# Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil

## Premier Rapport

### Version finale

Programme de Mitigation des Désastres Naturelles (PMDN)
Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Durable (MARNDR)

Contrat No : MARNDR/PMDN/AOI/S-09

Révision - Août 2015

Programme de Mitigation des Désastres Naturels (PMDN)
Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), Haïti

# Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil

**Premier Rapport - Version Finale**

**No de référence : MARNDR/PMDN/AOI/S-09**

60339088

Révision - Août 2015

© AECOM Tous droits réservés.

# Table des matières

Page

**Liste des tableaux** ..... iii

**Liste des figures** ..... v

**Liste des photos** ..... vi

**Liste des acronymes et abréviations** ..... vii

**Résumé exécutif** ..... ix

**1 Introduction** ..... 1-1

**1.1 Objet du rapport** ..... 1-1

**1.2 Contenu du rapport** ..... 1-1

**2 Contexte, objectifs et aire d'étude** ..... 2-1

**2.1 Mise en contexte** ..... 2-1

**2.2 Objectifs de l'étude** ..... 2-1

**2.3 Localisation et étendue de la zone d'étude** ..... 2-2

**3 Collecte des données** ..... 3-1

**4 Travaux terrain** ..... 4-1

**4.1 Rencontres avec les intervenants et visites de sites** ..... 4-1

**4.1.1 Rencontre avec les intervenants** ..... 4-1

**4.1.2 Sites visités** ..... 4-3

**4.1.3 Principaux constats** ..... 4-3

**4.2 Réalisation d'enquêtes auprès des ménages** ..... 4-19

**4.2.1 Objectifs des enquêtes** ..... 4-19

**4.2.2 Élaboration du questionnaire d'enquête** ..... 4-19

**4.2.3 Méthodologie d'échantillonnage et de distribution des enquêtes** ..... 4-19

**4.2.4 Saisie des données** ..... 4-23

**5 Exploitation des données recueillies** ..... 5-1

**5.1 Caractérisation socio-économique des ménages enquêtés** ..... 5-1

**5.1.1 Portrait démographique des ménages enquêtés** ..... 5-1

**5.1.2 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant d'Acul Dubreuil** ..... 5-11

**5.1.3 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant de Cavaillon** ..... 5-12

**5.1.4 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant de Ravine du Sud** ..... 5-13

**5.1.5 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant de Grande Rivière du Nord** ..... 5-14

**5.2 Ajustement de la carte d'exposition au risque d'inondation ..... 5-15**

**5.2.1 Assignation des périodes de récurrence par événement ..... 5-15**

**5.2.2 Ajustement des cartes d'exposition au risque d'inondation ..... 5-19**

**5.3 Évaluation des pertes dues aux inondations ..... 5-29**

**5.3.1 Pertes en zone urbaine ..... 5-29**

**5.3.2 Pertes en zone agricole ..... 5-31**

**5.3.3 Pertes sur les infrastructures publiques ..... 5-34**

**5.3.4 Élaboration de la courbe des pertes et dommages prévus ..... 5-35**

**5.3.5 Interprétation des résultats ..... 5-39**

**6 Analyse coût-bénéfice des ouvrages réalisés lors du PMDN-I ..... 6-1**

**6.1 Sites dans l'Artibonite ..... 6-1**

**6.1.1 Bas-la-Crête ..... 6-5**

**6.1.2 Macaisse ..... 6-6**

**6.1.3 Bertrand ..... 6-8**

**6.1.4 Analyse coût-bénéfice ..... 6-9**

**6.2 Site à Maniche ..... 6-12**

**6.2.1 Description du site et des travaux ..... 6-12**

**6.2.2 Coût des travaux ..... 6-13**

**6.2.3 Bénéfice des travaux ..... 6-13**

**6.2.4 Analyse coût-bénéfice ..... 6-14**

# Liste des annexes

Annexe 1 : Liste des documents collectés
Annexe 2 : Plan d'entretien avec les parties prenantes
Annexe 3 : Liste des parties prenantes rencontrées
Annexe 4 : Matrice de priorisation
Annexe 5 : Délimitation du Parc de Trois Baies
Annexe 6 : Questionnaire d'enquête pour le Nord
Annexe 7 : Questionnaire d'enquête pour le Sud

# Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Aires d'intervention de l'étude ..... 2-2
Tableau 3.1 : Principaux documents de référence générale collectés lors de l'étude ..... 3-1
Tableau 3.2 : Principaux documents concernant les bassins versants à l'étude ..... 3-2
Tableau 3.3 : Principales données cartographiques, photographies aériennes et données météorologiques collectées au cours de l'étude ..... 3-4
Tableau 4.1 : Thèmes à prioriser par les intervenants de Camp-Perrin ..... 4-4
Tableau 4.2 : Thèmes priorisés par les intervenants de GRN ..... 4-18
Tableau 4.3 : Polygones de recouvrement ..... 4-20
Tableau 4.4 : Écart-type des revenus pour la commune de Léogane ..... 4-21
Tableau 4.5 : Nombre de ménages à enquêter ..... 4-21
Tableau 4.6 : Nombres de ménages à enquêter par bassin versant ..... 4-22
Tableau 5.1 : Distribution des enquêtes réalisées par bassin versant ..... 5-1
Tableau 5.2 : Distribution des enquêtes par Commune ..... 5-1
Tableau 5.3 : Répartition du genre de l'enquêté ..... 5-2
Tableau 5.4 : Fréquence du nombre d'adultes par ménage ..... 5-2
Tableau 5.5 : Fréquence de bébés, jeunes et personnes âgées par ménage ..... 5-2
Tableau 5.6 : Composition du ménage type enquêté ..... 5-11
Tableau 5.7 : Activité économique du chef de ménage dans l'Acul Dubreuil ..... 5-11
Tableau 5.8 : Activité économique des autres membres du ménage dans l'Acul Dubreuil ..... 5-11
Tableau 5.9 : Type de bâti et valeur moyenne dans l'Acul Dubreuil ..... 5-12
Tableau 5.10 : Activité économique du chef de ménage dans Cavaillon ..... 5-12
Tableau 5.11 : Activité économique des autres membres du ménage dans Cavaillon ..... 5-12
Tableau 5.12 : Type de bâti et valeur moyenne dans Cavaillon ..... 5-13
Tableau 5.13 : Activité économique du chef de ménage dans Ravine du Sud ..... 5-13
Tableau 5.14 : Activité économique des autres membres du ménage dans Ravine du Sud ..... 5-13
Tableau 5.15 : Type de bâti et valeur moyenne dans Ravine du Sud ..... 5-14
Tableau 5.16 : Activité économique du chef de ménage dans Grande Rivière du Nord ..... 5-14
Tableau 5.17 : Activité économique des autres membres du ménage dans Grande Rivière du Nord ..... 5-15
Tableau 5.18 : Type de bâti et valeur moyenne dans Grande Rivière du Nord ..... 5-15
Tableau 5.19 : Événements pluvieux recensés auprès des ménages enquêtés ..... 5-16
Tableau 5.20 : Informations sur les ouragans ou pluies torrentielles relevés lors des enquêtes ..... 5-16
Tableau 5.21 : Récurrence estimée pour chaque événement relevé lors de l'enquête ..... 5-19
Tableau 5.22 : Grille de dommage aux bâtis et aux biens ..... 5-30
Tableau 5.23 : Valeur moyenne du bâti et des biens selon l'enquête des ménages ..... 5-30
Tableau 5.24 : Perte moyenne par ménage en zone urbaine ..... 5-30
Tableau 5.25 : Exemple de coefficient d'endommagement des cultures ..... 5-32

Tableau 5.26 : Grille de dommage aux cultures ..... 5-33
Tableau 5.27 : Modèle d'exploitation type du bassin versant de Cavaillon ..... 5-33
Tableau 5.28 : Modèle d'exploitation type du bassin versant d'Acul Dubreuil ..... 5-33
Tableau 5.29 : Modèle d'exploitation type du bassin versant de Ravine du Sud ..... 5-34
Tableau 5.30 : Modèle d'exploitation type du bassin versant de Grande Rivière du Nord ..... 5-34
Tableau 5.31 : Pertes moyennes par hectare en zone agricole ..... 5-34
Tableau 5.32 : Grille de dommage sur les routes selon leur type et la récurrence de l'événement ..... 5-35
Tableau 5.33 : Grille de dommage sur les bâtiments publics selon leur type et la récurrence de l'événement ..... 5-35
Tableau 5.34 : Polygones de recouvrement - Exposition aux risques / Occupation du sol ..... 5-36
Tableau 5.35 : Pertes et dommages prévus selon la récurrence d'un événement ..... 5-36
Tableau 5.36 : Pertes annuelles attendues pour une crue entre une période de retour de 2 ans et 10 ans ..... 5-39
Tableau 6.1 : Répartition des principales cultures par SAU occupée par campagne agricole ..... 6-3
Tableau 6.2 : Valeur ajoutée/an pour un hectare irrigué dans la vallée de l'Artibonite ..... 6-4
Tableau 6.3 : Répartition des principales cultures et valeur ajoutée par campagne agricole ..... 6-5
Tableau 6.4 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site Bas-la-Crête ..... 6-6
Tableau 6.5 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site de Macaisse ..... 6-7
Tableau 6.6 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site de Bertrand ..... 6-9
Tableau 6.7 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Bas-la-Crête (Artibonite) ..... 6-10
Tableau 6.8 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Macaisse (Artibonite) ..... 6-10
Tableau 6.9 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Bertrand (Artibonite) ..... 6-11
Tableau 6.10 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site de Maniche ..... 6-13
Tableau 6.11 : Structure des coûts – Site de Maniche ..... 6-15
Tableau 6.12 : Ratio de conversion des coûts financiers – Site de Maniche ..... 6-15
Tableau 6.13 : Résultats de l'analyse coût-bénéfice – Site de Maniche ..... 6-16
Tableau 6.14 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Maniche ..... 6-17

# Liste des figures

Figure 2.1 : Localisation de l'étendue des zones d'intervention dans les bassins versants concernés par l'étude ..... 2-3
Figure 4.1 : Localisation des principaux sites visités dans le bassin versant d'Acul Dubreuil ..... 4-5
Figure 4.2 : Localisation des principaux sites visités dans le bassin versant de Ravine du Sud ..... 4-7
Figure 4.3 : Localisation des principaux sites visités dans le bassin versant de Cavaillon ..... 4-9
Figure 4.4 : Localisation des principaux sites visités dans le bassin versant de Grande Rivière du Nord ..... 4-11
Figure 4.5 : Localisation des principaux sites visités dans le bassin versant de l'Artibonite – Ouest ..... 4-13
Figure 4.6 : Localisation des principaux sites visités dans le bassin versant de l'Artibonite - Est ..... 4-15
Figure 5.1 : Localisation des ménages enquêtés – Acul Dubreuil ..... 5-3
Figure 5.2 : Localisation des ménages enquêtés – Ravine du Sud ..... 5-5
Figure 5.3 : Localisation des ménages enquêtés – Cavaillon ..... 5-7
Figure 5.4 : Localisation des ménages enquêtés – Grande Rivière du Nord ..... 5-9
Figure 5.5 : Total des précipitations générées par les ouragans Jeanne, Gustav, Thomas et Sandy (Source : http://www.nhc.noaa.gov/) ..... 5-17
Figure 5.6 : Loi Log Pearson de Type III développée par la firme Environmental Resources Management ..... 5-18
Figure 5.7 : Loi Log Pearson de Type III développée par AECOM avec les données relevées à Camp Perrin par ORE ..... 5-18
Figure 5.8 : Exemple de sous-classe de hauteur de submersion pour le bassin versant de Ravine du Sud pour un événement de récurrence 50-100 ans ..... 5-20
Figure 5.9 : Carte d'exposition au risque d'inondation dans le bassin versant d'Acul Dubreuil ..... 5-21
Figure 5.10 : Carte d'exposition au risque d'inondation dans le bassin versant de Ravine du Sud ..... 5-23
Figure 5.11 : Carte d'exposition au risque d'inondation dans le bassin versant de Cavaillon ..... 5-25
Figure 5.12 : Carte d'exposition au risque d'inondation dans le bassin versant de Grande Rivière du Nord ..... 5-27
Figure 5.13 : Exemple de courbe de dommage pour le bâti et les biens ..... 5-29
Figure 5.14 : Calendrier cultural type dans les bassins versants du Sud ..... 5-31
Figure 5.15 : Calendrier cultural type dans les bassins versants du Nord ..... 5-32
Figure 5.16 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant d'Acul Dubreuil ..... 5-37
Figure 5.17 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant de Cavaillon ..... 5-37
Figure 5.18 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant de Ravine du Sud ..... 5-38
Figure 5.19 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant Grande Rivière du Nord ..... 5-38
Figure 6.1 : Évolution au site Bas-la-Crête ..... 6-2
Figure 6.2 : Courbe de dommages associés aux inondations pour la zone protégée par l'ouvrage de Maniche ..... 6-14

# Liste des photos

Photo 4.1 : Rencontre avec les représentants de Grande Rivière du Nord (24/03/2015) ..... 4-2
Photo 4.2 : Rencontre avec les représentants de Saint-Raphaël (26/03/15) ..... 4-2
Photo 4.3 : Micro retenue de Bahon entièrement colmatée ..... 4-18
Photo 6.1 : Vue de la route et du Canal Maître Rive Droite ..... 6-5
Photo 6.2 : Vue du mur berlinois aménagé sur le site de Bas-la-Crête ..... 6-5
Photo 6.3 : Vue du mur berlinois aménagé sur le site de Macaisse ..... 6-7
Photo 6.4 : Vue rapprochée du mur berlinois mis en place sur le site de Macaisse ..... 6-7
Photo 6.5 : Vue du Canal Artibonite Sud et de la route d'accès après les travaux sur le site de Bertrand ..... 6-8
Photo 6.6 : Vue du mur berlinois aménagé sur le site de Bertrand ..... 6-8
Photo 6.7 : Vue d'ensemble des travaux de protection de berges à Maniche ..... 6-13
Photo 6.8 : Détail de la structure de protection de berges en gabion à Maniche ..... 6-13

# Liste des acronymes et abréviations

| | |
|---|---|
| $ ou $US | dollars USA |
| ACTED | Organisation non gouvernementale - Act for change |
| AECOM | Société états-unienne d'ingénierie (Architecture-Engineering-Construction-Operation-Maintenance) |
| AVANSE | Appui à la valorisation du potentiel agricole du Nord, à la sécurité économique et environnementale (projet USAID exécuté par la firme états-unienne DAI) |
| BAC | Bureaux agricoles communaux |
| BEJV | Société haïtienne d'ingénierie |
| BID | Banque interaméricaine de développement |
| BRL | Société française d'ingénierie (BRL Ingénierie) |
| BV | bassin versant |
| CA | classe d'occupation du sol - cultures agricoles continues |
| CASEC | Conseil d'Administration de la Section Communale |
| CATI | Centre d'analyse et de traitement de l'information (sous la DGSC) |
| CATIE | Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza |
| CCPC | Comités communaux de protection civile |
| CD | classe d'occupation du sol - cultures agricoles discontinues |
| CDGRD | Comité Départemental de Gestion des Risques et des Désastres |
| CIAT | Comité interministériel d'aménagement du territoire |
| CLPC | Comités locaux de protection civile |
| cm | centimètre |
| CMRD | canal maître rive droite |
| CNGRD | Comité national de gestion des risques et des désastres |
| CNIGS | Centre National de l'Information Géo-Spatiale |
| CRS | Catholic Relief Services |
| DD | direction départementale |
| DDA | Direction départementale de l'agriculture |
| DDAA | Direction Départementale Agricole de l'Artibonite |
| DDE | Direction départementale de l'environnement |
| DG | direction générale |
| EDH | Électricité d'Haïti |
| FEM | Fonds pour l'environnement mondial |
| GPS | Global Positionning System |
| GRN | Grande Rivière du Nord |
| GTZ | Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Coopération technique allemande) |
| H | hauteur |
| ha | hectare |
| HP | pieu d'acier en forme de H (H-shaped Steel Bearing Piles) |
| HTG | gourde haïtienne |
| IDB | Interamerican Development Bank (BID en français) |
| IHSI | Institut haïtien de statistique et d'informatique |
| m | mètre |
| M | million |
| MARNDR | Ministère de l'Agriculture, des ressources naturelles et du développement Rural |
| MDE | Ministère de l'Environnement |
| mm | millimètre |
| MPa | méga pascal |
| ODN | Organisation de Développement du Nord |
| ODVA | Organisation de développement de la vallée de l'Artibonite |
| ORE | Organisation pour la Réhabilitation de l'Environnement |
| OXFAM | Organisation non gouvernementale (Community-Based Development Organization) |

| | |
|---|---|
| p. | page |
| PANA | Plan d'action national d'adaptation |
| PIA-EQ | Programme d'intensification agricole Ennery-Quinte |
| PMDN | Programme de mitigation des désastres naturels |
| PMDN I | Phase I du Programme de mitigation des désastres naturels |
| PMDN II | Phase II du Programme de mitigation des désastres naturels |
| PNUD | Programme des Nations Unies pour le développement |
| PROGEBA | Programme de gestion de l'eau dans le bassin de l'Artibonite |
| psi | livre-force par pouce carré (Pound force per square inch) |
| RE | risque élevé |
| RF | risque faible |
| RGA | Recensement général de l'agriculture |
| RM | risque moyen |
| SAU | superficie agricole utile |
| SC | section communale |
| SIG | système d'information géographique |
| TdR | termes de référence |
| TRI | taux de rendement interne |
| UC | classe d'occupation du sol - urbain continu |
| UD | classe d'occupation du sol - urbain discontinu |
| UNEP | United Nations Environment Programme |
| UNICEF | United Nations Children's Fund |
| UPMP | Unité de passation des marchés publics |
| USAID | U.S. Agency for International Development |
| VA | valeur ajoutée |
| VAN | valeur actuelle nette |
| WMO | Organisation météorologique mondiale (World Meteorological Organization) |

# Résumé exécutif

Ce rapport a été préparé pour le compte du Programme de Mitigation des Désastres Naturels (PMDN) dans le cadre des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Acul Dubreuil et Artibonite qui constitueront la zone d'intervention de la deuxième phase du programme (PMDN II).

Ce premier rapport des études préparatoires a pour objet de fournir une analyse des risques associés aux pluies exceptionnelles sur ces bassins versants, d'établir les courbes de dommages associées aux inondations et de faire l'évaluation ex-post de quatre grands ouvrages de protection riveraine construits dans le cadre du PMDN I en aval des bassins versants Artibonite (trois ouvrages : sites Bas-la-Crête, Macaisse et Bertrand) et Cavaillon (un ouvrage : site Maniche).

Soumis dans sa version préliminaire le 15 juin 2015, ce 1er Rapport a été soumis dans sa version finale le 13 juillet 2015, suite aux commentaires du Client. Le présent document représente la révision de cette version finale qui fait suite à l'atelier de restitution du 24 août 2015. Cette révision d'août 2015 remplace et annule la précédente version.

Parmi les activités réalisées et décrites dans le cadre de ce premier rapport, il peut être mentionné :

- la collecte de document de référence ainsi que de données numériques, cartographiques et météorologiques;
- de nombreuses rencontres avec les intervenants nationaux et départementaux, que ce soit à Port-au-Prince, à Cayes, aux Gonaïves et à Cap-Haïtien;
- des rencontres avec les autorités locales et services décentralisés de l'état haïtien (mairies, CASEC et BAC);
- la visite des bassins versants et de nombreux sites jugés prioritaires par les intervenants;
- la réalisation d'une enquête auprès de ménages victimes d'inondation au cours des dernières années;
- le traitement des données géospatiales résultant des enquêtes afin de délimiter sur chaque bassin versant les aires d'inondations selon leur période de retour (carte d'exposition au risque d'inondation), d'établir les courbes de probabilité des dommages et d'évaluer les pertes dues aux inondations;
- l'analyse coût-bénéfice des ouvrages de protection riveraine construits dans le cadre du PMDN I.

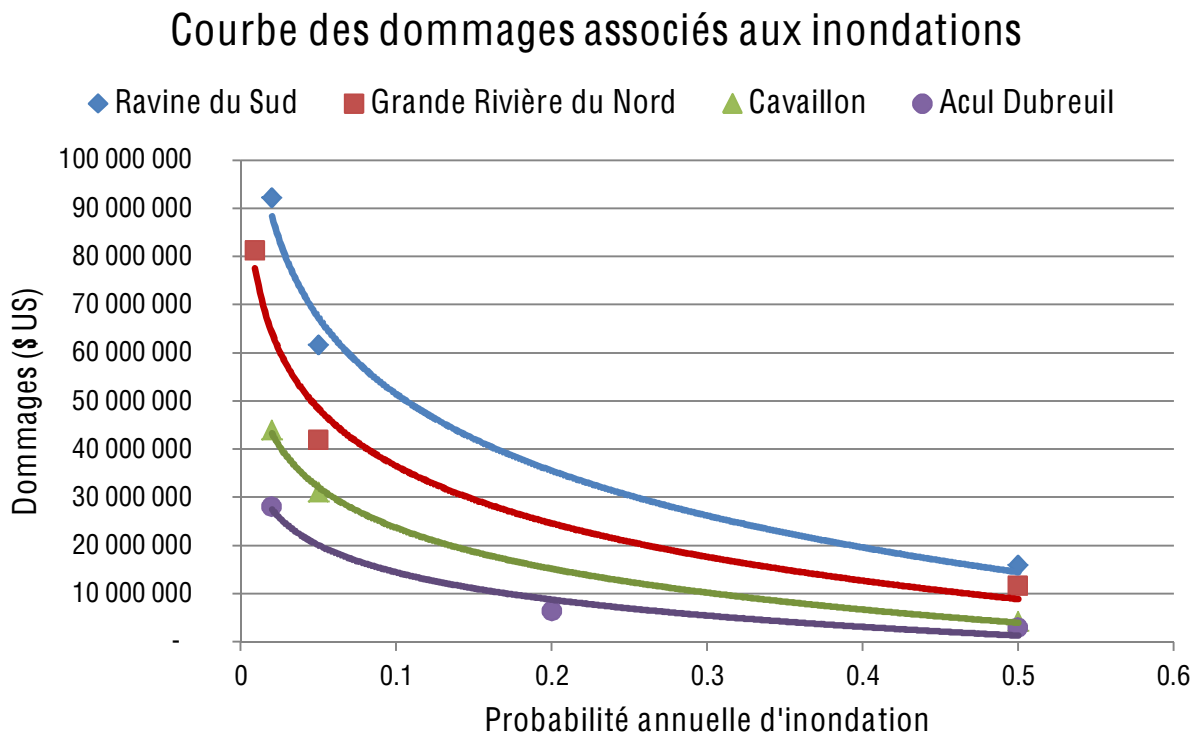
Tous les bassins versants visités et en particulier les sites prioritaires identifiés par les intervenants nationaux, départementaux et locaux ont été le théâtre d'inondations périodiques causant des pertes, plus ou moins importantes selon le bassin versant, de biens (maisons, ateliers, entrepôts, places publiques, marchés, etc.), d'animaux domestiques et d'élevage, de cultures agricoles et, dans certains cas, de vies humaines.

Sur la base des données géospatiales obtenues du CNGIS (limite des bassins versants et sous-bassins versants, occupation du sol, densité du bâti, photographies aériennes et images satellitales) et des statistiques agricoles du Recensement Général Agricole de 2009, une approche statistique a permis la distribution des enquêtes sur 12 types de polygones de recoupement du niveau de risque et de l'occupation du sol afin d'obtenir une image précise des victimes des inondations, des niveaux de submersion et la nature des dommages aux biens et aux principales activités agricoles. Au total, plus de 1 200 enquêtes ont été réalisées sur les bassins versants Acul Dubreuil, Cavaillon, Ravine du Sud et Grande Rivière du Nord.

Parmi les événements pluvieux dont ont été victimes les ménages enquêtés, il a été mentionné de façon presque systématique les ouragans Sandy (octobre 2012), Tomas (novembre 2010), Dennis (juillet 2005), Gustav (août 2008) pour les bassins versants du sud, ainsi qu'Hanna (2008) pour le bassin versant Grande Rivière du Nord dans le nord. Les pluies torrentielles de février 2010 dans le sud et, en plus, novembre 2014 et 2012 dans le nord, ont aussi été citées à de nombreuses reprises.

Les fréquences estimées de ces événements pluvieux ont été estimées à l'aide de diverses références consultées et d'analyse statistique des données pluviométriques disponibles, permettant que soient redessinées les cartes d'exposition au risque lié aux inondations. Sur la base des dommages causés par ces inondations et

relevés dans les enquêtes, les courbes des pertes et dommages ont été construites pour les bassins versants de Cavaillon, Ravine du Sud, Acul Dubreuil et Grande Rivière du Nord :




Ces courbes des dommages associés aux inondations ont été exploitées au cours de la seconde phase de la présente étude afin d'estimer les dommages évités par les futurs projets d'infrastructures sur les sites jugés prioritaires.

À ce stade, ces courbes nous permettent tout de même de constater, tel qu'attendu, que les bassins versants caractérisés par une plus grande concentration riveraine des cultures agricoles denses et de l'urbain continu ou discontinu présentent les dommages les plus importants. Le bassin versant de Ravine du Sud, avec la ville de Cayes à son aval, montre l'impact économique des inondations le plus important.

L'analyse coût-bénéfice des ouvrages de protection riveraine réalisés en première phase du PMDN a permis de mettre en évidence les taux de rendement interne (TRI) et valeur actualisée nette (VAN à 12 %) suivants en comparant un scénario avec et sans projet :

| Ouvrages | Nature de l'ouvrage | Coût d'investissement | Durée estimée de vie utile | TRI | VAN |
|---|---|---|---|---|---|
| Bas-la-Crête | Protection riveraine en mur berlinois (251 m) | 3 752 621 $US | 20 ans | 64 % | 32 121 066 $US |
| Macaisse | Protection riveraine en mur berlinois (148 m) | 2 717 661 $US | 20 ans | 66 % | 23 150 723 $US |
| Bertrand | Protection riveraine en mur berlinois (137 m) | 1 888 544 $US | 20 ans | 77 % | 22 372 710 $US |
| Maniche | Reprofilage/surcreusement du lit de la rivière Cavaillon et protection riveraine en ouvrage gabionnés | 5 509 824 $US | 15 ans | 0 % | (2 265 186) $US |

Pour les sites de l'Artibonite (Bas-la-Crête, Macaisse et Bertrand), le scénario proposé est celui où, sans projet, le bris du canal surviendrait dans 5 ans et s'en suivrait un réajustement des spéculations agricoles dans la zone auparavant irriguée. Cette modification de l'assolement pratiqué afin de s'ajuster à l'arrêt de l'irrigation et donc priorisant les spéculations pluviales (abandon des cultures rizicoles entre autres) entraîne invariablement des pertes économiques. Pour Maniche, le scénario retenu est celui où la construction des ouvrages gabionnés de protection riveraine permettra de réduire significativement l'impact des crues de période de retour inférieure ou égale à 10 ans au cours des 15 prochaines années, lesquelles correspondent à la durée de vie utile d'ouvrage gabionné de ce type.

Dans le cas des sites de l'Artibonite, au vu des VAN extrêmement positives, aucune analyse de sensibilité n'a été effectuée. En ce qui a trait au site de Maniche, les analyses de sensibilité ne révèlent aucun scénario où la VAN serait positive.

La base de données, le système d'information géographique et les fichiers numériques de calcul des TRI et VAN ont été élaborés afin que de nouvelles simulations puissent être faites selon les besoins d'analyse de la prochaine étape de cette étude.

# 1 Introduction

## 1.1 Objet du rapport

Le présent document constitue le Premier Rapport relatif à la Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil conformément à l'octroi du contrat à la firme AECOM par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR). Ce contrat a été octroyé à la suite d'un appel d'offres public de services professionnels et d'un processus de sélection de firmes par le Bureau de l'Unité de Passation des Marchés Publics (UPMP) de la République d'Haïti.

Les différentes clauses régissant le contrat entre AECOM et le MARNDR ont été négociées début décembre 2014 et un contrat définitif a été signé entre les deux parties le 16 décembre 2014. Le 28 janvier 2015, le Coordonnateur du Programme de Mitigation des Désastres Naturels (PMDN) a notifié à AECOM le démarrage de l'étude au 1er février 2015. Le chef de mission et l'expert en environnement d'AECOM sont arrivés à Port-au-Prince les 2 et 3 février 2015 respectivement pour un démarrage effectif du mandat. Un avenant a été signé entre les deux parties le 23 février 2015 portant sur un réaménagement de l'envergure du mandat (suppression du bassin versant Quinte de la zone d'étude) et du calendrier de paiement.

Une note méthodologique présentant une réactualisation de la démarche méthodologique et du chronogramme de travail pour la réalisation du mandat a été fournie au PMDN le 20 février 2015 et approuvée par la suite.

