2010, la tendance était à la hausse pour toutes les variables, car c'est au cours de cette même année que le nombre et la superficie des bancs et la largeur de lit actif les plus élevés ont été observés. Toutefois, elles étaient réparties dans des tronçons différents. La plus grande superficie a été remarquée dans le tronçon 1, le plus grand nombre de bancs, dans le tronçon 2 et la plus grande largeur de lit actif, dans le tronçon 3. Cela laisse présumer que l'année 2010 était très spéciale dans la dynamique de la rivière Momance. Cela sous-entend que des événements qui ont eu des impacts significatifs sur la dynamique hydrosédimentaire du cours d'eau ont eu lieu.

Somme toute, tous les pics ont été notés dans le deuxième tronçon de la rivière Momance : en 2010, le nombre et la superficie de bancs les plus élevés, en 2012, la plus grande largeur

de lit actif. Les valeurs de la largeur du lit actif et de la superficie de banc sont plus élevées dans le tronçon 3 que dans le tronçon 1, mais pour le nombre de bancs, c'est l'inverse. Toutefois, il est à mentionner que c'est la variabilité dans le temps des variables qui détermine la sensibilité morphologique d'un tronçon et non pas les pics observés. En fait, les variables telles que le nombre et la superficie des bancs présentent une plus grande variabilité dans le tronçon 2 que dans tous les autres tronçons. Cependant, elles sont plus variables dans le tronçon 3 que dans le tronçon 1. La largeur du lit actif est plus variable dans le tronçon 3 que dans les autres, mais elle l'est plus dans le tronçon 2 que dans le tronçon 1. Dans ce contexte, le tronçon 2 de la rivière Momance est sans conteste plus sensible morphologiquement que les deux autres. Toutefois, le tronçon 3 est morphologiquement plus sensible que le tronçon 1.

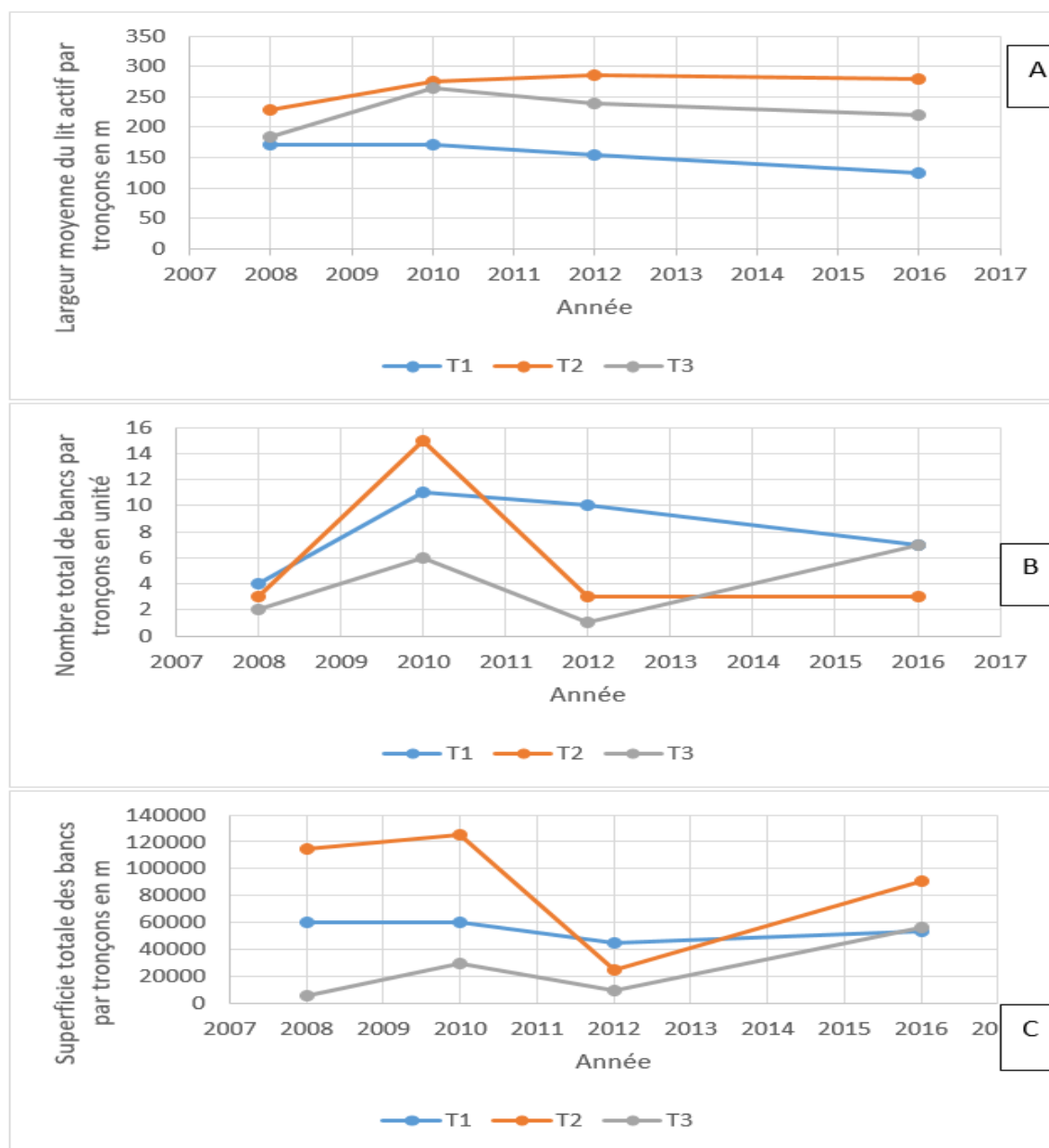


Figure 37- Trajectoire géomorphologique par tronçons de la rivière Momance 2008 à 2016 : largeur de la bande active, b) nombre de bancs et c) superficie des bancs (Météoblue, 2019).

#### **4.1.2- Cartes hydrogéomorphologiques**

La figure 38 présente une carte hydrogéomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière des Orangers. La trajectoire et la sensibilité géomorphologiques des cours d'eau sont prises en considération pour la production de cette carte, car elles ont été déterminées et analysées avant la production des cartes. La rivière des Orangers est ainsi considérée dans la production de cette carte, car elle traverse la ville de Jacmel du nord au sud et il y a des maisons qui sont même construites à l'intérieur de ses lits. Il est à noter que la rivière des Orangers rejoint la Grande Rivière de Jacmel à 100 m de son embouchure avec la mer des Caraïbes. Les cônes, les lits mineur et majeur sont représentés à travers la figure 38, mais il est mentionné, outre les deux cônes, qu'aucun lit majeur n'a pu être identifié pour la rivière des Orangers. Cette carte représentée par la figure 38 fait voir que la Grande Rivière de Jacmel est confinée dans la partie amont et qu'un élargissement du chenal augmente d'amont en aval après les tributaires. De façon globale, elle montre que la portion amont de la Grande Rivière de Jacmel est plus étroite et moins artificialisée que la portion aval. Elle révèle également que la rivière des Orangers est anthropisée sur toute sa longueur, mais la partie aval est plus large que celle amont.

La partie aval de la Grande Rivière de Jacmel est très active et elle se trouve en bordure de la route de l'Amitié qui est traversée par la rivière des Orangers avant de se jeter dans la Grande Rivière de Jacmel. La figure 39 fait un zoom sur la portion aval de la Grande Rivière de Jacmel et de la totalité de la rivière des Orangers. La transparence de cette dernière a été augmentée afin de mieux visualiser les différents lits des deux rivières.

Les enjeux concernés par la dynamique de la Grande Rivière de Jacmel sont la route de l'Amitié et quelques résidences. Ils sont situés dans la partie aval de la rivière sur le cône et dans les lits majeurs. Toutefois, beaucoup de résidences, la route de l'Amitié et des infrastructures commerciales publiques et privées sont exposés à la dynamique de la rivière des Orangers. Ces enjeux se trouvent sur les berges du cours d'eau, sur les cônes et même dans le lit mineur. Lors des crues dues aux précipitations, la Grande Rivière de Jacmel et surtout la rivière des Orangers débordent et inondent les enjeux cités plus haut.

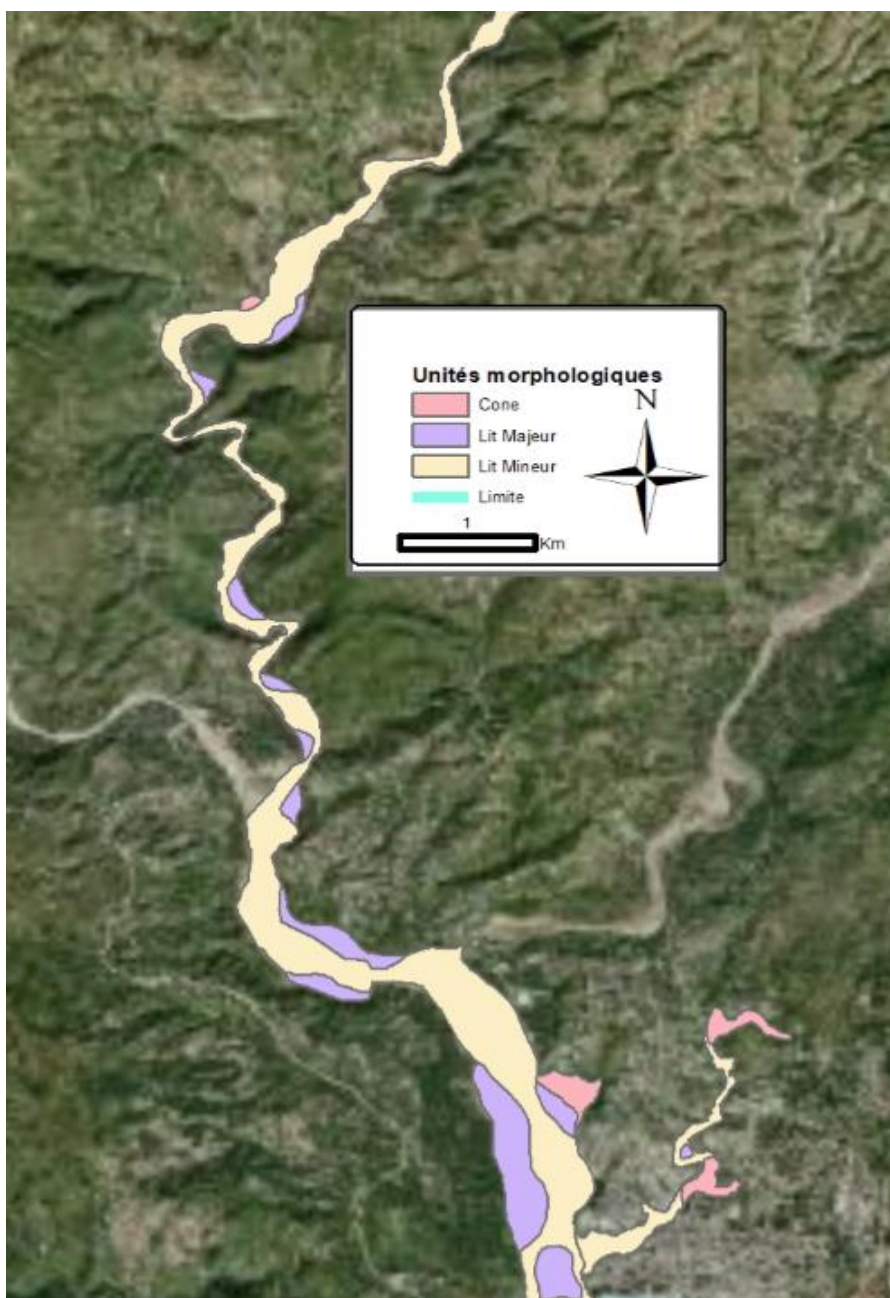


Figure 38 Carte hydrogéomorphologique sur la Grande Rivière de Jacmel et sur la rivière des Orangers (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019)

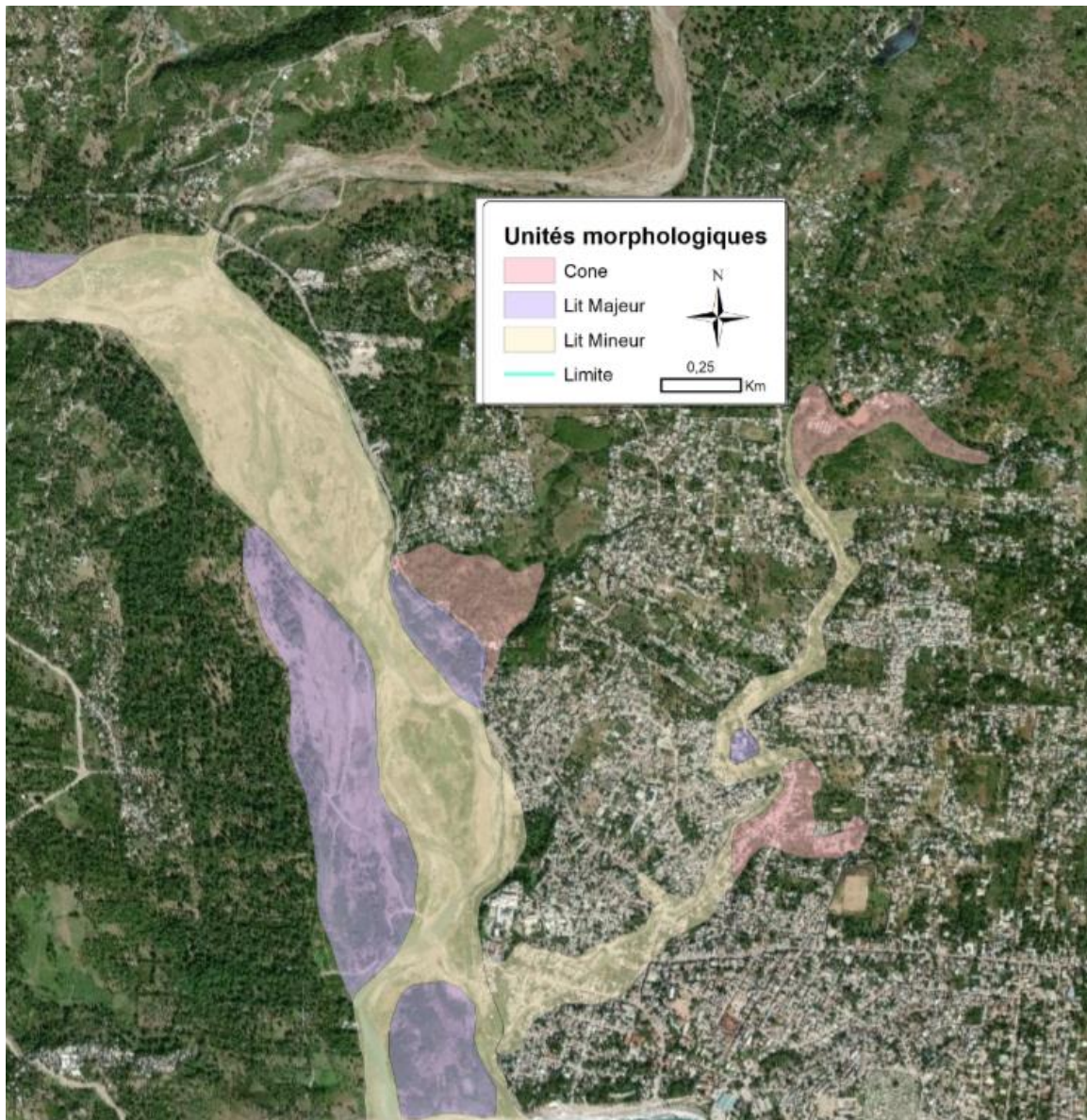


Figure 39- Agrandissement de la portion aval de la Grande Rivière de Jacmel et de la totalité de la rivière des Orangers (Fond de carte : image satellitaire de google earth, 2019)



Les cartes hydrogéomorphologiques produites sur la rivière Momance sont représentées par les figures 40 et 41. La figure 40 est une carte qui tient compte de l'entièreté de la rivière Momance, tandis que la figure 41 fait un zoom sur la partie aval de cette dite rivière. La rivière Momance est très confinée dans la vallée dans sa portion amont avec la présence de petits cônes, mais elle décrit un grand cône alluvial dans sa partie aval. L'amont de la rivière est moins large que l'aval. La majorité des résidences et des infrastructures routières se trouvent en aval, donc sur le grand cône. Or, nous savons qu'un cône alluvial est une forme fluviale qui est dominée par la présence de processus d'avulsions, d'accumulation de sédiments et d'érosion. Les enjeux se situant sur un cône se trouvent doublement menacés, ils sont exposés aux aléas découlant de la dynamique du cours d'eau et des processus se manifestant au niveau du cône.

A travers la figure 41, un zoom est fait sur ce grand cône. Cette figure révèle l'existence de nombreux lits secondaires. Ces derniers peuvent facilement devenir des lits mineurs sur un cône et constituent des endroits propices aux processus d'avulsion. Ces lits sont le plus souvent la cause des inondations lorsque la rivière est en crue.

Des enjeux tels que le pont, la route nationale no 2, des résidences, des infrastructures commerciales publiques et privées sont exposés aux processus d'avulsion, d'aggradation, d'érosion et à la dynamique de la rivière Momance. Ils sont situés dans sa portion aval sur le grand cône à proximité et à l'intérieur même des lits secondaires. Lors de fortes précipitations, vu que le pays est très déboisé, la rivière Momance est en crue et provoque des inondations.

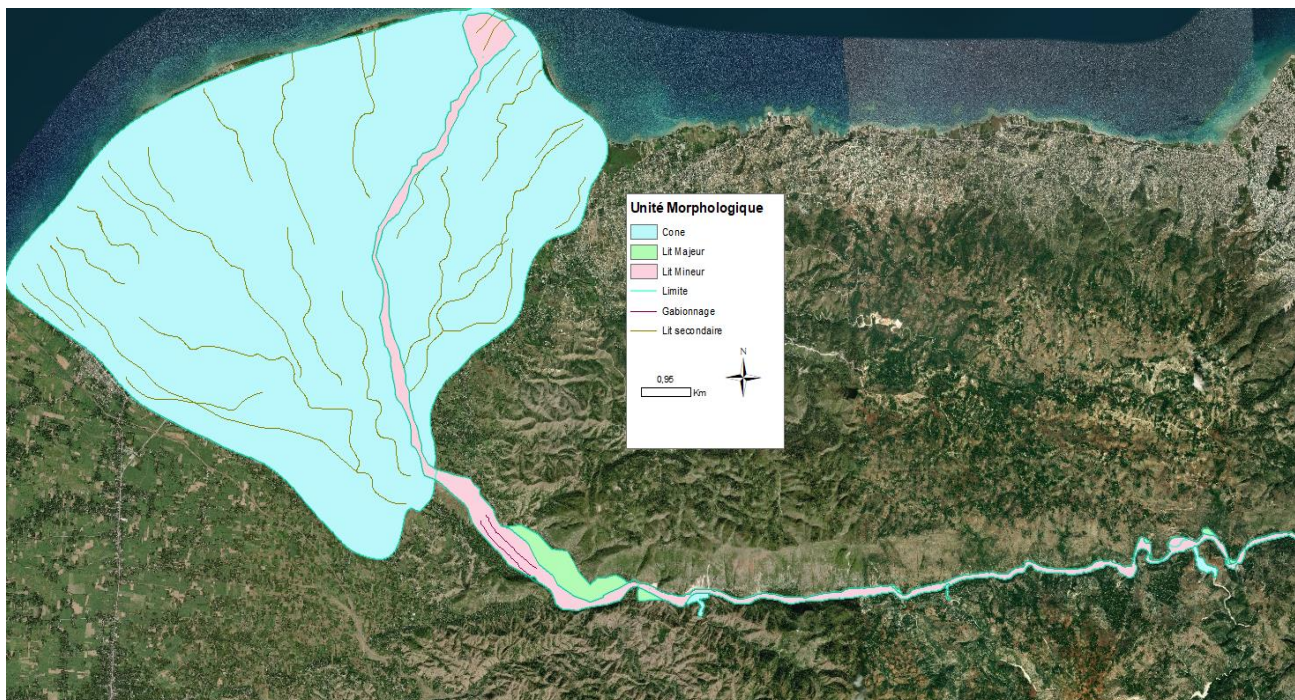


Figure 40 Carte hydrogéomorphologique sur la rivière Momance (Fond de carte : LIDAR opentopography, 2010).