Le présent Premier Rapport a pour objet de fournir une analyse des risques associés aux pluies exceptionnelles, d'établir les courbes de dommages associés aux inondations et de faire l'évaluation ex-post des quatre grands ouvrages construits dans le cadre du PMDN I en aval des bassins versants dans l'Artibonite et à Maniche.

Soumis dans sa version préliminaire le 15 juin 2015, ce 1er Rapport a été soumis dans sa version finale le 13 juillet 2015, suite aux commentaires du Client. Le présent document représente la révision de cette version finale qui fait suite à l'atelier de restitution du 24 août 2015. Cette révision d'août 2015 remplace et annule la précédente version.

## 1.2 Contenu du rapport

En conformité avec les termes du contrat, le rapport détaille l'établissement de la situation de référence des risques associés aux pluies exceptionnelles pour les bassins versants à l'étude par le biais des enquêtes terrain et propose l'évaluation ex-post des ouvrages réalisés de la première phase du PMDN. Outre la présente introduction, le document est structuré comme suit :

- le chapitre 2 présente le cadre de l'étude (contexte, objectifs et aires d'étude);
- le chapitre 3 traite de la collecte et de l'analyse des informations secondaires recueillies;
- le chapitre 4 donne un résumé des travaux terrain effectués dans le cadre du mandat;
- le chapitre 5 présente l'établissement de la situation de référence des risques;
- le chapitre 6 donne l'analyse coût-bénéfice des ouvrages réalisés lors du PMDN I.

Les annexes qui accompagnent ce rapport fournissent des détails sur plusieurs aspects traités dans le document.

# 2 Contexte, objectifs et aire d'étude

## 2.1 Mise en contexte

En 2009, la République d'Haïti a obtenu un don de 30 millions $US de la Banque Interaméricaine de Développement (BID) pour financer des ouvrages destinés à prévenir les inondations et à promouvoir un développement agricole durable dans trois bassins versants : Cavaillon, Grande Rivière du Nord et Ravine du Sud. Ce Programme de Mitigation des Désastres Naturels (PMDN) a contribué à la réalisation de travaux publics sur un espace couvrant une superficie équivalente à 6 % du territoire haïtien. Ces ouvrages ont profité à 360 000 résidents des trois bassins versants. Les ouvrages avaient pour but de limiter les flux torrentiels et de protéger les infrastructures et les biens immobiliers exposés aux inondations ou aux glissements de terrain.

Le projet a fourni aussi un soutien direct visant à promouvoir une agriculture durable dans les bassins versants. En effet, le PMDN a versé des subventions à des groupements de producteurs légalement reconnus et remplissant les critères exigés ou à des agriculteurs indépendants dans les parties les plus vulnérables des bassins versants s'ils acceptaient d'adopter des pratiques agricoles de lutte contre l'érosion. Initialement, les ouvrages financés visaient à réduire à hauteur de 20 % l'intensité des inondations dans les trois bassins versants et à augmenter de 20 % le couvert végétal permanent.

Parallèlement au PMDN, le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) et le Ministère de l'Environnement ont mis en œuvre d'autres programmes de protection et de mise en valeur de bassins versants :

- Programme d'intensification agricole Ennery-Quinte (PIA-EQ);
- Programme de gestion de l'eau dans le bassin de l'Artibonite (PROGEBA);
- Programme de gestion des hauts bassins versants du Sud-Ouest d'Haïti (Macaya);
- Protection de l'agriculture contre les chocs climatiques dans la boucle Centre-Artibonite.

Au travers de ces programmes, plusieurs études, diagnostics et plans d'aménagement des bassins versants ont été élaborés afin d'orienter les investissements prioritaires de ces différents programmes. Ces études, ainsi que l'exécution des projets, ont permis d'observer que les besoins en termes d'aménagements sont largement supérieurs aux ressources disponibles dans le cadre des différentes opérations. Il est donc envisagé de préparer une deuxième phase du programme PMDN afin de répondre en partie aux besoins identifiés en termes d'infrastructures de protection (amont et aval) dans les bassins versants de Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite (St-Raphael, St-Michel de l'Attalaye et la partie aval du barrage de Canneau) et dans la partie aval du bassin versant d'Acul Dubreuil.

## 2.2 Objectifs de l'étude

Les objectifs de l'étude confiée à AECOM sont :

i. réaliser une évaluation économique (coût-bénéfice) des ouvrages de protection riveraine réalisés dans le cadre de la première phase du PMDN sur le site de Maniche dans le bassin versant de Cavaillon et sur trois sites (Bas-la-Crête, Macaisse et Bertrand) dans le bassin versant de l'Artibonite;

ii. identifier, caractériser, dimensionner et prioriser par le biais de critères technico-économiques les infrastructures de protection de bassin versant à développer en amont et aval des bassins versants de Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite (St-Raphael, St-Michel de l'Attalaye et la partie aval du barrage de Canneau) et la partie aval du bassin versant Acul Dubreuil.

## 2.3 Localisation et étendue de la zone d'étude

Les bassins versants concernés par l'étude sont : Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite, et Acul Dubreuil. Le **Tableau 2.1** présente, par bassin versant, les communes, les sections communales et les sous-bassins versants concernés de même que les structures à protéger, tels que présentés dans les TdR du contrat et repris dans la note méthodologique de février 2015.

**Tableau 2.1 : Aires d'intervention de l'étude**

| Bassins versants | Communes | Sections communales | Sous bassins versants | Structures à protéger |
|---|---|---|---|---|
| Ravine du Sud | Camp Perrin | 3e Tibi-d'Avezac | Bras Gauche | Ville de Camp Perrin, Périmètre d'Avezac |
| | | 2e Champlois | Amont Roucou | Barrage de Saut Mathurine |
| Cavaillon | Maniche | 2e Melon, 3e Dory | Sous bassins Rivière Bœuf et Dory | Bourg de Maniche |
| | Cavaillon | 4e Marc-Henry, 5e Laroque | Rivières Laroque et Marc Henry | Ville et pont de Cavaillon |
| Artibonite | St Raphaël | 1e section Bois neuf, 2e Mathurin, ***6e Lamine*** [(a)] | Rivière Bouyaha | Périmètre irrigue de St Raphael |
| | St Michel de l'Attalaye | Aire située entre: i) limites communale de St Michel au Nord et à l'Est, ii) route St Michel-Ennery à l'Ouest et, iii) route St Michel – St Raphaël au Sud | | Route St Michel-Ennery et St Michel – St Raphaël |
| | Petite Rivière et De Chapelle | 3e Labady et ***1e Verrettes*** [(b)] respectivement | Aval du Fleuve Artibonite (Canneau) | Canaux d'irrigation et autres structures économiques |
| Grande Rivière du Nord | Grande Rivière du Nord | 3e Caracol | Sous bassin Caracol | Ville de G. Rivière du Nord |
| | Quartier Morin | 1e Basse Plaine | Aval BV GRN | Périmètre irrigué Bord de Mer - Limonade |
| | | 3e Morne Pelé | | |
| | Limonade | 1e Basse Plaine | | |
| Acul Dubreuil | Chantal | 3e Carrefour Canon | Ravine Casse | Périmètre irrigué de Dubreuil, Ville d'Arniquet |

(a) Selon les données du recensement de 2012[1], il n'existe pas de section communale 6e Lamine dans la commune de St-Raphaël.
(b) Selon les données du recensement de 2012[1], il n'existe pas de section communale 1e Verrettes dans la commune de De Chapelle.

Pour les bassins versants de Ravine du Sud, Cavaillon et Grande Rivière du Nord, l'étude portera sur l'ensemble des bassins versants, tant dans leurs parties aval qu'amont. Dans le cas du bassin versant Artibonite, l'étude se concentrera en amont sur une partie des communes de St-Raphaël et St-Michel de l'Attalaye, ainsi que le long des berges du fleuve Artibonite en aval du barrage de Canneau. Pour le bassin versant Acul Dubreuil, l'étude se limitera à la partie aval du bassin versant.

La **Figure 2.1** situe, au niveau du pays, l'étendue des zones d'intervention dans les différents bassins versants concernés par l'étude.

[1] Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique (IHSI) / DSDS, 2012. Population totale, population de 18 ans et plus, ménages et densités estimés en 2012. Ministère de l'Économie et des Finances, Haïti, 113 pages.

**Légende**

- Bassin versant
- Zone d'intervention
- Limite de département

1:1 000 000

0 5 10 20 30 km

Projection: Universal Transverse Mercator, zone 18
Datum : NAD83

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP,

**Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR)**

*Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil*

Figure 2.1
Localisation des zones d'intervention à l'intérieur des bassins versants concernés par l'étude

Juillet 2015

AECOM

K:\CAM\TL2\Projets\60359068_Haiti_5_BV\900-Travaux\902\04\28-Geomatique\05_produit\RAPPORT_Juillet2015\MXD\Figure 2.1 - Localisation de l'étendue des zones d'intervention dans les bassins versants concernés par l'étude.mxd

# 3 Collecte des données

De concert avec le MARNDR et la BID, AECOM a réalisé une collecte de la documentation requise pour réaliser les travaux d'analyse pour chacun des bassins versants concernés par l'étude. À la date de production du présent rapport, un nombre considérable de documents ont été collectés. Parmi ceux-ci, on dénombre :

- des documents de référence générale;
- des documents concernant les bassins versants;
- et des données numériques, cartographiques et météorologiques.

Les principaux documents de référence générale collectés sont présentés au **Tableau 3.1**.

**Tableau 3.1 : Principaux documents de référence générale collectés lors de l'étude**

| Source | Titre de données/document | Type | Description du contenu |
|---|---|---|---|
| BID | Guidelines for the Economic Analysis of IDB-Funded Projects, June 2012, 47 p. | Manuel | Lignes directrices de l'approche et des éléments à considérer dans une analyse coût-bénéfice pour les projets de la BID |
| BID | Indicators of Disaster Risk and Risk Management – Program for Latin America and the Caribbean. Technical Notes, IDB-TN-169, 2011, 52 p. | Note technique | Traite des indicateurs de risques et de la gestion du risque. Indices : Déficit face aux désastres, Vulnérabilité prévalente et Indice de gestion du risque |
| Reinhard Mechler | Cost-benefit Analysis of Natural Disaster Risk management in Developing Countries, GTZ, August 2005, 84 p. | Manuel | Présentation de l'approche et des éléments à considérer dans une analyse coût-bénéfice + 2 études de cas |
| Kuriakose et al. | Assessing Vulnerability and Adaptative Capacity to Climate Risks : Methods for Investigation at Local and National Levels, Word Bank, Paper no. 116, May 2009, 27 p. | Publication | Présentation d'une approche participative pour l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques + leçons tirées |
| Richard Guillande | Analyse de la vulnérabilité du secteur de l'eau au changement climatique. PNUD, Avril 2013, 353 p. | Rapport | Bilan sur l'état initial du secteur de l'eau et de ses vulnérabilités, projection de l'évolution du stress hydrique et mesures d'adaptation |
| Arnaud-Fassetta et al. | Géomorphologie fluviale et gestion des risques fluviaux. Géomorphologie : relief, processus, environnement. 2009 no. 2, p. 109-128 | Publication | Dresse un bilan en matière d'analyse des risques fluviaux et donne des exemples d'actions innovantes pour la prévention des crues |
| ACTED | Situation économique et endettement des ménages haïtiens / Port-au-Prince & Léogane | Rapport | Enquête ayant pour but d'améliorer la compréhension du niveau et de la structure de l'endettement des ménages haïtiens en zone urbaine et rurale sur le plan domestique comme professionnel |
| CATI/PNUD | Guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de gestion des Bassins Versants d'Haïti, Juillet 2012, 174 p. | Manuel | Concepts de base en gestion de BV, étapes d'élaboration d'un plan de gestion de BV, suivi-évaluation, faisabilité sociale |
| MDE/Haïti | Plan d'Action pour l'Environnement (PAE). Commission Interministérielle sur l'Environnement. Juin 1999, 78 p. | Manuel | Présentation du PAE : contexte, cadre stratégique et opérationnel, mise en œuvre du PAE : cadre légal/institutionnel, financement, suivi-évaluation |
| MDE/Haïti | Plan d'Action National d'adaptation (PANA). GEF/FEM, UNICEF, UNEP. 62 p. | Manuel | Présentation du PANA : la méthodologie, le cadre de référence, les besoins essentiels et les activités prioritaires |
| IHSI/Haïti | Population totale, population de 18 ans et plus, ménages et densités estimées en 2012, Janvier 2012, 113 p. | Rapport | Données générales de population pour le pays et ses divisions administratives (département, arrondissement, communes, sections communales) |

| Source | Titre de données/document | Type | Description du contenu |
|---|---|---|---|
| MARNDR | Recensement Général de l'Agriculture (RGA) – 2008-2009. Résultats provisoires – Département du Sud. 2012, 208 p. | Rapport | Données sur la production agricole (type de culture, superficies, équipements, etc.) du Département du Sud |
| MARNDR | Recensement Général de l'Agriculture (RGA) – 2008-2009. Résultats provisoires – Département du Nord. 2012. 211 p. | Rapport | Données sur la production agricole (type de culture, superficies, équipements, etc.) du Département du Nord |

Les principaux documents concernant les bassins versants à l'étude sont présentés au **Tableau 3.2**.

**Tableau 3.2 : Principaux documents concernant les bassins versants à l'étude**

| Source | Titre de données/document | Bassin Versant | Description du contenu |
|---|---|---|---|
| Artelia | PMDN - Évaluation intégrée des alternatives de développement du bassin versant de l'Artibonite, focalisée sur les usages multiples de l'eau. Premier Rapport. Juin 2013, 263 p. + Annexes | Artibonite | Contexte haïtien et dominicain, situation actuelle du bassin versant, grands enjeux et orientations stratégiques pour la poursuite de l'étude |
| Artelia | PMDN - Évaluation intégrée des alternatives de développement du bassin versant de l'Artibonite, focalisée sur les usages multiples de l'eau. Deuxième Rapport. Janvier 2014, 142 p. + Annexes | Artibonite | Méthodologie d'analyse coût-bénéfice de scénarios d'aménagement, résultats de l'enquête terrain, courbes d'endommagement, évaluation environnementale du bassin versant, conclusion |
| Artelia | PMDN - Évaluation intégrée des alternatives de développement du bassin versant de l'Artibonite, focalisée sur les usages multiples de l'eau. Rapport Final. Mai 2014, 100 p. + Annexes | Artibonite | Cadrage des simulations des scénarios d'investissement, résultats des simulations hydriques et économiques, conclusion et recommandations |
| Bellande A. - Félix Duvelson | Étude préparatoire pour des investissements favorisant la résilience au changement climatique dans la zone de St Michel de l'Attalaye et St Raphael. PMDN. Novembre 2014, 52 p. | Artibonite | Description détaillée du milieu, propositions d'intervention pour le projet d'investissements : cadre général, recherche agricole, infrastructures de protection, interventions complémentaires |
| Bellande et al. | Préparation du dossier d'infrastructures dans le haut bassin versant. Programme de Gestion de l'Eau dans le Bassin de l'Artibonite. Septembre 2013, 21 p. | Artibonite | Choix de micro-bassins, caractérisation de la zone d'intervention, structures à mettre en place et valorisation, risques pour l'exécution et mesures à envisager |
| Oxfam-Québec + crc sogema | Rapport de l'étude diagnostique – Haïti. Projet binational de réhabilitation du bassin versant du fleuve Artibonite, dans la zone frontalière entre Haïti et la République dominicaine. Décembre 2006. 227 p. | Artibonite | Description du bassin versant : aspects biophysiques et socioéconomiques, classification du territoire, systèmes de production et vulnérabilité, cadre institutionnel et organisationnel, constats et recommandations |
| BEJV | Rapport final de supervision. Travaux de protection des berges du fleuve de l'Artibonite : Sites de Bala Crête (Lot 1), Marcaisse (Lot 2), Siphon Villard (Lot 3) et Bertrand (Lot 4). PMDN. 2014, 338 p | Artibonite | Rapport d'exécution de travaux |
| LGL Génie Conseil | Rapport mensuel No 1 – Supervision des travaux de protection des berges au niveau du fleuve Artibonite au site de Bas la Crête. PMDN. 2014, 27 p. | Artibonite | Rapport d'exécution de travaux |
| LGL Génie Conseil | Rapport mensuel No 3 (Final) – Supervision des travaux de protection des berges au niveau du fleuve Artibonite au site de Bas la Crête. PMDN. 2014, 36 p. | Artibonite | Rapport d'exécution de travaux |
| CIAT | Haïti Demain – Boucle Centre-Artibonite : Objectifs et stratégies territoriales pour la reconstruction. 2010, 82 p. | Artibonite | La route, le territoire, les hommes, les projets : le développement communal, le programme d'investissements, la gouvernance |

| Source | Titre de données/document | Bassin Versant | Description du contenu |
|---|---|---|---|
| Tecsult | Étude de protection contre les inondations dans la vallée de l'Artibonite | Artibonite | Diagnostic des causes d'inondation et analyse des possibilités d'aménagements. Élaboration des APD et DAO pour les aménagements retenus. |
| Montrose et al. | Études des structures de protection du bassin versant la Grande Rivière du Nord. PMDN. Juin 2012, 244 p. | Grande Rivière du Nord | Description du bassin versant, proposition d'ouvrages de protection : micro-retenues et seuils, coûts, stratégie de mise en œuvre |
| OXFAM-CATIE | Projet d'études et élaboration de plans d'aménagement de quatre bassins versants dans le cadre du PMDN en Haïti : Plan d'aménagement, Priorisations des interventions, Étude du génie rural et Carte des ouvrages pour le bassin versant Grande Rivière du Nord. PMDN, Décembre 2011 | Grande Rivière du Nord | Vision, mission et horizon du plan d'aménagement, présentation du plan d'aménagement (5 programmes), coûts et mise en œuvre du plan d'aménagement, proposition et priorisation des sites d'intervention, choix et nature des structures à mettre en place |
| La SOVAZA & CO | Étude : Conception/montage de dossiers techniques en vue de la construction d'ouvrages (seuil en pierres sèches, gabions, maçonnerie et micro-retenue) dans les ravines identifiées des sous bassins versants Jolitrou, Cormier, Gambade et rive droite de la rivière Marianne du bassin versant de la Grande Rivière du Nord. PMDN. Mars 2014, 179 p. | Grande Rivière du Nord | Méthodologie de l'étude, description du milieu biophysique, caractéristiques techniques des ouvrages, profils de certains tronçons du réseau hydrographique, géo-référencement des ouvrages de protection, volume d'eau ruisselé, dimensionnement des ouvrages, coûts des ouvrages |
| Georges J. B. | Projet de renforcement des berges de la rivière de Cavaillon à Maniche. PMDN. Octobre 2012, 22 p. | Cavaillon | Problématique, description des travaux à réaliser, métré des travaux, devis estimatif, documents d'appel d'offres |
| Montrose et al. | Étude des ouvrages de protection du sous-bassin de la rivière Opaque. PMDN. Décembre 2012, 111 p. | Cavaillon | Méthodologie de l'étude, milieu biophysique, contexte socio-économique, proposition d'ouvrages de protection, coûts |
| CIAT | Haïti – Demain : Étude sur la Résilience de la Ville des Cayes face au Risque d'Inondations. Décembre 2014, 48 p. | Ravine du Sud | Méthodologie, étude technique - scénarios, résultats, conclusion |
| OXFAM-CATIE | Projet d'études et élaboration de plans d'aménagement de quatre bassins versants dans le cadre du PMDN en Haïti - Plan d'aménagement, Étude diagnostic, Gestion des bassins versants et plan de zonage, Priorisations des interventions et Carte des ouvrages pour les bassins versants Acul Dubreuil, Cavaillon et Ravine du Sud. PMDN, Décembre 2011 | Acul Dubreuil, Cavaillon et Ravine du Sud | Synthèse du diagnostic, approche stratégique, planification, stratégie d'exécution, suivi du plan d'aménagement, coûts et mise en œuvre du plan d'aménagement, proposition et priorisation des sites d'intervention |
| OFDA/ USAID - CRS | Draft du rapport de l'étude d'identification de menaces au niveau de 18 communes du département du Sud d'Haïti. Projet de renforcement de la capacité du Comité Départemental de Gestion des Risques et des Désastres (CDGRD). Février 2014, 70 p. | Acul Dubreuil, Cavaillon et Ravine du Sud | Objectifs de l'étude, méthodologie de l'étude, liste des contraintes, résultats de l'évaluation des menaces, conclusion + série de 18 cartes de vulnérabilité (1 carte/commune) |
| MED/BID | Évaluation environnementale et recommandations pour la gestion environnementale et sociale du programme. Programme de Gestion Durable des hauts Bassins Versants du Sud-Ouest d'Haïti – Parc Naturel de Macaya. Avril 2013, 90 p. | Artibonite, Des Cayes et Grande Rivière du Nord | Description du programme, cadre biophysique et socio-économique des BV cibles, cadre juridique, réglementaire et administratif, impacts positifs, impacts négatifs, PGES, dispositions institutionnelles, consultations publiques, coûts, conclusion et recommandations |
| BRL | Établissement des lignes de base pour le suivi évaluation, PMDN. Mars 2013 | Artibonite, Cavaillon et GRN | Principes généraux du suivi-évaluation, indicateurs d'impacts, de résultats et de réalisations, recommandations pour la maîtrise d'œuvre |

| Source | Titre de données/document | Bassin Versant | Description du contenu |
|---|---|---|---|
| PMDN | Rapports semestriels (4) d'exécution du PMDN, Janvier-Juin 2013, Juillet-Décembre 2013, Janvier-juin 2014, Juillet-Décembre 2014 | Artibonite, Cavaillon et GRN | Résumé exécutif, mise en contexte, état d'avancement, administration et gestion financière, état d'avancement du PPM, solutions proposées aux problèmes de fonds |
| Bellande et al. | Revue Intermédiaire – Programme de Mitigation des Désastres Naturels (PMDN). Novembre 2013, 33 p. | Artibonite, Cavaillon et GRN | Contexte de la revue, zones d'intervention, situation actuelle, évaluation des résultats, recommandations, ajustements et nouvelles orientations |

À cette documentation s'ajoute la collecte de données numériques/cartographiques (couches SIG : densité de l'habitat, courbes d'inondations, etc.), de photographies aériennes et de données pluviométriques (**Tableau 3.3**).

**Tableau 3.3 : Principales données cartographiques, photographies aériennes et données météorologiques collectées au cours de l'étude**

| Source | Titre de données/document | Type | Commentaire/Observation |
|---|---|---|---|
| Site internet Haïti Référence | Liste des désastres naturels en Haïti (Inondations, cyclones et ouragans), Février 2015 | Liste | http://www.haiti-reference.com |
| CNIGS | Données cartographiques (couches SIG, etc.)<br>• Limite administrative (département, commune, section communale)<br>• Réseau hydrographique<br>• Réseau routier<br>• Occupation du sol<br>• Densité de l'habitat<br>• Limites d'inondation vs récurrence<br>• Etc. | Shape file | Qualité satisfaisante. Ajustements fréquents requis, notamment pour les courbes d'inondation. |
| CNIGS | Photographies aériennes 2010<br>• Artibonite<br>• Acul Dubreuil<br>• Cavaillon<br>• Grande Rivière du Nord<br>• Ravine du Sud | Photos | Document relativement récent. Bonne qualité de résolution. |
| CNIGS | Données météorologiques mensuelles<br>• Cap Haïtien (1907 – 2009)<br>• Les Cayes (1863 – 2009)<br>• Grande Rivière du Nord (1912 – 1968)<br>• Saint-Michel (1922 – 1988)<br>• Saint-Raphaël (1925 – 1983)<br>• Camp Perrin (1930 – 1970)<br>• Cavaillon (1910 – 1988) | Fichier Excel | Données mensuelles non exploitables pour l'estimation des crues. Série incomplète et discontinue. |
| ORE | Données météorologiques journalières (1993 – 2014) | Fichier Excel | Données complètes. Faciles à exploiter |

Les courbes d'inondations obtenues du CNIGS ont requis des ajustements importants afin de les rendre plus conformes aux différents reliefs et conditions locales observées sur le terrain. Au niveau des données pluviométriques, seules les données quotidiennes de Camp Perrin obtenues de l'ONG ORE ont pu être utilisées.

Une liste complète des documents collectés à ce jour est donnée à l'**Annexe 1**. L'ensemble des documents disponibles se trouve sur un site internet type ftp (GoogleDrive©)[2] accessible avec mot de passe.

[2] https://drive.google.com/folderview?id=0B616dXYI5AzZZl9kQVpUdXFudFE&usp=sharing

# 4 Travaux terrain

Les travaux terrain ont été réalisés en deux étapes. La première étape a consisté à rencontrer les différents intervenants et, entre autres, à effectuer des visites de sites en leur compagnie afin d'être guidé sur les zones problématiques. La deuxième étape a concerné la réalisation d'une enquête auprès de plus de 1200 ménages afin de recueillir des données sociodémographiques ainsi que des données sur les pertes et dommages subis lors d'inondation ayant touché les enquêtés. Les paragraphes ci-dessous décrivent en détail ces deux étapes.

## 4.1 Rencontres avec les intervenants et visites de sites

### 4.1.1 Rencontre avec les intervenants

Les principaux intervenants concernés par la réalisation de l'étude ont été préalablement identifiés avec le PMDN et la BID et ont fait l'objet de rencontres semi-structurées lors de la mission terrain. Sur la base de sa connaissance du terrain et des domaines concernés par l'étude, AECOM a élaboré une grille d'entrevue présentée à l'**Annexe 2**. Les principaux points abordés avaient trait aux thèmes suivants :

- présentation du mandat d'AECOM et objectifs de l'étude;
- rappel sur les activités (3 composantes) du PMDN I;
- problématiques rencontrées dans le BV et ''vocation'' du BV;
- comité de gestion de bassin versant et/ou Comité de gestion de sous bassin;
- sites prioritaires pour la protection contre les inondations et protection de ravines (PMDN II).

Les institutions, structures et parties prenantes rencontrées au niveau national et départemental ont été les suivantes :

| | |
|---|---|
| • Direction du projet PMDN | Port-au-Prince |
| • Direction du projet PROGEBA | Port-au-Prince |
| • Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire | Port-au-Prince |
| • Centre National d'Information Géo-Spatiale | Port-au-Prince |
| • Direction Dép. de l'Agriculture (DDA) du Sud | Cayes |
| • Direction Dép. de l'Environnement (DDE) du Sud | Cayes |
| • Comité Départemental de Gestion des Risques et des Désastres du Sud | Fonfrède |
| • Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire (CIAT) du Sud | Camp-Perrin |
| • Direction Dép. de l'Agriculture (DDA) de l'Artibonite | Gonaïves |
| • Direction Dép. de l'Environnement (DDE) de l'Artibonite | Gonaïves |
| • Direction Dép. de l'Agriculture (DDA) du Nord | Cap-Haitien |
| • Direction Dép. de l'Environnement (DDE) du Nord | Cap-Haitien |

Sur le plan local, d'autres intervenants ont été consultés. Il s'agit principalement :

<u>Bassin versant de Cavaillon</u>

- Mairies (Maniche et Cavaillon);
- Représentants des CASEC (2$^{e}$ Melon, 3$^{e}$ Dory, 4$^{e}$ Marc-Henry et 5$^{e}$ Laroque);
- BAC (Maniche, Cavaillon).

<u>Bassin versant de Ravine du Sud</u>

- Mairies (Cayes et Camp Perrin);
- Représentants des CASEC (3$^{e}$ Tibi-Avezac et 2$^{e}$ Champlois);

- BAC de Camp-Perrin;
- Organisation pour la Réhabilitation de l'Environnement (ORE), Camp-Perrin.

Bassin versant d'Acul-Dubreuil

- Mairies (Chantal et Arniquet);
- Représentants des CASEC (3e Carrefour Canon et 4e Moreau);
- BAC (Chantal et Arniquet).

Bassin versant de l'Artibonite

- Mairies (Saint-Raphaël et Saint-Michel de l'Attalaye);
- Représentants des CASEC (1e Bois Neuf, 2e Mathurin, 6e Lamine);
- BAC (St-Raphael, St-Michel de l'Attalaye).

Bassin versant de Grande Rivière du Nord

- Mairie (Grande Rivière du Nord, Quartier Morin, Limonade);
- Représentants des CASEC (3e Caracol, 1e Basse Plaine et 3e Morne Pelé);
- BAC (Grande Rivière du Nord, Quartier Morin et Limonade);
- Projet AVANSE, Cap-Haitien.

Une liste complète des intervenants rencontrés est donnée à l'**Annexe 3**.

**Photo 4.1 : Rencontre avec les représentants de Grande Rivière du Nord (24/03/2015)**

**Photo 4.2 : Rencontre avec les représentants de Saint-Raphaël (26/03/15)**

### 4.1.2 Sites visités

Les **Figures 4.1 à 4.6** présentent, par bassin versant, les principaux sites visités lors de la mission terrain effectuée en mars 2015 par AECOM. Ces sites concernent les ouvrages réalisés lors de la phase I du PMDN, mais ont également permis de faire une reconnaissance des ravines et structures à protéger pour la seconde phase du programme. Il est à préciser que ces visites terrain ont été orientées par les élus et représentants locaux au meilleur de leur connaissance quant à l'identification des ravines les plus problématiques durant les événements pluvieux entraînant des inondations.