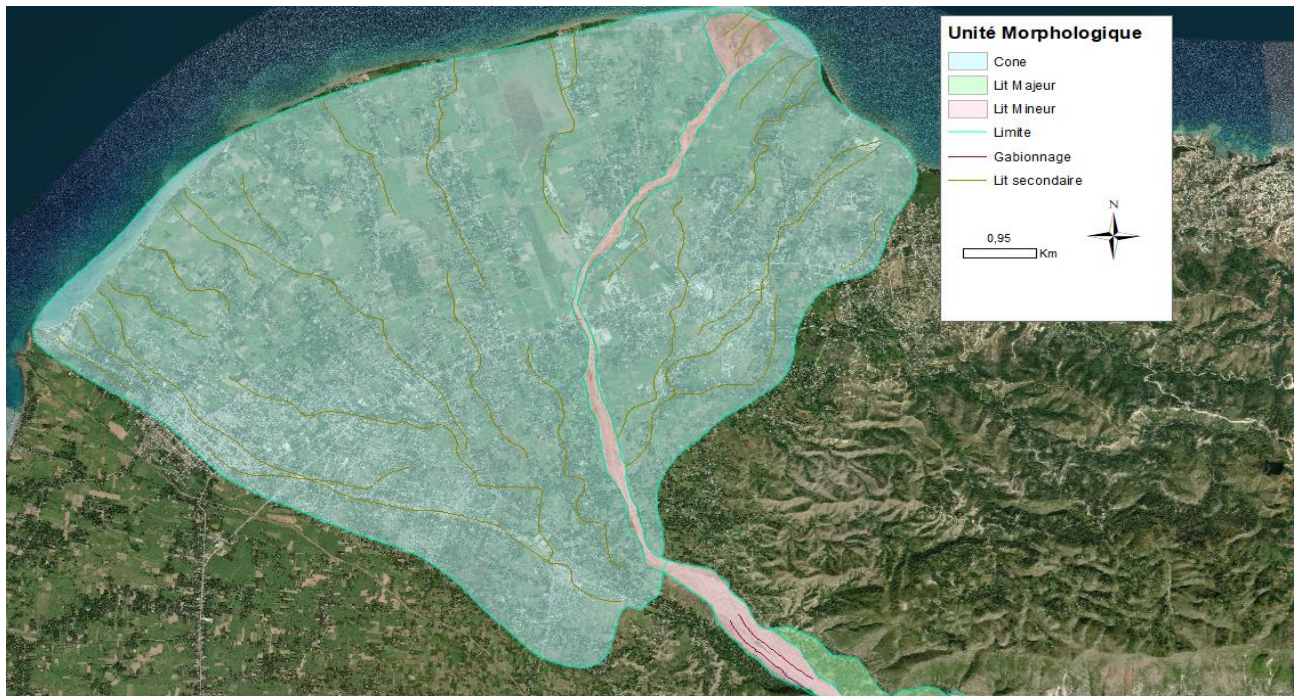


Figure 41- Agrandissement de la portion aval de la Grande Rivière de Jacmel et de la totalité de la rivière des Orangers (Fond de carte : LIDAR opentopography, 2010).

### 4.1.3- Gestion des aléas fluviaux

Afin de collecter des informations sur les aléas auxquels sont exposés les départements du Sud-est (commune de Jacmel) et de l'Ouest (Léogane et Gressier), de prendre connaissance des causes de leur manifestation et de savoir quelles sont les activités qui sont entreprises pour les contrôler, il était prévu de discuter avec dix acteurs clés ou institutions œuvrant dans le domaine de la gestion des risques en Haïti. Dans les faits, seulement quatre personnes ont pu être interviewées à cause de la situation politique et sécuritaire qui régnait dans ce pays au moment de la sortie de terrain (août 2018). Les noms, les prénoms, les fonctions et les institutions de ces quatre personnes sont présentés dans le tableau 3. Les lettres de sollicitation d'entretien, les formulaires d'entrevue remplies et la fiche de synthèse des entretiens se trouvent en annexe. Cette partie du mémoire expose une synthèse des réponses en soulignant les différences et similarités des réponses obtenues.

Tableau 3 . Liste des personnes interviewées en Haïti dans le cadre du mémoire de maîtrise en géographie

| # | Prénom     | Nom     | Fonction                 | Entité représentée    | Commune | Date de l'entrevue |
|---|------------|---------|--------------------------|-----------------------|---------|--------------------|
| 1 | Philippe   | Joseph  | Ancien coordonnateur     | CCPC                  | Léogane | 2018-08-08         |
| 2 | Jean Carls | Dessin  | Responsable de programme | Croix Rouge suisse    | Léogane | 2018-08-08         |
| 3 | Clément    | Georges | Coordonnateur            | CCPC                  | Léogane | 2018-08-08         |
| 4 | Ronald     | Délice  | Responsable GRD          | Délégation du Sud-est | Jacmel  | 2018-08-09         |

D'après les enquêtés, les régions de Jacmel et de Léogâne sont très exposées et vulnérables aux aléas naturels. Les enjeux tels que le pont, les résidences, les infrastructures routières et commerciales et les activités économiques se trouvant dans les villes de Jacmel, de Léogâne et de Gressier sont menacés par les inondations, les cyclones et les séismes. Le bétail et les parcelles de cultures situés dans les campagnes sont exposés aux cyclones et aux glissements de terrain. Toutefois, selon un enquêté, ce ne sont pas les crues de la rivière Momance qui causent beaucoup plus de dégâts aux enjeux, mais celles de la rivière Rouyonne. Suivant l'enquêté, les inondations sont surtout occasionnées par la crue de la rivière des Orangers. Ils sont unanimes à dire que le déboisement, les mauvaises pratiques culturales, les catastrophes naturelles, la mauvaise gestion des déchets et la dégradation de l'environnement en sont les facteurs aggravants. Cependant, dans la région de Jacmel, la corruption, l'assistanat, l'impunité et l'absence d'un cadre légal de gestion des risques ont été aussi mentionnés. Les programmes et les projets qui sont exécutés dans ces zones se focalisent sur les inondations et les glissements de terrain. Ils sont, pour la plupart, implémentés par des ONGs internationales. À Léogâne, des sismographes sont installés pour contrôler le risque sismique. Les régions de Jacmel et de Léogâne accueillent beaucoup d'ONGs, tant nationales qu'internationales, tout juste après le séisme du 12 janvier 2010. Cependant, en août 2018, seules la coopération et la Croix Rouge suisses et quelques ONGs nationales et locales assistent les habitants de ces régions. En revanche, les ONGs nationales et locales sont beaucoup plus nombreuses dans la région de Jacmel. Cette carence d'ONGs internationales entraîne la non-exécution de certaines activités de gestion des risques, car elles se comportent non seulement comme bailleurs de fonds, mais aussi comme des organismes d'exécution de projets. Selon un enquêté, cette carence est à encourager, car l'Etat haïtien ne joue pas son rôle régalien pour canaliser les activités de ces ONGs. Parfois, ces dernières implémentent des projets qui ne cadrent pas avec les réalités de la zone d'intervention. Cela constitue un manque à gagner et un sentiment d'assistanat continu pour la population. D'après le coordonnateur de projet de la Coopération suisse, les principales interventions de l'ONG touchent les inondations et les glissements de terrain. Ces deux aléas sont choisis en fonction du budget, de la philosophie

et à cause que, ce sont eux qui occasionnent beaucoup plus de dégâts dans les zones d'intervention de l'ONG, mais non pas selon les directives de l'État.

À la question quelles sont les activités qui peuvent être entreprises pour contrôler les inondations et les glissements de terrain, tous les enquêtés étaient d'accord pour dire que ce sont : le reboisement ; la reforestation ; l'aménagement des bassins versants ; le curage ou le dragage des rivières. Cependant, l'un des interviewés pense que le gabionnage de tronçons sensibles de la rivière et la correction de ravines peuvent être aussi réalisés.

Pour diminuer l'exposition et la vulnérabilité élevée des communautés haïtiennes aux aléas suscités, des séances de formation, d'information et de sensibilisation sont organisées par la coopération et la Croix Rouge suisses pour leurs employés et leurs bénéficiaires. Elles sont organisées dans les deux régions, car l'ONG exécute des projets dans ces deux régions simultanément. Elles ont un plan de formation bien défini pour réaliser ces activités. Ces formations sont données aux membres des comités de protection civile. Elles sont ensuite dupliquées dans les organisations de base communautaire (OCB) et dans la population par le groupe de formateurs créé par la Direction de la protection civile. Selon les enquêtés, il existe des formations qualifiées et des formations non-qualifiées. Elles sont à la fois pratiques et théoriques. Les différents modules de formation traitent des thèmes suivants :

- Notions de base en gestion des risques;
- Évaluation des dégâts et analyse des besoins (EDAB);
- Secourisme;
- Gestion des abris d'urgence;
- Gestion de stock;
- Renforcement de la capacité des autorités locales.

Selon le coordonnateur de projet de la coopération et la Croix Rouge suisses, les ONGs n'interviennent pas à tous les niveaux du processus de gestion des risques et des désastres, à savoir avant, pendant et après une catastrophe. Elles ne font pas de la prévention pour ne pas remplacer l'État haïtien. Elles portent leur participation pendant et après un désastre,

elles font de l'urgence bien que la coopération suisse ait envie de se tourner vers le domaine du développement. En revanche, nous pensons qu'elles font des interventions en lien avec la prévention. Nous avons assisté dans la région de Jacmel à une formation portant sur les conséquences liées à un certain type d'aménagement et l'augmentation des vulnérabilités. De surcroît, elles organisent beaucoup d'autres séances de formation. Les raisons qui dictent le choix de ces ONGs de n'intervenir qu'à deux stades du processus de gestion des risques et des désastres sont les mêmes qui les poussent à ne considérer que les inondations et les glissements de terrain comme aléas sur lesquels elles agissent. Pour les répéter, ces raisons sont la mission, le portefeuille, l'expertise de l'organisation et la défaillance du système étatique du pays dans lequel elles exécutent leurs programmes et projets.

À noter que, selon les enquêtés, ces programmes sont mis pas en œuvre avec de grandes difficultés, Nombreuses sont en effet les difficultés auxquelles ces organisations sont confrontées pour arriver à la réalisation de leurs projets. Les unes sont imputables aux ONGs elles-mêmes, telles que la mauvaise coordination entre elles, l'irrespect des normes existantes et l'implication frauduleuse ou apparente de certains représentants de l'État. Les autres ressortent de l'inaction de l'État en raison du manque de collaboration, de coopération, de coordination et de supervision des autorités locales et les structures étatiques ainsi que la carence d'expertise et de main-d'œuvre qualifiée au sein de la population locale. Cela constitue un manque à gagner pour les communautés bénéficiaires et par voie de conséquence, une sorte d'insatisfaction et une absence d'appropriation du projet.

Pour pallier ce manque à gagner, le transfert de connaissances et de renforcement de capacités sont des atouts majeurs. Ceux-ci sont réalisés grâce aux plans de formation mis en place autant du côté des organisations nationales et internationales que des instances étatiques. Les plans renferment des modules de formation destinés aux employés de l'ONG, aux OCB et à la population. Ils sont concrétisés de façon conjointe entre l'État et les ONGs. Les expertises que l'État ne possède pas sont recherchées au sein des organisations et vice versa. Dans le cas où aucune des entités ne pourrait les fournir, des formateurs externes sont engagés pour organiser les séances de formation.





## CHAPITRE 5

Le chapitre 5 du mémoire est divisé en deux parties. Dans la première, des éléments de discussion sont apportés pour nuancer et exposer davantage les résultats de la présente étude en regard des connaissances actuelles sur les risques hydrogéomorphologiques en Haïti. Dans la seconde, je me permets de jeter les bases d'une série de recommandations émanant de mon expérience sur le terrain et des analyses et réflexions issues des résultats présentés.

### 5.1- DISCUSSION

Cette section comporte quatre points de discussion. Le premier point concerne la sensibilité hydrogéomorphologique en faisant le rapprochement des variables morphométriques et sédimentaires avec les facteurs de contrôles.

La deuxième traite des facteurs de contrôle et vise la compréhension des processus morphodynamiques dominants des deux cours d'eau. À travers ce point, le lien entre l'évolution des précipitations, le nombre de catastrophes naturelles et la trajectoire géomorphologique des deux rivières a été mis en évidence. Cela a permis de comparer ces dernières du point de vue de leur sensibilité hydrogéomorphologique à l'évolution des précipitations, les raisons qui font que l'une est beaucoup plus sensible que l'autre. Il est à noter que les catastrophes naturelles ont des incidences sur cette dernière.

Le troisième point porte sur la cartographie hydrogéomorphologique et se penche sur la pertinence des cartes hydrogéomorphologiques produites dans cette étude. Il a été surtout question de faire un parallèle entre les anciennes et les nouvelles cartes en termes de méthode hydrogéomorphologique utilisée, de comprendre le bien fondé, le mode d'utilisation et l'utilité des cartes élaborées dans le cadre de ce mémoire.

Le quatrième point s'intéresse à la gestion des aléas fluviaux via les résultats des entrevues semi-dirigées réalisées et débouche sur des constats correspondant au fonctionnement de l'État haïtien et à l'importance de la géomorphologie dans la gestion des cours d'eau et dans l'aménagement du territoire en Haïti. Ces constats ont aidé grandement, tout comme

l'étude de la trajectoire géomorphologique des cours d'eau et les cartes, dans la formulation de recommandations qui sont essentielles dans le cadre d'un suivi de cette étude.

### **5.1.1- Sensibilité hydrogéomorphologique des deux cours d'eau**

Rappelons que les variables extraites des images satellitaires pour analyser la trajectoire géomorphologique des deux rivières sont constituées d'une variable morphométrique, qui est la largeur du lit actif, et de deux variables sédimentaires, qui sont le nombre et la superficie des bancs d'accumulation. De ce fait, pour analyser la sensibilité hydrogéomorphologique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance, des croisements ont été réalisés entre le facteur de contrôle « précipitation », le nombre de catastrophes naturelles et la variable morphométrique d'une part, et les deux variables sédimentaires d'autre part.

On sait que les précipitations et les catastrophes naturelles antérieures peuvent avoir des incidences sur la morphodynamique actuelle d'un cours d'eau. Et les données de précipitations et de catastrophes naturelles sont disponibles pour les années antérieures aux années pour lesquelles des valeurs des indicateurs hydrogéomorphologiques sont existantes. Ainsi, la somme des quatre premières années de précipitations et de catastrophes naturelles inclusivement l'année pour laquelle les données sur les variables sédimentaires et morphométriques sont disponibles a été effectuée afin d'analyser la sensibilité géomorphologique des deux cours d'eau. Les années sur lesquelles la comparaison est basée sont 2010, 2012 et 2016 compte tenu du fait qu'elles sont les mêmes pour les deux rivières. Les années 2004, pour la Grande Rivière de Jacmel, et 2008, pour la rivière Momance, ne sont pas prises en compte.

Les analyses ont été faites en tenant compte de la corrélation existant entre les variables quantitatives. Pour ce faire, il faut avoir le coefficient de corrélation linéaire de chaque croisement de variables. De ce fait, le coefficient de corrélation pour chaque relation entre deux variables est calculé à partir de la formule suivante tirée du logiciel Excel :

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Il est à préciser que, dans notre contexte, la valeur de n est égale à 3. Ce qui implique que les valeurs de R doivent être très élevées pour être significatives. En bas de 0,5, le R n'est pas significatif et ne fera pas l'objet d'une interprétation. Comme analyse statistique, c'est très exploratoire et à titre indicatif ce qui est fait dans le cas de cette section de l'étude.

#### **5.1.1.1- Croisement de la largeur moyenne du lit actif avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la quantité de précipitations maximales quotidiennes**

La figure 42 expose la variation de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la quantité de précipitations totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la quantité de précipitations maximales quotidiennes.

Selon la variation de la largeur du lit actif des deux rivières avec la précipitation totale annuelle, la corrélation est négative pour la Grande Rivière de Jacmel et elle est positive pour la rivière Momance. Toutefois, la corrélation est nettement plus élevée pour la rivière Momance, c'est presque une parfaite corrélation positive avec un coefficient de corrélation égal à 0,97 et pour la Grande Rivière de Jacmel avec un R= -0,7581. Ce signifie qu'une augmentation de la précipitation totale annuelle entraîne une augmentation de la largeur du lit actif de la rivière Momance et vice versa, tandis que c'est le contraire qui se passe dans le cas de la Grande Rivière de Jacmel c'est-à-dire, une hausse de la précipitation totale annuelle donne lieu à une réduction de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel et vice versa. Cela veut dire aussi qu'une période humide a plus d'incidence sur la largeur du lit actif de la rivière Momance que sur celle du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel.

Suivant le nombre de catastrophes naturelles, la corrélation est positive pour les deux cours d'eau. Cependant, elle est nettement faible, quasiment nulle pour la rivière Momance et forte pour la Grande Rivière de Jacmel. Cela fait comprendre que la largeur du lit actif de la rivière Momance ne varie pas avec le nombre de catastrophes naturelles, que ce dernier augmente ou diminue, cela n'a pas d'impact sur la largeur du lit actif de cette rivière. Il y a une indépendance entre la largeur du lit actif de la rivière Momance et le nombre de catastrophes naturelles. Toutefois, une augmentation du nombre de catastrophes naturelles provoque inévitablement une augmentation de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel et vice versa.

En tenant compte du nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm, le même cas de figure se présente avec la précipitation totale annuelle, la corrélation est négative pour la Grande Rivière de Jacmel et elle est positive pour la rivière Momance. Elle est très forte pour la Grande Rivière de Jacmel, c'est quasiment une parfaite corrélation négative ( $R = -0,9851$ ) et moyennement forte pour la rivière Momance ( $R = 0,6999$ ). Cela sous-entend qu'un grand nombre d'évènements de moyenne intensité peut impacter beaucoup plus la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel que celle du lit actif de la rivière Momance.

Pour la précipitation maximale quotidienne, la corrélation est parfaitement négative pour la rivière Momance et elle est positive pour la Grande Rivière de Jacmel avec un  $R = 0,6484$ . Une variation de la précipitation maximale quotidienne engendre automatiquement une variation en sens opposé de la largeur du lit actif de la rivière Momance. Dans ce contexte, la présence d'un évènement majeur pendant une période donnée peut influencer plus considérablement la largeur du lit actif de la rivière Momance que celle du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel.

La corrélation de la largeur du lit actif avec la précipitation totale annuelle de la rivière Momance est plus forte que celle du lit actif avec le nombre de catastrophes naturelles de la Grande Rivière de Jacmel. Elle est plus forte avec le nombre catastrophes naturelles, même si elle est négative, que la précipitation totale annuelle dans le cas de la Grande

Rivière de Jacmel. En fait, la largeur du lit actif des deux rivières varie avec la précipitation totale annuelle. En revanche, celle du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel varie aussi avec le nombre de catastrophes naturelles, ce qui n'est pas le cas pour la rivière Momance.

Somme toute, on peut conclure que la largeur du lit actif des deux rivières est sensible à une variation de tous les paramètres considérés, sauf celle du lit actif la rivière Momance qui ne l'est pas avec la variation du nombre de catastrophes naturelles. Les corrélations les plus fortes ont été observées avec la précipitation maximale quotidienne pour la rivière Momance avec le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm pour la Grande Rivière de Jacmel et avec la précipitation totale annuelle de la rivière Momance.

Sur les quatre paramètres pris en compte, la corrélation est plus forte avec 2 pour la Grande Rivière de Jacmel et avec 2 pour la rivière Momance. Elle est très forte avec la précipitation totale annuelle et la précipitation maximale quotidienne, c'est d'ailleurs la meilleure corrélation de toutes, pour la rivière Momance et elle l'est pour la Grande Rivière Jacmel avec le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et avec le nombre de catastrophes naturelles. Cependant, quand elle est très forte avec un paramètre pour la rivière Momance, elle est moyennement forte pour la Grande Rivière de Jacmel avec les autres paramètres et lorsqu'elle est très forte avec un paramètre pour la Grande Rivière de Jacmel, elle peut être quasiment nulle avec l'un des autres paramètres pour la rivière Momance. C'est le cas avec la précipitation totale annuelle et le nombre de catastrophes naturelles. Dans ce contexte, il est compréhensible de dire que la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel est plus sensible que celle du lit actif de la rivière Momance à la variation de la précipitation totale annuelle, du nombre de catastrophes naturelles, du nombre de jours avec précipitation de plus de 12,8 mm et de la précipitation maximale quotidienne.

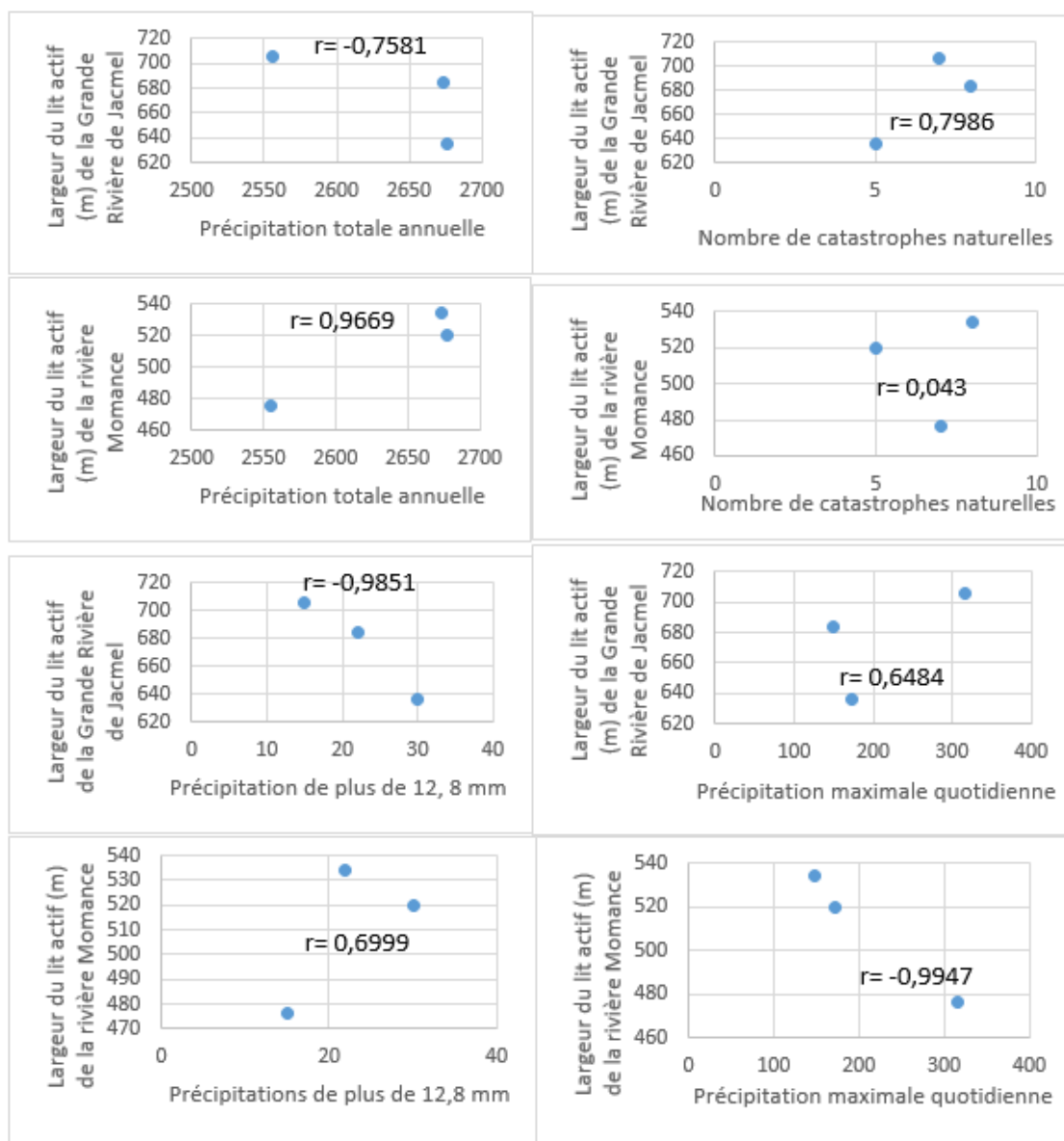


Figure 42 Variation de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne (Météoblue et Météo-Haïti, 2019).

### **5.1.1.2- Croisement du nombre et de la superficie des bancs avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne**

La figure 43 fait l'objet de la variation du nombre de bancs de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne. Les corrélations se présentent ainsi :

Pour la Grande Rivière de Jacmel

Elle est négative avec la précipitation totale annuelle, mais elle est élevée avec un  $R = -0,7620$ . Négative et à la fois faible avec le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et le nombre de catastrophes naturelles. Positive et élevée avec la précipitation maximale annuelle avec un  $R = 0,8528$ .

Pour la rivière Momance

Elle est positive et faible avec la précipitation totale annuelle avec un  $R = 0,3361$ . Négative et faible avec le nombre de jours de précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne. Positive et élevée avec le nombre de catastrophes naturelles avec un  $R = 0,8485$ .

Somme toute, en se basant sur les corrélations, qu'elles soient négatives ou positives, on peut dire que le nombre de bancs de la Grande Rivière de Jacmel est plus sensible aux variations des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles que celui de la rivière Momance.

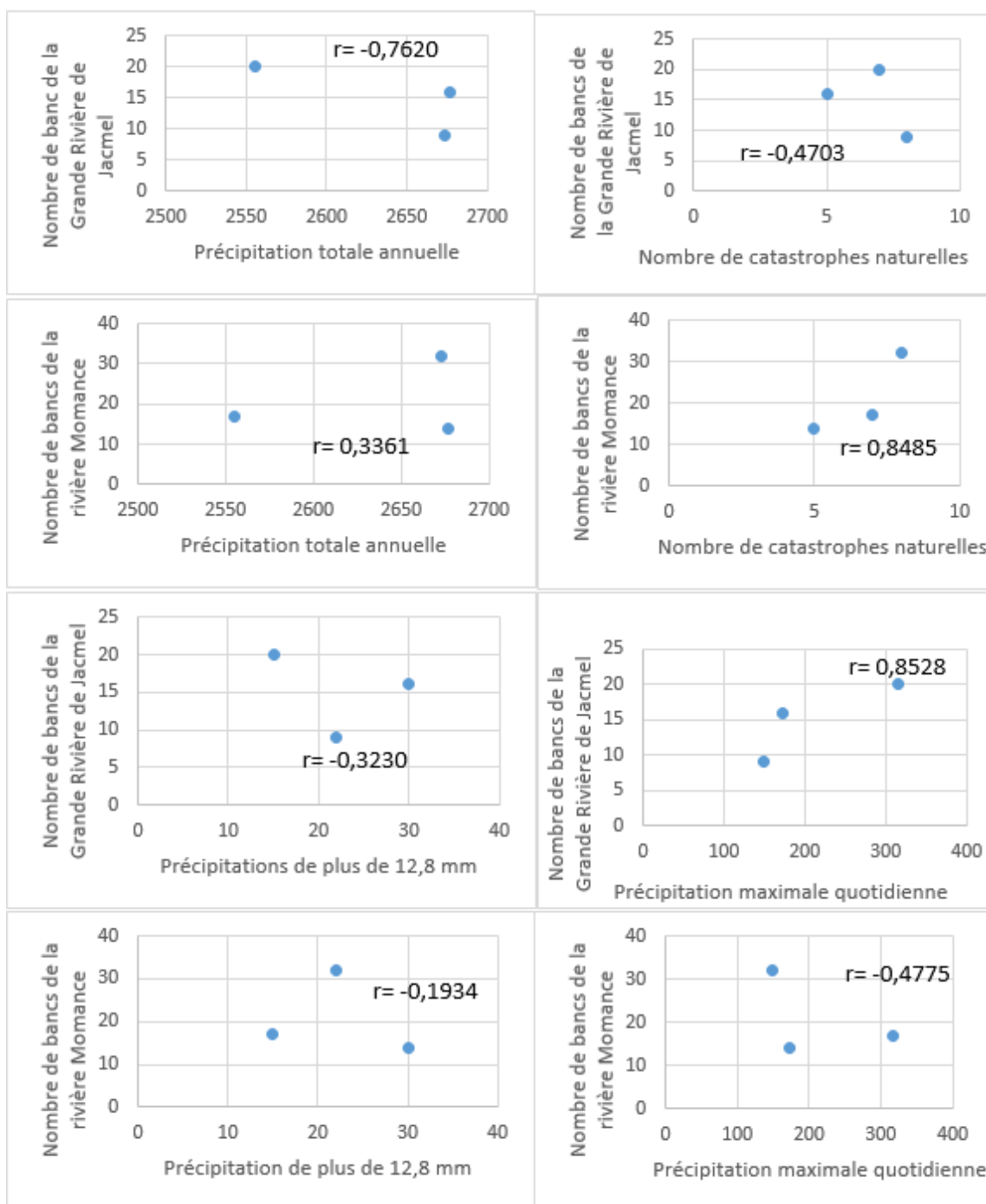


Figure 43 Variation du nombre de bancs de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne (Météoblue et Météo-Haïti, 2019).



La variation de la superficie des bancs d'accumulation de sédiments de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne illustrée par la figure 44 se présente ainsi :

Pour la Grande Rivière de Jacmel

La corrélation est positive et faible avec la précipitation totale annuelle. Positive et élevée avec le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm. Négative avec le nombre de catastrophes naturelles ( $R = -0,9391$ ) et la précipitation maximale quotidienne ( $R = 0,3989$ ), mais faible avec la dernière et élevée avec la première.

Pour la rivière Momance

La corrélation est négative avec la précipitation totale annuelle et le nombre de jours avec précipitation de plus de 12,8 mm, mais elle est faible avec la première et élevée avec la deuxième variable. Corrélation presque parfaitement positive avec le nombre de catastrophes naturelles ( $R = 0,9702$ ). Positive, mais faible avec la précipitation maximale quotidienne ( $R = 0,2995$ ).

Tout compte fait, la superficie des bancs de la Grande Rivière de Jacmel ressort plus sensible aux variations des facteurs de contrôle que celle de la rivière Momance en tenant compte, de façon globale, de la valeur des coefficients de corrélation pour tous les paramètres.

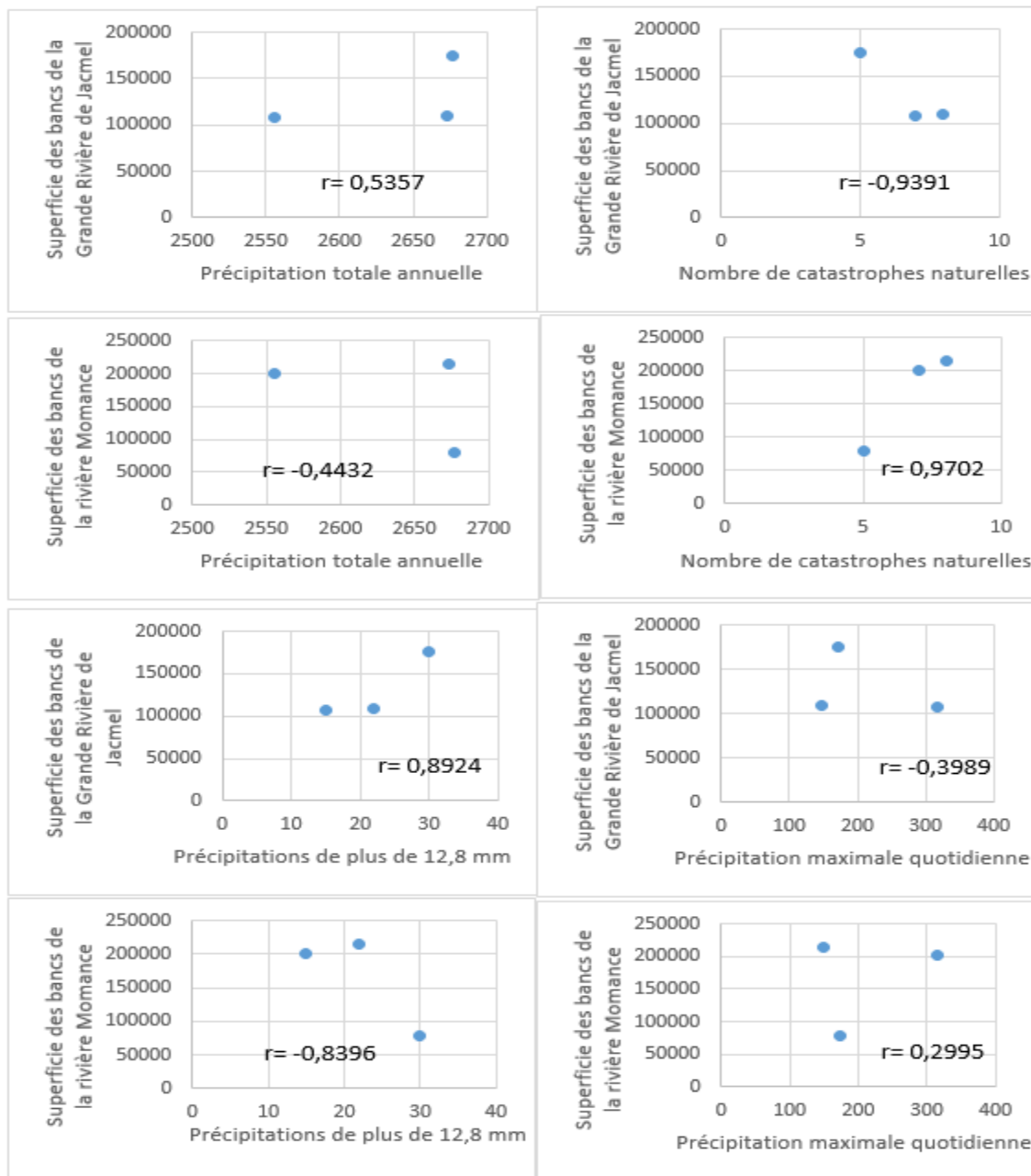


Figure 44 Variation de la superficie des bancs de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne (Météoblue et Météo-Haïti, 2019).

Somme toute, on peut conclure que le coefficient de corrélation n'est significatif pour aucun des croisements réalisés, car il n'est jamais supérieur à 0,9969. Toutefois, un lien a été fait entre les variables en tenant compte de la force et de la faiblesse des relations. C'est ainsi qu'on a pu révéler qu'il existe une plus grande corrélation entre la largeur du lit actif, du nombre et de la superficie des bancs de la Grande Rivière de Jacmel que ceux de la rivière Momance avec la quantité de précipitations totales annuelles, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne. Cela nous permet de conclure sur la sensibilité des variables aux variations des facteurs de contrôle. Ce qui nous amène à dire que les variables de la Grande Rivière de Jacmel sont plus sensibles que celles de la rivière Momance aux variations des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles. Pour cela, il est possible de conclure que la Grande Rivière de Jacmel est morphologiquement plus sensible que la rivière Momance aux variations des facteurs de contrôle.

### **5.1.2- Facteurs de contrôle**

Il est sans conteste que l'une des raisons pour lesquelles la trajectoire géomorphologique d'un cours d'eau est étudiée est d'essayer d'appréhender sa réponse hydrogéomorphologique et hydrologique à l'un ou plusieurs facteurs de contrôle qui peuvent être la saison, l'urbanisation, l'agriculture, le déboisement, le climat etc. Il est à mentionner que l'étude de la trajectoire géomorphologique d'un cours d'eau est intimement liée à l'identification et à la quantification des facteurs de contrôle qui ont dicté le comportement morphologique du cours d'eau en question dans le temps. L'identification et la quantification des facteurs de contrôle permettent de comprendre le comportement présent du cours d'eau. Une fois que le fonctionnement du cours d'eau par rapport aux facteurs de contrôle est bien appréhendé, il est alors possible de prédire son fonctionnement futur (Dufour et Piegay, 2009).

Dans le cadre de ce mémoire, seulement deux facteurs de contrôle ont pu être quantifiés à cause de la grande carence de données qui sévit dans les sites d'étude. Ces facteurs de contrôle sont les précipitations et les catastrophes naturelles. Ces facteurs peuvent être influencés par d'autres paramètres tels que l'aménagement du territoire, la dégradation de l'environnement et le déboisement. Ce dernier peut être un facteur de contrôle significatif, mais il a été impossible de le quantifier par manque de données. Mais c'est un fait qu'Haïti est l'un des pays les plus déboisés au monde. La couverture végétale a des incidences sur la réponse hydrologique des bassins versants. La détermination de la trajectoire géomorphologique des deux cours d'eau et la quantification des facteurs de contrôle permettent d'analyser leur évolution dans le temps et de les comparer du point de vue de leur sensibilité géomorphologique à la variation de la précipitation totale annuelle et du nombre de catastrophes naturelles.

Rappelons que les deux cours d'eau ont été segmentés en trois tronçons homogènes d'amont en aval. Les tronçons ont des styles fluviaux différents, mais le cours d'eau dans sa globalité a également un style fluvial propre à lui. Le style fluvial est le reflet des différentes formes et processus découlant du cours d'eau. En fait, la Grande Rivière de Jacmel est une rivière divagante. Cette divagation est surtout perçue en amont sur le

tronçon 1, car les deux autres tronçons sont plus ou moins linéaires ou à tresses. Selon les principes du convoyeur détracté, le tronçon 3 constitue la zone d'accumulation de sédiments, la largeur moyenne de son lit actif est la plus élevée. À noter que le tronçon 3 contient aussi le plus petit nombre et la plus petite superficie moyenne de bancs que les autres tronçons. Durant la période 2004-2016, le tronçon 1 a connu la plus petite largeur moyenne de lit actif et le plus grand nombre de bancs, le tronçon 2 a affiché la plus grande superficie moyenne de bancs et le tronçon 3 a présenté la plus grande largeur moyenne de lit actif, le plus petit nombre et la plus petite superficie moyenne de bancs. En effet, les tronçons de la Grande Rivière de Jacmel sont sensibles à l'évolution des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles. Toutefois, le tronçon 3 est le plus sensible.