### 4.1.3 Principaux constats

Les paragraphes qui suivent présentent une synthèse des principaux constats tirés des rencontres avec les intervenants et des visites terrain. Les sites d'inondation et les ravines présentant des problèmes qui sont mentionnés dans les sections suivantes ressortent des rencontres avec les acteurs locaux de même que des visites réalisées sur le terrain. À ce stade-ci, les sites d'inondation et les ravines n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse technique. Une étude plus approfondie sera réalisée et permettra la sélection des sites de protection riveraine et de ravines prioritaires d'intervention.

Bassin versant de Cavaillon

Le bassin versant de Cavaillon couvre une superficie de 376,88 km$^2$. Le principal cours d'eau, la rivière Cavaillon, a une longueur de 51,68 km avec une pente de son lit variant de 2 à 12 %. Ses principaux affluents sont les rivières Boulmier et Opaque. Le débit moyen interannuel de la rivière Cavaillon est estimé à 284,15 m$^3$/s. L'aire du bassin versant s'étale majoritairement à une altitude de moins de 500 m. Des altitudes élevées variant de 1 000 à 1 500 m sont observées dans la partie nord-ouest du bassin versant[3].

Ville de Maniche : Plusieurs inondations ont affecté la ville au cours des dernières années. Le centre-ville de Maniche et certains quartiers périphériques tels Bourdeau et Déodière ont été particulièrement touchés. À plusieurs reprises, la population a fait l'objet de déplacement temporaire lors de ces inondations. Des pertes de biens, d'animaux et de cultures ont également été enregistrées. Des travaux de protection contre les inondations (surcreusement du lit de la rivière Cavaillon, rehaussement des berges en rive droite) ont été réalisés avec l'appui du PMDN au cours de l'année 2014 et devraient permettre de sécuriser les populations locales.

Ville de Cavaillon : Les inondations touchent particulièrement certains quartiers riverains de la rivière Cavaillon, un marché près du pont en rive gauche et le pont de Cavaillon. Les responsables locaux ont souligné l'importance de réduire les crues de la rivière par le traitement approprié des ravines suivantes en amont de la ville : Gros Marin (et ses affluents Citoyen, Laporte et Grand-Diable) et Sable (rivière Bonnefin).

Un Comité de gestion du bassin versant de Cavaillon a été mis en place en 2014. Celui-ci n'est toutefois pas encore fonctionnel.

Bassin versant de Ravine du Sud

Le bassin versant de Ravine du Sud couvre une superficie de 129,78 km$^2$. Le principal cours d'eau, la ravine du Sud, a une longueur de 46,59 km avec une pente de son lit très élevée en amont dans les zones montagneuses (60 %) et diminuant progressivement vers les zones de plaines en aval pour atteindre des valeurs de 2 à 5 %. Le débit moyen interannuel de la Ravine du Sud est estimé à 314,17 m$^3$/s. Son principal affluent est la rivière Bras Gauche[4].

[3] Oxfam Québec/CATIE, 2012. Étude diagnostique pour la conception de plans d'aménagement des bassins versants prioritaires en vue de la prévention des désastres naturels. PMDN, 235 p.

[4] Idem.

Ville de Camp-Perrin : Plusieurs inondations ont affecté la ville au cours des dernières années. Les quartiers les plus touchés sont Bas-Camp (marché, abattoir, commerce et le Tribunal de paix), Bananier et Perini en rive gauche, Saline, Laporte et Thérèse en rive droite de la Ravine du Sud. La dernière inondation remonte à 2012 (ouragan Sandy) et a fait 3 morts ainsi que d'importantes pertes de biens, d'animaux et de cultures. Des travaux de protection contre les inondations (rehaussement de certains tronçons de berges en rive gauche) ont été réalisés avec l'appui de différents partenaires techniques et financiers. Une opération de relocalisation des habitants des quartiers de la Saline et de Thérèse est également en cours. Les responsables locaux ont souligné l'importance de réduire les crues de la Ravine du Sud par le traitement approprié des ravines suivantes en amont de la ville : Koudjo, Morne Vanfel, Kini et Cajou. Le périmètre irrigué d'Avezac qui est situé en aval de Camp-Perrin n'est pas touché par les inondations. La prise d'eau qui l'alimente fait l'objet de travaux de réfection avec l'appui du MARNDR.

La rencontre avec les intervenants de Camp-Perrin a permis une priorisation des actions de protection de berges et de lutte contre les inondations sur la base d'une matrice de priorisation[5] présentée à l'**Annexe 4.** Sept thèmes ont été proposés aux intervenants. Ceux-ci ont priorisé ces thèmes comme suit :

**Tableau 4.1 : Thèmes à prioriser par les intervenants de Camp-Perrin**

| Priorisation | Thème proposé |
|---|---|
| 1er | Pertes de vies humaines évitées |
| 2ème | Pertes d'infrastructures et de biens évités |
| 3ème | Préservation de l'organisation sociale |
| 4ème | Sécurisation des activités économiques en cours |
| 5ème | Protection de sites archéologiques, touristiques |
| 6ème | Protection de la biodiversité (flore, faune) |
| 7ème | Sécurisation des investissements futurs |

Ville de Cayes : Des inondations récurrentes affectent l'agglomération depuis plusieurs années, principalement dans les secteurs de la ville qui sont mal drainés. Une étude pour l'élaboration d'un plan de drainage de la ville est présentement en cours. À plusieurs reprises, la population a fait l'objet de déplacement temporaire lors des inondations. Un Comité Départemental de Gestion des Risques et des Désastres (CDGRD) est en place à Cayes et sert de relais entre le Comité national (CNGRD) et les Comités communaux (CCPC) et locaux (CLPC) de protection civile.

Il existe un Comité de gestion pour le bassin versant de Ravine du Sud, mais qui n'est pas encore très actif.

Bassin versant d'Acul-Dubreuil

Le bassin versant d'Acul-Dubreuil couvre une superficie de 184,19 km$^2$. Le principal cours d'eau, la rivière Acul, a une longueur de 39,30 km avec une pente de son lit variant de 0 à 60 % avec de fortes pentes observées dans les zones montagneuses situées en amont du bassin versant. Le débit de pointe décennal de la rivière Acul est estimé à 451,63 m$^3$/s. Son principal affluent est la rivière Morne[6] .

Ville de Chantal : La dernière inondation remonte à 2012 (ouragan Sandy). Plusieurs riverains ont dû être déplacés temporairement. Il a également été enregistré des pertes de biens, d'animaux et de récoltes. Quelque 625 m des travaux de protection contre les inondations ont été réalisés avec l'appui de différents fonds (PNUD, CRS, etc.). Les quartiers les plus touchés par les débordements sont Nanfou, Jonc l'Abeille et Laplace.

[5] Ministère de l'Environnement d'Haïti. Guide Méthodologique pour l'élaboration des Plans de Gestion des Bassins Versants d'Haïti. P. 89.
[6] Oxfam Québec/CATIE, 2012. Étude diagnostique pour la conception de plans d'aménagement des bassins versants prioritaires en vue de la prévention des désastres naturels. PMDN, 235 p.

**Légende**

- Potentiel d'investissement PMDN-II
- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

1:85 000

0 1.5

Projection: Universal Transverse Mercator
Datum : NAD83

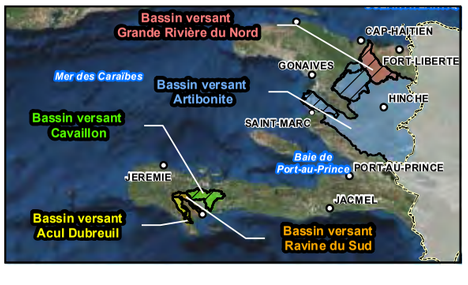
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, Community

**Légende**

- Potentiel d'investissement PMDN-II
- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale




1:120 000

0 2.25

Projection: Universal Transverse Mercator
Datum : NAD83

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, Community

**Légende**

Zone d'intervention

*Site visité*

Travaux PMDN-I

Potentiel d'investissement PMDN-II

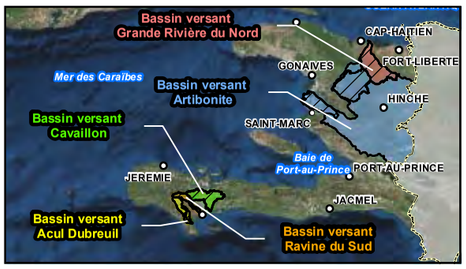
Réseau hydrographique

Réseau routier

*Limite administrative*

Commune

Section communale




1:120 000

0 2.25

Projection: Universal Transverse Merc
Datum : NAD83

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, I Community

**Légende**

- Travaux PMDN-I
- Potentiel d'investissement PMDN-II
- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

Projection: L
Datum : NAD

Source: Esri, D
Geographics, C
Getmapping, A
User Commun

**Légende**

- Travaux PMDN-I
- Potentiel d'investissement PMDN-II
- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

1:150 000

0 2.5

Projection: Universal Transverse Merc
Datum : NAD83

**Légende**

- Potentiel d'investissement PMDN-II
- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

1:175 000

0 2.5

Projection: Universal Transverse Mercator
Datum : NAD83

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, Community

Le périmètre irrigué d'Arniquet est situé en aval de Chantal et n'est pas touché par les inondations. La prise d'eau de Dubreuil qui l'alimente fait l'objet de travaux de réfection avec l'appui du MARNDR.

Ville d'Arniquet : Celle-ci a également été touchée par l'ouragan Sandy en 2012. Plusieurs riverains ont dû être déplacés temporairement. Il a également été enregistré des pertes de biens, d'animaux et de récoltes. Les ravines causant les débordements sont celles de Tikrit et Alo.

Il n'existe actuellement pas de Comité de Gestion pour le bassin versant d'Acul Dubreuil.

Bassin versant de l'Artibonite

La rivière Artibonite draine un important bassin versant qui totalise une superficie de l'ordre de 9 000 km² dont 6 300 km² sont situés dans la République d'Haïti. Elle prend sa source en République Dominicaine dans la Cordillère Centrale et traverse les départements du Centre et de l'Artibonite, pour se jeter dans le golfe de la Gonâve. Elle présente un linéaire de l'ordre de 365 km. Son débit module annuel est de 90 m³/s à Mirebalais. Ce bassin versant peut être divisé en trois parties : l'Artibonite supérieur, dont l'altitude varie de 95 à 1 000 m; l'Artibonite moyen avec une altitude moyenne de l'ordre de 25 m; et l'Artibonite inférieur, dans la partie basse de la plaine, avec une altitude qui varie de 15 à 0 m. Les principaux affluents de la rivière Artibonite sont Macassia et Guayamouc qui se retrouvent dans l'Artibonite supérieur. La vallée de l'Artibonite (partie basse) est le secteur du bassin versant le plus fortement touché par les inondations. Ce secteur s'étend du barrage de Canneau jusqu'à l'aval au niveau de l'embouchure, ce qui correspond au cours inférieur du fleuve Artibonite qui draine un bassin versant d'environ 570 km². La vallée de l'Artibonite couvre une superficie approximative de 40 000 ha avec une longueur d'environ 70 km et une largeur qui diminue naturellement de l'aval vers l'amont du fleuve[7]. Avec ses 28 000 ha de terres irriguées, la vallée de l'Artibonite constitue la zone à plus haut potentiel agricole du pays, potentiel mis en valeur par le plus important système d'irrigation en Haïti.

Ville de Saint-Raphaël : La dernière inondation remonte à juin 2014 durant laquelle plusieurs maisons ont été touchées. Le lycée à proximité de la rivière Bouyaha est de plus en plus menacé, car la berge s'érode d'année en année. Les ravines causant les débordements comprennent, entre autres, Marie-Jeanne, Guillaume, Sèche, Buenabite et Ticolé.

Le périmètre irrigué de Saint-Raphaël est situé légèrement en aval du bourg et n'est pas touché par les inondations. La prise d'eau du périmètre de Saint-Raphaël est fonctionnelle. Toutefois, on observe un dépôt important de sédiments en amont de la prise qui alimente le périmètre, mais également dans le fond du canal primaire. Les intervenants ont mentionné que seules 10 portes-guillotines sur les 17 sont en opération à cause du manque d'eau dû au colmatage du réservoir par les sédiments.

Tronçons routiers à Saint-Michel de l'Attalaye : On observe une dizaine de traversées de ravines sur le tronçon routier menant de Saint-Michel à Ennery. Les principales ravines nécessitant un traitement dans leur partie amont sont St-Francisque, Peltan, Bécaisse, Bingille, Ouéda et Odigé.

Bassin versant de Grande Rivière du Nord

Le bassin versant de Grande Rivière du Nord couvre une superficie de 643 km$^2$. Le principal cours d'eau, la Grande Rivière du Nord, a une longueur de 80,02 km avec une pente de son lit variant considérablement avec de fortes pentes observées dans les zones montagneuses situées en amont du bassin versant. Le flux maximum quotidien et le flux minimum quotidien de la GRN sont estimés à 390 et 0,02 m$^3$/s respectivement.

Ville de GRN : La dernière inondation remonte au mois de novembre 2014. Plusieurs riverains des quartiers Dufally et Dumèze ont dû être déplacés temporairement. Il a également été enregistré des pertes de biens, d'animaux et de récoltes. Des travaux de protection contre les inondations, consistant en rehaussement des

[7] Tecsult. 2007. Études de Protection de la Vallée de l'Artibonite contre les Inondations. Rapport d'orientation. Version définitive.

berges en rive gauche, ont été réalisés avec l'appui de partenaires techniques et financiers. Les ravines causant les débordements sont Loman, Desroches, Perroquet, Gros-Jean, Belle-Vue, Pinson et Maselle-Coupé.

La rencontre avec les intervenants de GRN a permis une priorisation des actions de protection de berges et de lutte contre les inondations. Ceux-ci ont priorisé les thèmes comme suit :

**Tableau 4.2 : Thèmes priorisés par les intervenants de GRN**

| Priorisation | Thèmes proposés |
|---|---|
| 1er | Pertes de vies humaines évitées |
| 1er | Protection de la biodiversité (flore, faune) |
| 2ème | Préservation de l'organisation sociale |
| 3ème | Pertes d'infrastructures et de biens évités |
| 3ème | Sécurisation des activités économiques en cours |
| 4ème | Sécurisation des investissements futurs |
| 5ème | Protection de sites archéologiques, touristiques |

Ville de Quartier-Morin : En novembre 2014, l'agglomération a été inondée. Plusieurs riverains ont dû être déplacés temporairement, notamment ceux des villages de Clérisse et Cabouche (rivière Ti-bidon). Il a également été enregistré des pertes de biens, d'animaux et de récoltes.

Ville de Limonade : Les inondations touchent particulièrement les sections communales Basse-Plaine (1ère), Bois-de-Lance (2ème) et le centre-ville (marché, etc.) de Limonade. En novembre 2014, plusieurs morts d'homme ont été enregistrées, de même que des pertes de biens, d'animaux et de cultures.

Un Comité de gestion du bassin versant est en voie d'être mis en place par le projet AVANSE (Fonds USAID). Également, une nouvelle aire protégée, le Parc des 3 baies, a récemment été créée en bordure de mer et recouvre une partie des périmètres irrigués Bord de mer et Limonade. La délimitation du Parc des 3 baies est présentée à l'**Annexe 5**. Dorénavant, les travaux de protection de berges dans cette zone sont soumis à des conditions strictes d'exécution.

Plusieurs micro-retenues ont fait l'objet de visite. Certaines d'entre elles étaient déjà entièrement colmatées par les sédiments après seulement deux ans d'existence et leur usage à des fins d'exploitation agroforestière ou d'abreuvement des animaux n'est donc plus possible sans des travaux d'entretien importants ou sans une surélévation des seuils ou reconstruction de l'ouvrage plus en amont ou en aval (**Photo 4.3**). Leurs rôles pour la réduction de la pente de la ravine, pour la stabilisation de celle-ci, pour l'effet de recharge des eaux souterraines et de réserve d'eau à la végétation qu'elle abrite demeurent toutefois efficaces dans la majorité des cas, même s'il y a colmatage complet de la micro-retenue par les sédiments.

**Photo 4.3 : Micro retenue de Bahon entièrement colmatée**

## 4.2 Réalisation d'enquêtes auprès des ménages

Outre les visites de sites et la revue de la documentation collectée, les travaux de la présente étude incluaient la conduite d'enquêtes auprès d'un échantillon de ménages habitant les bassins versants concernés. Cette section du rapport présente les objectifs des enquêtes, la démarche mise de l'avant dans la formulation du questionnaire, les différentes étapes de la méthodologie d'échantillonnage et de réalisation des enquêtes ainsi que la saisie des données collectées.

### 4.2.1 Objectifs des enquêtes

Les enquêtes réalisées auprès des ménages de chacun des bassins versants de l'étude visent notamment à :

- collecter des données relatives à l'exposition au risque lié aux inondations des ménages des zones d'étude (hauteur d'eau, valeur des biens perdus, frais de santé, etc.);
- délimiter les zones propices aux inondations selon la récurrence de l'événement pluvieux;
- estimer les pertes économiques et les dommages engendrés par les inondations ayant frappé les localités enquêtées;
- analyser l'impact de la hauteur d'eau d'inondation en terme de dégâts sur les bâtiments ou maisons des familles et sur leurs activités économiques (soit principalement les pertes liées aux activités agricoles);
- établir un portrait socioéconomique sommaire des ménages enquêtes au niveau des quatre (4) bassins versants à l'étude.

### 4.2.2 Élaboration du questionnaire d'enquête

Un questionnaire d'enquête a été élaboré en tenant compte des informations et des données requises dans la méthodologie de l'étude.

Tel que convenu lors des rencontres avec les équipes du PMDN et de la BID, la version provision du questionnaire leur a été transmise pour commentaire et validation. AECOM a reçu par la suite des commentaires demandant d'ajouter dans les formulaires des questions permettant la collecte d'informations relatives aux caractéristiques démographiques des ménages. Également, le MARNDR a demandé une traduction du questionnaire en créole pour faciliter le déroulement des enquêtes.

La version provisoire du questionnaire a été testée auprès de quelques ménages des bassins versants du Sud lors des visites de terrain organisées en mars 2015. Le questionnaire a été ensuite révisé sur la base des commentaires reçus et des résultats des tests. La version définitive du questionnaire révisé a été utilisée, au mois d'avril 2015, pour conduire les enquêtes selon l'échantillonnage établi pour les bassins versants à l'étude. Il est à noter que la liste des « Événements ou inondations », dans la section du questionnaire portant sur l'estimation des pertes, a été ajustée et adaptée pour tenir compte des différences dans le nord du pays et dans le sud, les deux régions n'étant pas forcement exposées aux mêmes événements.

Les questionnaires définitifs sont fournis aux **Annexes 6 et 7** du présent rapport.

### 4.2.3 Méthodologie d'échantillonnage et de distribution des enquêtes

La section qui suit décrit succinctement la méthodologie d'échantillonnage et de distribution des enquêtes.

**Étape 1 – Choix des classes d'Occupation du sol** : Sur la base des cartes d'occupation du sol de 1998 ou plus récentes (2010 pour le nord) obtenues du CNIGS ainsi que des photographies aériennes datant de 2010, des polygones d'occupation du sol ont été élaborés pour chacun des BV concernés. Pour ce faire, quatre classes d'occupation ont été utilisées sur la base d'une correspondance avec les classes existantes :

- UC correspond à Urbain continu;

- UD correspond à Urbain discontinu;
- CA correspond à Cultures agricoles denses;
- CD correspond à Cultures agricoles discontinues et autres.

**Étape 2 – Carte provisoire d'exposition au risque lié aux inondations :** À partir des cartes des récurrences d'inondation, des cartes des hauteurs d'eau pour des événements particuliers, des cartes topographiques digitalisées (raster) ou des Modèles Numériques d'Élévation (MNE) disponibles, une carte provisoire d'exposition au risque d'inondation a été élaborée pour chacun des BV. Les polygones provisoires de trois zones distinctes d'exposition au risque d'inondation ont été constitués selon l'échelle suivante :

- RE (risque élevé) : récurrence = 1-2 ans
- RM (risque modéré) : récurrence = 10-20 ans
- RF (risque faible) : récurrence = 50-100 ans

**Étape 3 – Carte de densité du bâti** : Une couche SIG obtenue du CNIGS pour l'année 1998 a permis l'élaboration, pour chacun des BV concernés, d'une carte de densité de l'habitat sur des carrés de 25 ha. Afin de prendre en compte l'évolution de ce bâti depuis 1998, de nombreux ajustements ont été effectués en fonction de la concentration du bâti apparaissant sur les photographies aériennes datant de 2010. Ces modifications ont permis d'avoir un portrait plus réaliste sur la densité de l'habitat dans nos zones d'études.

**Étape 4 - Polygones de recouvrement Exposition au risque d'inondation / Occupation du sol** : Sur la base des polygones préparés aux Étapes 1 et 2, douze (12) polygones de recouvrement Exposition au risque d'inondation / Occupation du sol ont été constitués et sont les suivants :

**Tableau 4.3 : Polygones de recouvrement**

| Occupation du sol | Risque Élevé | Risque Moyen | Risque Faible |
|---|---|---|---|
| Urbain continu (UC) | RE-UC | RM-UC | RF-UC |
| Urbain discontinu (UD) | RE-UD | RM-UD | RF-UD |
| Cultures agricoles denses (CA) | RE-CA | RM-CA | RF-CA |
| Cultures agricoles discontinues, etc. (CD) | RE-CD | RM-CD | RF-CD |

**Étape 5 – Attribut d'une densité moyenne pour chacun des polygones de recouvrement** : Avec le tabloïd de densité de l'habitat de l'Étape 3, une densité moyenne a été attribuée pour chacun des 12 polygones de recouvrement de l'Étape 4 en prenant en compte le poids relatif (densité) de chaque carré de 25 ha dans le polygone. Le calcul de cette densité moyenne (dm) est le suivant :

$$dm = \frac{[\text{Somme (Densité } i \text{ x Superficie correspondante à cette densité } i \text{ dans le polygone)}]}{\text{Superficie du polygone}}$$

La valeur de cette densité moyenne a été ajoutée à la table d'attribut de chacun des polygones de recouvrement Exposition au risque d'inondation / Occupation du sol.

**Étape 6 - Distribution géographique des ménages à enquêter :** Les ménages à enquêter, à raison d'un point géographique par enquête, ont été répartis entre les 12 types de polygones de recouvrement au prorata de la population de chacun des polygones. Le premier découpage (voir Étape 4 plus haut) a permis de créer des zones homogènes selon différentes zones d'occupation du sol et différents niveaux de risque d'inondation. En tenant compte de la densité moyenne de population, une distribution spatiale équilibrée et cohérente des enquêtes est obtenue.

Dans un premier temps, le nombre de ménages enquêtés (*n*) est calculé avec la formule suivante :

$$n = \frac{Z^2 \times (\text{écart} - \text{type})^2}{(\text{marge d'erreur})^2}$$

Un rapport de l'ACTED[8], qui présente des chiffres sur la variabilité des revenus journaliers des ménages haïtiens, a été utilisé pour consolider l'estimation du nombre d'enquêtes à réaliser dans chacun des bassins versants. Le **Tableau 4.4** présente l'écart-type et le revenu moyen journalier issus des enquêtes effectuées sur la commune de Léogane par ACTED. À noter que la commune de Léogane est une commune rurale typique d'Haïti qui présente de nombreuses similitudes avec les bassins versants de la présente étude. En effet, elle est constituée d'une zone de plaine en monoculture et d'une zone d'agriculture de montagne humide auxquelles se greffent une localité urbaine (ville de Léogane) et plusieurs villages/localités disséminés sur son territoire aussi bien dans la plaine que dans les mornes.

**Tableau 4.4 : Écart-type des revenus pour la commune de Léogane**

| Sources de revenus | Commune | Revenus moyens journaliers (Gourde/jour) | Écart-type Gourdes/jour |
|---|---|---|---|
| Petit métier | Léogane | 484 | 311 |
| Agriculture | Léogane | 510 | 324 |

Pour les populations des bassins versants à prédominance agricole de la présente étude, l'écart-type des revenus a été pris égal à 324 gourdes/jour sur la base de l'étude de l'ACTED. Le tableau suivant présente le nombre de ménages à enquêter (*n*) avec un niveau de confiance de 95 % (donc Z = 1,96) pour des marges d'erreur variant de 10 à 80 gourdes.

**Tableau 4.5 : Nombre de ménages à enquêter**

| Z | Écart-type (HTG) | Marge d'erreur (HTG) | n |
|---|---|---|---|
| 1,96 | 324 | 10 | 4 033 |
| 1,96 | 324 | 20 | 1 008 |
| 1,96 | 324 | 30 | 448 |
| 1,96 | 324 | 40 | 252 |
| 1,96 | 324 | 50 | 161 |
| 1,96 | 324 | 60 | 112 |
| 1,96 | 324 | 70 | 82 |
| 1,96 | 324 | 80 | 63 |

La marge d'erreur dans l'étude de l'ACTED est de 75 gourdes/jour. AECOM utilise une marge d'erreur d'environ la moitié de celle de l'ACTED (soit 40 gourdes/jour) afin d'augmenter la précision des résultats des enquêtes. Ainsi, le nombre de ménages à enquêter (*n*) est de 252.

[8] ACTED, 2012. Situation économique et endettement des ménages haïtiens. Annexe 3, page 96.

Dans un deuxième temps, puisque le nombre total de ménages dans un bassin versant (*N*) n'est pas infini, le nombre de ménages enquêtés (*n*) doit être ajusté en fonction de *N* en utilisant la formule suivante [9] [10] :

$$n \text{ redressé} = \frac{n \times N}{n + N}$$

Si *n*=252 et *N*=1000 ménages dans un bassin versant, alors

$$n \text{ redressé} = \frac{252 \times 1000}{252 + 1000} = 201$$

Pour obtenir un revenu moyen (gourdes/jour) avec une marge d'erreur de 40 gourdes/jour, il sera donc nécessaire d'enquêtés 201 ménages par bassin versant.

Ainsi, pour les différents bassins versants concernés par l'étude, un total de 895 enquêtes sont requises. Ces enquêtes se répartissent de la façon suivante :

**Tableau 4.6 : Nombres de ménages à enquêter par bassin versant**

| | | Nombre de ménages | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acul Dubreuil | Cavaillon | Ravine du Sud | GRN | Total |
| Ménages dans la zone à risque[11] | | 1 158 | 1 432 | 3 999 | 3 786 | - |
| Z (5 %) | 1,96 | - | - | - | - | - |
| Écart-type (HTG) | 324 | - | - | - | - | - |
| marge erreur (HTG) | | 40 | 40 | 40 | 40 | - |
| n | | 252 | 252 | 252 | 252 | - |
| **n redressé** | | **207** | **214** | **237** | **236** | **895** |

Il est à noter que le nombre total de 895 représente le minimum de ménages à enquêter. Le nombre de ménages contactés a été plus grand afin de tenir compte des ménages sélectionnés qui ne se qualifieraient pas pour l'étude (exemple : ils n'habitaient pas la maison lors des dernières inondations) et des questionnaires devant être rejetés en raison d'erreur de transcription ou d'absence de données indispensables (exemple : coordonnées géographiques erronées ou manquantes, tableau des hauteurs d'eau mal complété, etc.). Il est aussi important de noter que les enquêteurs avaient déjà contacté des centaines de ménages avant qu'AECOM ne puisse réunir toutes les données requises permettant d'établir le nombre minimum d'enquêtes.

**Étape 7 – Localisation fine des points d'enquête** : La position des ménages à enquêter a été affinée par une superposition des points d'enquêtes sur les photographies aériennes. Dans un premier temps, le SIG a permis de générer de façon aléatoire des points d'enquêtes pour chacun des polygones sur les bassins versants. Lorsque requis, ces points d'enquêtes ont ensuite été déplacés manuellement sur SIG afin de les rendre accessibles aux véhicules des enquêteurs. Le nombre de ménages à enquêter demeurait inchangé pour chacun des polygones. Ces déplacements manuels ont aussi permis de s'assurer que les points d'enquêtes générés de façon aléatoire ne soient pas dans des endroits insolites (exemple : centre d'une mare, piémont inhabité, etc.).

[9] Statistique Canada. 2010. Méthodes et pratiques d'enquête. No 12-587-X au catalogue. ISBN 978-1-100-95206-2. http://www.statcan.gc.ca/pub/12-587-x/12-587-x2003001-fra.pdf.

[10] Marien B. et Beaud J.-P. 2003. Guide pratique pour l'utilisation de la statistique en recherche : le cas des petits échantillons. Agence Universitaire de la Francophonie.