La rivière Momance pour sa part est une rivière encaissée sur une bonne partie de sa longueur surtout en amont et elle forme un cône alluvial en aval. Contrairement aux tronçons de la Grande Rivière de Jacmel, le tronçon 2 de la rivière Momance est le plus large de tous. C'est la zone d'accumulation de sédiments. C'est la raison pour laquelle l'exploitation de sable de rivière y est pratiquée à longueur de journée. En fait, pour la période 2008-2016, le tronçon a enregistré la plus petite largeur moyenne de son lit actif, le plus grand nombre de bancs, le tronçon 2 a connu la plus grande largeur moyenne de son lit actif et la plus grande superficie moyenne de bancs et le tronçon 3 a fait l'objet de la plus petite superficie moyenne et le plus petit nombre de bancs. En effet, tout comme pour la Grande Rivière de Jacmel, les tronçons de la rivière Momance sont sensibles à l'évolution des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles. Cependant, son tronçon 2 est le plus sensible.

En effet, à la suite du croisement des variables telles que la largeur du lit actif, le nombre et la superficie des bancs avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne, il ressort que la Grande Rivière de Jacmel est plus variable que la rivière Momance considérés dans le cadre de cette étude. Cependant, le fait que celle-ci ne varie pas beaucoup ne signifie pas qu'elle n'est pas dynamique. Au contraire, les deux rivières sont très dynamiques surtout dans leur partie aval. Un grand cône est décrit dans

la portion aval de la rivière Momance, tandis que la partie aval de la Grande Rivière de Jacmel est très large et elle possède une plaine alluviale. Cela peut signifier de préférence que, dans le cas de la rivière Momance, le risque d'inondation est beaucoup plus possible dans sa partie aval au niveau du grand cône, tandis qu'il est probable tout le long de la Grande Rivière de Jacmel. En fait, la Grande Rivière de Jacmel possède des lits majeurs au niveau de tous ses tronçons, tandis que la rivière Momance est confinée sur sa plus grande partie. Cela sous-entend que la Grande Rivière de Jacmel, lorsqu'elle est en crue, peut déborder dans tous ses tronçons et provoquer des inondations. Ce qui n'est pas le cas pour la rivière Momance compte tenu de son confinement très prononcé. Tout cela explique la raison pour laquelle le risque d'inondation est beaucoup plus probable dans le cas de la Grande Rivière de Jacmel que dans celui de la rivière Momance.

En faisant référence à la figure 42 sur la sensibilité hydrogéomorphologique, il est prouvé globalement que la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel est plus sensible avec la variation des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles que la rivière Momance. Cela implique que, pour la plus grande valeur de précipitation et le plus grand nombre de catastrophes naturelles, est associée la plus petite largeur du lit actif de la rivière Momance et que les valeurs de la largeur de son lit actif sont plus ou moins proches. L'on se demande qu'est ce qui est responsable de cet état de fait ? Pourquoi la situation se présente-t-elle ainsi en ce qui concerne la variation de la largeur du lit actif des deux rivières ? Est-ce qu'une variation des débits solides et liquides a entraîné cette variation de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel ? Si oui, qu'en est-il de la rivière Momance ? En fait, selon les principes de la trinité de Leeder, le transport de sédiments influe sur la forme du lit et vice versa. Or le transport de sédiment est influencé par les débits liquides et solides. Ces derniers sont conditionnés, à leur tour, par les changements environnementaux tels que le déboisement, l'agriculture et l'urbanisation. Haïti est très déboisé et sa principale source de revenu est l'agriculture. La couverture forestière d'Haïti est autour de 1,5 % (Bretous, 2015). Les Haïtiens pratiquent l'agriculture sarclée sur les montagnes, ce qui fait qu'après la récolte toute la terre arable est descendue dans les rivières par suite d'une averse. 42 millions de m<sup>2</sup> de sol sont emportés et, en moyenne, 1400 mm

de pluie sont tombés par année en Haïti (PNUD Haïti, 2015). La relation entre les quantités de sol emporté et la pluie tombée par an nous amène à conclure que c'est une activité hydrosédimentaire qui est à l'origine de cette variabilité de la largeur du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel. Il y a eu une augmentation dans l'apport en sédiments, ce qui a provoqué un élargissement du lit actif. Les averses peuvent entraîner des processus d'érosion dans les berges. Cela fait augmenter l'apport en sédiments et engendrer l'élargissement du lit actif. Cependant, on a constaté que cette activité hydrosédimentaire n'a pas donné des résultats identiques pour la rivière Momance c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu une grande variabilité de la largeur de son lit actif. Les valeurs de largeur de son lit actif sont toutes proches. L'activité hydrosédimentaire en question n'a pas impacté considérablement la largeur du lit actif de la rivière Momance comme elle l'a fait pour la Grande Rivière de Jacmel. Or, les deux cours d'eau ont un interfluve commun et ils reçoivent en moyenne la même quantité de pluie par an. Dans ce contexte, il semble qu'il y ait un apport en sédiment à la Grande Rivière de Jacmel qui est supérieur à celui de la rivière Momance qui est lié à cet élargissement du lit actif. C'est ainsi, en visualisant de plus près les deux cours d'eau à partir des images satellitaires, qu'on a observé que la Momance est un cours d'eau très confiné occupant toute la largeur de la vallée sur une grande proportion comparée à la Grande Rivière de Jacmel qui renferme une plaine alluviale. De plus, celle-ci possède trois affluents qui peuvent l'approvisionner en sédiments. Tout cela peut être à l'origine de cette plus ou moins grande sensibilité du lit actif de la Grande Rivière de Jacmel en comparaison à celle du lit actif de la rivière Momance.

Les figures 43 et 44 schématisent le croisement du nombre et la superficie des bancs avec la précipitation totale annuelle, le nombre de catastrophes naturelles, le nombre de jours avec précipitations de plus de 12,8 mm et la précipitation maximale quotidienne. Suivant ce croisement, il n'y a pas vraiment une corrélation élevée entre les variables sédimentaires et les facteurs de contrôle. Elle a été beaucoup plus élevée pour le croisement de la variable morphométrique avec les facteurs de contrôle. Toutefois, la Grande Rivière de Jacmel apparaît plus sensible que la rivière Momance du fait que le nombre et la superficie de ses

bancs sont plus sensibles aux variations des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles. Dans l'optique de trouver le bien-fondé de tout cela, des questions se posent encore et des hypothèses sont émises. Aussi, sachant que la hauteur du niveau d'eau peut considérablement influencer sur le nombre et la superficie des bancs d'accumulation de sédiments, des questions sont orientées vers la limite méthodologique de l'étude ou vers la redistribution ou la recirculation de sédiments au sein des cours d'eau, sur la date de la prise des photos. Est-ce que notre mesure n'est pas biaisée ? Est-ce que les photos ont été prises au moment de l'étiage ? Est-ce que des bancs d'accumulation n'ont pas été omis ou ajoutés lors de la digitalisation ? Est-ce qu'une augmentation de débits n'a pas provoqué la division ou le démantèlement de certains bancs ?

Nous sachons qu'en Haïti il existe deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. En fait, toutes les images satellitaires de la rivière Momance ont été prises lors des saisons sèches, tandis que les photos de 2012 et de 2016 de la Grande Rivière de Jacmel ont été faites pendant les saisons pluvieuses, soit respectivement le 30 août 2012 et le 17 juin 2016. Or, ces deux années ont connu respectivement 703,2 mm et 1041,7 mm, ce qui représente beaucoup de pluie. Mais elles ont aussi fait l'objet des plus grands nombres totaux et les plus grandes superficies totales de bancs en comparaison des autres années de prise d'image pour la Grande Rivière de Jacmel. Dans ce cas, regardons comment ont été les précipitations totales des mois d'août 2012 et de juin 2016.

En juin 2016, la précipitation totale a été de 72,2 mm avec une moyenne quotidienne de 2,4 mm. Le 17 juin 2016, la quantité de précipitations était de 1,7 mm, ce qui est inférieur à la moyenne. Du 1<sup>er</sup> juin au 17 juin, il est tombé 34,4 mm de pluie, ce qui correspond à une moyenne de 2,02 mm encore inférieure à la moyenne totale. Cependant, en août 2012, la précipitation totale de 134,9 mm a été enregistrée pour une moyenne quotidienne de 4,5 mm. Le 30 août 2012, il n'a pas plu sur la région de Jacmel. En août et octobre 2012, Haïti a été frappé par la tempête « Isaac » et le cyclone « Sandy » et en octobre 2016, il a été dévasté par le cyclone « Matthew ». Mais selon Oxfam, Haïti a échappé à l'œil de la tempête Isaac (Oxfam, 2012). Cela sous-entend que les dégâts n'étaient pas trop alarmants. À souligner que le mois de juin n'est pas un mois complètement pluvieux, seule la première



semaine peut être considérée pluvieuse comme un prolongement de la pluie du mois de mai. Pour le mois d'août, lui-même, son caractère pluvieux est surtout associé aux cyclones et aux tempêtes, car il fait partie de la saison cyclonique.

Somme toute, la variabilité du nombre et de la superficie des bancs de la Grande Rivière de Jacmel par rapport à la rivière Momance aux variations des précipitations et du nombre de catastrophes naturelles a été occasionnée par le fait que toutes les images satellitaires utilisées dans cette étude ont été capturées lors de la période d'étiage du cours d'eau Momance et que deux images satellitaires de la grande Rivière de Jacmel l'ont été durant la période pluvieuse couplée au passage de certains cyclones et tempêtes tropicales. Les catastrophes naturelles via les débits peuvent prendre part à l'engraissement ou au démantèlement des bancs. En effet, tout ce qui précède vient confirmer que le nombre et la superficie des bancs varient avec la hauteur du niveau d'eau dans les cours d'eau.

Ce qu'on peut retenir c'est que l'analyse de la trajectoire géomorphologique des deux cours d'eau nous permet de conclure sur leur dynamique et surtout sur l'évolution des tronçons suivant leur configuration géomorphologique et physiographique. Ainsi, la Grande Rivière de Jacmel est plus dynamique et plus morphologiquement sensible que la rivière Momance parce qu'elle est approvisionnée en sédiments par trois tributaires que cette dernière est confinée sur une grande partie de sa longueur. Il faut préciser qu'il n'y a pas un grand écart entre la dynamique et la sensibilité géomorphologique des deux cours d'eau. Pour la Grande Rivière de Jacmel, les tronçons sont répartis comme suit en termes de sensibilité décroissante : tronçon 3, tronçon 2 et tronçon 1 et pour la rivière Momance : tronçon 2, tronçon 3 et tronçon 1. Les tronçons 1 des deux cours d'eau sont moins sensibles géomorphologiquement que les deux autres. Cela montre le fait que la partie aval des cours d'eau étudiés est plus sensible que celle amont. Tout cela peut s'expliquer par la présence des tributaires après le premier tronçon dans le cas de la Grande Rivière de Jacmel et par l'existence de cicatrices de mouvement de terrain dans le cas de la rivière Momance. Les tributaires et les mouvements de terrain peuvent favoriser une augmentation de l'apport en sédiments et aussi une augmentation de l'activité hydrosédimentaire dans les deux derniers tronçons des cours d'eau.

### **5.1.3- Cartographie hydrogéomorphologique et enjeux exposés**

Les cartes hydrogéomorphologiques produites l'ont été suivant la méthode hydrogéomorphologique française qui est révisée et remaniée par les Québécois.

La carte produite sur la Grande Rivière de Jacmel et la rivière des Orangers met en évidence les endroits exposés à la dynamique de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière des Orangers. En d'autres termes, on peut dire que cette carte nous montre que les crues de la rivière des Orangers, lors des saisons pluvieuses et cycloniques, peuvent représenter une plus grande menace pour la population de Jacmel que celles de la Grande Rivière de Jacmel du fait de sa position géographique. On en vient à cette conclusion, car la rivière des Orangers coule au milieu de la ville de Jacmel sur tout son long avant de rejoindre la Grande Rivière de Jacmel. Il n'y a que la route de l'Amitié qui est à risque du débordement possible de cette dernière si l'on tient compte de sa migration latérale dans sa portion aval, car sa portion amont est plus ou moins confinée dans la vallée. Les enjeux se trouvant dans le lit mineur de la rivière des orangers sont beaucoup plus à risque que ceux situés dans les lits majeurs.

Suivant la carte élaborée sur la rivière Momance, la zone à risque en ce qui a trait à la dynamique hydrosédimentaire de la rivière Momance se trouve dans sa portion aval qui a la forme d'un cône. On est parvenu à conclure ainsi, car le cône représente une zone névralgique des communes de Léogane et de Gressier. C'est dans cette partie du territoire où sont installés la plupart des enjeux importants de ces dites communes en termes de population, infrastructures commerciales et routières. Les enjeux situés sur un cône alluvial sont exposés à un éventail d'aléas pouvant provenir du cône lui-même et de la dynamique de la rivière. Ce qui a un impact positif sur le niveau de risque des enjeux.

Tout compte fait, les cartes hydrogéomorphologiques produites sur la rivière Momance et sur la Grande Rivière de Jacmel mettent en exergue les endroits où se trouvent les enjeux les plus à risque en tenant compte de la dynamique hydrosédimentaire de ces deux cours d'eau. Il s'agit de leur portion aval, car étant beaucoup plus artificialisée et plus active que

celle en amont. La Grande Rivière de Jacmel décrit dans sa partie aval une migration latérale vers la route principale de la ville de Jacmel qui la connecte avec les communes de la région de Jacmel, tandis que la rivière Momance décrit un cône alluvial là où sont installés la majorité des enjeux des communes de Léogane et Gressier. Dans ce contexte, il est sans conteste que beaucoup plus d'enjeux importants sont concernés par la dynamique de la rivière Momance. De plus, des vies humaines sont également exposées. Des localités toutes entières telles que Fayette, Darbonne, Nan Mapou et Nan basen sont exposées à la dynamique de la rivière Momance (Lima, 2007). En se référant aux caractéristiques fondamentales des éléments exposés dans une analyse de la vulnérabilité telles que le degré d'exposition des enjeux qui se rapporte au nombre et à la concentration d'éléments exposés ; la valeur et l'importance des enjeux exposés dont l'être humain est indiscutablement l'aspect le plus important, on peut, dans une certaine mesure, conclure que des inondations susceptibles d'être causées par la crue de la rivière Momance peuvent provoquer beaucoup plus dégâts en termes de pertes en vies humaines et de dommages à la population.

En fait, les cartes hydrogéomorphologiques, en tenant compte de la trajectoire géomorphologique, de la sensibilité morphologiquement des tronçons permettent de détecter des processus d'érosion, d'avulsion, de migration latérale et la détermination des zones sensibles à l'inondation qui sont des éléments importants dans la gestion des risques. En fait, les liens qui peuvent exister entre les processus et les formes dans des zones précises des systèmes fluviaux considérés ont été étudiés dans le but de prévoir à long terme l'évolution du paysage, de règlementer des processus de zonage, de cibler des zones pour sensibiliser et d'éventuellement relocaliser des populations. Par exemple, la variation dans le temps de la largeur du lit actif du tronçon 3 de la Grande Rivière de Jacmel par rapport aux variations des précipitations et du nombre de catastrophes a été analysée. Ces cartes, non seulement tiennent compte de la trajectoire géomorphologique et de la sensibilité hydrogéomorphologique des cours d'eau, mais aussi elles sont produites au moyen de données lidar ou des photos aériennes récentes, elles possèdent une légende claire, une orientation et une direction bien définies, les lits majeurs et les cônes sont

adéquatement représentés. Les vraies réalités du bassin versant y sont considérées. Elles sont de outils indispensables et appropriés dans le contrôle des aléas hydrogéomorphologiques en Haïti tels que les inondations et la migration latérale. Pour cela, les cartes doivent être disponibles et utilisées à l'échelle nationale, départementale et locale.

#### **5.1.4- Gestion des aléas fluviaux**

L'analyse des enquêtes semi-dirigées réalisées en Haïti, plus précisément à Léogane et à Jacmel soulèvent des constats concernant le concept d'hydrogéomorphologie, la compréhension des notions qui lui sont liées, son application ou son utilisation dans les programmes de gestion des risques naturels. Ces enquêtes exposent également des composantes du laxisme et de la déliquescence de l'État haïtien tant sur le plan global que local en ce qui concerne la gestion des risques naturels. Cette section propose une réflexion sur ces constats et composantes émanant de l'enquête terrain et de l'analyse des résultats.

##### **5.1.4.1- Hydrogéomorphologie en Haïti**

C'est un fait que les premiers moments de l'approche hydrogéomorphologique pour la cartographie de l'inondabilité sont imputables à la France (Bravard et al. 1999). Les outils de l'hydrogéomorphologie sont également reconnus dans d'autres pays comme en Italie (Rinaldi et al. 2009), en Australie (Brierley et al. 2002, Spink et al. 2009) et aux États Unis (Gilvear 1999). Toutefois, beaucoup de pays dans le monde ont recours encore à la méthode hydraulique (Ballais *et al.*, 2011). Au Québec, la cartographie hydrogéomorphologique est apparue plus récemment et a beaucoup évolué depuis les premiers travaux de Lelievre et al. (2008). Initialement une adaptation de l'approche française, des modifications et des ajustements ont été réalisés pour mieux s'adapter aux contextes québécois. Tout cela souligne que l'approche n'est pas figée, qu'elle peut subir des ajustements. Elle n'est pas non plus absolue et ne vient pas non plus substituer aux méthodes hydrologiques et hydrauliques (Ballais et al., 2011).

Selon Forget (2012), les concepts de l'hydrogéomorphologie ont pris du temps pour s'insérer dans les processus d'aménagement des cours d'eau au Québec. Aujourd'hui,

cependant, plusieurs guides et outils révèlent une utilisation de plus en plus large de ces concepts dans le contexte québécois (Boivin et al. 2019).

Mais, qu'en est-il pour les pays en situation de pauvreté ? Il est facile de déclarer qu'ils ont encore pris beaucoup plus de temps pour l'appliquer bien que ce soit moins coûteux et plus durable et ils le font de la manière la plus empirique possible en se basant sur la méthode française sans adaptation aucune.

En Haïti, c'est ce cas de figure qui se présente. La méthode hydraulique est beaucoup plus utilisée et les rares fois où l'approche hydrogéomorphologique est employée, elle l'est à la manière française. Or, la méthode hydrogéomorphologique profiterait mieux à Haïti qui est le pays le plus pauvre de l'hémisphère Nord. Même s'il faudra l'ajuster au fonctionnement des rivières d'Haïti comme le font les Québécois. Mais le problème qui se pose, c'est que le concept d'hydrogéomorphologie, lui-même, n'est pas bien connu en Haïti et ses notions ne sont pas utilisées à bon escient. Par exemple les notions de migration latérale et d'érosion sont employées l'une pour l'autre sans aucune nuance possible, comme si elles étaient synonymes. Les thèmes incision, aggradation, avulsion, trajectoire géomorphologique, etc. ne sont pas familiers même à des professionnels. Le concept d'espace de liberté, ou un concept équivalent soulignant la nécessité de laisser de l'espace aux processus fluviaux, semble n'avoir jamais été évoqué comme une potentialité de gestion des cours d'eau et du risque d'inondation.

En fait, en Haïti, le problème de disponibilité, d'accessibilité de données et d'informations et de la méconnaissance de l'hydrogéomorphologie fait qu'elle n'est pas vraiment intégrée dans les processus d'aménagement. De ce fait, les cinq principes proposés par Brierley et Flyirs (2008a) pour faciliter l'intégration de la géomorphologie fluviale dans les programmes de réhabilitation ne sont pas considérés. Ces cinq principes étant :

1. Respecter la biodiversité et la géodiversité de la rivière et de son bassin ;
2. Utiliser le concept de trajectoire morphologique et comprendre les ajustements morphologiques en réaction aux perturbations anthropiques et naturelles ;

3. Étudier le comportement et analyser la capacité d'ajustement, de sensibilité et de résilience du cours d'eau ;
4. Évaluer et promouvoir la connectivité du système ;
5. Déterminer le potentiel de rétablissement (facteurs limitants) en considérant le minimum d'interventions pour guider le système fluvial à s'aider lui-même.

Ces cinq principes pouvaient être pris en compte dans le projet pilote que l'ambassade suisse à réaliser sur deux tributaires de la Grande Rivière de Jacmel à savoir la Gosseline et la rivière des Orangers. Certains programmes et projets implémentés par CIAT pour la réhabilitation des bassins versants pouvaient également intégrer ces principes dans la gestion de cours d'eau pour diminuer les risques d'inondations.

#### **5.1.4.2- Laxisme de l'État haïtien**

Le laxisme de l'État haïtien est partout, il est perceptible sur le plan national et local. Sur le plan national à travers les cadres législatifs sur l'aménagement du territoire et sur la gestion des risques de catastrophes en ne considérant pas la géomorphologie fluviale. Or, il est clair qu'un aménagement du territoire inadéquat peut déboucher sur une réduction de la résilience territoriale et sur des catastrophes naturelles, voire une absence de mesures de mitigation et de prévention. Et sur le plan local à travers la responsabilisation, la participation ainsi que la coopération des autorités locales dans l'exécution des projets et des programmes de développement et de gestion des risques et des désastres des partenaires qui ne considèrent pas la gestion des aléas hydrogéomorphologiques.

##### **5.1.4.2.1- Sur le plan national**

L'État haïtien n'est pas proactif à l'égard du traitement des risques. Il attend toujours un état de crise pour prendre des décisions visant la protection de sa population. Dans un tel contexte, ces décisions peuvent correspondre à des cadres législatifs sur l'aménagement du territoire et sur la gestion des risques de catastrophes en intégrant la gestion des aléas

fluviaux. À noter que le fait qu'elles ont été prises de façon tardive et pour des raisons bien définies ne veut pas dire qu'elles vont être respectées et appliquées.

En effet, il a fallu attendre l'avènement de l'ouragan Georges en septembre 1998 qui a affecté la République d'Haïti pour que la question de prévention et de réduction des risques soit abordée par l'État haïtien. Il s'est décidé, avec le support de la coopération internationale, de mettre sur pied un plan national de gestion du risque (PNGR) dont la coordination des actions serait effectuée dans le cadre d'un Système national de gestion du risque (SNGR). Ce dernier devrait être sur la tutelle du ministère de l'Intérieur, via sa Direction de la Protection Civile (DPC). Cependant, aucune législation spécifique n'a été mise en place pour faire de ce système une structure institutionnelle formelle bien que sa légitimité est reconnue par l'ensemble des partenaires nationaux et internationaux de la gestion des risques sans tenir compte de la gestion des risques hydrogéomorphologiques. Cela étant dit, la Loi sur l'état d'urgence adoptée en septembre 2008, à cause des quatre cyclones qui ont ravagé Haïti, prévoyait que, dès sa publication, le PNGR et le Plan national de réponse aux urgences (PNRU) devraient être soumis au Parlement dans un délai de trois jours. Le gouvernement ne l'a pas fait jusqu'à ce que cette loi soit abrogée, en 2010, par une autre loi (Croix Rouge haïtienne, 2015). Le PNGRD et le PNRU, bien qu'ils aient été adoptés depuis 2001, restent des outils non contraignants juridiquement et ne peuvent être considérés comme des lignes directrices pour la structure de la gestion de certains risques de catastrophe dans le pays. À mentionner que l'absence d'un cadre juridique en matière de gestion de risque de catastrophe et de réduction de risque de catastrophes intégrant tous les risques fluviaux constitue un manque majeur à ce jour en Haïti.

C'est identique en ce qui concerne l'aménagement du territoire. Les pouvoirs publics et le grand public n'ont jamais mis l'aménagement du territoire au premier rang. Même si, il faut le dire, depuis les années 1970, les dirigeants ont commencé déjà à porter une attention dans l'exercice de vouloir procéder à l'aménagement du territoire haïtien. Toutefois, ce sont les dégâts provoqués en 2008 par les cyclones et les inondations et surtout le tremblement de terre du 12 janvier 2010 qui ont amené à une réflexion sur l'aménagement du territoire haïtien. Soulignons qu'avant 1986, le pays était doté d'une Politique nationale

d'aménagement du territoire, notamment le schéma national d'aménagement et la Loi sur la régionalisation et l'aménagement du territoire de 1982 et d'un ensemble d'autres lois sur l'aménagement. Cependant, elles étaient non contraignantes vu qu'elles n'étaient pas appliquées. De nos jours, le pays fait encore face à l'absence d'application des lois sur l'aménagement du territoire ou l'existence d'un schéma d'aménagement bien défini, ce qui alourdit les pertes et les dommages causés par les catastrophes naturelles.

En Haïti, la relation entre les structures de protection civile est verticale (figure 45). Ces structures ne sont pas autonomes. Le comité national de gestion de risque coordonne la direction de la protection civile qui coordonne, à son tour, les comités départementaux. À leur tour, ceux-ci coordonnent les comités communaux qui coordonnent les comités locaux de la protection civile à travers les sections communales, qui sont la plus petite unité territoriale du pays. Ces derniers ont la mission de protéger la population et de renforcer des capacités, la logistique des organisations. Les personnes interviewées sur le terrain sont pour la plupart des anciens et/ou des actuels coordonnateurs de comité local de protection civile et les représentants institutionnels ont été la Direction de la protection civile et des ONGs, ceci dans le but d'avoir une compréhension diversifiée de la gestion des risques en Haïti.

En fait, selon l'un des enquêtés, les mécanismes de gouvernance dans la gestion de risques posent des problèmes au bon fonctionnement du système national de gestion des risques. Cela entraîne le blocage de la réalisation de certaines activités, de la transmission de certains messages et c'est une source de corruption. Par exemple, pour que la population des sections communales reçoive une information, une alerte, tout cela doit passer par la commune qui l'avait reçue du département ainsi de suite. Ce qui accroît encore la vulnérabilité de la population. C'est le même cas de figure, lors d'une réponse à une catastrophe. Par exemple, l'aide doit être approuvée par tous les paliers du système avant d'atteindre la population. On peut imaginer qu'il y a des conflits socio-politiques entre les paliers, sans tenir compte de la corruption qu'il peut y avoir, la grande victime sera toujours la population selon l'un des interviewés. Pour les séances de formation, un effort est fait vu que le comité de protection civile local et la population, par le biais des (OCB)



organisations communautaires de base, peuvent être formés sur des sujets bien spécifiques sans l'acceptation du comité national de gestion des risques via la Direction de protection civile (DPC). Toutefois, les formations spécialisées sont directement organisées par la direction de protection civile en passant par le (CCPC) comité communal de protection civile

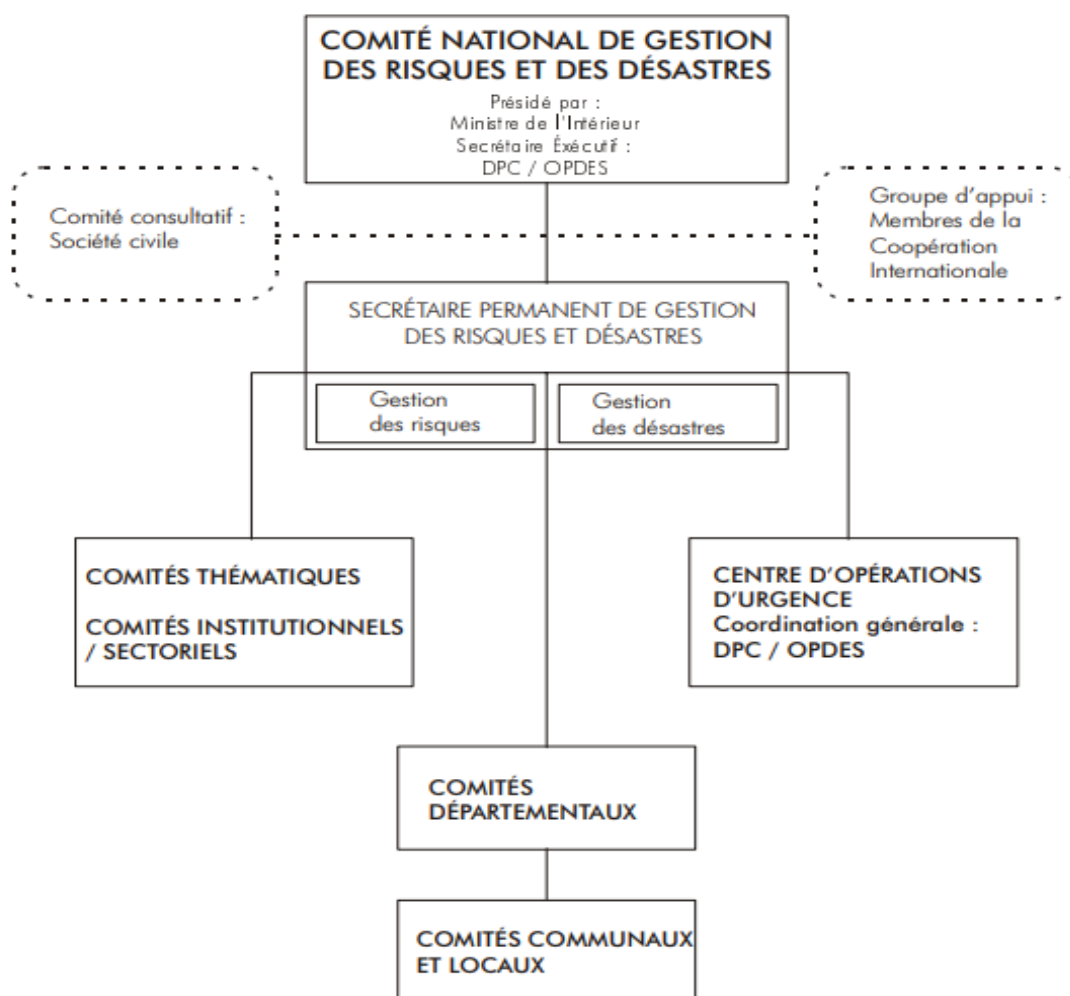


Figure 45 Structure du système national de gestion des risques et des désastres en Haïti (MICT, 2001).

Cela dit, le système est inefficace et ne répond pas à son mandat global qui est d'organiser des opérations d'urgence et prévention des risques des catastrophes. Ses principales faiblesses sont :

- L'absence d'un cadre légal faisant du système une entité légale et autonome ;
- L'absence de capacité d'intervention liée au manque de ressources (matérielles, humaines et financières) ;
- Une décentralisation inachevée (les comités communaux n'existent que dans 110 des 265 communes du pays) ;
- Le manque de continuité en politique, lié à l'instabilité politique du pays ;
- Le SNGRD ne peut pas faire une politique de prévention des désastres (gestion des causes), car il manque d'une structure réelle l'obligeant à privilégier la gestion des catastrophes naturelles plutôt que leur prévention (Talagrand et al, 2015).

Selon certains participants aux entrevues, l'une des causes principales à l'origine de ces faiblesses est la corruption. Elle est partout dans l'État haïtien. La gestion des situations d'urgence en Haïti crée de nouveaux riches. Les organisations nationales, non gouvernementales et internationales pullulent. Cependant, certaines d'entre elles sont, en fait, des canaux de transmission des intérêts mesquins de certains organismes étrangers (Jean-Olthène, 2006). Des programmes et des projets sont exécutés sans contrôle de l'État ou moyennant une certaine contrepartie. Ils ne sont pas canalisés vers les vraies victimes et ne sont parfois pas adaptés à la conjoncture. Mentionnons également que les catastrophes se succèdent rapidement, ce qui compromet un rétablissement définitif. C'est pourquoi, même des années après une catastrophe en Haïti, le pays est encore en situation d'urgence. À titre d'exemple, dix ans après le séisme de 2010, selon Radio-Canada (2020) plusieurs centaines de milliers Haïtiens vivent toujours dans des camps aménagés et sont confrontés à des problèmes de pauvreté multidimensionnelle, bien que ce soit surtout dans la Capitale

du pays que ces camps se trouvent. Cette situation accroît leur vulnérabilité face à l'exposition aux aléas fluviaux. De ce fait, le cycle recommencera et restera ainsi si rien n'est fait par l'État haïtien et sans une coordination réelle des ONG présentes afin de remédier à cette situation pour renforcer les capacités et ainsi développer une résilience territoriale. Or, nous savons que l'incapacité et l'irresponsabilité des structures étatiques, les catastrophes naturelles, la pauvreté, le déboisement massif, c'est-à-dire l'insensibilisation des citoyens à l'écologie peuvent précipiter des communautés dans un chaos environnemental qui compromet tout effort de développement social et économique viable (Jean-Olthène, 2006). Et nous savons également que les acquis du développement d'un pays peuvent être compromis par les catastrophes naturelles. Dans ce contexte, la gestion des risques hydrogéomorphologiques est primordiale pour qu'Haïti soit mis sur les rails du développement.

#### **5.1.4.2.2- Sur le plan local**

Le laxisme de l'État central haïtien se répercute au niveau local, c'est-à-dire dans les sections communales par le biais des autorités locales dénommées Conseil d'administration des sections communales (CASEC) et Assemblée des sections communales (ASEC) surtout en ce qui a trait à leurs connaissances sur la gestion des aléas fluviaux.

Pour l'aspect éducatif et politique de la question, les autorités locales ne sont pas toujours les mieux formées et les mieux instruites de façon générale, voire sur l'aspect de la gestion des cours d'eau ou de gestion des risques par la méthode HGM. La plupart d'entre elles ne peuvent pas écrire leur nom. Le plus souvent, elles sont élues parce qu'elles possèdent beaucoup de lopins de terres cultivables ou grâce à leurs accointances politiques au plus haut niveau. Du coup, elles ne connaissent pas leurs attributions et la gestion dans tous les domaines devient hypothéquée. Des efforts sont faits par la DPC pour les former, les sensibiliser et les informer sur le fonctionnement du SNGR et leurs responsabilités comme coordonnateurs du CLPC, mais l'absence de vision stratégique lié à la gestion des risques et l'instabilité politique qui sévit dans le pays font en sorte qu'il n'y a pas de suivi et,

parfois, les autorités locales ne terminent même pas leur mandat. C'est un frein à tout processus d'éducation, de formation, de sensibilisation et de responsabilisation des autorités locales sur la gestion des risques de catastrophes liés aux aléas hydrogéomorphologiques par la méthode HGM selon l'un des interviewés.

L'implémentation des projets et des programmes de développement et de gestion des risques par les ONGs est l'un des secteurs à partir duquel le laxisme de l'État haïtien peut être mesuré sur le plan local. La plupart de ces ONGs rédigent leurs projets dans leur siège social ou dans leur bureau dans la capitale d'Haïti pour ensuite les exécuter dans les sections communales avec la complicité des autorités locales en échange d'une contrepartie provenant des ONGs aux autorités locales selon les enquêtés. De ce fait, ces projets ne reflètent pas les réalités des zones d'intervention et il y a toujours des doublons, car une coordination entre ces ONGs n'est pas mise en place. Cela permettrait de savoir qui fait quoi, quand et comment. Par exemple, si l'ONG travaille dans la gestion des risques, est-ce que c'est vraiment les aléas hydrogéomorphologiques qui se manifestent dans la zone d'intervention qui sont considérés. Quelle méthode de cartographie des aléas est utilisée ? est-ce que c'est celle qui est appropriée et qui est moins coûteuse ? Est-ce que c'est l'approche HGM qui est appliquée ? Ce sont les autorités locales qui ont le pouvoir d'orienter les partenaires, d'analyser les projets selon les besoins des communautés, d'accepter ou de refuser et de demander des informations sur l'avancée des activités au nom de la population. Or, elles ne peuvent pas jouer ce rôle, car elles sont payées pour leur silence. En fait, non seulement elles ne se soucient pas de savoir si les activités sont réalisées dans de bonnes conditions de travail, mais elles exigent aussi que la majorité des contractuels sur le projet soient des membres de leur famille ou leurs proches amis selon plusieurs enquêtés. Selon la philosophie de certaines ONGs, la participation communautaire est exigée. Cette participation peut se traduire en fourniture de certains matériaux disponibles dans la zone du projet tels que le sable, l'eau, le bois ou la mise à la disposition de l'ONG d'un terrain à titre communautaire surtout pour les constructions. Cette dernière condition est souvent la cause de l'absence de construction d'hôpitaux, d'abris d'urgence, d'écoles professionnelles, etc. En effet, les autorités locales se disent

incapables de trouver un emplacement pour faciliter l'installation de ces bâtiments. Selon plusieurs enquêtés, cette stratégie d'imposer une participation communautaire s'inscrit dans le souci de pérenniser les acquis des projets et l'acceptabilité sociale du projet. Les ONGs soutiennent que si la population a contribué largement à la réalisation des ouvrages, elle assurera, via les autorités locales, leur entretien. Ce qui augmenterait leur durée de vie, mais dans la réalité ce n'est pas ce qui se passe. Après la fin des projets, aucun suivi n'est fait par les structures étatiques ni locales. Cependant, il est à préciser, non seulement, qu'il y a un manque flagrant de ressources adéquates pour réaliser les entretiens, mais aussi les ONGs ne prévoient aucune somme d'argent pour les effectuer.

Lors de l'exploitation des carrières de sable de rivière, on a constaté que de grands camions en train d'être remplis sortaient en plein milieu du lit mineur de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance. Le nombre de m<sup>3</sup> de sable prélevé n'est pas quantifié pour les deux rivières, mais il peut représenter beaucoup de sable. Le fait de prélever du matériel dans les lits de la rivière peut avoir des impacts considérables sur sa dynamique et peut accentuer la manifestation des aléas hydrogéomorphologiques. Cette exploitation incontrôlée se réalise au vu et au su de tous, sans aucune contrainte possible. Mais peut-être que les préleveurs savent qu'ils ne sont pas en train de faire du bien à la communauté ou que leur activité n'est pas bien vue par le public, car quand on voulait les prendre en photo ou les filmer ouvertement, ils n'étaient pas d'accord. Tout cela laisse à penser que cette activité pourrait être stoppée si les autorités locales le voulaient bien. En fait, la majorité du temps, celles-ci ou des membres de leur famille sont les propriétaires des camions sinon elles ont des pourcentages sur chaque camion de sable prélevé selon plusieurs enquêtés.

## **5.2- RECOMMANDATIONS**

Ce volet de la partie discussion est dérivé des constats faits à partir des enquêtes semi-dirigées menées en Haïti. Il porte sur trois aspects essentiels : le renforcement des connaissances via la formation des acteurs en Haïti sur la géomorphologie fluviale, sur l'aménagement du territoire et sur la gestion des risques et des désastres afin de réduire l'exposition ainsi que la vulnérabilité des communautés haïtiennes à certains risques hydrogéomorphologiques.