[11] Le nombre de ménages par bassin versant a été estimé à partir des chiffres du bâti obtenu au cours de l'étape 5 dans les zones à enquêter. Le postulat conservateur pris est qu'une habitation représente un ménage.

Dans un deuxième temps, un nombre suffisant de feuillets à l'échelle 1:7 500 a été produit afin de localiser les points d'enquêtes sur fond de photographies aériennes et faciliter le travail des enquêteurs. Les points GPS ont été chargés dans autant de GPS qu'il y avait d'enquêteurs, soit 25 au total. À chaque point d'enquête, les enquêteurs choisissaient de façon aléatoire le (ou les) répondant(s).

Les produits finis des étapes précédentes ont donc été :

- une carte avec fond topographique, limite de commune/section communale et limite de BV, indiquant les points d'enquête et les 12 polygones de recouvrement avec leurs noms (RE-UC, RE-UD, ...);
- des feuillets de travail pour chacun des enquêteurs avec sa zone d'enquête sur fond de photographies aériennes précisant la localisation de ses points d'enquêtes;
- des fichiers de points GPS, prêts pour téléchargement dans des GPS de poche, de tous les points d'enquêtes avec un identifiant spécifique pour chaque BV.

**Étape 8 – Réalisation des enquêtes :** Les enquêtes terrain ont été réalisées par quatre équipes en simultané, une dans le nord et trois dans le sud. En plus des outils présentés plus haut (feuillets de travail donnant la distribution des ménages à enquêter sur fond de photographies aériennes, coordonnées des points téléchargés dans les GPS, etc.), des orientations ont été données aux enquêteurs pour leur faciliter le choix des productions agricoles représentatives des zones enquêtées.

À cet égard, l'absence de données géoréférencées sur les productions agricoles pratiquées dans les BV à l'étude n'a pas permis d'intégrer cette dimension dans la distribution initiale des ménages à enquêter. Pour pallier ce manque d'informations, il a été mis à contribution les résultats du Recensement Général Agricole (RGA réalisée en 2009) et des orientations particulières ont été données aux enquêteurs afin qu'ils s'assurent d'enquêter des ménages représentatifs du polygone où ces ménages sont localisés.

Les résultats du RGA indiquent, pour chaque commune, les surfaces agricoles utiles (SAU) pour les principaux groupes de cultures tels que les céréales (maïs, sorgho, riz), les légumineuses (haricot, pois-congo, pois souche), les légumes (patates, ignames, manioc), les fruits et les noix (bananes et plantains), et d'autres groupes de plus faible importance. Les résultats du RGA indiquent aussi, au niveau départemental, le poids ou l'importance relative de chacune des cultures ou spéculations à l'intérieur des groupes. Les principales cultures ont donc été classées par ordre d'importance (% de SAU occupée) en combinant l'importance du groupe dans les communes concernées par les enquêtes avec le poids de chaque culture.

### 4.2.4 Saisie des données

Après vérification et validation des formulaires d'enquêtes, les résultats ont été compilés dans une base de données Access. Afin de faciliter la compilation des données, la base de données était hébergée sur un serveur Web et un masque spécial de saisie a été préparé pour entrer les informations depuis n'importe quel ordinateur connecté à Internet. La base de données a par la suite été liée au SIG pour les analyses ultérieures.

# 5 Exploitation des données recueillies

L'ensemble des données recueillies auprès des répondants a permis, après traitement et analyse, de :

- ajuster la carte d'exposition au risque lié aux inondations pour chaque bassin versant en associant chaque événement recensé à une période de récurrence et ensuite en analysant spatialement sa zone d'influence en couplant les points GPS de chaque enquête avec chaque événement et sa hauteur d'eau subie;
- interpoler spatialement les hauteurs de submersion relevées lors des enquêtes afin de créer une sous-classe correspondante;
- analyser, par bassin versant, la valeur du bâti, des biens, le revenu moyen journalier, mais également le nombre de jours chômés (selon la hauteur de submersion) afin d'estimer au mieux les pertes économiques et les dommages engendrés par les inondations.

Toutes ces analyses sont décrites plus en détail dans les sections suivantes.

## 5.1 Caractérisation socio-économique des ménages enquêtés

Le nombre total d'enquêtes réalisées est de 1 217 réparties comme suit par bassin versant. Ce nombre excède le minimum requis pour satisfaire aux exigences énoncées à la section 4.2.3. Les **Figures 5.1** à **5.4** présentent la localisation des enquêtes réalisées dans chaque bassin versant.

**Tableau 5.1 : Distribution des enquêtes réalisées par bassin versant**

| Bassin versant | Cavaillon | Ravine du Sud | Acul Dubreuil | Grande Rivière du Nord | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre d'enquêtes réalisées** | 288 | 280 | 290 | 359 | 1 217 |

### 5.1.1 Portrait démographique des ménages enquêtés

La répartition des enquêtes par commune est donnée au **Tableau 5.2**.

**Tableau 5.2 : Distribution des enquêtes par Commune**

| Commune | Nombre enquête |
|---|---|
| Arniquet | 32 |
| Camp Perrin | 65 |
| Cavaillon | 235 |
| Chantal | 163 |
| Grande-Rivière-du-Nord | 83 |
| Les Cayes | 211 |
| Limonade | 215 |
| Maniche | 54 |
| Port-Salut | 7 |
| Quartier Morin | 61 |
| St. Jean du Sud | 3 |
| Torbeck | 88 |
| **Total** | **1 217** |

Le **Tableau 5.3** présente la répartition homme/femme des personnes enquêtées. La répartition presque égale entre les deux sexes est le fruit du hasard. Si les enquêtes avaient eu lieu en soirée, il est fort probable que le nombre d'hommes aurait été supérieur.

**Tableau 5.3 : Répartition du genre de l'enquêté[12]**

| Genre | Nombre enquête |
|---|---|
| Femme | 563 |
| Homme | 562 |

Le **Tableau 5.4** présente la fréquence du nombre d'adultes par ménage :

**Tableau 5.4 : Fréquence du nombre d'adultes par ménage**

| Nombre adultes | Nombre enquêtes | % |
|---|---|---|
| 0 | 30 | 2,5 % |
| 1 | 83 | 6,8 % |
| 2 | 328 | 27,0 % |
| 3 | 257 | 21,1 % |
| 4 | 228 | 18,7 % |
| 5 | 127 | 10,4 % |
| 6 | 62 | 5,1 % |
| 7 | 47 | 3,9 % |
| 8 | 23 | 1,9 % |
| 9 | 17 | 1,4 % |
| 10 | 6 | 0,5 % |
| 11 | 4 | 0,3 % |
| 12 | 2 | 0,2 % |
| 14 | 2 | 0,2 % |
| 16 | 1 | 0,1 % |
| **Total** | **1 217** | **100 %** |

Note : Un adulte est une personne entre 16 et 65 ans.

Le **Tableau 5.5** présente la fréquence du nombre de bébés, jeunes et personnes âgées par ménage.

**Tableau 5.5 : Fréquence de bébés, jeunes et personnes âgées par ménage**

| Nombre enfants (0 à 5 ans) | Nombre enquêtes | % |
|---|---|---|
| 0 | 727 | 59,7 % |
| 1 | 308 | 25,3 % |
| 2 | 132 | 10,8 % |
| 3 | 37 | 3,0 % |
| 4 | 7 | 0,6 % |
| 5 | 4 | 0,3 % |
| 8 | 2 | 0,2 % |
| **Total** | **1 217** | **100 %** |

| Nombre jeunes (5 à 16 ans) | Nombre enquêtes | % |
|---|---|---|
| 0 | 484 | 39,8 % |
| 1 | 331 | 27,2 % |
| 2 | 241 | 19,8 % |
| 3 | 108 | 8,9 % |
| 4 | 35 | 2,9 % |
| 5 | 11 | 0,9 % |
| 6 | 3 | 0,2 % |
| 7 | 2 | 0,2 % |
| 8 | 1 | 0,1 % |
| 12 | 1 | 0,1 % |
| **Total** | **1 217** | **100 %** |

| Nombre personnes âgées (plus de 65 ans) | Nombre enquêtes | % |
|---|---|---|
| 0 | 1 028 | 84,5 % |
| 1 | 156 | 12,8 % |
| 2 | 26 | 2,1 % |
| 3 | 3 | 0,2 % |
| 4 | 1 | 0,1 % |
| 6 | 2 | 0,2 % |
| 7 | 1 | 0,1 % |
| **Total** | **1 217** | **100 %** |

[12] Note : Il y a un certain nombre d'enquêtes où le sexe du répondant est resté inconnu (oubli de l'enquêteur, réponse illisible, etc.).

## Légende

Zone d'enquête

xxxxxx-xx — *Numéro d'enquête*

Ménage enquêté

1:70 000

0 1.25 2.5 km

Projection: Universal Transverse Mercator, zone 18
Datum : NAD83

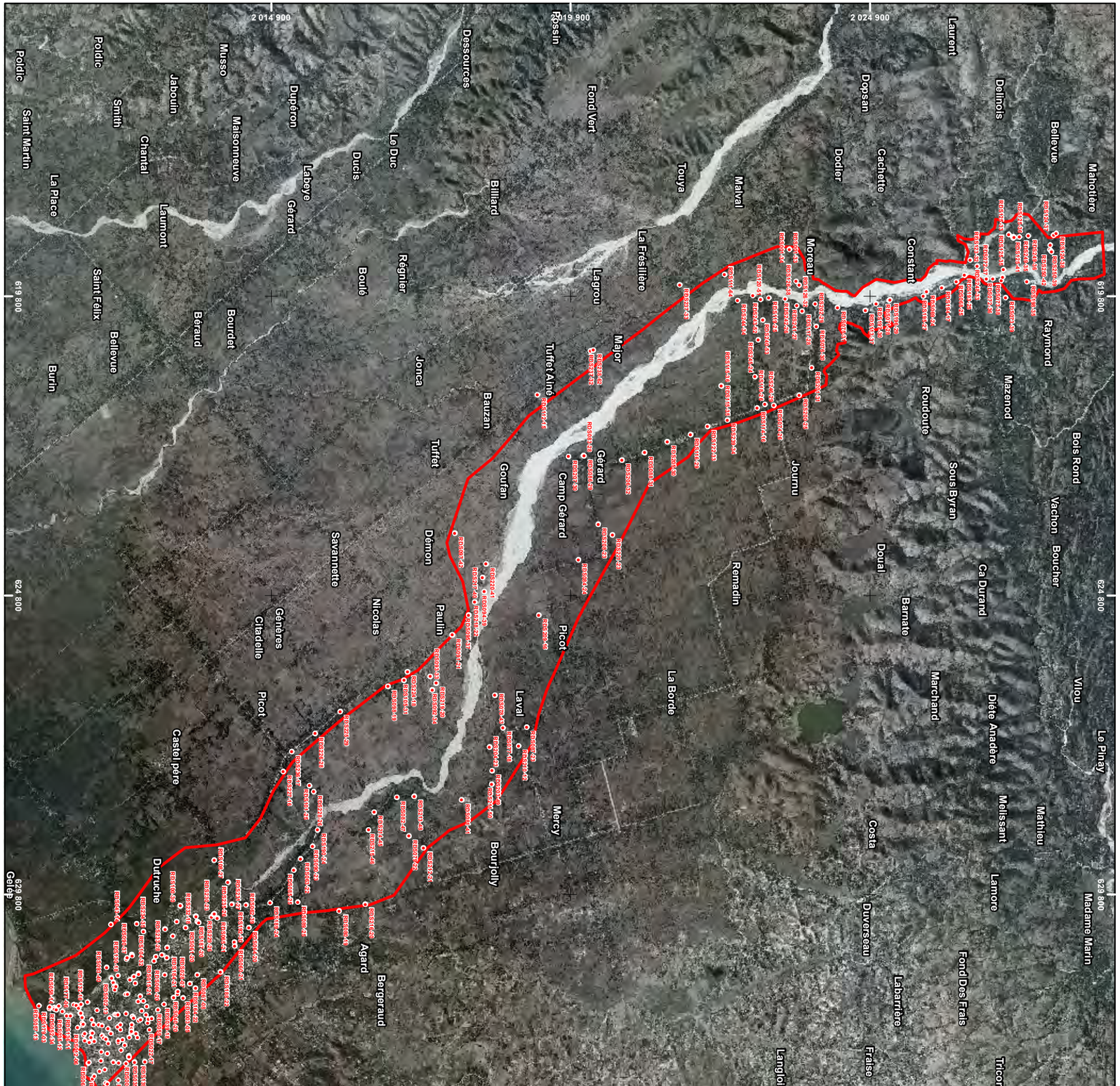
**Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR)**

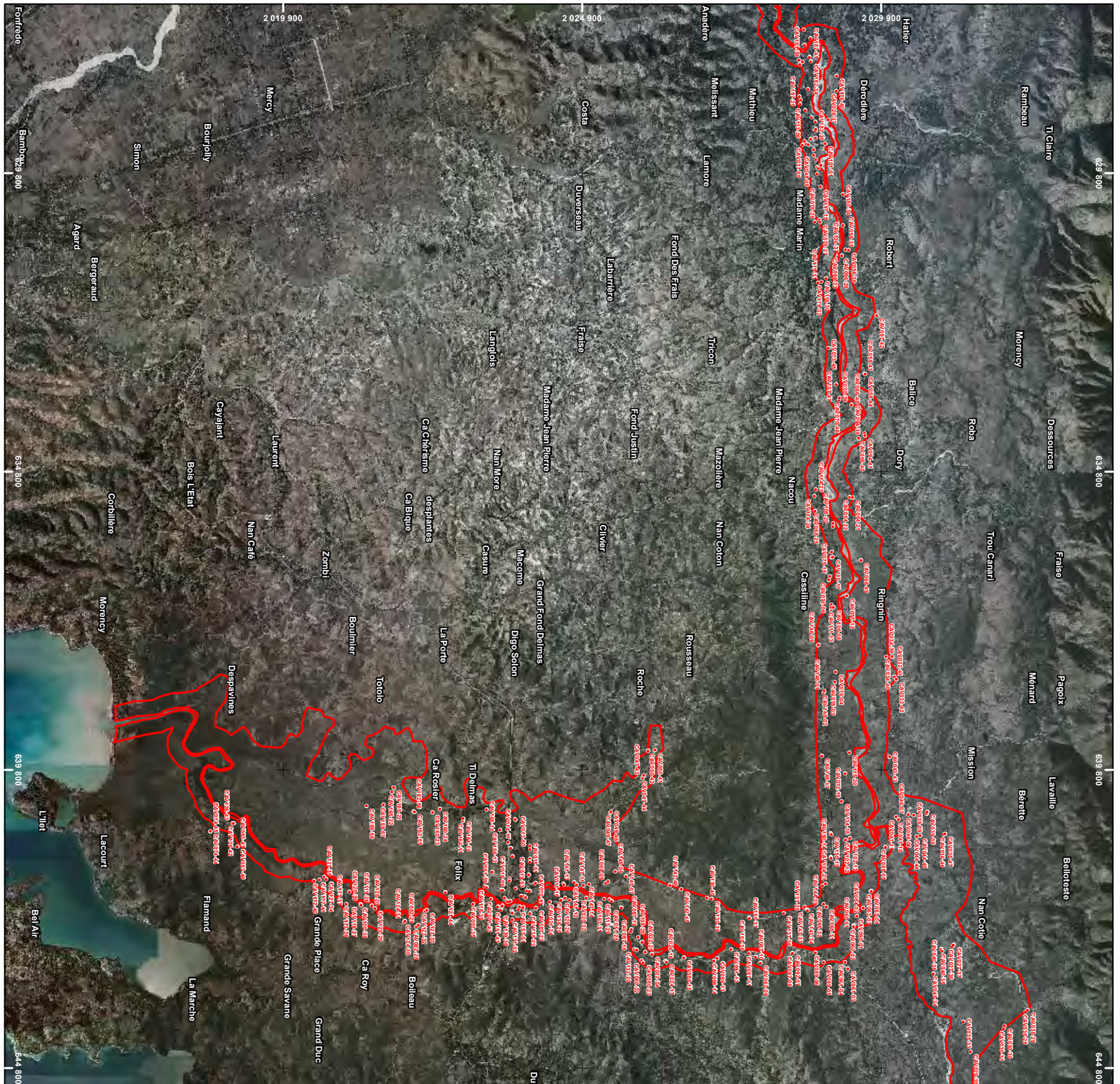
*Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil*

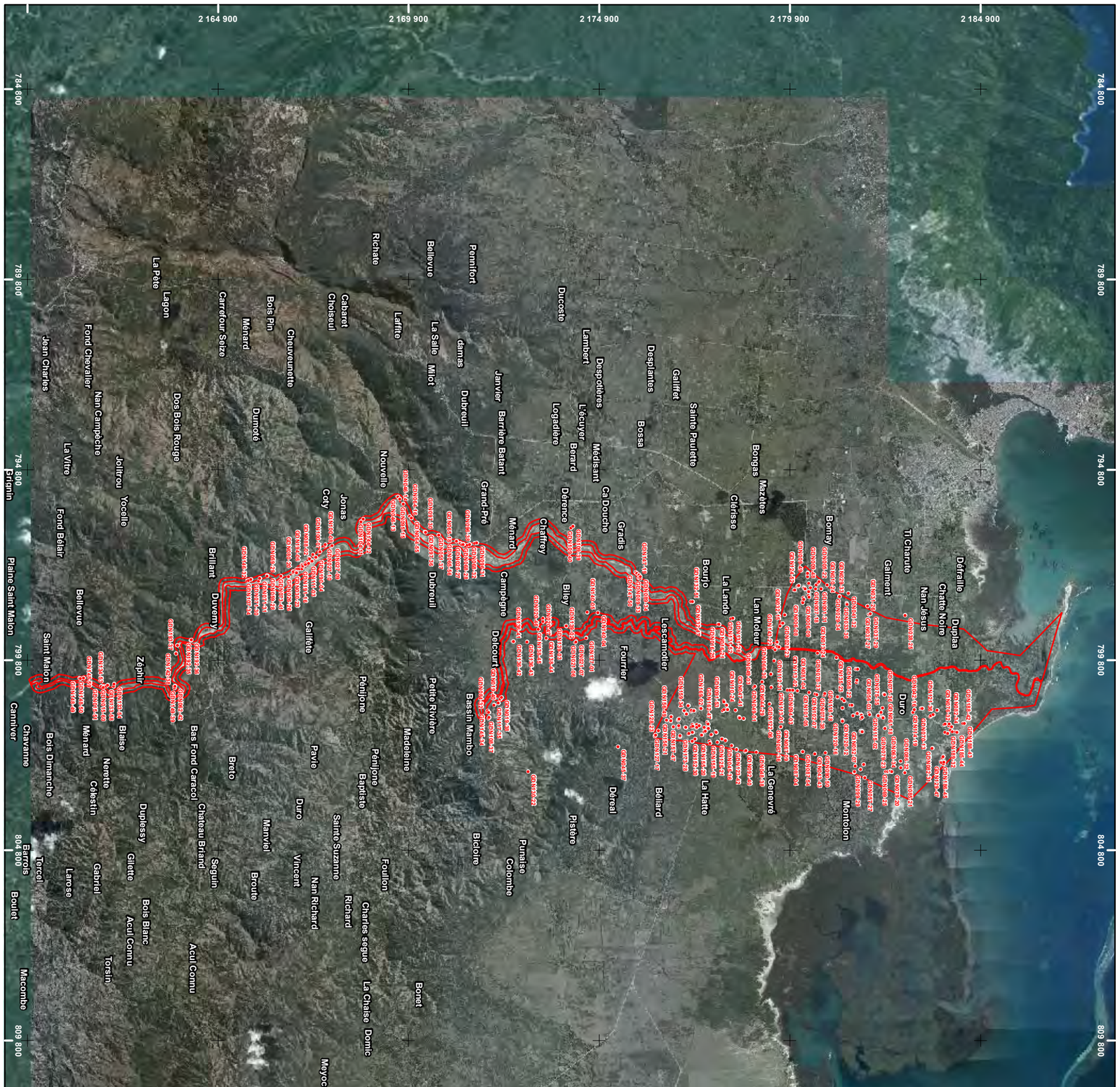
Figure 5.1
Localisation des ménages enquêtés - Acul-Dubreuil

Juillet 2015

AECOM


Mahotière
Bellevue
Raymond
Bois Rond
Vachon
Boucher
Laurent
Delimois
Mazenod
Dopsan
Cachefe
Constant
Roudoute
Sous Byran
Dodier
Moreau
Journu
Doual
Barnate
Marchand
Ca Durand
Diète Anadere
Remadin
La Borde
Vilou
Le Pinay
Mathieu
Melissant
Lamore
Costa
Duverseau
Labarrière
Fond Des Frais
Madame Marin
Fraise
Touya
Malval
Fondi Vert
Dessources
Billiard
Le Duc
Ducis
Labeye
Dupéron
Gérard
Maisonneuve
Musso
Jabouin
Laumont
Chantal
Smith
Poldic
Saint Martin
La Place
Burin
Saint Félix
Bellevue
Béraud
Bourdet
Boulé
Régnier
La Frésilière
Légrou
Major
Jonca
Bauzan
Tuffet
Tuffet Aîné
Gérard
Camp Gérard
Goufan
Picot
Laval
Mercy
Bourjolly
Agard
Bergeraud
Dutruche
Castelpère
Savannette
Démon
Paulin
Nicolas
Picot
Génères
Citadelle
Rossin
2 019 900
2 024 900
2 014 900
619 800
624 800
629 800
Gelep


629 800
634 800
639 800
644 800
2 029 900
2 024 900
2 019 900
Hatter
Ramboau
Ti Claire
Dessources
Morancy
Roba
Balico
Dory
Robert
Dérodare
Trou Canari
Fraise
Ringrin
Pagoix
Ménard
Mission
Lavaille
Bérotte
Bellotestе
Nan Cotio
Cassiline
Madame Marin
Madame Jean Pierre
Nacou
Mazolière
Nan Coton
Rousseau
Roche
Tricon
Ford Justin
Ford Des Frais
Labarrière
Fraise
Duverseau
Costa
Mellssant
Lamore
Anadère
Mathieu
Civier
Macome
Grand Fond Delmas
Digo Solon
Langlois
Nan More
Casure
Ti Delmas
Felix
Ca Rosier
La Porte
Totolo
Boumier
Zombi
Morency
Despavines
Ca Chérisme
Ca Bique
déplantes
Ca Roy
Boileau
Grande Place
Grande Savane
Grand Duc
La Marche
Flamand
Bel Air
L'Ilet
Lacourt
Corbillère
Nan Café
Bois L'Etat
Cayajant
Laurent
Simon
Bourjolly
Mercy
Agard
Bergeraud
Fontrède
Bamboche


2 164 900
2 169 900
2 174 900
2 179 900
2 184 900
784 800
789 800
794 800
799 800
804 800
809 800
Richate
Bellevue
Pennifort
Ducoste
Lambert
Desplantes
Galiffet
Sainte Paulette
Bongas
Mazètes
Clérisse
Bomay
Ti Charute
Galmont
Nan-Jésus
Chatte Noire
Duplaa
Défraille
Duro
Montclon
Despotères
L'écuyer
Médisant
Bossa
Bérard
Logadière
Dérence
Ca Douche
Gradis
Fourrier
Déreal
Lescamotier
Béliard
La Hatte
La Genevré
Lan Moleur
La Lande
Bourjo
Chaffrey
Biley
Galfète
Ménard
Campagne
Delcourt
Pistéro
Janvier
Barrière Batant
damas
Dubreuil
La Salle
Milot
Laffite
Cabaret
Choiseul
Jonas
Coty
Cheuveunette
Bois Pin
Ménard
Carrefour Seize
La Pète
Lagon
Dos Bois Rouge
Fond Chevalier
Nan Campêche
Jean Charles
Joltrou
Yocelle
La Vitre
Fond Bélair
Brillant
Duvernay
Dubreuil
Bellevue
Saint Malon
Plaine Saint Malon
Grignin
Cannlver
Chavanne
Bois Dimanche
Tercel
Boulet
Macombo
Pétite Rivière
Pénilone
Madeleine
Bassin Mambo
Bicloire
Pavie
Duro
Vincent
Sainte Suzanne
Baptiste
Foullon
Charles segue
Richard
La Chaise
Nan Richard
Meyoc
Manviel
Broute
Colombe
Pumaise
Segurin
Bas Fond Carrcol
Château Briand
Acu Connu
Duplessy
Gilette
Bois Blanc
Acul Connu
Torsin
Gabriel
Lanose
Blaise
Nerette
Célestin
Ménard
Bellevue
Zéphir

Le **Tableau 5.6** suivant présente la composition du ménage type enquêté.

**Tableau 5.6 : Composition du ménage type enquêté**

| Nombre hommes (15 à 65 ans) | Nombre femmes (15 à 65 ans) | Nombre enfants (0 à 5 ans) | Nombre jeunes (5 à 16 ans) | Nombre personnes âgées (plus de 65 ans) |
|---|---|---|---|---|
| 1,73 | 1,78 | 0,61 | 1,14 | 0,20 |

Sur les 6 638 personnes déclarées dans les 1 217 ménages, il y en 3 877 qui sont scolarisées (sachant lire et écrire) soit un ratio de près de 60 %.

### 5.1.2 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant d'Acul Dubreuil

Le **Tableau 5.7** présente le type d'activité économique du chef de ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en retire.

**Tableau 5.7 : Activité économique du chef de ménage dans l'Acul Dubreuil**

| Activité économique du chef de ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 6 | 2,07 % | |
| Commerce | 87 | 30,00 % | 4 094 |
| Journalier | 3 | 1,03 % | 2 366 |
| Producteur agricole | 230 | 79,31 % | 3 853 |
| Services | 5 | 1,72 % | 11 833 |
| Travailleur migrant | 1 | 0,34 % | |
| Travailleur rémunéré | 21 | 7,24 % | 3 371 |
| Vente de produit d'élevage | 92 | 31,72 % | 4 926 |
| Autre | 4 | 1,38 % | |
| **Total** | **449** | | |

Note : Le nombre total est supérieur au nombre d'enquêtés car un certain nombre d'enquêtés ont plus d'une activité économique pour subvenir à leurs besoins.

Le **Tableau 5.8** présente le type d'activité économique des autres membres du ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en résulte.

**Tableau 5.8 : Activité économique des autres membres du ménage dans l'Acul Dubreuil**

| Activité économique des autres membres du ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 6 | 2,07 % | 2 812 |
| Commerce | 40 | 13,79 % | 3 994 |
| Élevage | 1 | 0,34 % | |
| Journalier | 1 | 0,34 % | 5 000 |
| Producteur agricole | 37 | 12,76 % | 1 900 |
| Services | 6 | 2,07 % | 3 312 |
| Travailleur rémunéré | 7 | 2,41 % | 3 250 |
| Vente de produit d'élevage | 9 | 3,10 % | 850 |
| Autre | 5 | 1,72 % | |
| **Total** | **112** | | |

Il ressort de l'enquête que dans environ 38 % des ménages enquêtés, les autres membres du ménage contribuent au revenu de la famille.

Le **Tableau 5.9** présente le type de maison par ménage et la valeur moyenne du bâti selon l'enquêté. La valeur moyenne des équipements détenus dans la maison est de 40 818 HTG.

**Tableau 5.9 : Type de bâti et valeur moyenne dans l'Acul Dubreuil**

| Type de bâti | Nombre | Ratio | Valeur moyenne (HTG) |
|---|---|---|---|
| Ajoupa | 17 | 5,86 % | |
| Maison à étage | 1 | 0,34 % | |
| Maison ordinaire | 146 | 50,34 % | 108 339 |
| Autre | 126 | 43,45 % | 149 296 |
| **Total** | **290** | | |

### 5.1.3 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant de Cavaillon

Le **Tableau 5.10** présente le type d'activité économique du chef de ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en retire.

**Tableau 5.10 : Activité économique du chef de ménage dans Cavaillon**

| Activité économique du chef de ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 8 | 2,78 % | 5 591 |
| Commerce | 102 | 35,42 % | 8 458 |
| Élevage | 42 | 14,58 % | |
| Journalier | 3 | 1,04 % | 4 833 |
| Pêche | 1 | 0,35 % | 500 |
| Producteur agricole | 256 | 88,89 % | 8 869 |
| Services | 15 | 5,21 % | 10 678 |
| Travailleur rémunéré | 20 | 6,94 % | 6 188 |
| Vente de produit d'élevage | 2 | 0,69 % | 4 000 |
| Autre | 8 | 2,78 % | 22 500 |
| **Total** | **457** | | |

Note : Le nombre total est supérieur au nombre d'enquêtés car un certain nombre d'enquêtés ont plus d'une activité économique pour subvenir à leurs besoins.

Le **Tableau 5.11** présente le type d'activité économique des autres membres du ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en résulte.