### **5.2.1- Les activités de renforcement des connaissances et des capacités**

Ces activités concernent les fonctionnaires de l'État haïtien, les acteurs du système national de gestion des risques, les étudiants et les citoyens.

#### **5.2.1.1- Les fonctionnaires de l'État haïtien**

Des activités de renforcement des connaissances et des capacités des fonctionnaires de l'État haïtien œuvrant dans la gestion des risques sur la géomorphologie fluviale peuvent être organisées. Pour ce faire, des partenariats entre l'État haïtien, des agences et des universités étrangères telles que l'UQAR, l'UQAM, etc. peuvent être conclus. L'intégration des modules traitant de la géomorphologie fluviale dans le plan national de formation en gestion des risques de la Politique générale de formation de l'État haïtien pour adresser les problématiques correspondant à l'exposition et à la vulnérabilité de la population aux aléas hydrogéomorphologiques. Ce plan national de formation doit être adopté par les partenaires nationaux et/ou internationaux dans la réalisation des séances de formations pour les acteurs du système national de gestion des risques et des désastres en Haïti.

#### **5.2.1.2- Les acteurs du système national de gestion des risques**

Des séances de formation, de sensibilisation, d'information, de focus groupe et de collectes de données et d'information sur la géomorphologie fluviale doivent être organisées à l'intention de tous les acteurs du système de gestion des risques. Ces formations doivent être réalisées à tous les stades du système de gestion des risques. Des groupes de coordination fonctionnels doivent être mis en place entre l'État et les ONGs.

De plus, les autorités locales doivent être formées et informées de façon continue sur leurs attributions et leurs responsabilités dans le système de gestion des risques. Ainsi elles pourront jouer de manière plus efficace leur rôle de supervision et de coordination, prendre des décisions beaucoup plus éclairées et adresser des recommandations bien formulées et appropriées aux réalités de leurs districts. Par exemple, elles comprendront pourquoi l'exploitation abusive du sable dans les lits de la rivière peut représenter une source de danger pour la population. Ainsi, elles prendront les décisions adéquates pour en faire une meilleure gestion et trouver des solutions durables.

### **5.2.1.3- Les curriculums universitaires**

Le curriculum de certaines universités en Haïti mérite d'être révisé afin d'y intégrer des cours portant sur la gestion des risques de catastrophes et surtout sur la gestion des risques fluviaux. Par exemple, de 2001 à 2006, il n'y avait aucun cours dans la faculté d'Agronomie et de médecine vétérinaire traitant de la gestion des aléas hydrogéomorphologiques ou de la gestion des risques en général. C'était le cas pour bien d'autres facultés de l'université d'État d'Haïti où ce cours devrait être obligatoire. C'est encore le cas pour lesdites facultés et pour tant d'autres. Dans ce contexte, l'intégration des cours de géomorphologie dans les formations universitaires en génie civil, gestion des catastrophes, en génie agronomique et tous les programmes en lien avec la gestion des territoires est grandement conseillée. En ce sens, des modules de formation qui mettent l'accent sur la géomorphologie fluviale, sur les risques hydrogéomorphologiques peuvent être élaborés. Ces modules peuvent traiter de :

- Les notions de base en géomorphologie fluviale ;
- La gestion des aléas fluviaux ;
- L'importance de l'approche hydrogéomorphologique dans la cartographie des zones inondables ;
- La nécessité d'utiliser les cartes hydrogéomorphologiques dans la réduction de l'exposition et de la vulnérabilité aux aléas hydrogéomorphologiques ;
- L'importance de la couverture végétale dans la gestion des cours d'eau.

#### **5.2.1.4- Les citoyens**

Pour les activités d'information et de sensibilisation de la population, le comité thématique de sensibilisation et d'éducation du public (CTESP) doit être partie prenante. En fait, le CTESP est une unité du Secrétariat permanent de gestion des risques et de désastres (SPGRD) qui s'occupe d'informer et de sensibiliser la population haïtienne sur la gestion des risques. Dans beaucoup de pays, on est passé d'une approche basée sur le risque à une approche basée sur le développement humain à la faveur d'une évaluation des vulnérabilités et de la résilience en renforçant les capacités des gens. De ce fait, les séances de formation, de sensibilisation, d'information et d'éducation du public deviennent indispensables ainsi que le rôle du CTESP. Mais elles doivent être réalisées de façon continue et le CTESP doit vérifier le contenu des modules. En fait, des structures de protection ont été observées à Léogâne et à Jacmel. Elles ne sont pas solides et elles sont anciennes d'après les coordonnateurs de protection civile interviewés. Elles donnent un faux sentiment de sécurité à la population, ce qui accroît la nécessité de renforcer ses capacités face aux différents aléas hydrogéomorphologiques. Dans ce contexte, la rigueur et la continuité doivent être primordiales dans la réalisation des campagnes inclusives d'information et de sensibilisation portant sur les risques hydrogéomorphologiques pour les écoles et les organisations de base à travers les midis de la protection civile étant des séances de formation et d'information sur la gestion des risques réalisées dans les écoles primaires, dans les universités et pour le grand public. Ces activités sont menées dans le souci de créer et d'accroître une certaine culture du risque au sein de la population. C'est pourquoi la participation des enfants est très importante dans ce processus afin qu'ils grandissent avec la faculté de pouvoir se protéger eux-mêmes et leurs semblables. Des documents décrivant les événements, des marqueurs de crues, des sites d'internet qui compilent l'historique des événements, etc. peuvent être mis à la disposition de la population.

Somme toute, l'État haïtien doit prendre ses responsabilités en main afin d'accomplir son rôle régalien dans la protection de la population en passant par la formation et son



éducation. L'un des facteurs de vulnérabilité est le niveau d'éducation. Une fois informée et sensibilisée, un grand pas est fait dans la possibilité que la population soit plus résiliente.

### **5.2.2- L'aménagement du territoire**

Pour Hassane Ide Adamou (1994 ; P55), l'aménagement du territoire « est un système d'actions cohérentes volontaires multidisciplinaires par lequel une organisation vise une meilleure répartition spatiale des activités économiques. Mais cette répartition politique peut ne pas prendre la même forme aussi bien dans les pays développés que les pays sous-développés ».

Cette définition de l'aménagement du territoire sous-entend qu'il y a une dimension multidisciplinaire, mais l'aménagement du territoire doit faire partie de la politique générale du pays en question. Et selon que le pays est développé ou pas, il peut prendre des formes variables. En fait, pour aménager un territoire, un plan d'aménagement est indispensable. Le plan d'aménagement (PA) est le document d'urbanisme réglementaire qui définit le droit d'utilisation du sol à l'intérieur des territoires auxquels il s'applique (Agence urbaine de Berrechid, 2019). Suivant Brierley & Fryirs (2005) et Spink et al. (2009), l'insertion de l'hydrogéomorphologie dans les activités d'aménagement consiste en la création de solutions durables et en travaillant d'après le fonctionnement de la rivière, suivant les processus qui régissent les problèmes tels qu'inondation, érosion et glissement de terrain. Ainsi, Forget (2012) suggère que des séances d'information et sensibilisation continuent à se donner sur la géomorphologie fluviale afin qu'un jour les connaissances sur la dynamique fluviale soient absorbées et que les ministères du Québec les intègrent dans leurs plans d'aménagement.

Devant cet état de fait, nous nous demandons si cela ne pourrait pas être également bénéfique pour Haïti. Est-ce qu'on ne devrait pas intégrer la géomorphologie fluviale dans les plans d'aménagement du territoire ? Est-ce qu'on ne devrait pas mettre vers l'avant l'approche hydrogéomorphologique pour la cartographie des zones inondables en Haïti, vu son caractère moins onéreux en comparaison avec la méthode hydraulique. Est-ce que le développement de l'approche de gestion des cours selon l'espace de liberté ne devrait pas être intégré dans la gestion des risques en Haïti ? Cette approche reconnaît les processus et

les formes des cours d'eau, détermine leur trajectoire dans le temps et anticipe leur évolution future dans une cartographie guidant l'aménagement du territoire (Biron et al, 2013). S'il existe les programmes de réhabilitation de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance, est-ce que les cinq principes proposés par Brierley et Flyirs (2008a) ne devraient pas être insérés dans ces programmes ? À ces interrogations, une réponse positive est de circonstance. Par le fait que nous savons que pour des rivières morphologiquement très actives comme la Grande Rivière de Jacmel et la rivière Momance, l'absence de connaissance sur les aléas fluviaux peut nuire grandement à la mise en place d'une stratégie de gestion des risques dans l'optique d'améliorer la résilience de la collectivité. Toutefois, l'État haïtien doit sortir de son laxisme pour éradiquer le pillage et la corruption avant de pouvoir accomplir un ensemble d'activités.

#### **5.2.2.1- Au niveau des bassins versants**

Il est un fait qu'Haïti est un pays déboisé. Malheureusement, cet état de fait est considéré par plus d'un comme une résultante des activités de l'État haïtien. Certains documents relatent que des régimes politiques passés ont contribué par leur passivité au déboisement et à la déforestation. En guise d'exemple, ils citent les pouvoirs autocratiques ayant été à la tête du pays de 1957 à 1986 qui, pour lutter contre la guérilla, auraient grandement participé à la réduction du couvert végétal de ce pays en défrichant des hectares de terre à la recherche des ennemis du pouvoir.

Nous savons que la couverture végétale sont des éléments importants dans l'amendement et la protection des sols et dans la régulation du flux d'eau. Toutes ces fonctions se trouvent perturbées par la diminution de la couverture végétale. Celle-ci a des incidences sur les types de crue et sur la réponse hydrologique des bassins versants. L'existence d'une couverture végétale participe à la rétention du sol, ce qui implique une réduction du débit solide. Or, lors d'une crue, un débit solide excédentaire peut entraîner

- Une aggradation du lit du cours d'eau ;
- Un risque d'obstruction de certaines structures routières ou de protection.

Tous ces processus ont été observés sur le terrain et on sait qu'ils peuvent contribuer à l'accentuation du risque d'inondation. C'est pourquoi le reboisement et la reforestation des bassins versants sont fortement recommandés. Cette recommandation a été formulée dans bien d'autres études sur l'aménagement du territoire (CIAT, 2009). Dans le cadre de cette étude, nous tenons à la refaire afin de faire valoir toute son importance et de proposer des moyens plus efficaces à sa mise en place. Pour ce faire, des campagnes de reboisement doivent être exécutées sur tout le territoire du pays. Elles ne doivent pas être réalisées de façon isolée, elles doivent être faites selon un plan élaboré par l'État haïtien avec des stratégies de réussite et des mécanismes de suivi solides et bien définis tels que :

- Renforcer les associations déjà existantes en leur donnant des formations sur le renforcement organisationnel et prôner la mise en association des autres individus des communautés ;
- Sensibiliser la population par le biais des associations sur l'importance des arbres et la couverture végétale en général et y former des techniciens pour le suivi ;
- Encourager ou financer l'acquisition et l'enregistrement à titre communautaire des lopins de terre pour le compte des associations ;
- Entreprendre des campagnes de reboisement sur les parcelles à titre communautaire des associations ;
- Confier la réalisation du suivi et de l'entretien des parcelles aux associations sous la supervision de techniciens formés ;
- Assurer un suivi global par les autorités locales via le comité local de protection civile en supervisant toutes les activités de cette campagne de reboisement ;
- Mettre en place une base de données sur l'évolution de l'utilisation du sol, sur les débits et sur la pluviométrie.

Par exemple, pour les ONGs ou les organisations internationales ou nationales qui veulent se lancer dans des campagnes de reboisement, la démarche méthodologique citée plus haut devra être respectée.

Pour consolider et/ou sauvegarder les résultats de ces campagnes de reboisement, une réduction de la pression sur les ressources ligneuses est à considérer. Pour cela, il faut :

- La restructuration de l'agriculture haïtienne en utilisant de bonnes pratiques culturelles et environnementales telles que l'agroforesterie, la culture hydroponique, le zéro labour, le paillage, etc. ;
- La recherche de sources de revenu autres que l'agriculture, le bois et le charbon de bois en la création d'activités génératrices de revenu (AGR) telles que potager, boulangerie, apiculture, forges ou atelier de charpenterie, magasins, réparation de vélos, ateliers de couture ;

La recherche d'autres sources d'énergie pour la cuisson et le chauffage en augmentant leur accessibilité et en diminuant leur coût. Par exemple, l'utilisation du propane, du charbon vert et des briquettes.

### **5.2.2.2- Sur la plaine alluviale et sur les cônes alluviaux**

Rappelons que la plaine alluviale de la Grande Rivière de Jacmel est surtout identifiée dans sa portion aval, tandis que celle-ci décrit un vaste cône alluvial dans le cas de la rivière Momance. L'exode rural est récurrent en Haïti et a des incidences sur l'urbanisation. D'après la Banque mondiale (2018), 90 % de la population vivait en milieu rural dans les années 50, et aujourd'hui plus d'un haïtien sur deux vit en milieu urbain. Chaque année, selon la Banque mondiale (2018), plus de 133,000 habitants quittent les zones rurales pour s'installer en ville. La plupart d'entre eux se sont installés dans les plaines alluviales de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière des Orangers et/ou sur le cône de la rivière Momance. Or, les infrastructures commerciales, les routes, les bâtiments, les remblais etc. placés sur une plaine alluviale et sur des cônes peuvent faire diminuer l'infiltration et représenter un obstacle au passage des eaux de crue. Celles-ci vont directement dans les rivières et font augmenter leurs débits.

L'augmentation des débits a un impact sur la dynamique fluviale en termes de processus d'avulsion, de migration latérale et d'inondation découlant de la trajectoire géomorphologique du cours d'eau. De surcroît, si par carence d'informations des constructions sont placées dans des zones inondables, cela fait rehausser considérablement le risque de dommage pouvant être occasionné par les inondations. En ce sens, dans un

souci de mieux protéger la population contre les crues éventuelles de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance, l'utilisation des cartes hydrogéomorphologiques produites dans le cadre de cette étude est tout à fait recommandée afin de :

- Déterminer les zones à risque d'inondation sur la plaine alluviale et le cône alluvial ;
- Réglementer l'utilisation des terres de la plaine alluviale et du cône alluvial ;
- Protéger ou déplacer les bâtiments qui se trouvent dans la zone inondable ;
- Déplacer certaines populations qui sont à risque élevé
- Allouer l'utilisation des terres inondées facilement à des activités qui ne requièrent pas beaucoup de personnes et qui sont temporaires.

### 5.2.3- La gestion des risques

Les catastrophes auxquelles est confronté Haïti sont de deux types. L'un engendré par la nature de la gouvernance haïtienne caractérisée par des tensions politiques chroniques et l'autre émane d'une mauvaise gestion des risques et des désastres. Celle-ci se manifeste par le manque de professionnalisme de la DPC (Debrosse, 2018). Cela fait que le pays est très vulnérable aux aléas hydrogéomorphologiques auxquels il est exposé (Thélusma, 2019). Les acquis du développement peuvent être compromis par les catastrophes naturelles. De ce fait, dans un processus de développement durable d'un pays à risque, la gestion des risques et des désastres devient la priorité (Debrosse, 2018). Pour cela, la gestion des risques en Haïti doit se faire de façon plus autonome, décentralisée, holistique, transversale, professionnelle et technique. De ce fait, il faut :

- Mettre en place un cadre légal de gestion des risques ;
- Restructurer le système de gestion des risques en accordant plus d'autonomie fonctionnelle et financière aux différents comités de protection civile ;
- Augmenter le nombre de membre actifs au sein des comités existants et mettre sur pied d'autres comités communaux et locaux de protection civile ;
- Allouer un fonds pour la gestion de risques (pour la prévention, la préparation, la réponse, le relèvement, la réhabilitation et la reconstruction) ;
- Interdire formellement de construire dans les lits des cours d'eau dans le cadre légal de gestion des risques.

Intégrer dans les plans d'aménagement les cinq principes de gestion des risques et de dynamique fluviale amenés par Brierley & Fryirs (2008a). Dans le cas de ce mémoire, il s'agit de :

- 1) Définir la biodiversité et la géodiversité du bassin versant de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière de Momance ;
- 2) Analyser leur évolution en prenant en compte leur trajectoire morphologique et de leurs réponses aux perturbations naturelles et anthropiques comme c'est fait

dans le cadre de cette étude. Pour ce faire, une collecte continue de données et d'informations sur ces cours d'eau s'avère indispensable ;

- 3) Étudier et comparer la sensibilité, la capacité d'ajustement et de résilience des deux cours d'eau. Déterminer leur dynamisme et évaluer l'état des modifications survenues dans ces rivières de façon continue ;
- 4) Examiner les éléments du système pouvant limiter le libre écoulement des rivières, tels que la présence de ponts, de barrages, des structures d'irrigation agricole, des bâtiments, des routes, etc. ;
- 5) Éprouver les facteurs limitants susceptibles d'impacter le potentiel de réhabilitation ou de restauration de ces cours d'eau.





## CONCLUSION

La Grande Rivière de Jacmel et la rivière Momance font partie des dix plus grands cours d'eau d'Haïti. Dans le cadre de ce mémoire, l'objectif global consistait à analyser les aléas hydrogéomorphologiques dans les corridors fluviaux de ces deux cours d'eau durant la période 2000-2017. Pour ce faire, trois objectifs spécifiques étaient poursuivis.

Le premier visait à examiner la trajectoire géomorphologique des deux cours d'eau. En effet, la trajectoire géomorphologique de ces derniers a été analysée en se servant de trois variables, une variable morphométrique, qui est la largeur du lit actif, et deux variables sédimentaires, qui sont le nombre et la superficie de bancs d'accumulation de sédiments. Les cours d'eau ont été segmentés en trois tronçons homogènes en tenant compte du style fluvial, la pente et la présence de tributaires. L'analyse de la trajectoire géomorphologique a été faite à l'échelle des tronçons et sur toute la rivière. La largeur et le style fluvial des tronçons varient d'une rivière à l'autre, mais, globalement, la Grande Rivière de Jacmel est plus large et a un style plus divagant que la rivière Momance. Les facteurs de contrôle qui ont été considérés, à cause d'une carence quasi-totale de données, sont les précipitations et le nombre de catastrophes naturelles. Un rapprochement de la trajectoire géomorphologique de chacun des cours d'eau avec les facteurs de contrôle a permis de comparer leur sensibilité géomorphologique.

La trajectoire historique des deux rivières révèle des processus d'érosion, d'avulsion et de migration latérale. Dans le cas de la Grande Rivière de Jacmel, le tronçon 3 est plus large et plus sensible morphologiquement que les deux autres et constitue une zone d'accumulation de sédiments, tandis que, pour la rivière Momance, la largeur du tronçon 2 est supérieure à celle des autres et il est également plus sensible morphologiquement. Cependant, il est à préciser que les valeurs de largeur du lit actif des trois tronçons de la rivière Momance sont très proches l'une de l'autre. La Grande Rivière de Jacmel est moins confinée en amont et elle possède une plaine alluviale, ce qui n'est pas le cas pour la rivière Momance qui est très confinée en amont et qui dessine un cône alluvial en aval. La Grande Rivière de Jacmel varie beaucoup plus avec les précipitations et le nombre de catastrophes naturelles que la rivière Momance. Il y a une plus grande corrélation entre les variables

expliquées et les variables explicatives pour la Grande Rivière de Jacmel que pour la rivière Momance. Cela permet de dire que la Grande Rivière de Jacmel fait montre d'une plus grande sensibilité géomorphologique que la rivière Momance.