**Tableau 5.11 : Activité économique des autres membres du ménage dans Cavaillon**

| Activité économique des autres membres du ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Commerce | 26 | 9,03 % | 3 807 |
| Producteur agricole | 35 | 12,15 % | 13 000 |
| Services | 18 | 6,25 % | 6 766 |
| Travailleur rémunéré | 7 | 2,43 % | 8 041 |
| Autre | 3 | 1,04 % | |
| **Total** | **89** | | |

Il ressort de l'enquête que dans environ 31 % des ménages enquêtés, les autres membres du ménage contribuent au revenu de la famille.

Le **Tableau 5.12** présente le type de maison par ménage et la valeur moyenne du bâti selon l'enquêté. La valeur moyenne des équipements détenus dans la maison est de 8 154 HTG.

**Tableau 5.12 : Type de bâti et valeur moyenne dans Cavaillon**

| Type de bâti | Nombre | Ratio | Valeur moyenne (HTG) |
|---|---|---|---|
| Ajoupa | 7 | 2,43 % | 32 500 |
| Maison à étage | 2 | 0,69 % | 35 000 |
| Maison ordinaire | 230 | 79,86 % | 111 368 |
| Autre | 49 | 17,01 % | 139 166 |
| **Total** | **288** | | |

### 5.1.4 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant de Ravine du Sud

Le **Tableau 5.13** présente le type d'activité économique du chef de ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en retire.

**Tableau 5.13 : Activité économique du chef de ménage dans Ravine du Sud**

| Activité économique du chef de ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 7 | 2,50 % | 8 571 |
| Commerce | 142 | 50,71 % | 7 524 |
| Élevage | 1 | 0,36 % | 10 000 |
| Journalier | 20 | 7,14 % | 5 033 |
| Pêche | 5 | 1,79 % | 10 500 |
| Producteur agricole | 61 | 21,79 % | 9 823 |
| Services | 40 | 14,29 % | 17 823 |
| Travailleur rémunéré | 35 | 12,50 % | 14 532 |
| Vente de produit d'élevage | 23 | 8,21 % | 6 088 |
| Autre | 28 | 10,00 % | 12 435 |
| **Total** | **362** | | |

Note : Le nombre total est supérieur au nombre d'enquêtés car un certain nombre d'enquêtés ont plus d'une activité économique pour subvenir à leurs besoins.

Le **Tableau 5.14** présente le type d'activité économique des autres membres du ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en résulte.

**Tableau 5.14 : Activité économique des autres membres du ménage dans Ravine du Sud**

| Activité économique des autres membres du ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 11 | 3,93 % | 14 305 |
| Commerce | 28 | 10,00 % | 16 597 |
| Journalier | 12 | 4,29 % | 2 075 |
| Pêche | 4 | 1,43 % | 5 250 |
| Producteur agricole | 13 | 4,64 % | 11 166 |

| Activité économique des autres membres du ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Services | 17 | 6,07 % | 7 482 |
| Travailleur rémunéré | 11 | 3,93 % | 22 550 |
| Vente de produit d'élevage | 5 | 1,79 % | 9 250 |
| Autre | 13 | 4,64 % | 8 366 |
| **Total** | **114** | | |

Il ressort de l'enquête que dans environ 41 % des ménages enquêtés, les autres membres du ménage contribuent au revenu de la famille.

Le **Tableau 5.15** présente le type de maison par ménage et la valeur moyenne du bâti selon l'enquêté. La valeur moyenne des équipements détenus dans la maison est de 20 375 HTG.

**Tableau 5.15 : Type de bâti et valeur moyenne dans Ravine du Sud**

| Type de bâti | Nombre | Ratio | Valeur moyenne (HTG) |
|---|---|---|---|
| Maison à étage | 11 | 3,93 % | 1 508 333 |
| Maison ordinaire | 166 | 59,29 % | 466 379 |
| Tente | 11 | 3,93 % | 155 000 |
| Autre | 92 | 32,86 % | 487 894 |
| **Total** | **280** | | |

### 5.1.5 Portrait économique des ménages enquêtés dans le bassin versant de Grande Rivière du Nord

Le **Tableau 5.16** présente le type d'activité économique du chef de ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en retire.

**Tableau 5.16 : Activité économique du chef de ménage dans Grande Rivière du Nord**

| Activité économique du chef de ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 5 | 1,39 % | 1 875 |
| Collecteur/Distributeur (produits agricoles) | 2 | 0,56 % | 26 250 |
| Commerce | 138 | 38,44 % | 4 462 |
| Élevage | 1 | 0,28 % | |
| Étudiant | 3 | 0,84 % | |
| Journalier | 11 | 3,06 % | 3 427 |
| Pêche | 17 | 4,74 % | 7 264 |
| Producteur agricole | 231 | 64,35 % | 7 440 |
| Services | 19 | 5,29 % | 8 833 |
| Travailleur rémunéré | 35 | 9,75 % | 7 155 |
| Vente de produit d'élevage | 16 | 4,46 % | 6 166 |
| Autre | 21 | 5,85 % | 3 463 |
| **Total** | **499** | | |

Note : Le nombre total est supérieur au nombre d'enquêtés car un certain nombre d'enquêtés ont plus d'une activité économique pour subvenir à leurs besoins.

Le **Tableau 5.17** présente le type d'activité économique des autres membres du ménage et le revenu mensuel moyen qu'il en résulte.

**Tableau 5.17 : Activité économique des autres membres du ménage dans Grande Rivière du Nord**

| Activité économique des autres membres du ménage | Nombre | Ratio | Revenu mensuel moyen (HTG) |
|---|---|---|---|
| Charpente/Maçonnerie | 1 | 0,28 % | 5 000 |
| Collecteur/Distributeur (produits agricoles) | 2 | 0,56 % | 2 000 |
| Commerce | 112 | 31,20 % | 4 467 |
| Étudiant | 2 | 0,56 % | |
| Journalier | 4 | 1,11 % | 4 166 |
| Pêche | 6 | 1,67 % | 5 500 |
| Producteur agricole | 80 | 22,28 % | 2 918 |
| Services | 18 | 5,01 % | 5 800 |
| Travailleur rémunéré | 27 | 7,52 % | 7 021 |
| Vente de produit d'élevage | 7 | 1,95 % | 5 875 |
| Autre | 7 | 1,95 % | 2 900 |
| **Total** | **266** | | |

Il ressort de l'enquête que dans environ 74 % des ménages enquêtés, les autres membres du ménage contribuent au revenu de la famille.

Le **Tableau 5.18** présente le type de maison par ménage et la valeur moyenne du bâti selon l'enquêté. La valeur moyenne des équipements détenus dans la maison est de 43 300 HTG.

**Tableau 5.18 : Type de bâti et valeur moyenne dans Grande Rivière du Nord**

| Type de bâti | Nombre | Ratio | Valeur moyenne (HTG) |
|---|---|---|---|
| Ajoupa | 54 | 15,04 % | 37 562 |
| Maison à étage | 10 | 2,79 % | 600 000 |
| Maison ordinaire | 292 | 81,34 % | 211,000 |
| Autre | 3 | 0,84 % | 75 000 |
| **Total** | **359** | | |

## 5.2 Ajustement de la carte d'exposition au risque d'inondation

### 5.2.1 Assignation des périodes de récurrence par événement

Le **Tableau 5.19** présente les événements pour lesquels les enquêtés se rappellent avoir subi des inondations et dont la hauteur d'eau de submersion est connue :

**Tableau 5.19 : Événements pluvieux recensés auprès des ménages enquêtés**

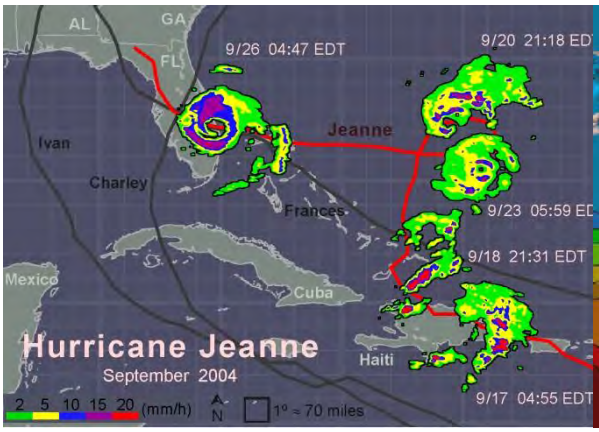
| Bassin versant | Nom de l'événement | Nombre de ménages touchés | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | au domicile | | à la parcelle | |
| **Acul Dubreuil** | Ouragan Sandy (octobre 2012) | 186 | 64 % | 175 | 60 % |
| | Pluies torrentielles (février 2010) | 40 | 14 % | 38 | 13 % |
| | Ouragan Dennis (juillet 2005 | 26 | 9 % | 22 | 7 % |
| | Ouragan Gustav (août 2008) | 24 | 8 % | 21 | 7 % |
| **Cavaillon** | Ouragan Sandy (octobre 2012) | 207 | 72 % | 241 | 84 % |
| | Ouragan Tomas (novembre 2010) | 119 | 41 % | 116 | 40 % |
| | Pluies torrentielles (février 2010) | 104 | 36 % | 80 | 28 % |
| **Ravine du Sud** | Ouragan Sandy (octobre 2012) | 206 | 74 % | 62 | 22 % |
| | Pluies torrentielles (février 2010) | 130 | 46 % | 28 | 10 % |
| | Ouragan Tomas (novembre 2010) | 84 | 30 % | 29 | 10 % |
| **Grande Rivière du Nord** | Pluies torrentielles (novembre 2014) | 250 | 70 % | 164 | 47 % |
| | Ouragan Hanna (septembre 2008) | 206 | 57 % | 115 | 32 % |
| | Pluies torrentielles (novembre 2012) | 123 | 34 % | 91 | 25 % |
| | Ouragan Jeanne (septembre 2004) | 65 | 18 % | 22 | 6 % |

Afin de déterminer et d'obtenir des informations (durée, intensité, etc.) sur ces différents événements, la littérature scientifique sur le sujet et des sites Internet spécialisés ont été parcourus, notamment le site du National Hurricane Center (http://www.nhc.noaa.gov/). Les données pluviométriques récupérées, notamment celles concernant un site à proximité de Camp Perrin, ont également été exploitées. Le **Tableau 5.20** présente les principales données recueillies.

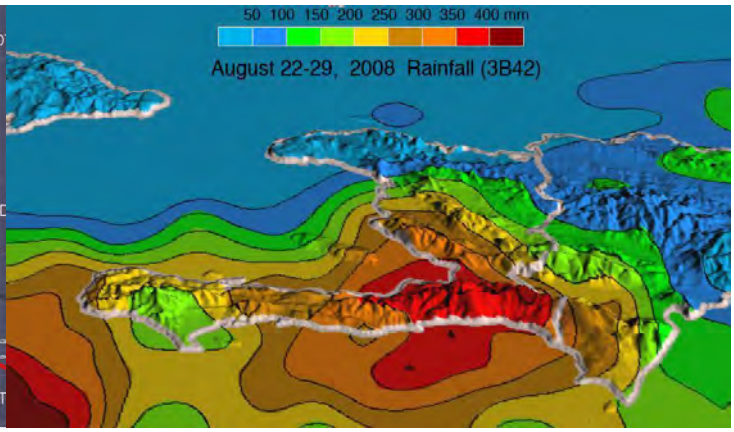
La **Figure 5.5** présente les pluies totales pour 4 des 6 ouragans relevés par l'enquête. Les ouragans Thomas et Sandy ont déversé des précipitations plus importantes sur les bassins Acul Dubreuil, Cavaillon et Ravine du Sud. À l'opposé, les ouragans Jeanne et Gustav ont arrosé davantage les bassins versants de l'Artibonite et de la Grande Rivière du Nord.

**Tableau 5.20 : Informations sur les ouragans ou pluies torrentielles relevés lors des enquêtes**

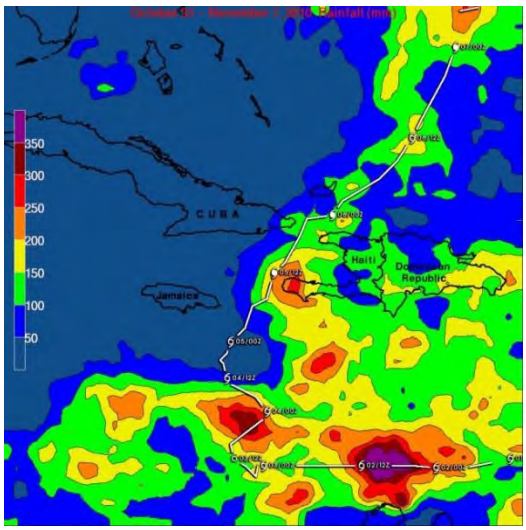
| Bassin versant | Événement | Date | Pluie totale (mm) | Source |
|---|---|---|---|---|
| Acul Dubreuil | Sandy | 23-25 octobre 2012 | 595 | Station météo de Camp Perrin |
| | Pluies | 27 février 2010 | 58 | Station météo de Camp Perrin |
| | Dennis | 5-7 juillet 2005 | 173 | Station météo de Camp Perrin |
| Cavaillon | Sandy | 23-25 octobre 2012 | 595 | Station météo de Camp Perrin |
| | Tomas | 3-5 novembre 2010 | 285 | Station météo de Camp Perrin |
| | Pluies | 27 février 2010 | 58 | Station météo de Camp Perrin |
| Ravine du Sud | Sandy | 23-25 octobre 2012 | 595 | Station météo de Camp Perrin |
| | Tomas | 3-5 novembre 2010 | 285 | Station météo de Camp Perrin |
| | Pluies | 27 février 2010 | 58 | Station météo de Camp Perrin |
| | Gustav | 27-29 août 2008 | 273 | Station météo de Camp Perrin |
| Grande Rivière du Nord | Pluies | 4 novembre 2014 | 32 | http://meteoguru.org/weather_archive_in_cap-haitien/5nUt7B |
| | Pluies | 9 novembre 2012 | 80 | http://metropolehaiti.com/metropole/full_une_fr.php?id=21598&action=print |
| | Hanna | 1-3 septembre 2008 | 198 | http://outilsrrdhaiti.cridlac.org/documents/0232.des.09.oxfam.pdf |
| | Jeanne | 17-18 septembre 2004 | 286 | http://www.mde-h.gouv.ht/inondation_gonaives.htm |



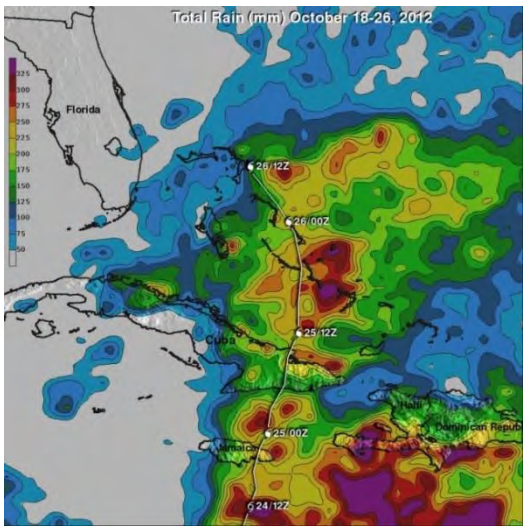

Jeanne (septembre 2004)




Gustav (août 2008)




Thomas (novembre 2010)




Sandy (octobre 2012)

**Figure 5.5 : Total des précipitations générées par les ouragans Jeanne, Gustav, Thomas et Sandy** (Source : http://www.nhc.noaa.gov/)

La récurrence (ou période de retour) de chaque événement pour le bassin versant Grande Rivière du Nord a été estimée en utilisant la loi Log Pearson de Type III pour des périodes de retour allant de 1 à 100 ans avec l'impact des changements climatiques (**Figure 5.6**) développé par la firme Environmental Resources Management[13] pour les bassins versants situés sur la portion nord d'Haïti.

Pour leur part, les récurrences des bassins versants d'Acul Dubreuil, Cavaillon et Ravine du Sud ont été estimées en analysant les données pluviométriques mesurées entre 1993 et 2014 à la station météorologique de Camp Perrin. Une loi de log Pearson de type III a été développée sur la base des maximums mensuels de pluies pour une durée de 24 heures. La **Figure 5.7** montre la relation obtenue.

[13] Environmental Resources Management. 2015. The Northern Development Corridor, Haiti Urban Development and Climate Change Study (Final Draft). Février 2015.

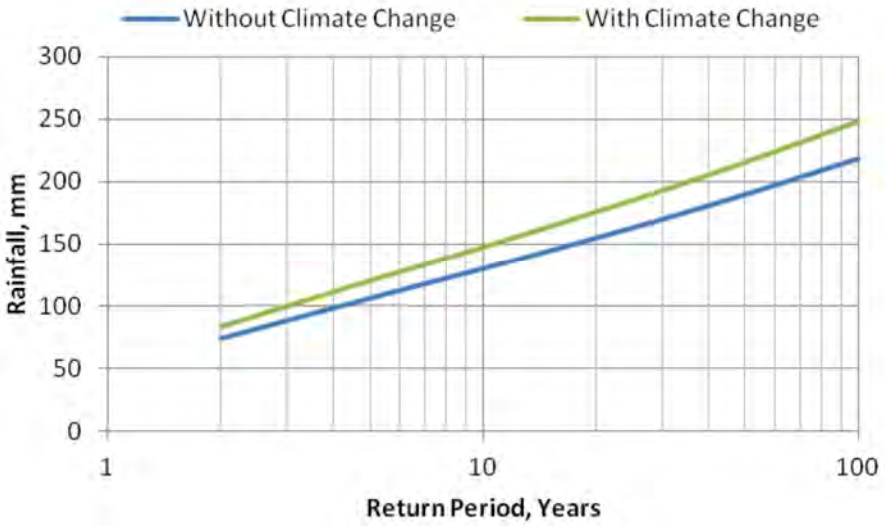



**Figure 5.6 : Loi Log Pearson de Type III développée par la firme Environmental Resources Management**

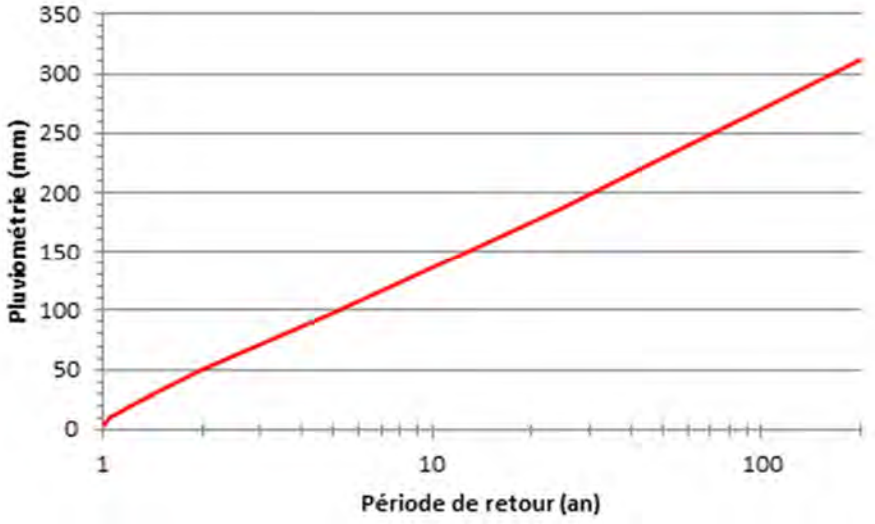



**Figure 5.7 : Loi Log Pearson de Type III développée par AECOM avec les données relevées à Camp Perrin par ORE**

Le **Tableau 5.21** présente la récurrence estimée selon les deux figures précédentes pour chaque événement recensé lors de l'enquête pour les bassins versants à l'étude.

**Tableau 5.21 : Récurrence estimée pour chaque événement relevé lors de l'enquête**

| Bassin versant | Événement | Date du maximum de pluie pour une durée de 24 heures lors de l'événement | Intensité max en 24 h (mm) | Récurrence estimée (ans) |
|---|---|---|---|---|
| Acul Dubreuil | Sandy | 23 octobre 2012 | 222 | 50 |
| | Pluies torrentielles | 27 février 2010 | 58 | 2 |
| | Dennis | 6 juillet 2005 | 104 | 5 |
| Cavaillon | Sandy | 23 octobre 2012 | 222 | 50 |
| | Tomas | 4 novembre 2010 | 178 | 20 |
| | Pluies torrentielles | 27 février 2010 | 58 | 2 |
| Ravine du Sud | Sandy | 24 octobre 2012 | 222 | 50 |
| | Tomas | 4 novembre 2010 | 178 | 20 |
| | Pluies torrentielles | 27 février 2010 | 58 | 2 |
| | Gustav | 27 août 2008 | 116 | 7 |
| Grande Rivière du Nord | Pluies | 4 novembre 2014 | 32 | 1 |
| | Pluies | 9 novembre 2012 | 80 | 2 |
| | Hanna | 2 septembre 2008 | 170 | 20 |
| | Jeanne | 18 septembre 2004 | 261 | 110 |

Note : Puisque le maximum de pluie observé pendant une période de 24 heures dépassait 250 mm pour l'ouragan Jeanne, la relation «avec changement climatique» de la **Figure 5.6** correspondante a été extrapolée jusqu'à 350 mm.

### 5.2.2 Ajustement des cartes d'exposition au risque d'inondation

Afin d'ajuster la carte d'exposition au risque lié aux inondations, l'étape précédente a permis d'assigner une période de récurrence à chaque événement et ainsi le faire correspondre à une classe de risque. En effet comme indiqué à la section 4.2.3, les trois classes de risques sont définies ainsi :

- RE (risque élevé) : récurrence = 1-2 ans
- RM (risque modéré) : récurrence = 10-20 ans
- RF (risque faible) : récurrence = 50-100 ans

Par exemple, l'événement Jeanne de 2004 dans le bassin versant de la Grande Rivière du Nord correspond au risque faible de cette zone.

Le travail a ensuite consisté à traiter et analyser, à partir des résultats des enquêtes, les données géoréférencées sur les hauteurs d'eau de submersion pour un même événement pour chaque bassin versant afin d'en établir la zone d'influence, et, au besoin, corriger la délimitation des courbes de risque établi comme hypothèse en début de projet. De plus, afin de prendre en compte la hauteur de submersion au sein de chaque classe d'événements, un nouveau découpage en trois sous-classes a été créé dans le polygone d'exposition au risque à l'aide d'une interpolation des hauteurs d'eau, à savoir :

- sous-classe 1 : Hauteur d'eau de submersion < 50 cm;
- sous-classe 2 : Hauteur d'eau de submersion comprise entre 50 et 100 cm;
- sous-classe 3 : Hauteur d'eau de submersion > 100 cm.

La **Figure 5.8** présente un exemple de carte montrant les sous-classes obtenues après interpolation des hauteurs de submersion pour l'événement Sandy (risque faible) correspondant à une récurrence de 50 années dans le bassin versant de la Ravine du Sud. Les nombres en rouge précisent la hauteur de submersion estimée par l'enquêté pour l'événement.

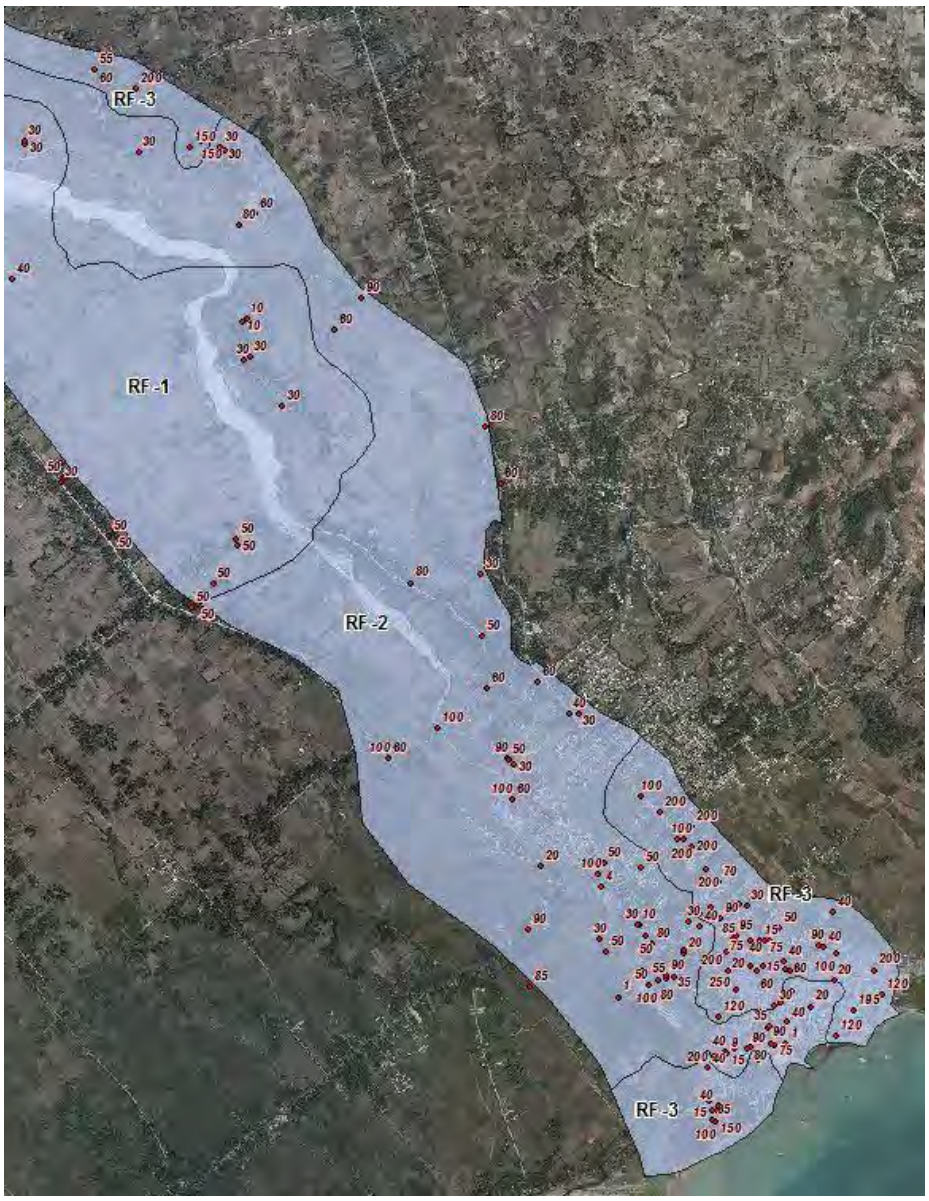
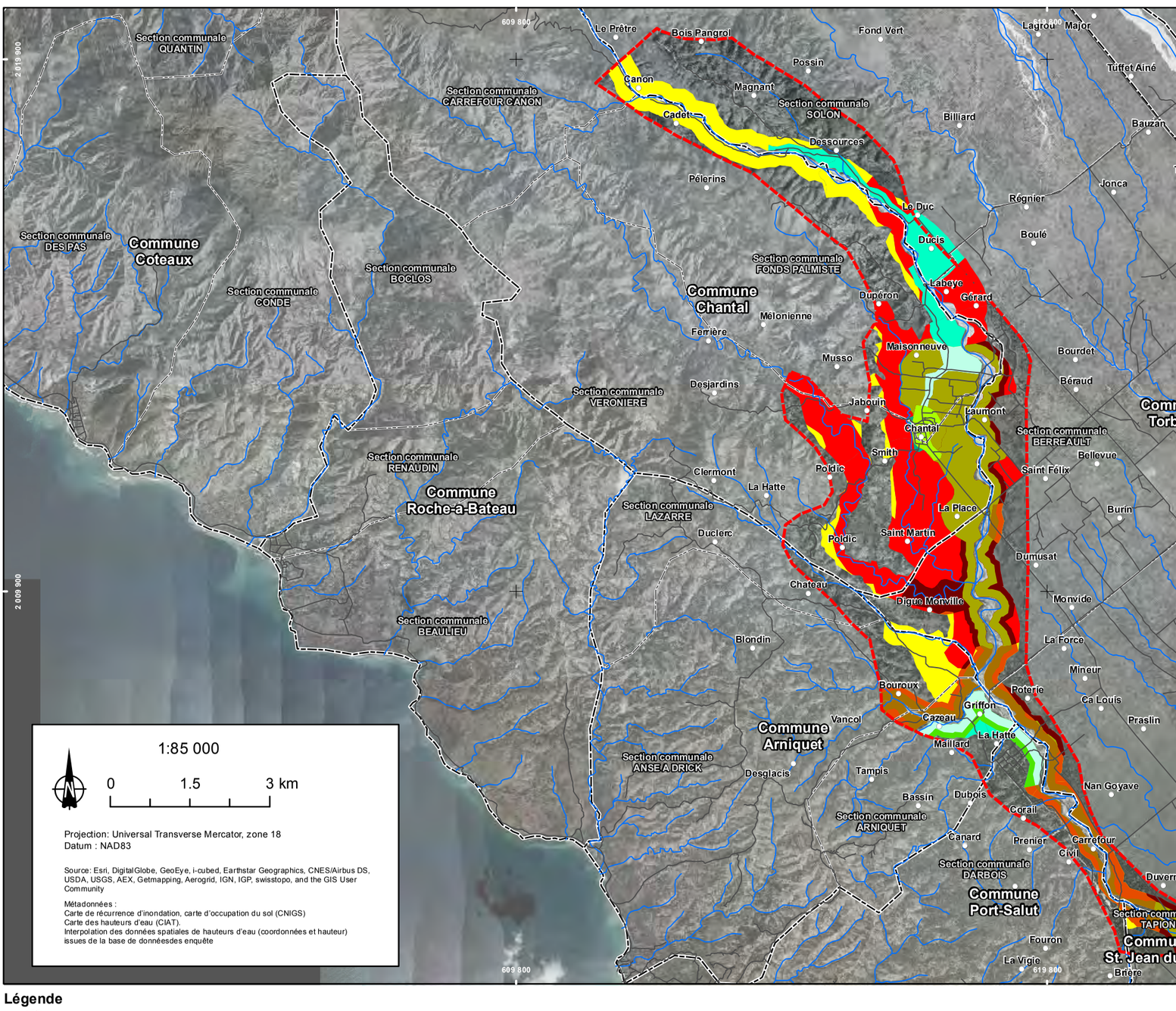



**Figure 5.8 : Exemple de sous-classe de hauteur de submersion pour le bassin versant de Ravine du Sud pour un événement de récurrence 50-100 ans**

Les **Figures 5.9 à 5.12** présentent les nouvelles cartes d'exposition au risque d'inondation pour chacun des quatre bassins versants. Avec le souci de ne pas alourdir la lecture de ces cartes par la présence de trop de détails, elles ne présentent pas les sous-classes définies précédemment. Néanmoins, ces différentes cartes, où sont entrecroisées les informations sur l'étendue et la profondeur de l'eau selon la récurrence de l'événement pluvieux, sont utilisées pour le calcul des pertes économiques détaillées dans les sections suivantes de ce rapport.

Sur ces cartes et pour chaque bassin versant, l'ensemble des polygones de recouvrement (classe d'occupation du sol couplée au risque d'inondation) ont été ordonnés selon leur poids au niveau des pertes économiques. Le classement a été fait en utilisant les résultats extraits de la base de données et qui ont servi à construire les courbes de dommages associés aux inondations. L'importance de chaque polygone a été calculée en ramenant la perte économique subie dans ce polygone par ha et par ménage.




**Légende**

- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

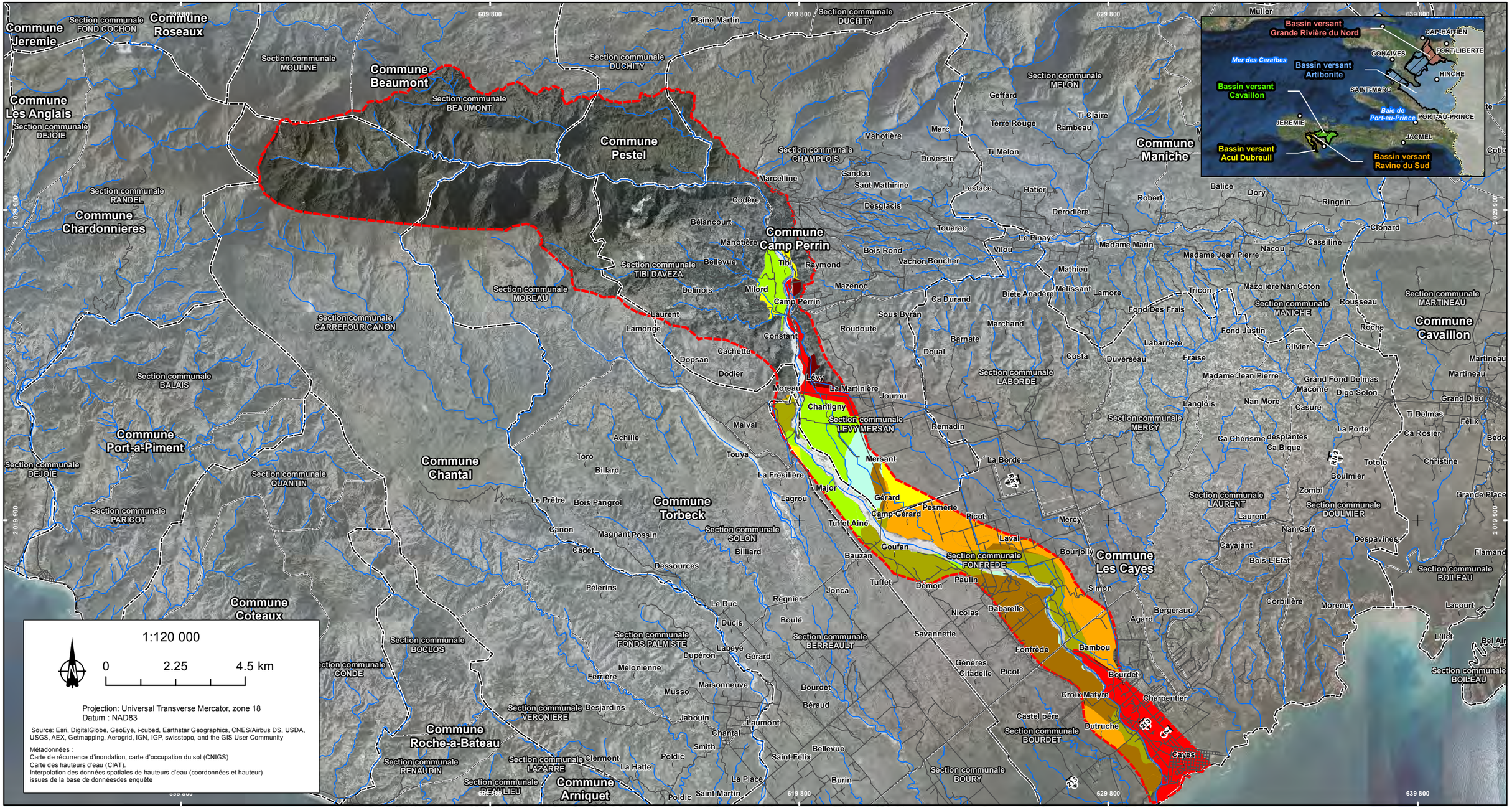
*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

- Culture agricole dense (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole dense (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 1-2 ans)
- Urbain continu (inondation 10-20 ans)

- Culture agricole dense (inondation 1-2 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 50-100 ans)
- Urbain discontinu (inondation 10-20 ans)
- Urbain continu (inondation 1-2 ans)
- Urbain continu (inondation 50-100 ans)

- Urbain dis
- Urbain dis




**Légende**

- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

- Urbain continu (inondation 50-100 ans)
- Urbain continu (inondation 10-20 ans)
- Urbain continu (inondation 1-2 ans)
- Culture agricole dense (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole dense (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole dense (inondation 1-2 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 50-100 ans)

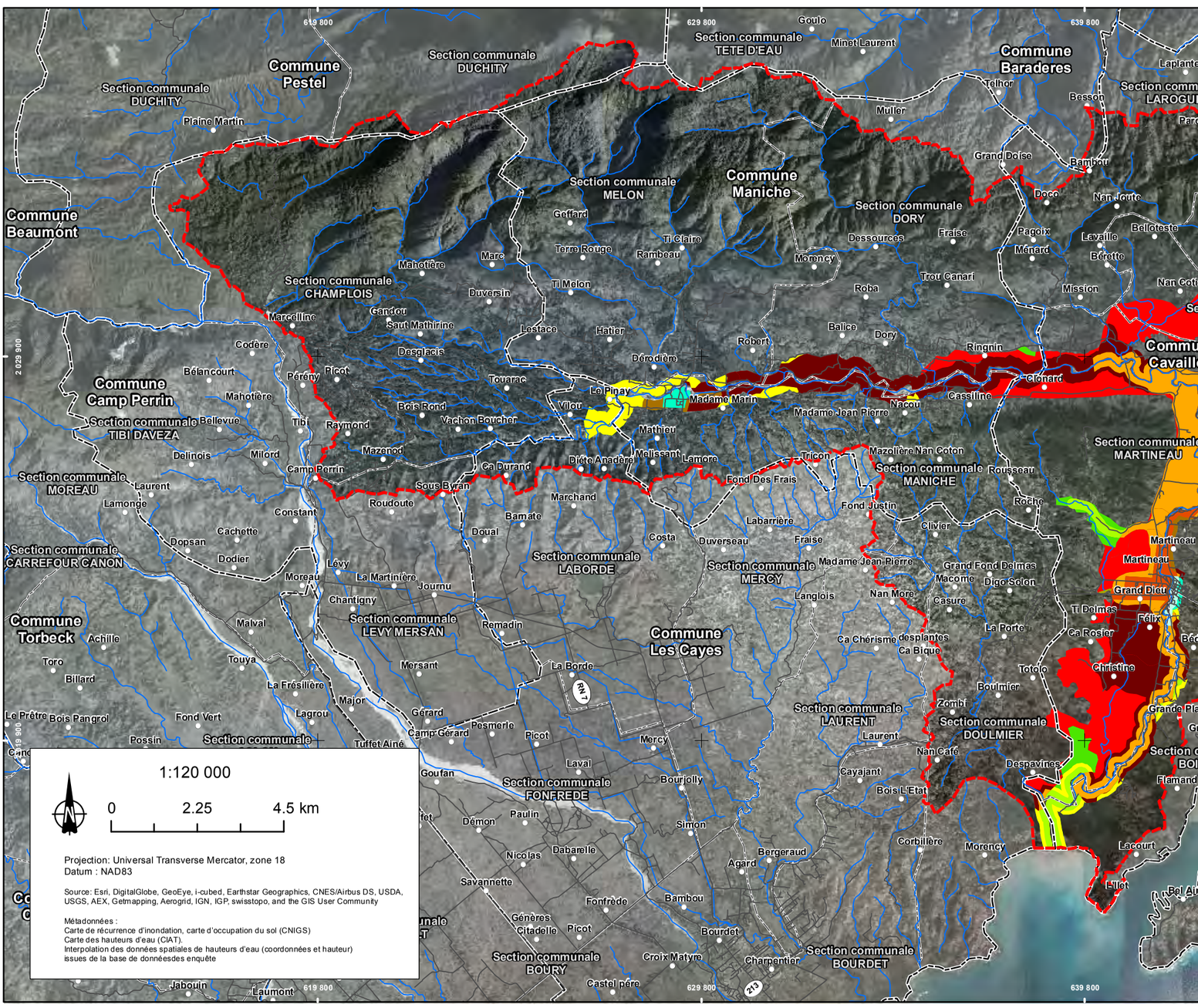
**Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR)**

*Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil*

**Figure 5.10**
**Carte d'exposition au risque d'inondation pour le bassin versant de Ravine du Sud**

*Juillet 2015*

AECOM




**Légende**

- Zone d'intervention
- Réseau hydrographique
- Réseau routier

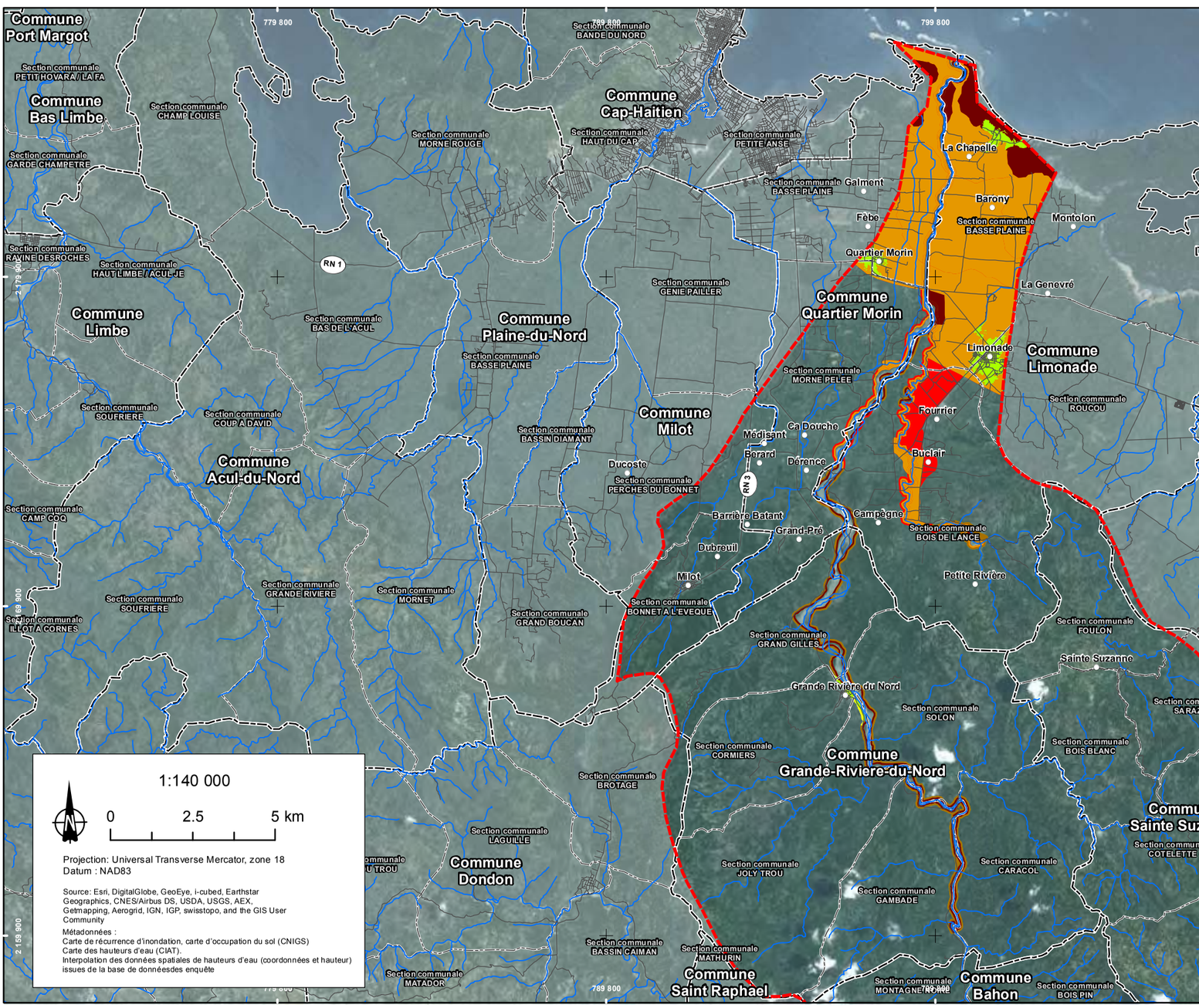
*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

- Culture agricole dense (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole dense (inondation 50-100 ans)
- Urbain discontinu (inondation 1-2 ans)
- Urbain discontinu (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole dense (inondation 1-2 ans)

- Urbain discontinu (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 1-2 ans)
- Urbain continu (inondation 50-100 ans)

- Urbain continu (inon
- Urbain continu (inon




**Légende**

- Zone d'intervention
- Réseau routier
- Réseau hydrographique

*Limite administrative*

- Commune
- Section communale

- Culture agricole discontinue (inondation 1-2 ans)
- Culture agricole dense (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole dense (inondation 10-20 ans)
- Culture agricole discontinue (inondation 50-100 ans)
- Culture agricole dense (inondation 1-2 ans)
- Culture agricole disc
- Urbain continu (inon
- Urbain continu (inon
- Urbain continu (inon

## 5.3 Évaluation des pertes dues aux inondations

AECOM a évalué l'incidence des inondations au travers d'une analyse de sources bibliographiques. Selon Devaux-Ros (2000), il existe trois types de dommages :

- les dommages directs correspondants aux dégâts matériels imputables à l'impact physique de l'inondation;
- les pertes d'exploitation ou pertes de fonds dues aux conséquences à court terme de la submersion ou des dégâts de la submersion (facteurs de production inutilisables par exemple);
- et les dommages indirects qui correspondent aux conséquences éloignées dans le temps ou l'espace de l'inondation ou des dégâts de l'inondation. Ce peut être les répercussions sur les filières et sur le territoire, l'adaptation des activités au risque d'inondation, la perte de valeur du foncier, ou les intérêts des emprunts souscrits pour faire face à l'événement par exemple.

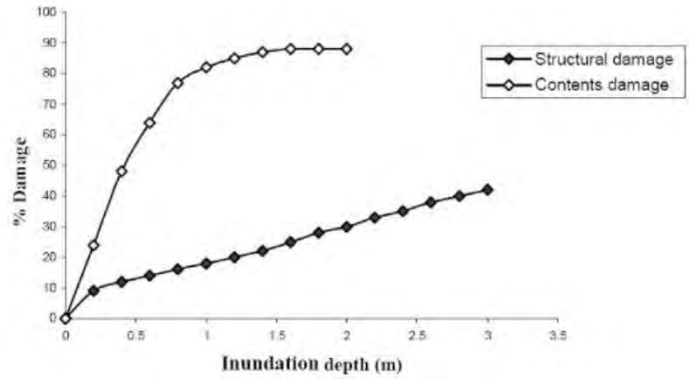
Pour les besoins de l'étude et pour en faciliter l'évaluation, AECOM s'est concentré sur les deux premiers types de dommage qui peuvent être évalués grâce à l'utilisation de fonctions ou courbes de dommages. AECOM a recensé une dizaine d'articles présentant l'utilisation de ces fonctions. Les références de ces articles sont données à l'**Annexe 1**. Ces dernières utilisent des coefficients d'endommagement qui dépendent des caractéristiques de l'inondation, généralement la durée et la hauteur d'eau.

### 5.3.1 Pertes en zone urbaine

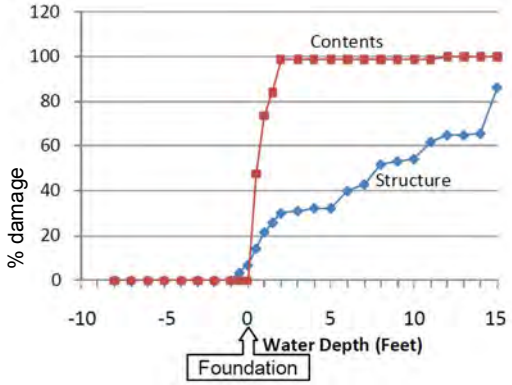
En ce qui concerne les zones urbaines, les pertes estimées par ménage considérées sont les suivantes :

- le dommage sur le bâti;
- le dommage sur les biens;
- les pertes de revenus (commerce fermé, jours chômés, etc.);
- les frais de santé liés aux inondations.

Pour les deux premiers points, il existe plusieurs courbes de dommage donnant un pourcentage de pertes selon la hauteur d'eau. La **Figure 5.13** présente des exemples de courbes de dommage:




**Extrait de : Conducting Flood Loss Assessments (juin 2013), WMO, Figure 8 p.12**




**Extrait de : Flood damage analysis (2012), State of California, Figure 3.9 page 3.43**

**Figure 5.13 : Exemple de courbe de dommage pour le bâti et les biens**

Ainsi pour la présente étude, il a été pris comme hypothèse les valeurs du **Tableau 5.22** pour le pourcentage de perte pour les dommages aux bâtis et aux biens :

**Tableau 5.22 : Grille de dommage aux bâtis et aux biens**

| | % de perte selon la hauteur de submersion Hauteur d'eau (m) | | |
|---|---|---|---|
| | < 0,5 m | 0,5 < H < 1 | > 1 m |
| Bâti | 15 % | 30 % | 45 % |
| Biens | 60 % | 75 % | 85 % |

Il est à noter que la base de données aurait pu fournir, pour le bâti et les biens, des valeurs moyennes de pertes estimées par les enquêtés selon la hauteur d'eau de submersion. Néanmoins, le manque de données pour la sous-classe 3 (peu de réponses pour des hauteurs d'eau de submersion supérieures à 1 m) aurait conduit à une sous-estimation presque systématique de ces pertes. Une grande majorité des enquêtés ayant fournis des données précises sur la valeur de leur bâti et de leurs biens, les ratios de dommages indiqués au **Tableau 5.22** ont été utilisés pour l'estimation des dommages sur ces biens.

En ce qui a trait à la perte de revenus, une analyse des données de l'enquête montre que, tous événements confondus, le nombre de jours chômés est en moyenne de 2 jours pour une inondation, dont la hauteur est inférieure à 50 cm, 4 jours pour une hauteur entre 50 et 100 cm et 6 jours pour une hauteur supérieure à 100 cm.

Enfin, pour les frais de santé encourus par ménage lors d'inondation, il ressort de la base de données qu'ils sont, en moyenne, égal à 3 290 HTG pour une inondation dont la hauteur est inférieure à 50 cm, 4 570 HTG pour une hauteur entre 50 et 100 cm et 7 365 HTG pour une hauteur supérieure à 100 cm.

Le **Tableau 5.23** suivant présente la valeur moyenne du bâti et des biens ainsi que le revenu mensuel moyen par ménages enquêtés et selon chaque bassin versant. Ces valeurs sont extraites de la base de données.

**Tableau 5.23 : Valeur moyenne du bâti et des biens selon l'enquête des ménages**

| | Valeur moyenne bâti (HTG) | Valeur moyenne biens (HTG) | Revenu mensuel moyen par ménage (HTG) |
|---|---|---|---|
| Acul Dubreuil | 127 312 | 40 819 | 5 696 |
| Cavaillon | 113 651 | 8 154 | 8 649 |
| Ravine du Sud | 502 150 | 20 376 | 14 904 |
| Grande Rivière du Nord | 194 611 | 43 301 | 9 062 |

Ainsi, dans les polygones à caractère urbain (classe d'occupation du sol UC et UD), les pertes moyennes par ménage dues aux inondations selon la sous-classe de hauteur de submersion sont présentées dans le **Tableau 5.24.**

**Tableau 5.24 : Perte moyenne par ménage en zone urbaine**

| | Perte moyenne par ménage (HTG) | | |
|---|---|---|---|
| | Sous-classe 1 H < 0,5 m | Sous-classe 2 0,5 < H < 1 | Sous-classe 3 H > 1 m |
| Acul Dubreuil | 47 258 | 74 130 | 100 490 |
| Cavaillon | 25 807 | 45 927 | 67 168 |
| Ravine du Sud | 91 831 | 172 477 | 253 632 |
| Grande Rivière du Nord | 59 066 | 96 630 | 133 558 |

### 5.3.2 Pertes en zone agricole

En ce qui concerne les zones agricoles, selon Devaux-Ros (2000), l'ampleur de l'impact d'une inondation sur les cultures dépend de :

- la durée d'inondation : plus l'eau reste longtemps au contact des plantes et du sol, plus les risques d'asphyxie de la plante sont grands;
- la vitesse d'écoulement des eaux : si l'écoulement est rapide, les plantes peuvent être arrachées ou couchées;
- la hauteur d'eau intervient surtout pour les cultures hautes;
- la période de l'année à laquelle survient l'inondation : selon leur cycle cultural et le stade végétatif atteint au moment de l'inondation, la sensibilité de la plante à l'inondation sera différente.

Les événements pluvieux reliés aux ouragans se produisent généralement entre juin et novembre, mais ils existent, surtout dans le Sud, des pluies torrentielles en dehors de ces mois. Ainsi dans le cadre de l'étude, il n'a pas été considéré la période de l'année et donc le stade de croissance de la plante dans le calcul des pertes aux cultures. Les coefficients d'endommagement sont globaux et représentent une moyenne sur l'ensemble de l'année. Ainsi les calendriers culturaux types dans le nord et le sud (**Figures 5.14 et 5.15)** sont seulement présentés à titre informatif. Néanmoins, la répartition et le type de culture sont utilisés par la suite pour l'estimation des pertes et l'application des grilles de dommage.

De la même manière que pour les pertes au niveau urbain, la base de données aurait pu fournir, pour les cultures, des valeurs moyennes de pertes estimées par les enquêtés selon la hauteur d'eau de submersion. Le manque de données ainsi que l'impossibilité de dissocier les dommages pour chacune des cultures n'a pas permis à AECOM d'aller de l'avant avec cette approche. En effet, typiquement, le répondant identifiait chaque culture endommagée par l'inondation, mais l'estimation monétaire des pertes était généralement globale. Il est donc préférable d'utiliser des coefficients d'endommagement des cultures et un produit brut par hectare selon la culture, les valeurs extraites d'études et de rapport étant plus fiables.

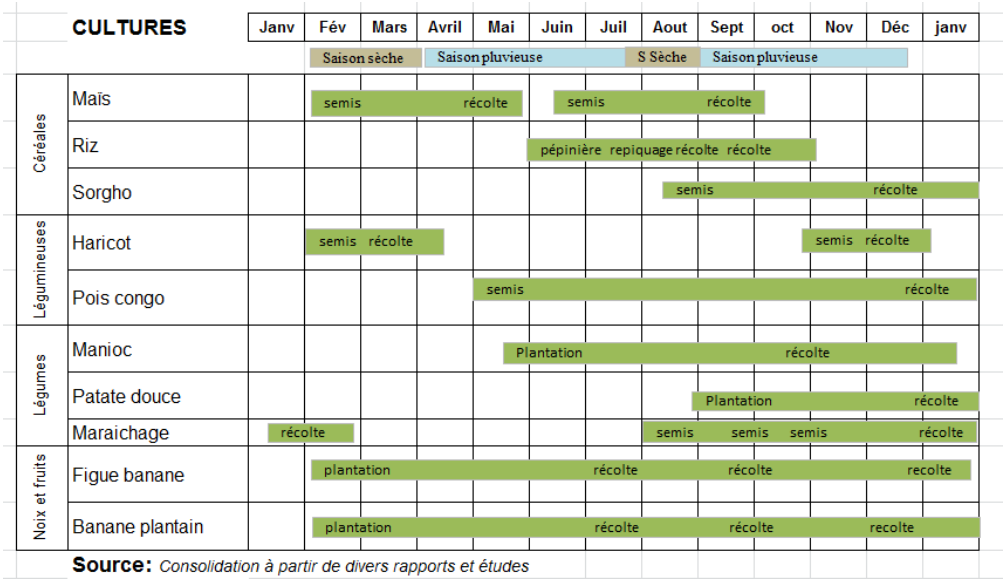



**Figure 5.14 : Calendrier cultural type dans les bassins versants du Sud**

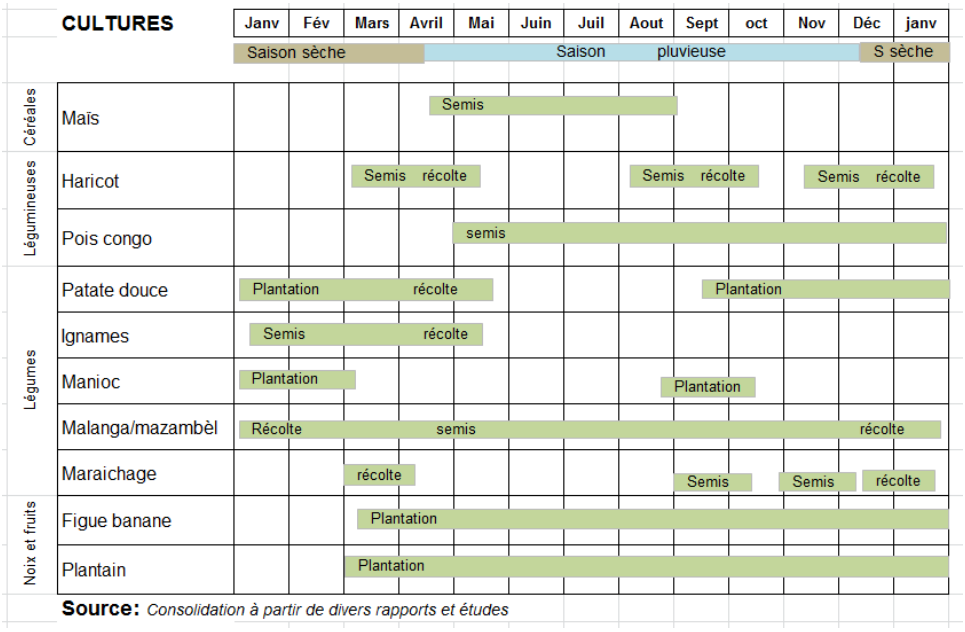



**Figure 5.15 : Calendrier cultural type dans les bassins versants du Nord**

Le **Tableau 5.25** présente des exemples de coefficients d'endommagement relevés dans divers articles et études portant sur l'évaluation des dommages des inondations sur les cultures. Ces coefficients dépendent des caractéristiques de l'inondation (généralement la durée et hauteur d'eau) et des cultures (saison de l'année).