Le deuxième objectif spécifique concernait la production de cartes hydrogéomorphologiques. Deux cartes devraient être élaborées en tenant compte des deux rivières. Ces cartes-là constituent des outils de gestion de risques que les autorités locales, les comités de protection civile, les ONGs, les organisations communautaires de base et d'autres partenaires de la gestion des risques en Haïti peuvent utiliser pour réduire les impacts négatifs des aléas hydrogéomorphologiques sur la population haïtienne.

Dans le schéma de ce mémoire, deux cartes sont produites suivant l'approche hydrogéomorphologique française, révisée par des géomorphologues québécois. En fait, d'autres ont été déjà réalisées pour les rivières en question, mais celles produites dans le cadre de ce mémoire le sont avec des données plus récentes. De surcroît, l'analyse de la trajectoire et de la sensibilité hydrogéomorphologiques des cours d'eau sont rigoureusement considérées pour la production de ces cartes. Ce qui implique la possibilité de mieux refléter les réalités, de mieux représenter les processus, et de surcroît, d'autres éléments qui n'existaient pas dans les anciennes sont ajoutés dans les nouvelles. La carte produite sur la Grande Rivière de Jacmel tient compte aussi de la dynamique de la rivière des Orangers. Elle montre que les crues de la rivière des Orangers représentent une plus grande menace pour la population de la ville de Jacmel que celles de la Grande Rivière de Jacmel. Selon les cartes élaborées sur les deux principales rivières concernées par le mémoire, les zones à risque correspondant aux deux cours d'eau se trouvent en leur aval. Les inondations occasionnées par les crues de la rivière Momance peuvent être plus catastrophiques que celles causées par les crues de la Grande Rivière de Jacmel en tenant compte du degré d'exposition et de la valeur et l'importance des éléments exposés. La rivière Momance forme un grand cône en aval sur lequel sont mis en place des résidences et des infrastructures commerciales et routières tandis que la Grande Rivière de Jacmel a une plaine alluviale non habitée en aval et migre latéralement vers une partie de la route de

Jacmel. En effet, beaucoup d'enjeux sont exposés à la dynamique hydrogéomorphologique de la rivière Momance qu'à celle de la Grande Rivière Jacmel.

Le dernier objectif était basé sur le transfert de connaissances, sur l'information et la sensibilisation de la population en vue de la réduction de sa vulnérabilité. Dans le cadre de ce mémoire, une campagne de terrain a été organisée. Durant cette dernière, les enquêtes semi-dirigées réalisées et les rencontres avec des institutions travaillant dans la gestion de risque ont permis de cerner les vrais problèmes dans le contrôle des aléas hydrogéomorphologiques et de mettre le cap sur certaines pistes de solutions. Elles nous ont permis également à faire des constats sur l'emploi de l'hydrogéomorphologie en Haïti et sur le laxisme de l'Etat haïtien. Ces constats nous ont aidés à formuler des recommandations pour une meilleure gestion des risques en Haïti. Elles ont constitué le début d'une planification avec les acteurs clé de la gestion des risques en Haïti pour qu'un suivi du mémoire puisse se réaliser après son achèvement. Ce suivi doit se faire en termes de :

- Présentation des résultats du mémoire aux organismes œuvrant dans la gestion des risques et l'octroi d'un exemplaire du mémoire ;
- Insertion des séances de formation sur la géomorphologie fluviale dans leur plan de formation ;
- Utilisation des cartes hydrogéomorphologiques produites dans le cadre de ce mémoire dans la réalisation de projets de gestion des risques ;
- Mise en application des recommandations adressées dans le cadre de mémoire de maîtrise en géographie dans le souci de mieux protéger la population haïtienne.

Somme toute, ce mémoire sur les aléas hydrogéomorphologiques peut constituer un outil, un préalable dans la gestion des risques par la méthode hydrogéomorphologique en Haïti en lui associant l'aspect d'analyse de vulnérabilité à partir des études solides sur la vulnérabilité. Dans un tel contexte, le libellé d'une autre étude pourrait être : « Risques hydrogéomorphologiques dans les corridors fluviaux de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance : diagnostic et gestion ».

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agence France-Presse (2012). Haïti peine à évaluer les dégâts causés par l'ouragan Sandy. Visité en juillet 2020.

Ballais, J.-L., Garry, G. et Masson, M. (2005). Contribution de l'hydrogéomorphologie à l'évaluation du risque d'inondation : le cas du Midi méditerranéen français. *Comptes Rendus Geoscience*, vol. 337, n° 13, pp. 1120–1130

Ballais, J.L., Chave, S., Delorme, V. et Esposito, C. (2011a) Le lit majeur exceptionnel : premier bilan. *Revue Géographique de l'Est*, vol. 51, n° 3-4.

Ballais, J. L., Chave, S., Dupont, N., Masson, É. et Penven, M.J. (2011b) La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables. *Physio-Géo*, vol. 5 (2011), Varia 2011, 168 p.

Beechie, T. J., Pollock, M. M. et Baker, S. (2008). Channel incision, evolution and potential recovery in the Walla Walla and Tucannon River basins, northwestern USA. *Earth Surface Processes and Landforms*, 33: 784- 800

Besnard, C. (2016). Application et de développement de l'approche hydrogéomorphologique aux plaines alluviales du Québec méridional. Mémoire de maîtrise en géographie, Université du Québec à Rimouski. 263 p.

Bodian, A. (2011). Approche par modélisation pluie-débit de la connaissance régionale de la ressource en eau : Application au haut bassin du fleuve Sénégal. 288 p.

Boivin, M., Maltais, M., et Buffin-Bélangier, T. (2019). Guide d'analyse de la dynamique du bois en rivière. Guide scientifique présenté au Conseil de l'eau du Nord de la Gaspésie et à la Fondation de la Faune du Québec. 97 pages + annexes

Brierley, G. et Fryirs, K.A (2008a). Space, place and a healthy dose of realism: grounding the process of river repair. *FOLirth ECRR Conference on River Restoration, Restoration and Management of Physical Processes and Sediments*, Chapitre 6: 381 - 390.

Brierley, G., Fryirs, K.A., Outhet, D. et Massey, C. (2002). Application of the River Styles framework as a basis for river management in New South Wales, Australia. *Applied Geography*, 22: 91- 122.

Brierley, G. J. et Fryirs, K. A. (2005). *Geomorphology and river management: applications of the river styles framework*. Wiley-Blackwell, Malden, Mass, 398 p. Brierley, G. J. et Fryirs, K.A, 2008b. Moves toward an era of river repair, pp. 3-15. Dans *River futures: an integrative scientific approach to river repair*. Brierley, G. J Fryirs, K. A. Island Press, Washington, D.C., É-U.

Brierley, G. J., Fryirs, K. A., A. Boulton et Cullwn, C. (2008). Working with change: the importance of evolutionary perspectives in framing the trajectory of river adjustment, pp. 65- 84. Dans *River futures: an integrative scientific approach to river repair*. G. 1. Brierley, K. A. Fryirs (Éditeurs). Island Press, Washington, D.C., É-U.

Buffin-Bélanger, T., Demers, S., Olsen, T., Montané, A. et Morneau F. (2012) Évaluation des outils hydrogéomorphologiques pour la cartographie des espaces de liberté dans les systèmes fluviaux du Québec, 3 p. [en ligne] URL : [http://www.graie.org/ISRivers/actes/Comptes rendus de la 1ère Conférence Internationale sur les Recherches et Actions au service des fleuves et grandes rivières](http://www.graie.org/ISRivers/actes/Comptes%20rendus%20de%20la%201%C3%A8re%20Conf%C3%A9rence%20Internationale%20sur%20les%20Recherches%20et%20Actions%20au%20service%20des%20fleuves%20et%20grandes%20rivi%C3%A8res), Lyon, France.

Buffin-Bélanger, T., Biron, P., Larocque, M., Demers, S., Olsen T., Choné, G., Ouellet M.A., Cloutier C.-A., Desjarlais C., et Eyquem J. (2015a) Freedom space for rivers: an economically viable river management concept in a changing climate. *Geomorphology*, vol. 251, pp. 137-148

Charles, E. et Marco, D, C. (2012). Rapport d'enquête sur les paramètres socioéconomiques dans les communes de Petit Goâve, Grand Goâve et Jacmel. *WelthungerhilfeHaiti*, 112 p.

Carry, G. et Veyret Y. (2013). La prévention du risque d'inondation : l'exemple français est-il transposable aux pays en développement ? 22 p.

[http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_4/sci\\_hum/010006242.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes_4/sci_hum/010006242.pdf).

Centre d'Ingénieurs Topographique des États-Unis (1999). Évaluation des ressources en eau d'Haïti. 89 p.

CEHQ. Centre d'expertise hydrique du Québec (2011). Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Page web visitée en avril 2011. <http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/index.htm>

Clerveau M. (2013). Les catastrophes naturelles majeures en Haïti au cours des années 2000, des crises dans une situation de multicrise. Visité en juillet 2020.

Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire, CIAT (2009). Haïti : Vers une Gestion Intégrée des Bassins Versants 84p [http://ciat.bach.anaphore.org/file/misc/122\\_Haiti\\_gestion\\_integree\\_BV.pdf](http://ciat.bach.anaphore.org/file/misc/122_Haiti_gestion_integree_BV.pdf).

Croix Haïtienne (2015). Comment la loi et la réglementation contribuent à la réduction des risques de catastrophe Haïti : rapport d'étude de cas. 126 p.

Darius, A. et Souvenir, P. (2013). La Rivière Momance mérite d'être prise en charge pour réduire la vulnérabilité des habitants de la zone. *Haitinews2000*. [haitinews2000.net/9731/la-riviere-momance-merite-detre-prise-en-charge-pour-redui](http://haitinews2000.net/9731/la-riviere-momance-merite-detre-prise-en-charge-pour-redui).

Débrosse, C. (2018). Haïti : de la gestion des risques et des désastres à l'atterrissage du développement durable. Visité en juillet 2020. [www.mediaterre.com](http://www.mediaterre.com)

Demers, S. (2015) Communication personnelle. Laboratoire de géomorphologie et dynamique fluviale, Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski.

Demers, S., Dubé, J. et Olsen, T. (2009). Application de l'approche hydrogéomorphologique pour l'évaluation des aléas fluviaux dans des tronçons de la rivière Cap-Chat et de la rivière Verte en Gaspésie. Réalisé par l'équipe de recherche en

dynamique fluviale de l'université du Québec à Rimouski. Rapport remis au Service de l'atténuation des risques, Ministère de la Sécurité publique. 52 p. + annexes.

Demers, S. et Buffin-Bélanger, T. (2011). Une méthode illustrée pour la sectorisation morphodynamique de la rivière Neigette (Québec). *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, vol. 55, n° 3, pp. 318–333

Demers, S., Olsen, T. et Dubé, J. (2012). La cartographie des zones inondables par une approche hydrogéomorphologique : Volume 2 Guide méthodologique. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec, 32 p.

Demers, S., Olsen T., Buffin-Bélanger, T., Marchand, J.-P., Biron, P. et Morneau, F. (2014). L'hydrogéomorphologie appliquée à la gestion de l'aléa d'inondation en climat tempéré froid : l'exemple de la rivière Matane (Québec). *Physio-Géo*, vol. 8 (2014), Varia 2014, pp. 67-88

Demers, S., Olsen, T., Buffin-Belanger, T (2015) Développement d'une méthode hydrogéomorphologique pour mieux considérer les dynamiques hydrosédimentaires aux droits des traverses de cours d'eau du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie dans le contexte de changements climatiques et environnementaux. Laboratoire de géomorphologie et de dynamique fluviale, Université du Québec à Rimouski. Remis au ministère des Transports du Québec, décembre 2014, 202 pages.

Dolisca, F., McDaniel, J. M., Teeter, L. D. et Jolly, C. M. (2007). Land tenure, population pressure, and deforestation in Haiti: The case of Foret des pins reserve. *Journal of Forest Economics*, 13(4), 277–289.

Dufour, S. et Piegay, H. (2009). From the myth of lost paradise to targeted river restoration: forget natural, reference and focus on human benefits. 14 p.

ESC, Ingénieurs-Conseils (PADF/HGRP). (2001). Rapport final volume 1 : crue de rivières à Jacmel, 89 p.

Estimation de la Population (2015) - IHSI

[http://www.ihsi.ht/pdf/projection/Estimat\\_PopTotal\\_18ans\\_Menag2015.pdf](http://www.ihsi.ht/pdf/projection/Estimat_PopTotal_18ans_Menag2015.pdf)

FAO, FIDA et PAM. (2015). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2015. Objectifs internationaux 2015 de réduction de la faim : des progrès inégaux. Rome, FAO (www.fao.org/publications)

Forget, C. (2012a). Entrevue avec Mme Claudine Forget, biologiste au Ministère de Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs.

Frécaut, R. (1982) Eléments d'hydrologie et de dynamique fluviales. Tome 1. Hydrologie et dynamique fluviales des régions chaudes et humides des basses latitudes. 147 p.

Garry, G., Ballais, J.-L. et Masson M. (2002) La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondation en France méditerranéenne /. Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement, vol. 8, n° 1, pp. 5–15

Géosciences (2019). Les mots de Géoconfluences en 2019. Article Publié le 19/12/2019 et visité en Juillet 2020.

GIEC (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.

Glas, H., De Maeyer P. et Merisier S, Deruyter G. (2020). Development of a low-cost methodology for data acquisition and flood risk assessment in the floodplain of the river Moustiques in Haiti. J Flood Risk Management.; e12608. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12608>.

Ide Adamou, H. (1994). Analyse de la stratégie du développement rural par l'approche aménagement et gestion des territoires dans les pays du Sahel : cas du Burkina Faso et du Niger Thèse de doctorat de 3eme cycle, université de Ouagadougou. P 55.



Jean-O, T. (2006). Haïti - L'aménagement du territoire comme base nécessaire au développement durable - Membre de l'Association des aménagistes et des urbanistes municipaux du Québec, publié le 6 mars 2006 et visité en juillet 2019. [www.ledevoir.com](http://www.ledevoir.com)

Lakyel, D. (2007). Momance, la rivière de toutes les craintes. Le Nouvelliste. ([Lenouvelliste.com/lenouvelliste/article/46094/Momance-la-riviere-de-toutes-les-craint](http://Lenouvelliste.com/lenouvelliste/article/46094/Momance-la-riviere-de-toutes-les-craint)).

Lane, S. N. et Richards, K. S. (1997). Linking River Channel Form and Process: Time, Space and Causality Revisited. *Earth Surface Processes and Landforms*, 22: 249- 260.

Malavoi J.R ; Y Souchon (1996) Dynamique fluviale et dynamique écologique

Marion, V. et Marco, D. C. (2012). Rapport d'enquête sur les connaissances, aptitudes, pratiques. Welthungerhilfe Haiti, 99p. <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=25148>.

Massé, S., Buffin-Bélanger, T. et Biron, P. (2015) Valorisation des connaissances hydrogéomorphologiques dans la gestion des cours d'eau au Québec. Affiche présentée au colloque RHQ 2015 - La recherche hydrologique au Québec : État des lieux et perspectives, École de technologie supérieure, Montréal, 9-10 juin.

Massé, S. et Claveau, S. (2015). Délimitation de l'espace de liberté du ruisseau des Douze et d'une zone de conservation potentielle, St-Hyacinthe, QC. Rapport et documents cartographiques présentés à la Réserve naturelle du Boisé des Douze et à la ville de St-Hyacinthe, 17 p. + annexes.

Magny, E. (1991). Haïti : Ressources Naturelles et Environnement. Une nouvelle approche. Publié en 1991 et visité en Juillet 2019

Mikael, G. (2012). Analyse hydrologique et morphologique d'un cours d'eau agricole de la plaine du Saint-Laurent. 224 p.

Ministère de l'environnement (MDE) (Haïti). (2012). Unité hydrographique Aquin-Saint Louis du Sud. 73 p.

Ministère de l'environnement (M.D.E.). (2001) Première communication nationale sur les changements. 94 p.

Ministère de l'environnement (M.D.E.). (1999 a). Programme de formulation de la politique de l'eau. (Rapport final)

Ministère de l'Environnement (M.D.E.). (1999). Programme de formulation de la politique de l'eau. Rapport principal, 89 p.

Ministère de l'intérieur et des collectivités territoriales (MICT) (2001). Plan national de gestion des risques et des désastres. 32 p.

Ministère de la planification et de la coopération externe (MPCE). (2013). Schéma d'aménagement de l'arrondissement de Léogâne. 60 p.

Ministère de la planification et de la coopération externe (MPCE) (2015). Document Contexte. Atelier international de maîtrise d'œuvre urbaine, Région des Palmes, 103 p.

Ministère de la sécurité publique du Québec. (2014). Politique Québécoise de la sécurité civile 2014-2024, 104 p.

Montané, A. (2014). L'approche hydrogéomorphologique : pratiques, valorisations et développement d'une méthode de cartographie des zones inondables. Thèse de doctorat, Université de Montpellier 3, Montpellier, 280 p.

Montané, A., Buffin-Belanger, T., Vento, O. et Come J.-M. (2014). Réalisation d'un modèle numérique de zones inondables sur la rivière Matane et propositions d'utilisation réglementaire. Rapport méthodologique, Ministère de la Sécurité Publique du Québec, 31 p.

Oxfam. « Haïti échappe à l'œil de la tempête Isaac, mais inondations et choléra menacent encore les résidents des camps », publié le 25 août 2012 visité en juillet 2019.

Parent, V. (2013). Suivi hydrogéomorphologique d'un cours d'eau étouffé par un aménagement d'urgence : cas du cours d'eau Bonhomme-Morency. Mémoire de maîtrise en géographie. 157 p.

Pagney Bénito-Espinal, F. et Gaspard, G. (2019) Construire une culture du risque efficiente ? Le cas de la Guadeloupe et de la Martinique. Article publié le 06/12/2019 et visité en Juillet 2020.

Projet d'appui au renforcement de la gestion publique en Haïti (PARGEP) (2012). Aménagement du territoire, enjeux, gouvernance et reconstruction. 17 p. international.enap.ca > Documentation > Confl\_JGP1

PNUD, (2013) Rapport sur le développement humain 228 p.  
[http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2013\\_french.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2013_french.pdf)

PNUD/UGDS/MTPTC (2015). Projet de renforcement du système de gestion des déchets solides en Haïti, 2 p.

PNUD (2015) Guide méthodologique Réduction des risques naturels en zone urbaine en Haïti. 80 p.

Prepetit, C. et Wilfrid, S-J. (2005) « Notice explicative de la carte géologique d'Haïti au 1/250 000ème. Bureau des mines et de l'énergie, 44 p.

Rossilon, F. (2016). Face à la détresse humaine et environnementale, Gestion Intégrée de l'Eau et Ecosanté, Leviers de développement Pour Une Haïti Nouvelle in L'eau dans les pays en développement—Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les auteurs locaux Belgium, pp. 313–366.

Surian, N. et Rinaldi, M. (2003). Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology*, 50: 307- 326.

Taylor, S. (2008). Effets, résidus et reprise de linéarisations. L'exemple de la rivière Rouge, Sainte-Angèle-de-Mérici, Québec. Mémoire de baccalauréat en géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, 53 p.