**Tableau 5.25 : Exemple de coefficient d'endommagement des cultures**

| Auteur(s) | McDonald | USACE | Citeau | Förster et al. | Wilson et al |
|---|---|---|---|---|---|
| Année | 1970 | 1985 | 2003 | 2008 | 2012 |
| Pays/Région | États-Unis | États-Unis | France | Allemagne | Canada |
| **Cultures** | | | | | |
| Maïs | Entre 40 et 100 % selon la hauteur de l'inondation (30 cm à 180 cm) et le mois | | Entre 10 et 100 % de pertes selon la durée de submersion (3 à 15 jours), le mois, la hauteur et la vitesse de l'eau | | Entre 0 et 90 % selon le mois |
| Culture non spécifiée | | Entre 0 et 100 % selon la durée de submersion (1, 3 et 14 jours) et la date | | | |
| Grain | | | | | Entre 0 et 90 % selon le mois |
| Herbes (Grassland) | | | | Entre 5 et 50 % de pertes selon la durée de submersion (1 à 11 jours) et le mois | |
| Blé | | | | Entre 0 et 100 % de pertes selon la durée de submersion (1 à 11 jours) et le mois | |

La durée de submersion est reliée, entre autres, à la hauteur de submersion. Une analyse des données de l'enquête montre que, tous événements confondus, la durée de submersion est en moyenne de 2 jours pour une hauteur inférieure à 50 cm, 3-4 jours pour une hauteur entre 50 et 100 cm et 5 jours ou plus pour une hauteur

supérieure à 100 cm. De légères variations existent entre les bassins versants dues au fait que leur topographie n'est pas la même. Ainsi pour la présente étude, il a été pris comme hypothèse les valeurs suivantes pour les dommages aux cultures :

**Tableau 5.26 : Grille de dommage aux cultures**

| Type de culture | % de perte selon la hauteur de submersion Hauteur d'eau (m) | | |
|---|---|---|---|
| | < 0,5 m | 0,5 m < H < 1 m | > 1 m |
| Céréales | 30 % | 60 % | 90 % |
| Légumineuses | 50 % | 75 % | 100 % |
| Légumes | 50 % | 75 % | 100 % |
| Noix et Fruits | 20 % | 40 % | 80 % |
| Cultures sucrières | 5 % | 25 % | 50 % |
| Autres | 50 % | 75 % | 100 % |

Pour chaque bassin versant, il a été constitué un assolement type en prenant en compte la répartition des types de cultures selon les données du RGA datant de 2008. De plus, chaque type de cultures s'est vu attribuer un produit brut moyen et un pourcentage d'occupation du sol de cet assolement a été déterminé selon la classe d'occupation du sol (cultures agricoles denses ou discontinues). Les tableaux suivants présentent ces résultats :

**Tableau 5.27 : Modèle d'exploitation type du bassin versant de Cavaillon**

| Groupes de cultures | Principales productions | % SAU occupée selon le RGA | Produit brut (Agriculture continue - 75 % occupation du sol) | Produit brut (Agriculture discontinue - 58 % occupation du sol) |
|---|---|---|---|---|
| Céréales | Maïs, sorgho, riz | 40 % | 270,82 $ | 209,43 $ |
| Légumineuses | Haricot, Pois congo, Pois souche | 25 % | 385,20 $ | 297,88 $ |
| Légumes | Patate douce, ignames, manioc | 22 % | 552,01 $ | 426,89 $ |
| Noix et Fruits | Bananes, Plantains, | 5 % | 137,11 $ | 106,03 $ |
| Autres | | 8 % | 337,20 $ | 260,77 $ |
| | **Total pour 1 ha type** | **100 %** | **1 682,34 $** | **1 301,01 $** |

**Tableau 5.28 : Modèle d'exploitation type du bassin versant d'Acul Dubreuil**

| Groupes de cultures | Principales productions | % SAU occupée selon le RGA | Produit brut (Agriculture continue - 75 % occupation du sol) | Produit brut (Agriculture discontinue - 58 % occupation du sol) |
|---|---|---|---|---|
| Céréales | Maïs, sorgho, riz | 49 % | 347,94 $ | 269,07 $ |
| Légumineuses | Haricot, Pois congo, Pois souche | 15 % | 254,91 $ | 197,13 $ |
| Légumes | Patate douce, ignames, manioc | 25 % | 393,62 $ | 304,40 $ |
| Noix et Fruits | Bananes, Plantains, | 9 % | 246,80 $ | 190,86 $ |
| Autres | | 2 % | 529,94 $ | 409,82 $ |
| | **Total pour 1 ha type** | **100 %** | **1 773,21 $** | **1 371,28 $** |

**Tableau 5.29 : Modèle d'exploitation type du bassin versant de Ravine du Sud**

| Groupes de cultures | Principales productions | % SAU occupée selon le RGA | Produit brut (Agriculture continue - 75 % occupation du sol) | Produit brut (Agriculture discontinue - 58 % occupation du sol) |
|---|---|---|---|---|
| Céréales | Maïs, sorgho, riz | 47 % | 304,78 $ | 235,69 $ |
| Légumineuses | Haricot, pois congo, Pois souche | 24 % | 303,77 $ | 234,92 $ |
| Légumes | Patate douce, ignames, manioc | 17 % | 650,94 $ | 503,39 $ |
| Noix et Fruits | Bananes, Plantains, | 8 % | 450,30 $ | 348,23 $ |
| Autres | | 4 % | 168,60 $ | 130,38 $ |
| | **Total pour 1 ha type** | **100 %** | **1 878,38 $** | **1 452,62 $** |

**Tableau 5.30 : Modèle d'exploitation type du bassin versant de Grande Rivière du Nord**

| Groupes de cultures | Principales productions | % SAU occupée selon le RGA | Produit brut (Agriculture continue - 75 % occupation du sol) | Produit brut (Agriculture discontinue - 58 % occupation du sol) |
|---|---|---|---|---|
| Céréales | Maïs, sorgho, riz | 14 % | 86,60 $ | 66,97 $ |
| Légumineuses | Haricot, pois congo, Pois souche | 19 % | 286,71 $ | 221,72 $ |
| Légumes | Patate douce, ignames, manioc | 28 % | 947,19 $ | 732,50 $ |
| Noix et Fruits | Bananes, Plantains, | 19 % | 1 213,27 $ | 938,27 $ |
| Autres | Canne à sucre, etc. | 20 % | 302,26 $ | 233,74 $ |
| | **Total pour 1 ha type** | **100 %** | **2 836,03 $** | **2 193,20 $** |

En appliquant le pourcentage de perte selon le type de culture, il est ensuite possible de déterminer la perte moyenne par hectare selon la sous-classe de hauteur de submersion. Ainsi, dans les polygones à caractère agricole, classes d'occupation du sol CA et CD, les pertes moyennes par hectare dues aux inondations selon la sous-classe de hauteur de submersion sont présentées dans le **Tableau 5.31.**

**Tableau 5.31 : Pertes moyennes par hectare en zone agricole**

| | Perte moyenne par hectare | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sous-classe 1 H < 50 cm | | Sous-classe 2 50 cm < H < 100 cm | | Sous-classe 3 100 cm < H | |
| | CA | CD | CA | CD | CA | CD |
| Acul Dubreuil | 742,98 $ | 574,57 $ | 1 191,34 $ | 921,30 $ | 1 689,06 $ | 1 306,20 $ |
| Cavaillon | 745,87 $ | 576,81 $ | 1 173,14 $ | 907,23 $ | 1 627,83 $ | 1 258,86 $ |
| Ravine du Sud | 743,15 $ | 574,70 $ | 1 205,47 $ | 932,23 $ | 1 757,85 $ | 1 359,40 $ |
| Grande Rivière du Nord | 968,71 $ | 749,13 $ | 1 613,83 $ | 1 248,03 $ | 2 509,16 $ | 1 940,41 $ |

### 5.3.3 Pertes sur les infrastructures publiques

Pour les infrastructures publiques, les pertes estimées considérées sont les suivantes :

- le dommage sur les routes;
- le dommage sur les bâtiments publics.

Pour le calcul des pertes sur les infrastructures routières, il a été pris comme hypothèse que, selon le type de route et la récurrence de l'événement, un coût de réhabilitation sera encouru. Ce coût est calculé selon un pourcentage du coût de réalisation du même type de route (**Tableau 5.32**).

**Tableau 5.32 : Grille de dommage sur les routes selon leur type et la récurrence de l'événement**

| Type de route | Coût ($US/km)[(a)] | % de perte selon la récurrence de l'événement Récurrence (ans) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 ans | 5 ans | 10 ans | 20 ans | 50 ans | 100 ans |
| Primaire | 910 000 | 5 % | 15 % | 20 % | 50 % | 65 % | 90 % |
| Secondaire | 567 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 40 % | 55 % | 90 % |
| Urbaine | 835 000 | 5 % | 12 % | 17 % | 45 % | 60 % | 90 % |

(a) Source : Chantiers Modernes d'Haïti

Dans le même ordre d'idée, les pertes sur les bâtiments publics sont calculées en appliquant un pourcentage du coût de réalisation selon le type de bâtiment et la récurrence de l'événement (**Tableau 5.33**).

**Tableau 5.33 : Grille de dommage sur les bâtiments publics selon leur type et la récurrence de l'événement**

| Type de bâtiment | Coût ($US)[(a)] | % de perte selon la récurrence de l'événement Récurrence (ans) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 ans | 5 ans | 10 ans | 20 ans | 50 ans | 100 ans |
| Mairie | 50 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Cour de justice | 50 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Poste de police | 50 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Centre communautaire | 25 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Bibliothèque publique | 100 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Collège | 632 500 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| École | 130 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Hôpital | 750 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 25 % | 60 % | 90 % |
| Marché | 50 000 | 5 % | 10 % | 15 % | 20 % | 50 % | 90 % |

(a) Source : Chantiers Modernes d'Haïti

Ensuite, selon les données recensées auprès du CNIGS (infrastructures routières) et d'OpenStreetMap[14] (bâtiments publics), le calcul des pertes sur les infrastructures publiques s'effectue en appliquant selon la récurrence de l'événement le pourcentage défini ci-dessus.

### 5.3.4 Élaboration de la courbe des pertes et dommages prévus

Pour permettre le calcul des pertes et dommages prévus selon la récurrence d'un événement, il est nécessaire de reprendre les deux étapes 4 et 5 présentées dans la section 4.2.3. En effet, l'ajout des trois sous-classes correspondantes à la hauteur de submersion permet de raffiner les polygones de recouvrement Exposition au risque d'inondation / Occupation du sol (36 au total) (**Tableau 5.34**).

[14] http://www.openstreetmap.org/copyright

**Tableau 5.34 : Polygones de recouvrement - Exposition aux risques / Occupation du sol**

| Occupation du sol | Risque Élevé | Risque Moyen | Risque Faible |
|---|---|---|---|
| Urbain continu (UC) | RE-UC-1<br>RE-UC-2<br>RE-UC-3 | RM-UC-1<br>RM-UC-2<br>RM-UC-3 | RF-UC-1<br>RF-UC-2<br>RF-UC-3 |
| Urbain discontinu (UD) | RE-UD-1<br>RE-UD-2<br>RE-UD-3 | RM-UD-1<br>RM-UD-2<br>RM-UD-3 | RF-UD-1<br>RF-UD-2<br>RF-UD-3 |
| Cultures agricoles denses (CA) | RE-CA-1<br>RE-CA-2<br>RE-CA-3 | RM-CA-1<br>RM-CA-2<br>RM-CA-3 | RF-CA-1<br>RF-CA-2<br>RF-CA-3 |
| Cultures agricoles discontinues, etc. (CD) | RE-CD-1<br>RE-CD-2<br>RE-CD-3 | RM-CD-1<br>RM-CD-2<br>RM-CD-3 | RF-CD-1<br>RF-CD-2<br>RF-CD-3 |

L'étape suivante consiste, à l'aide du tabloïd de densité, d'attribuer une population pour chacun des 36 polygones de recouvrement précédent. De la même manière, c'est la densité moyenne qui est ajoutée à la table d'attribut des polygones.

Une fois ces deux étapes effectuées, pour chaque bassin versant, il est alors possible de générer un tableau comprenant l'ensemble des polygones de recouvrement avec leur superficie et densité respective. En recoupant ces informations avec les valeurs calculées des pertes moyennes par hectare et par ménage ainsi que celles sur les infrastructures publiques (voir section précédente), un tableau récapitulatif des pertes et dommages engendrés selon la récurrence d'un événement est généré :

**Tableau 5.35 : Pertes et dommages prévus selon la récurrence d'un événement**

| Bassin versant | Récurrence estimée (ans) | Pertes et dommages encourus |
|---|---|---|
| Acul Dubreuil | 50 | 28 197 792 $ |
| | 5 | 6 551 245 $ |
| | 2 | 2 973 957 $ |
| Cavaillon | 50 | 44 027 907 $ |
| | 20 | 31 151 449 $ |
| | 2 | 4 313 815 $ |
| Ravine du Sud | 50 | 92 368 586 $ |
| | 20 | 61 764 702 $ |
| | 2 | 16 116 608 $ |
| Grande Rivière du Nord | 110 | 81 320 474 $ |
| | 20 | 42 019 612 $ |
| | 2 | 11 649 481 $ |

Les **Figures 5.16** à **5.19** suivantes présentent pour chaque bassin versant les courbes de dommages associés aux inondations :

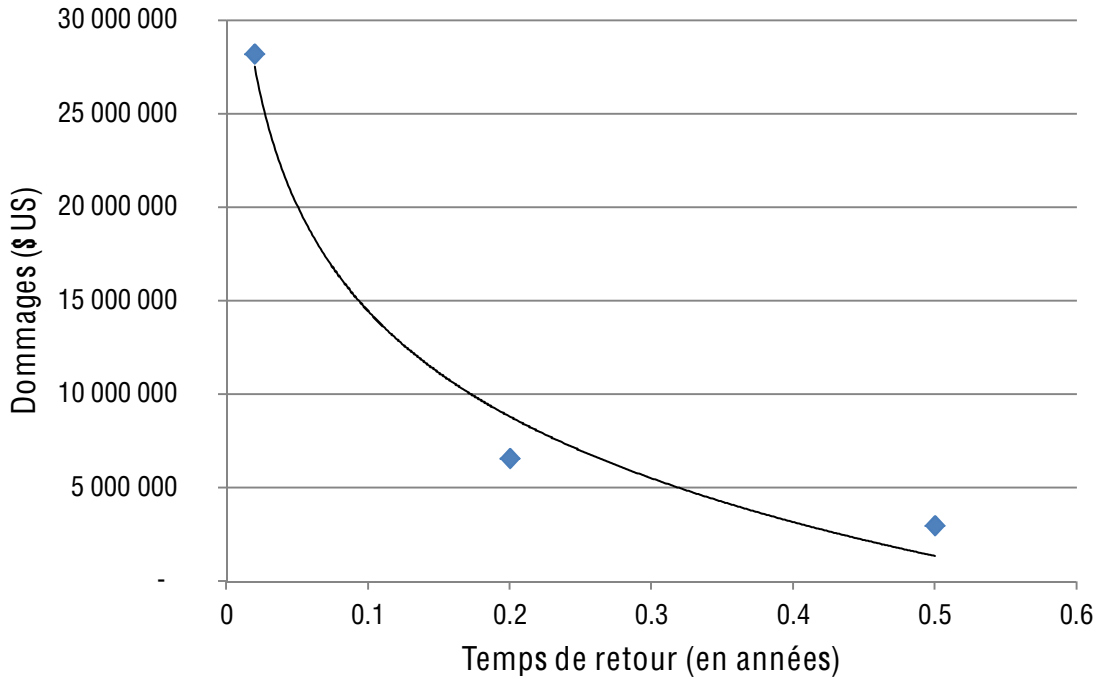



**Figure 5.16 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant d'Acul Dubreuil**

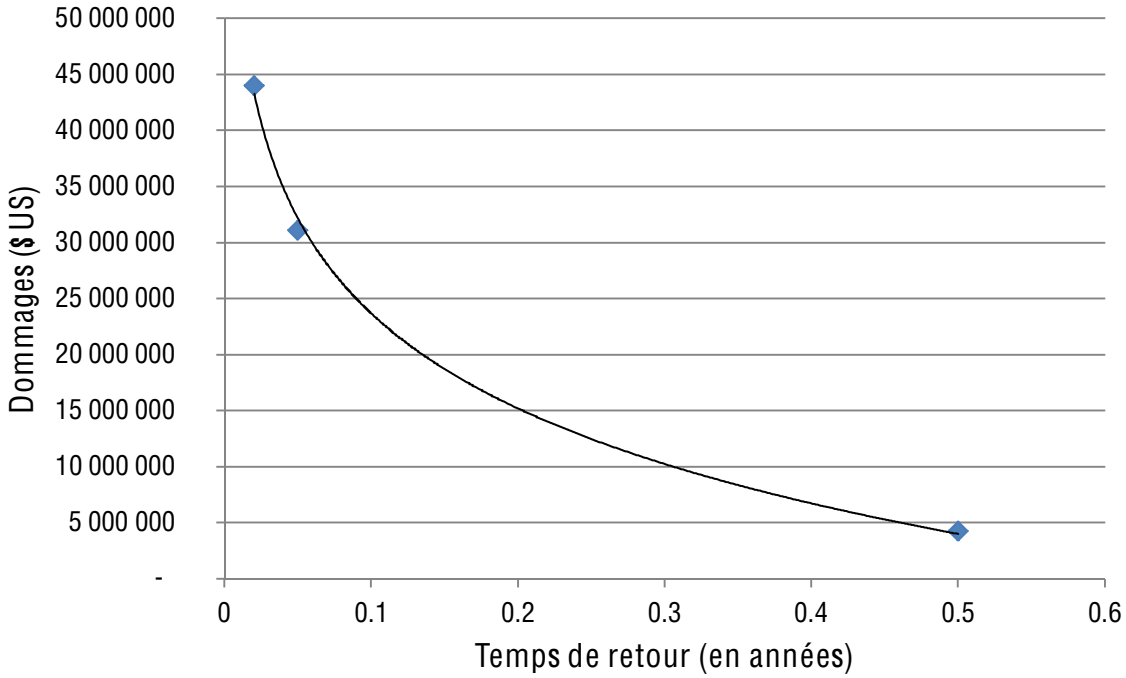



**Figure 5.17 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant de Cavaillon**

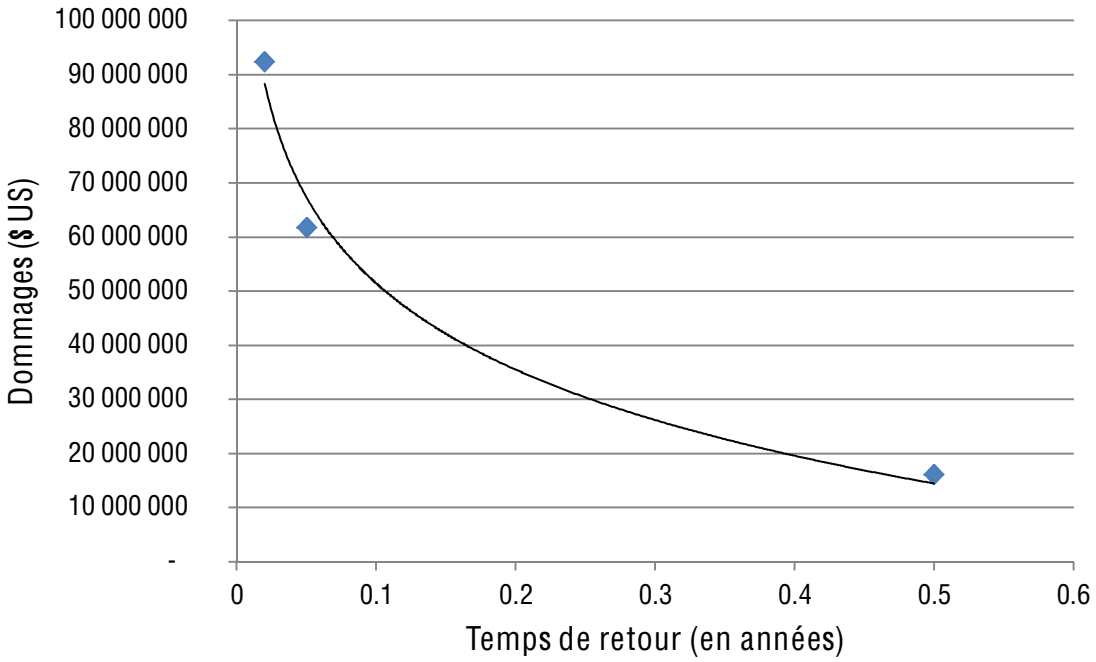



**Figure 5.18 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant de Ravine du Sud**

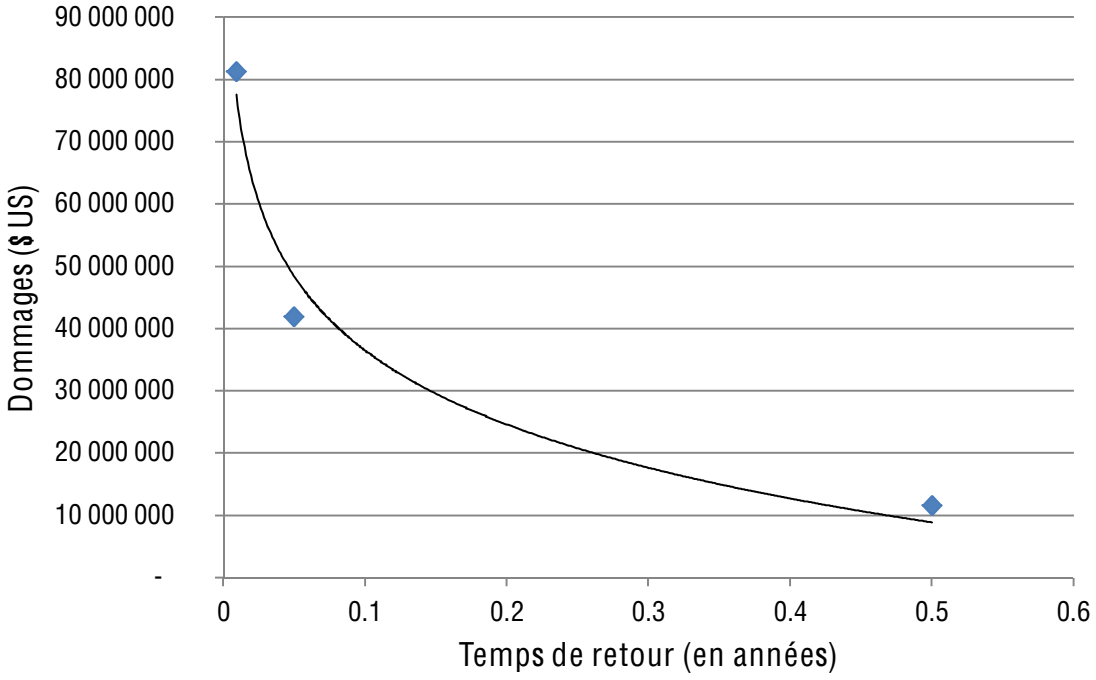



**Figure 5.19 : Courbe de dommages associés aux inondations dans le bassin versant Grande Rivière du Nord**

### 5.3.5 Interprétation des résultats

La méthodologie utilisée pour l'élaboration de ces courbes de dommages associés aux inondations sera exploitée au cours de la seconde phase de la présente étude afin d'estimer les dommages évités par les futurs projets d'infrastructures sur les sites jugés prioritaires. Pour cela, une nouvelle courbe sera établie sur la zone protégée par le futur aménagement de protection riveraine. Selon la protection désirée de l'aménagement, les pertes évitées seront estimées en calculant une certaine partie de l'aire sous la courbe.

À ce stade, ces courbes nous permettent tout de même de constater, tel qu'attendu, que les bassins versants caractérisés par une plus grande concentration riveraine des cultures agricoles denses et de l'urbain continu ou discontinu présentent les dommages les plus importants. Le bassin versant de Ravine du Sud, avec la ville de Cayes à son aval, montre l'impact économique des inondations le plus important.

Enfin, il est possible de déterminer également, à partir de ces courbes, les pertes annuelles attendues pour une crue entre une période de retour de 2 ans et 10 ans. Il s'agit de calculer l'aire de la courbe entre les deux probabilités correspondantes (0,5 et 0,1). Le **Tableau 5.36** présente la valeur de ces pertes pour chaque bassin versant.

**Tableau 5.36 : Pertes annuelles attendues pour une crue entre une période de retour de 2 ans et 10 ans**

| Bassin versant | Pertes annuelles estimées |
|---|---|
| Acul Dubreuil | 2 501 257 $ |
| Cavaillon | 4 571 013 $ |
| Ravine du Sud | 11 439 378 $ |
| Grande Rivière du Nord | 7 759 787 $ |

# 6 Analyse coût-bénéfice des ouvrages réalisés lors du PMDN-I

## 6.1 Sites dans l'Artibonite

Les travaux réalisés dans le cadre de l'exécution du PMDN I sur les sites de Bas-la-Crête, Macaisse et Bertrand avaient pour principal objectif de protéger contre l'érosion les berges du fleuve Artibonite où d'importantes infrastructures sont présentes. Sur plusieurs sites, dans la partie concave des méandres du fleuve Artibonite, les canaux maîtres d'irrigation et les routes principales de desserte ne sont séparés de la berge que de quelques mètres. La variation des niveaux d'eau dans le fleuve Artibonite, tributaire des événements pluvieux et de l'opération du barrage de Péligre, met en jeux des forces complexes qui, dans les segments concaves en particulier, déstabilisent les berges. Au cours d'un laps de temps variable, certains de ces segments dans les méandres sont soumis à des processus irréguliers d'affouillements, d'effondrement et d'érosion régressive pouvant rendre inutilisables les infrastructures voisines. La sauvegarde de ces infrastructures oblige alors la mise en place d'ouvrages de protection adéquats.

C'est dans ce contexte que les murs berlinois de Bas-la-Crête, Macaisse et Bertrand ont été construits dans le cadre du PMDN I. Ils freinent ou réduisent au strict minimum l'impact des processus érosifs de la rivière qui mettent en jeu l'intégrité de ces infrastructures stratégiques. À titre d'exemple, le montage photographique de la **Figure 6.1** permet de suivre l'évolution particulière du site de Bas-la-Crête entre les années 2006 et 2015.

Les coûts des travaux concernent les décaissements effectués par le PMDN pour la réalisation des travaux auxquels sont ajoutés les coûts estimés de l'ensemble des études menant à la préparation des dossiers de construction et les coûts de supervision des travaux. Selon les standards habituels de la construction applicable aux travaux de génie civil de moyenne complexité[15] (route, mur de soutènement, petit barrage, etc.), le coût des services de base d'ingénierie[16] lié aux études détaillées, à la préparation des plans et aux dossiers d'appel d'offres représente environ 4,3 à 4,5 % des coûts de construction. Ces coûts peuvent jusqu'à doubler si sont ajoutés à ces services d'autres services connexes[17]. Pour les besoins de la présente étude, AECOM retient des coûts de 6% concernant les études détaillées d'ingénierie et la préparation du dossier d'appel d'offres.

Pour la supervision des travaux, les coûts sont estimés à 10 % des coûts de construction. Cette valeur représente les dépenses totales effectuées par le PMDN pour la surveillance des travaux des trois sites aménagés (773 768 $US soit 10,7 % du montant de réalisation). D'autre part, pour les coûts de maintenance et d'entretien, il est considéré, comme prévision, un pourcentage qui tient compte de la nature de l'ouvrage et du matériau nécessaire à l'entretien récurrent de ces infrastructures. Pour les infrastructures réalisées sur les berges du fleuve Artibonite, le pourcentage utilisé est de 1 % du coût de l'ouvrage. Les coûts prévus pour l'entretien des gabions de protection du site de Maniche correspondent à 0,5 % du coût des ouvrages. Ces coûts sont à prévoir annuellement.

Certains avantages générés par les investissements de protection au niveau des sites sont difficiles à évaluer, par exemple les impacts positifs et négatifs sur l'environnement ou sur l'utilisation des routes ainsi protégées. L'évaluation ex-post s'est donc essentiellement fondée sur l'impact des investissements sur la protection des activités économiques des productions irriguées. En effet, cette protection contribue à sécuriser la desserte ou approvisionnement en eau d'irrigation pour une superficie donnée dans la vallée de l'Artibonite.

[15] CEBC & PEGBC, Budget Guidelines for Consulting Engineering Services, 2009.

[16] Les services de base incluent généralement l'ingénierie détaillée, les dessins techniques, le devis et les prescriptions techniques, l'estimation des coûts, le bordereau quantitatif, le dossier d'appel d'offres et la revue des offres des entrepreneurs.

[17] Ces services connexes peuvent inclure l'estimation détaillée des coûts, les plans d'exécution, les études socio-environnementales, une assurance qualité complète, l'évaluation des coûts futurs d'opération et d'entretien, l'étude d'alternatives, etc.