Thélusma, M. F. (2019). La vulnérabilité d'Haïti face aux cyclones. Visité en juillet 2020.  
[www.mediaterre.com](http://www.mediaterre.com)

## ANNEXES

- 1) Guide d'entrevue en Haïti
- 2) Calendrier de réalisation des entrevues en Haïti
- 3) Lettre de sollicitation d'entrevue en Haïti
- 4- Lettre de sollicitation de données LIDAR sur les rivières d'Haïti
- 5- Fiche d'enquête de synthèse



*Guide d'entrevue- Collecte d'information sur les aléas hydrogéomorphologiques et sur leur mode de gestion.*

Prénom et nom du participant :

Fonction :

Nom de l'organisation :

Mission :

Date :

Débuter l'enregistrement

Heure de début :

**But de l'entrevue :** Collecter des informations pour la réalisation d'un mémoire de maîtrise en géographie

**Règles de confidentialité :**

- Enregistrer l'entrevue pour ne pas perdre d'informations
- Garder confidentielles les données
- Éliminer les données après le dépôt final du mémoire

J'accepte les trois règles de confidentialité \_\_\_\_\_

**Structure ou objectifs de l'entrevue :**

- Identifier les aléas hydrogéomorphologiques auxquels sont exposées les communes de Gressier et de Léogane;
- Répertorier ceux qui sont pris en compte dans ces communes;
- Recueillir des informations sur ces derniers en termes de facteurs déclencheurs, de contrôle et de gestion; de moyens d'acquisition et de transfert de connaissances.

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identification des aléas hydrogeomorphologiques<br/>-Historique des aléas</li> <br/> <li>➤ Aléas hydrogeomorphologiques pris en compte dans les communes en question</li> <br/> <li>➤ Informations sur les aléas hydrogeomorphologiques en termes de facteurs déclencheurs, de contrôle et de gestion, de moyens d'acquisition et de transfert de connaissances.</li> </ul> | <p><b>1- Selon vous, les communes de Gressier et de Léogane sont-elles exposées aux glissements de terrain, à l'érosion des sols, au ruissellement, à l'accumulation de sédiment ou aux inondations?</b></p> <p>Pensez-vous que les inondations sont surtout causées par la rivière Momance?</p> <p>Avez-vous en tête la date des inondations les plus dévastatrices en lien avec la rivière Momance?<br/>Le plus gros glissement de terrain?</p> <p><b>2- D'après vous, quels sont les aléas considérés dans les programmes et les projets implémentés dans ces communes?</b><br/>Pourquoi ceux-là?</p> <p>Quels sont ceux sur lesquels votre organisation travaille et pourquoi?</p> <p><b>3- Quels sont les principaux facteurs responsables de la manifestation de ces aléas?</b></p> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Quels sont les facteurs qui peuvent provoquer ou aggraver les inondations? Les glissements de terrain, le ruissellement...?</p> <p><b>4- Quelles sont les mesures mises en place pour contrôler les inondations, les glissements de terrain...?</b></p> <p>Comment évaluez-vous la vulnérabilité par rapport aux inondations?</p> <p><b>5- Quelles sont les mesures mises en place pour diminuer la vulnérabilité des communautés face aux différents aléas identifiés.</b></p> <p>Quels en sont les outils utilisés?</p> <p>Utilisez-vous l'approche hydrogéomorphologique? Par exemple des cartes hydrogeomorphologiques...</p> |
|--|--|



|  |   |
|--|---|
|  | <p><b>6- Quelles sont les difficultés rencontrées dans le processus de gestion de ces aléas?</b></p> <p>Pourquoi, pensez-vous, que votre organisation n'intervient pas à tous les niveaux dans le cycle de la gestion des risques? (Avant, pendant et après)</p> <p>Quel est l'apport des instances étatiques dans ce processus de gestion?</p> <p>Les autres organisations (ONG), contribuent-elles à l'avancement de ce processus?</p> <p>Les notables, sont-ils impliqués dans ce processus?</p> <p>La population ou la communauté, collabore-elle à ce processus?</p> <p><b>7- Quelles sont les mesures mises en place pour faire l'acquisition de connaissances sur les aléas hydrogémorphologiques et la vulnérabilité des communautés et</b></p> |
|--|---|

|  |   |
|--|---|
|  | <p><b>quels sont les outils utilisés pour disséminer ces connaissances/informations acquises?</b></p> <p>Votre organisation, organise-t-elle des séances de formation et d'information sur les aléas pour ses membres et/ou pour la communauté?</p> |
|--|---|

| #  | Nom de l'institution                 | Lieu de rencontre | Date et heure           | Responsables     |
|----|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|
| 1  | DPC                                  | Port-Au-Prince    | 06\08\ 2018, 10h<br>am  | Anny,<br>Makenzy |
| 2  | PNUD                                 | Port-Au-Prince    | 06\08\2018, 11h30<br>am |                  |
| 3  | CNIGS                                | Port-Au-Prince    | 06\08\2018, 14h<br>pm   |                  |
| 4  | WELTHUNGERHILFE                      | Port-Au-Prince    | 07\08\2018, 9h15<br>am  |                  |
| 5  | CCPC                                 | Léogane           | 08\08\2018, 10h         |                  |
| 6  | Caritas Suisse                       | Léogane           | 08\08\2018, 11h15<br>am |                  |
| 7  | Croix Rouge Suisse                   | Léogane           | 08\08\2018, 14h<br>pm   |                  |
| 8  | DATIF                                | Grand-Goave       | 09\08\2018, 10h<br>am   |                  |
| 9  | DDA/Sud'est                          | Jacmel            | 10\08\2018, 10h<br>am   |                  |
| 10 | Delegation<br>départementale Sud'est | Jacmel            | 10\08\2018,             |                  |



Rimouski, le 19 juin 2018

Au : Secrétariat

Objet : sollicitation pour une entrevue

Bonjour,

L'Université du Québec à Rimouski (UQAR) fait partie du réseau de l'Université du Québec, le plus grand réseau universitaire du Canada. Annuellement, l'UQAR accueille près de 7000 étudiants, dont plus de 435 étudiants étrangers provenant de plus de 40 pays<sup>1</sup>. Un des programmes offerts, la maîtrise en géographie, permet de former des chercheurs et des spécialistes de la géographie. Dans le cadre de ce programme, nous accompagnons nos étudiants à développer des habiletés à analyser l'espace naturel, à utiliser les méthodes et techniques traditionnelles ainsi qu'à conseiller et planifier l'aménagement et l'organisation du territoire<sup>2</sup>. Nous préconisons une approche collaborative entre le milieu et l'équipe de professeurs et étudiants afin que les résultats des recherches puissent être appropriés par les acteurs.

Un de nos étudiants, Monsieur Makenzy Roland Tout-Puissant, déjà diplômé d'un Diplôme d'études supérieures spécialisées en analyse et prévention des risques naturels, a

---

<sup>1</sup> UQAR.2018. UQAR en chiffres. Source : <https://uqar.ca/universite/a-propos-de-l-uqar/choisir-l-uqar/l-uqar-en-chiffres>

<sup>2</sup> UQAR.2018. Maîtrise en géographie. Source : <https://uqar.ca/etudes/etudier-a-l-uqar/programmes-d-etudes/1511>

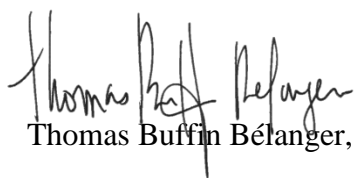
entrepris des études de maîtrise au sein de notre institution. Son sujet d'étude s'intitule *Aléas hydrogéomorphologiques dans les corridors fluviaux de la Grande Rivière de Jacmel et de la rivière Momance pour la période 2000-2016: diagnostic et gestion*. Plus spécifiquement, le projet porte sur la réalisation d'un diagnostic hydrogéomorphologique pour mieux connaître l'évolution des deux rivières ainsi que les facteurs de contrôle de cette évolution. M. Tout-Puissant connaît bien les deux secteurs pour avoir œuvré auprès de différentes ONGI. Mme Jalbert, enseignante en géographie, a également œuvré dans le département de l'Ouest à titre de conseillère-formatrice à la DPC et auprès de comités communaux de protection civile dans le cadre d'un projet Canada-Haïti en gestion des risques naturels.

Ce projet de recherche et les connaissances qui en émaneront ont pour finalité d'améliorer les connaissances des risques fluviaux et émettre des recommandations afin d'assurer une gestion intégrée des deux bassins versants. Une grande partie de l'analyse peut se faire à distance. Cependant, pour une analyse rigoureuse, des entrevues avec des acteurs clés ainsi qu'un travail terrain sont nécessaires.

À cet effet, M. Tout-Puissant ainsi que Mme Anny Jalbert, codirectrice, seront en Haïti du 5 au 19 août prochain. La présente est pour solliciter une entrevue, avec vous et/ou avec des membres de votre équipe, le 6 août prochain vers les 14h00 pm à votre bureau. La rencontre, d'une durée de 45 minutes, nous permettra de récolter des données et/ou des informations permettant une analyse plus complète. Nous pourrions également échanger sur l'étude en cours et, en contrepartie, M. Makenzy vous transmettra, une fois son mémoire finalisé, une copie de son étude et pourra, si besoin est, faire une présentation de ses résultats et de ses recommandations à votre équipe. Nous vous invitons à communiquer avec M. Makenzy pour de plus amples informations ou pour planifier la rencontre, au courriel suivant : [MakenzyRoland.Tout-Puissant@uqar.ca](mailto:MakenzyRoland.Tout-Puissant@uqar.ca).

Nous demeurons à votre entière disponibilité pour toute information complémentaire.

Nous espérons recevoir une réponse positive de votre part et nous vous prions d'accepter nos salutations distinguées.



Thomas Buffin Bélanger, Ph.D.

M.A.

Professeur de géographie

géographie

[Thomas\\_Buffin-Belanger@uqar.ca](mailto:Thomas_Buffin-Belanger@uqar.ca)

[Anny\\_Jalbert@uqar.ca](mailto:Anny_Jalbert@uqar.ca)



Anny Jalbert,

Enseignante en

Rimouski, le 12 mars 2019

Monsieur Bobby Emmanuel Piard, directeur  
Centre Nationale de l'information Géo-spatiale  
Impasse Baron #13 bis, Turgeau  
Port-au-Prince, Haïti  
HT 6113

Objet : Sollicitation de données MNT ou LIDAR

Monsieur le directeur,

En août dernier, nous étions en Haïti pour réaliser des entrevues semi-dirigées auprès des acteurs et institutions clés du pays dans la gestion des risques, collecter de données et prendre des mesures sur la Grande Rivière de Jacmel et la rivière Momance. À cet effet, M. Makenzy Roland Tout-Puissant, étudiant à la maîtrise en géographie à l'Université du Québec à Rimouski ainsi que son enseignante et codirectrice de mémoire, Mme Anny Jalbert, vous ont rencontré ainsi que des membres de votre équipe. Ces rencontres ont été effectuées dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de maîtrise en géographie portant sur les deux rivières mentionnées ci-haut.

M. Makenzy Roland Tout-Puissant s'intéresse aux données MNT ou Lidar pour pouvoir mener une analyse hydrogéomorphologique sur les rivières concernées par son étude. Lors de notre rencontre, vous lui avez référé le site « [Haitidata.org](http://Haitidata.org) » sur lequel il pouvait télécharger ces données. Cependant, il nous est impossible de les télécharger. Dans ce contexte, nous vous écrivons pour solliciter votre aide afin d'acquérir ces données. Sur le site, nous constatons qu'il est possible de créer un compte d'utilisateur. Nous aimerions donc valider les possibilités d'obtenir une autorisation pour y avoir accès. Par ailleurs, s'il existe un lien particulier permettant d'accéder à ces données, nous aimerions solliciter votre appui pour y avoir accès. Vous comprendrez que ces données sont essentielles à une analyse scientifique et rigoureuse puisque les résultats du mémoire seront mis à la disposition des différents acteurs nationaux et internationaux que nous avons rencontrés.

Nous espérons poursuivre notre collaboration initiée en août dernier avec vous et votre équipe et nous vous remercions déjà pour votre collaboration. Veuillez recevoir, Monsieur, nos salutations distinguées.

-----

-----

-----

Thomas Buffin-Bélanger, Ph.D

Anny Jalbert, M.A.

Professeur

Chargée de cours

Université du Québec à Rimouski

300 Allée des Ursulines, Rimouski, Québec G5L 3A1Canada



| # | Question d'entretien   | Thèmes clés (abordes ou pas)  | Ce qu'ils ont dit  |
|---|--|---|--|
| 1 | <p><b>Selon vous, les communes de Gressier et de Léogane sont-elles exposées aux glissements de terrain, à l'érosion des sols, au ruissellement, à l'accumulation de sédiment ou aux inondations?</b></p> <p>Pensez-vous que les inondations sont surtout causées par la rivière Momance?</p> <p>Avez-vous en tête la date des inondations les plus dévastatrices en lien avec la rivière Momance? Le plus gros glissement de terrain?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inondations</li> <li>- Cyclone</li> <li>- Glissement de terrain</li> <li>- Érosion (érosionlatérale, incision)</li> <li>- Grande Rivière de Jacmel</li> <li>- Momance</li> <li>- Une année spécifique</li> <li>- Zones d'érosion</li> <li>- Vulnérabilité</li> <li>- Spatialisation des aléas</li> <li>- Intensité</li> <li>- Récurrence</li> <li>- <a href="#">Facteurs anthropiques ayant un impact sur l'intensité/récurrence</a></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inondation</li> <li>- Glissement de terrain</li> <li>- Érosion</li> <li>- Ruissellement eau de surface</li> <li>- Inondations causées beaucoup plus par la Rouyonne que la Momance-Leogane</li> </ul> |
| 2 | <p><b>D'après vous, quels sont les aléas considérés dans les programmes et les projets implémentés dans ces communes?</b></p> <p>Pourquoi ceux-là?</p> <p>Quels sont ceux sur lesquels votre organisation travaille et pourquoi?</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inondation</li> <li>- Glissement de terrain</li> <li>- Érosion</li> <li>- Intensité</li> <li>- Récurrence</li> <li>- Accessibilité</li> <li>- Budget</li> <li>- Bailleur de fond</li> <li>- Zones d'intervention</li> <li>- <a href="#">Types d'intervention</a></li> <li>- <a href="#">Programmes local, national, international</a></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inondation</li> <li>- Glissement de terrain</li> <li>- Problème de budget</li> <li>- La philosophie et les zones d'intervention de l'organisme</li> </ul>   |
| 3 | <p><b>Quels sont les principaux facteurs responsables de la manifestation de ces aléas?</b></p> <p>Quels sont les facteurs qui peuvent provoquer ou aggraver les inondations? Les glissements de terrain, le ruissellement...?</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déboisement</li> <li>- Accumulation de sédiments dans le lit de la rivière</li> <li>- Exploitation du sable <a href="#">et gravier</a> dans le lit des rivières</li> <li>- Érosion, ravinement</li> <li>- Utilisation des cultures sarclées dans les montagnes</li> <li>- Mauvaise gestion des déchets</li> <li>- Mauvaise gouvernance dans la gestion des risques</li> <li>- <a href="#">Infrastructures de transport non adaptées</a></li> <li>- <a href="#">Corruption /collusion</a></li> <li>- <a href="#">Changement climatique</a></li> <li>- <a href="#">Moyens de mitigation et prévention</a></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Déboisement</li> <li>- Déforestation</li> <li>- Accumulation de sédiment dans le lit des rivières</li> <li>- Corruption</li> <li>- Mauvaises pratiques culturelles</li> <li>-</li> </ul>              |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <p><b>Quelles sont les mesures mises en place pour contrôler les inondations, les glissements de terrain...?</b><br/>Comment évaluez-vous la vulnérabilité par rapport aux inondations?</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aménagement/occupation du territoire</li> <li>- Reboisement</li> <li>- Aménagement des bassins versants</li> <li>- Mise en place de politiques de gestion de l'environnement</li> <li>- Correction de ravins</li> <li>- Législation sur la gestion des risques</li> <li>- Autonomie du secrétariat permanent de gestion des risques</li> <li>- Campagne de sensibilisation/information de la population</li> <li>- Groupes les plus vulnérables/résilients</li> <li>- Fort</li> <li>- Moyen</li> <li>- Faible</li> <li>-</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboisement</li> <li>- Curage des rivières (dragage)</li> <li>- Gabionnage</li> <li>- Correction de ravines</li> <li>- Aménagements des bassins versants</li> <li>- Fort</li> </ul>                       |
| 5 | <p><b>Quelles sont les mesures mises en place pour diminuer la vulnérabilité des communautés face aux différents aléas identifiés.</b><br/>Quels en sont les outils utilisés?<br/><br/>Utilisez-vous l'approche hydrogéomorphologique?<br/>Par exemple des cartes hydrogéomorphologiques...</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Délimitation des zones a risques d'inondation</li> <li>- Interdiction de construire dans les zones a risques</li> <li>- Cadre légal de gestion des risques</li> <li>- Carte de risque</li> <li>- Système d'alerte précoce</li> <li>- Renforcement des capacités des acteurs clés</li> <li>- Sensibilisation/information à la population</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation, information et éducation de la population</li> <li>-</li> <li>-</li> </ul>   |
| 6 | <p><b>Quelles sont les difficultés rencontrées dans le processus de gestion de ces aléas?</b><br/>Pourquoi, pensez-vous, que votre organisation n'intervient pas à tous les niveaux dans le cycle de la gestion des risques? (Avant, pendant et après)<br/><br/>Quel est l'apport des instances étatiques dans ce processus de gestion?<br/><br/>Les autres organisations (ONG), contribuent-elles à l'avancement de ce processus?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Support des structures étatiques</li> <li>- Support des organisations nationales/internationales</li> <li>- Manque de coordination/collaboration entre les institutions (locale, nationale et internationale)</li> <li>- Corruption /collusion</li> <li>- Budget</li> <li>- Politique ou philosophie de l'institution</li> <li>- Manque de compétences/connaissances des acteurs locaux/nationaux</li> <li>- Instabilité politique</li> <li>- Pauvreté</li> <li>- Connaissance déficitaire en gestion intégrée</li> <li>- Mobilisation/implication citoyenne</li> <li>- Rareté du matériel</li> <li>- Aménagement/occupation du territoire</li> <li>- Degré d'implication des notables</li> <li>- Absence de plan local/national ou plan incomplet.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Budget</li> <li>- Politique et philosophie de l'institution</li> <li>- Manque de collaboration des autorités locales</li> <li>- Probleme de coordination entre les organisations (ONG, OCB...)</li> </ul> |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | <p>Les notables, sont-ils impliqués dans ce processus?</p> <p>La population ou la communauté, collabore-elle à ce processus?</p>   |   |  |
| 7 | <p><b>1- Quelles sont les mesures mises en place pour faire l'acquisition de connaissances sur les aléas hydrogéomorphologiques et la vulnérabilité des communautés et quels sont les outils utilisés pour disséminer ces connaissances/informations acquises?</b></p> <p>Votre organisation, organise-t-elle des séances de formation et d'information sur les aléas pour ses membres et/ou pour la communauté?</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de formation</li> <li>- Partenariat avec des universités locales , nationales et internationales</li> <li>- Moyens de communication/sensibilisation/information aux acteurs clés +société civile</li> <li>- Campagne de sensibilisation/information adéquate</li> <li>- Adaptation du matériel de formation aux groupes cibles (niveau de scolarité, taux d'analphabétisme...)</li> <li>- Ressources financières, humaines et techniques allouées à la formation</li> <li>- Institutions/ONG responsables de la formation</li> <li>- Participants au formation (acteurs actifs)</li> <li>-</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de formation pour les bénéficiaires et les cadres de l'organisme</li> <li>- Focus group</li> <li>- Concours de formateurs externes</li> <li>-</li> </ul> |