**Juin 2006 : La route s'est affaissée sur une centaine de mètres et du remblai a dû être incorporé en urgence pour permettre le passage des véhicules. De l'eau percole depuis le canal jusqu'à la rivière mettant en danger la stabilité des fondations avec la crainte d'une rupture soudaine du canal.**

**Juin 2007 : Pour mettre fin aux exfiltrations du canal, son revêtement en maçonnerie est réalisé sur un linéaire d'environ 250 mètres. La route s'est affaissée davantage et les débordements empêchent occasionnellement le passage des véhicules.**

**Février 2015 : Après plusieurs épisodes de débordements et de nouveaux affaissements de la route, un mur berlinois est construit et la route est reprofilée à sa hauteur originale. Ces travaux apportent une solution définitive pour la protection du canal maître rive droite et de la route régionale.**

**Figure 6.1 : Évolution au site Bas-la-Crête**

L'estimation des productions irriguées se base sur les résultats indiqués dans l'étude réalisée par ARTELIA[18], portant sur la répartition de la Surface Agricole Utile (SAU) pour les principales cultures pratiquées sur le périmètre irrigué de la Vallée de l'Artibonite. Le **Tableau 6.1** indique les données pour les deux (2) campagnes agricoles concernées, soit :

- campagne 1 – saison pluvieuse allant de mai 2012 à septembre 2012;
- campagne 2 – saison sèche allant d'octobre 2012 à avril 2013.

**Tableau 6.1 : Répartition des principales cultures par SAU occupée par campagne agricole**

| Type de Culture | Campagne sèche Oct. 2012-Avril 2013 Superficie | | Campagne pluvieuse mai 2012-sept 2012 Superficie | |
|---|---|---|---|---|
| | Carreau | % | Carreau | % |
| Riz TCS 10 | 37,21 | 33 % | 45,97 | 37 % |
| Riz Sheila | 22,70 | 20 % | 23,76 | 19 % |
| Autres Riz | 34,42 | 31 % | 42,29 | 34 % |
| Maïs | 3,78 | 3 % | 4,65 | 4 % |
| Haricot/ Gros pois | 7,37 | 7 % | 0,25 | 0 % |
| Tomate | 1,62 | 1 % | 3 | 2 % |
| Oignon, échalote | 0,87 | 1 % | 0,12 | 0 % |
| Piment | 0,08 | 0 % | 0,75 | 1 % |
| Patate douce | 1,11 | 1 % | 0,12 | 0 % |
| Autres | 2,43 | 2 % | 3,12 | 3 % |
| **TOTAL** | **111,59** | **100 %** | **124,03** | **100 %** |

Source : Artelia (2013), Second Rapport.

En ce qui concerne l'estimation des revenus agricoles, l'évaluation ex-post met à contribution les résultats provenant des enquêtes des exploitations agricoles réalisées par AECOM en décembre 2012 dans le cadre de l'évaluation finale du PIA. Le **Tableau 6.2** indique la répartition de la SAU des principales cultures et les valeurs ajoutées économiques d'exploitations types «modèles» d'un hectare irrigué pour les deux campagnes agricoles considérées.

Les superficies irriguées dans la vallée sont mises en valeur essentiellement par la production de riz à plus de 85-90 % de la SAU irriguée, avec une baisse de la riziculture en saison sèche au profit du haricot (7 % de la SAU, soit le 2$^{e}$ rang après le riz), d'oignon et d'échalote. Pendant la saison pluvieuse, le maïs occupe 4 % de la SAU, correspondant au 2$^{e}$ rang après le riz.

L'évaluation économique se fonde sur les valeurs ajoutées (VA) qui résultent des productions irriguées sur un hectare selon le «modèle type» de système de productions sur le périmètre irrigué de la vallée de l'Artibonite. La valeur ajoutée est calculée en soustrayant au produit brut de la production le coût des intrants. Comme il se doit, le coût de la main-d'œuvre n'est pas pris en compte dans ce calcul.

À noter que, dans les principales cultures pratiquées (riz, maraichage, maïs, haricot), seul le riz fait l'objet d'échange international et entre en compétition avec les produits agricoles provenant d'autres pays. Ainsi dans le calcul de la valeur ajoutée, cette culture nécessite un ajustement des prix du marché en prix économique. Les autres produits concernés (maraîchage, haricot, maïs, tubercules) ne font pas l'objet d'échange international.

[18] ARTELIA (2013) : Second rapport; page18 de l'Annexe No 2.

En ce qui concerne le prix économique du riz à la frontière, l'évaluation économique s'inspire de la méthodologie utilisée par Schwemer[19] dans l'évaluation économique du programme PIA, financé par la BID. Le prix économique du riz est calculé à partir du prix du paddy en provenance du sud des États-Unis, auquel est ajouté le coût du transport de ce riz par bateau entre le port de Miami et celui de Port-au-Prince. L'addition de ces deux coûts donne le prix CAF à la frontière d'Haïti. Toutefois, l'évaluation ex-post a utilisé de préférence le prix du riz importé, soit le US South Long Grain Milled, max 4 % brisures qui est un riz décortiqué prêt à faire cuire. Selon les plus récentes données disponibles (CreedRice Co., Market Report October 17, 2012), le prix FOB d'une tonne de US South Long Grain Milled (max 4 % brisures) était de 492 $US alors que le prix pour le transport d'une tonne de ce type de riz du port de Miami au port de Port-au-Prince était de 121 $US (AMID Logistics). Le prix CAF, utilisé pour ajuster la valeur ajoutée économique, à Port-au-Prince est donc de 613 $US/tonne. Ce prix correspond environ à 70 % du prix du riz à la tonne sur le marché haïtien.

**Tableau 6.2 : Valeur ajoutée/an pour un hectare irrigué dans la vallée de l'Artibonite**

| Cultures | Campagne sèche | | Campagne pluvieuse | | Total Valeur ajoutée ($US) |
|---|---|---|---|---|---|
| | % | Valeur ajoutée ($US) | % | Valeur ajoutée ($US) | |
| Riz TCS10 | 33 % | 232 | 37 % | 305 | **537** |
| Riz Sheila | 20 % | 151 | 19 % | 166 | **317** |
| Autres Riz | 31 % | 263 | 34 % | 343 | **606** |
| Oignon/ Échalote | 1 % | 24 | 0 % | 3 | **27** |
| Tomate | 1 % | 69 | 2 % | 114 | **183** |
| Haricot | 7 % | 34 | 0 % | 1 | **35** |
| Maïs | 3 % | 22 | 4 % | 24 | **46** |
| Autres cultures | 3 % | 101 | 3 % | 100 | **201** |
| **Total pour un 1 ha type** | **100 %** | **896** | **100 %** | **1 056** | **1 952** |

Source: Consolidation des résultats des Enquêtes AECOM (2012) et ARTELIA (2013).

Pour les trois sites à l'étude, l'analyse économique prend comme scénario de base la situation actuelle prévalant dans chacun des sites (Année 1 correspondant au début des décaissements des travaux de protection des infrastructures riveraines prévus sur 3 ans). En prenant comme hypothèse que l'érosion et la déstabilisation des berges engendreraient la perte du canal d'irrigation dans 5 ans, la destruction impliquerait une reconversion des spéculations agricoles de la zone préalablement irriguée à une agriculture pluviale. Le bénéfice estimé des travaux représente alors les pertes économiques en comparant la valeur ajoutée sur un hectare de la production agricole irriguée avec celle sans irrigation.

Le **Tableau 6.3** présente cette nouvelle répartition de l'assolement et la valeur ajoutée par an pour un hectare. Au vu de la pluviométrie faible en saison sèche (moins de 250 mm/ha), 70 % des terres sont en jachère et le stress hydrique provoqué par ce manque d'eau sur les cultures pratiquées occasionne une baisse de rendement de 20 %. De plus l'hypothèse est faite que la première année suivant la destruction du canal, 50 % des exploitants ont adopté ces nouvelles pratiques, 75 % la deuxième année pour finalement atteindre 100 % à partir de la troisième année.

Ainsi dans l'analyse économique, les pertes économiques sont estimées à 795 $ sur un hectare (1 952 $ - 1 156 $).

[19] Schwemer (2003) : « Economic Analysis : Final Version » Agricultural Intensification programme (PIA), BID/MARNDR.

**Tableau 6.3 : Répartition des principales cultures et valeur ajoutée par campagne agricole**

| Cultures | Campagne sèche | | Campagne pluvieuse | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | % | Valeur ajoutée ($US) | % | Valeur ajoutée ($US) | Valeur ajoutée ($US) |
| Oignon/Échalote | 3 % | 69 | 0 % | 9 | **78** |
| Piment | 3 % | 60 | 4 % | 75 | **135** |
| Tomate | 3 % | 105 | 7 % | 261 | **366** |
| Haricot | 7 % | 25 | 30 % | 105 | **130** |
| Maïs | 3 % | 14 | 45 % | 214 | **228** |
| Patate douce | 8 % | 77 | 2 % | 19 | **96** |
| Autres cultures | 3 % | 62 | 3 % | 62 | **124** |
| Jachère | 70 % | 0 | 9 % | 0 | **0** |
| **Total pour un 1 ha type** | **100 %** | **412** | **100 %** | **745** | **1 157** |

### 6.1.1 Bas-la-Crête

#### 6.1.1.1 Description du site et des travaux

Le site de Bas-la-Crête est situé en rive droite du fleuve Artibonite en amont du bourg de Petite-Rivière de l'Artibonite. Les inondations d'octobre 2007 avaient entraîné un effondrement de la route sur une distance de 5,5 m; ce qui avait occasionné une interruption de la circulation routière et de l'approvisionnement en eau du Canal Maître Rive droite (CMRD). À cet endroit, la berge du fleuve Artibonite a été stabilisée pour protéger la route menant de Petite-Rivière de l'Artibonite jusqu'au barrage de Canneau, et pour sécuriser l'approvisionnement en eau de 7 350 ha de périmètre irrigué en aval. Pour ce faire, un mur berlinois de protection a été réalisé dans les zones érodées entre la route et la berge de la rivière Artibonite (**Photos 6.1** et **6.2**). Le mur berlinois de protection a été construit sur une longueur de 251 m. L'installation de cet ouvrage a requis le battage de 103 pieux HP 360 x 152, la mise en place de panneaux de béton entre les pieux ainsi que de tirants métalliques rattachant les pieux à des corps morts. Les pieux sont de 12 m de longueur. Ils ont été enfoncés de manière à atteindre 4,5 m sous la cote la plus basse du fond de la rivière. Les panneaux de béton ont une dimension de 3,0 m x 1,2 m x 0,2 m avec une résistance à la compression d'au moins 30 MPa (4 400 psi) à 28 jours.

**Photo 6.1 : Vue de la route et du Canal Maître Rive Droite**

**Photo 6.2 : Vue du mur berlinois aménagé sur le site de Bas-la-Crête**

Des remblais ont été réalisés dans les zones érodées entre la route et la berge de la rivière jusqu'à la côte de la route. Ils sont constitués d'une couche de fondation de 30 cm en matériau 0-60 mm et d'une couche de roulement de 15 cm en matériau 0-20 mm. Pour éviter les phénomènes d'érosion, le remblai derrière le mur a été réalisé avec du matériau filtrant notamment un tout-venant graveleux de diamètre 100 mm. L'ensemble des travaux a été complété en novembre 2014.

#### 6.1.1.2 Coût des travaux

Les travaux de protection du site Bas-la-Crête (lot 1) ont été exécutés par l'Entreprise TECINA dans le cadre d'un contrat signé le 28 février 2013 avec le PMDN/MARNDR. Le coût de réalisation des travaux correspond à 3 235 019 $ auxquels sont ajoutés les coûts des études de conception et ceux pour la supervision estimée respectivement à 6 % et 10 % du coût de réalisation. Ils sont présentés au **Tableau 6.4**. À ces coûts encourus en début d'analyse sont ajoutés un coût annuel d'entretien et de maintenance estimé à 1 % du coût global de l'ouvrage.

**Tableau 6.4 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site Bas-la-Crête**

| Site | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Total |
|---|---|---|---|---|
| | 2013 | 2014 | 2015 | |
| **Coût de réalisation des travaux** | 822 358 $ | 1 876 588 $ | 536 072 $ | 3 235 019 $ |
| Études de conception (6 %) | 194 101 $ | | | 194 101 $ |
| Coût de supervision (10 %) | 82 236 $ | 187 659 $ | 53 607 $ | 323 502 $ |
| **Total** | **1 098 695 $** | **2 064 247 $** | **589 679 $** | **3 752 621 $** |

#### 6.1.1.3 Bénéfice des travaux

Le principal bénéfice pris en compte est la perte de production agricole évitée estimée à partir de la différence de valeur ajoutée entre un hectare irrigué et un hectare non irrigué. Cette perte est calculée pour les spéculations pratiquées sur les 7 530 ha desservis par le canal maître rive droite (CMRD). En effet, la destruction du CMRD par le fleuve (par l'érosion des berges) entraînerait l'arrêt de cultures irriguées au niveau de l'ensemble des canaux primaires alimentés par le CMRD. Les investissements de protection permettent donc d'éviter la perte de productions irriguées sur 7 530 ha. Néanmoins, étant donné que le taux de desserte moyen est de 90 %[20] pour le périmètre irrigué de la Vallée l'Artibonite, l'analyse ne comptabilise les bénéfices que sur 6 615 ha.

### 6.1.2 Macaisse

#### 6.1.2.1 Description du site et des travaux

Le site de Macaisse est situé en rive droite du fleuve Artibonite à proximité du bourg de Macaisse. À cet endroit, la berge du fleuve Artibonite a été stabilisée pour protéger la route d'accès au Canal Maître Rive droite (CMRD), et pour sécuriser l'approvisionnement en eau de 5 300 ha de périmètre irrigué en aval. Pour ce faire, un mur berlinois de protection a été réalisé dans les zones érodées de la berge de la rivière Artibonite (**Photos 6.3** et **6.4**). Le mur berlinois de protection a été construit sur une longueur de 148 m. L'installation de cet ouvrage a requis le battage de plus de 60 pieux HP 360 x 152, la mise en place de panneaux de béton entre les pieux ainsi que de tirants métalliques rattachant les pieux à des corps morts. Les pieux sont de 21 m de longueur. Ils ont été enfoncés de manière à atteindre 9 m sous la cote la plus basse du fond de la rivière. Les panneaux de béton ont une dimension de 3,0 m x 1,2 m x 0,2 m avec une résistance à la compression d'au moins 30 MPa (4 400 psi) à 28 jours. Des remblais ont été réalisés dans les zones érodées. Pour éviter les phénomènes d'érosion, le remblai derrière le mur a été réalisé avec du matériau filtrant notamment un tout-venant graveleux de diamètre 100 mm. L'ensemble des travaux a été complété en décembre 2014.

[20] TECSULT – LGL S.A. (Nov. 2017) Études des réseaux tertiaires Artibonite I et II, page 9-7.

**Photo 6.3 : Vue du mur berlinois aménagé sur le site de Macaisse**

**Photo 6.4 : Vue rapprochée du mur berlinois mis en place sur le site de Macaisse**

### 6.1.2.2 Coût des travaux

Les travaux de protection du site Macaisse (lot 2) ont été réalisés par l'Entreprise Southport Dredging Inc. dans le cadre d'un contrat signé le 28 février 2013 avec le PMDN/MARNDR. Le coût d'exécution des travaux correspond à 2 342 811 $ auxquels sont ajoutés les coûts des études de conception et ceux pour la supervision estimés respectivement à 6 % et 10 % du coût de réalisation. Ils sont présentés au **Tableau 6.5**. À ces coûts encourus en début d'analyse sont ajoutés un coût annuel d'entretien et de maintenance estimé à 1 % du coût global de l'ouvrage.

**Tableau 6.5 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site de Macaisse**

| Site | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Total |
|---|---|---|---|---|
| | 2013 | 2014 | 2015 | |
| **Coût de réalisation des travaux** | 125 000 $ | 2 159 239 $ | 53 572 $ | 2 342 811 $ |
| Études de conception (6 %) | 140 569 $ | | | 140 569 $ |
| Coût de supervision (10 %) | 12 500 $ | 215 924 $ | 5 857 $ | 234 281 $ |
| **Total** | **278 069 $** | **2 375 163 $** | **64 429 $** | **2 717 661 $** |

### 6.1.2.3 Bénéfice des travaux

Le site protégé à Macaisse est situé en aval de la prise du canal primaire Upper-Benoit qui dessert 2 050 ha. La perte estimée pour les productions agricoles irriguées pratiquées concernent donc une superficie de 5 300 ha desservis par les autres canaux primaires (situés en aval du site) alimentés par le canal maître rive droite. À terme, l'érosion des berges du fleuve entraînerait la perte d'un canal secondaire et du CMRD, et par conséquent, l'arrêt de cultures irriguées au niveau des canaux primaires alimentés par le CMRD. Ainsi le principal bénéfice pris en compte est la perte de production agricole évitée estimée à partir de la différence de valeur ajoutée entre un hectare irrigué et un hectare non irrigué calculée pour les spéculations pratiquées sur les 4 770 ha situés en aval du site de Macaisse, en utilisant un taux moyen de desserte de 90 %[21].

[21] TECSULT – LGL S.A. (Nov. 2017) Études des réseaux tertiaires Artibonite I et II, page 9-7.

### 6.1.3 Bertrand

#### 6.1.3.1 Description du site et des travaux

Le site de Bertrand est situé en rive gauche du fleuve Artibonite à proximité du bourg de Bertrand et de la route d'accès du canal Artibonite Sud. Avant la réalisation des travaux de protection de berges, plusieurs maisons en aval étaient également menacées par l'érosion du talus. Les travaux de protection ont été réalisés afin de protéger ces maisons, la route d'accès et le canal Artibonite Sud qui permet l'approvisionnement en eau de 4 974 ha (en soustrayant les 26 ha desservis par le canal Ferry dont la prise est située en amont du site de protection) (**Photos 6.5** et **6.6**). Le mur berlinois de protection a été construit sur une longueur de 137 m. L'installation de cet ouvrage a requis le battage de plus de 55 pieux HP 360 x 152, la mise en place de panneaux de béton entre les pieux ainsi que de tirants métalliques rattachant les pieux à des corps morts. Les pieux sont de 21 m de longueur. Ils ont été enfoncés de manière à atteindre 9 m sous la cote la plus basse du fond de la rivière. Les panneaux de béton ont une dimension de 3,0 m x 1,2 m x 0,2 m avec une résistance à la compression d'au moins 30 MPa (4 400 psi) à 28 jours. Des remblais ont été réalisés dans les zones érodées entre la route et la berge de la rivière jusqu'à la côte de la route. Ils sont constitués d'une couche de fondation de 30 cm en matériau 0-60 mm et d'une couche de roulement de 15 cm en matériau 0-20 mm. Pour éviter les phénomènes d'érosion, le remblai derrière le mur a été réalisé avec du matériau filtrant notamment un tout-venant graveleux de diamètre 100 mm. L'ensemble des travaux a été complété en décembre 2014.

**Photo 6.5 : Vue du Canal Artibonite Sud et de la route d'accès après les travaux sur le site de Bertrand**

**Photo 6.6 : Vue du mur berlinois aménagé sur le site de Bertrand**

#### 6.1.3.2 Coût des travaux

Les travaux de protection de ce site (Lot 4) ont été réalisés par l'Entreprise Southport Dredging dans le cadre d'un contrat signé le 28 février 2013 avec le PMDN/MARNDR. Le coût d'exécution des travaux correspond à 1 628 055 $ auxquels sont ajoutés les coûts des études de conception et ceux pour la supervision estimés respectivement à 6 % et 10 % du coût de réalisation. Ils sont présentés au **Tableau 6.6**. À ces coûts encourus en début d'analyse sont ajoutés un coût annuel d'entretien et de maintenance estimé à 1 % du coût global de l'ouvrage.

**Tableau 6.6 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site de Bertrand**

| Site | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Total |
|---|---|---|---|---|
| | 2013 | 2014 | 2015 | |
| **Coût de réalisation des travaux** | 125 000 $ | 1 462 353 $ | 40 702 $ | 1 628 055 $ |
| Études de conception (6 %) | 97 683 $ | | | 97 683 $ |
| Coût de supervision (10 %) | 12 500 $ | 146 235 $ | 4 070 $ | 162 806 $ |
| **Total** | **235 183 $** | **1 608 588 $** | **44 773 $** | **1 888 544 $** |

#### 6.1.3.3 Bénéfices des travaux

L'évaluation économique est fondée uniquement sur les bénéfices relatifs aux pertes évitées pour les productions agricoles irriguées desservies par le canal maître rive droite en aval du site. Ainsi les investissements de protection permettent donc de prévenir la perte de production sur 4 477 ha en aval de Bertrand, en utilisant un taux moyen de desserte de 90 %[22].

### 6.1.4 Analyse coût-bénéfice

En principe l'analyse économique d'un projet tient compte de l'origine des biens et matériels (échangeables ou non échangeables) qui sont utilisés dans la réalisation du projet afin de refléter les coûts réels pour la société. En général, les prix de référence sont utilisés à cet effet pour transformer les coûts financiers (ou investissements) en coûts économiques pour les différentes catégories de dépenses effectuées (ex. Main-d'œuvre qualifiée, main d'œuvre locale, équipement et matériel importés, énergie, entretien et maintenance). Dans le cas de la présente étude, les données relatives aux coûts des ouvrages fournies par le PMDN n'étant pas disponibles par catégorie, un coefficient global ou ratio coût financier/coût économique a été appliqué. La valeur de ce ratio considéré dans cette étude est similaire au ratio utilisé dans d'autres études similaires[23] réalisées dans le cadre des interventions de la BID. Ainsi, le total des coûts d'investissements est multiplié par 0,911 pour obtenir les coûts économiques utilisés dans l'analyse coût-bénéfice de chacune des infrastructures des trois sites concernés.

Les résultats des calculs de Taux de Rentabilité Interne (TRI) et de Valeur Actualisée Nette (VAN) pour les travaux de protection des infrastructures riveraines réalisés lors de la phase I du PMDN aux trois sites situés dans l'Artibonite. En considérant uniquement les pertes évitées sur la production agricole, le TRI obtenu (respectivement de 64 %, 66 % et 77 % à Bas-la-Crête, Macaisse et Bertrand) et la valeur actualisée nette (à 12 %) justifient le choix de ces investissements de protection.

Au vu des résultats extrêmement positifs, aucune analyse de sensibilité n'a été effectuée.

Les **Tableaux 6.7, 6.8 et 6.9** suivants présentent les détails de calcul de l'analyse coût-bénéfice pour chacun des trois sites.

[22] TECSULT – LGL S.A. (Nov. 2017) Études des réseaux tertiaires Artibonite I et II, page 9-7.
[23] Flood Alleviation and Drainage Program for the City of Port of Spain - Socio-economic Analysis (Oct. 2013) page 12.

## Tableau 6.7 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Bas-la-Crête (Artibonite)

**Évaluation économique des ouvrages de protection d'infrastructures riveraines - Site Bas-la-Crête (Artibonite)**

| | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Année 4 | Année 5 | Année 6 | Année 7 | Année 8 | Année 9 | Année 10 | Année 11 | Année 12 | Année 13 | Année 14 | Année 15 | Année 16 | Année 17 | Année 18 | Année 19 | Année 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Année** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **2032** |
| **Bénéfices:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pertes de production agricole évitées | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Scénario de base | | | | | 7,889,484 | 6,574,570 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 | 5,259,656 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Coûts** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entretien et maintenance | | | | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 | 34,186 |
| Investissements pour les travaux | 1,000,911 | 1,880,529 | 537,198 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ratio fin/eco | 91.1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Flux de trésorerie net** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Scénario de base** | **-1,000,911** | **-1,880,529** | **-537,198** | **-34,186** | **7,855,298** | **6,540,384** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** | **5,225,470** |

| | Scénario de base |
|---|---|
| TRI | **64%** |
| VAN | **32,121,066 $** |

NOTES:

Scénario de base : Construction de l'ouvrage de protection et hypothèse que le canal aurait été détruit dans 5 ans

Le taux d'actualisation utilisé est de **12%**

Hypothèse de couts d'entretien et maintenance des ouvrages estimé à: 1.0% des investissements

## Tableau 6.8 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Macaisse (Artibonite)

**Évaluation économique des ouvrages de protection d'infrastructures riveraines - Site Macaisse (Artibonite)**

| | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Année 4 | Année 5 | Année 6 | Année 7 | Année 8 | Année 9 | Année 10 | Année 11 | Année 12 | Année 13 | Année 14 | Année 15 | Année 16 | Année 17 | Année 18 | Année 19 | Année 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Année** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **2032** |
| **Bénéfices:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Pertes de production agricoles évitées* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Scénario de base | | | | | 5,689,016 | 4,740,846 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 | 3,792,677 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Coûts** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entretien et maintenance | | | | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 | 24,758 |
| Investissements pour les travaux | 253,321 | 2,163,774 | 58,695 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ratio fin/eco | 91.1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Flux de trésorerie net** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Scénario de base** | **-253,321** | **-2,163,774** | **-58,695** | **-24,758** | **5,664,258** | **4,716,089** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** | **3,767,919** |

| | Scénario de base |
|---|---|
| TRI | **66%** |
| VAN | **23,150,723 $** |

NOTES:

Scénario de base : Construction de l'ouvrage de protection et hypothèse que le canal aurait été détruit dans 5 ans

Le taux d'actualisation utilisé est de **12%**

Hypothèse de couts d'entretien et maintenance des ouvrages estimé à: 1.0% des investissements

## Tableau 6.9 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Bertrand (Artibonite)

**Évaluation économique des ouvrages de protection d'infrastructures riveraines - Site Bertrand (Artibonite)**

| | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Année 4 | Année 5 | Année 6 | Année 7 | Année 8 | Année 9 | Année 10 | Année 11 | Année 12 | Année 13 | Année 14 | Année 15 | Année 16 | Année 17 | Année 18 | Année 19 | Année 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Année** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **2032** |
| **Bénéfices:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Pertes de production agricoles évitées* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Scénario de base | | | | | 5,339,088 | 4,449,240 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 | 3,559,392 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Coûts** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entretien et maintenance | | | | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 | 17,205 |
| Investissements pour les travaux | 214,252 | 1,465,424 | 40,788 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ratio fin/eco | 91.1% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Flux de trésorerie net** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Scénario de base** | **-214,252** | **-1,465,424** | **-40,788** | **-17,205** | **5,321,883** | **4,432,035** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** | **3,542,187** |

| | Scénario de base |
|---|---|
| TRI | **77%** |
| VAN | **22,372,710 $** |

NOTES:

Scénario de base : Situation actuelle et hypothèse que le canal soit détruit dans 5 ans avec une reconstruction en 1 an et une perte de 100% de la production agricole en saison sèche et de 50% en saison des pluies

Le taux d'actualisation utilisé est de **12%**

Hypothèse de couts d'entretien et maintenance des ouvrages estimé à: 1.0% des investissements

## 6.2 Site à Maniche

Les travaux de protection sur le site de Maniche ont été réalisés sur la une partie de la rivière Cavaillon à proximité du bourg de Maniche. Exécutés entre 2013 et 2015, ils visent principalement à protéger le bourg de Maniche contre les inondations et à sécuriser ainsi les populations riveraines contre les pertes de vie, de résidences, d'infrastructures, de biens, d'animaux et de cultures agricoles.

La réalisation des travaux étant très récente, cela ne permet pas de procéder à une évaluation ex-post qui met en exergue les avantages et les retombées des ouvrages pour les populations riveraines. De plus, il n'y a pas eu d'événements (pluies torrentielles, ouragans) qui indiqueraient les bénéfices de ces ouvrages de protection et de sécurité civile. La nature des avantages anticipés concerne la protection des productions agricoles (maïs, haricot, pois congo, banane, manioc, tabac) et des maisons, le maintien des activités économiques, la sauvegarde des infrastructures publiques, etc.

L'estimation des avantages relatifs aux quatre zones d'occupation du sol définies dans le cadre de cette étude tient compte des estimations de pertes indiquées par les ménages enquêtés (pertes agricoles, valeur des maisons, valeur des biens et équipement possédés dans les maisons).

### 6.2.1 Description du site et des travaux

Le site de Maniche est situé en rive droite de la rivière Cavaillon à proximité du bourg Maniche. Les travaux de protection réalisés ont consisté en un recalibrage du lit de la rivière et un rehaussement des berges principalement en rive droite (**Photos 6.7** et **6.8)**. Ces travaux de protection incluent la correction d'un tronçon de 2,6 km le long de la rivière Cavaillon s'étendant de la confluence avec la rivière Opaque jusqu'à 500 m en aval du centre-bourg de Maniche ainsi que d'un tronçon le long de la rivière Opaque (depuis l'embouchure avec la rivière Cavaillon jusqu'à environ 750 m en amont). Ceux-ci ont permis :

- un réaménagement de la confluence des deux cours d'eau pour en ramener l'angle au plus à 60 degrés;
- la stabilisation, le redressement et le relèvement de la berge droite sur 2,6 km par la mise en place d'une digue de remblai soutenue du côté de la rivière par un mur en gabions;
- le revêtement du talus extérieur de cette digue par la mise en place d'un tapis d'herbes et la plantation d'une rangée d'arbres en contrebas.

Parallèlement à cela, un traitement du bassin versant de la ravine Opaque a été réalisé afin de :

- stabiliser les portions du bassin versant qui alimentent la ravine et de ce fait la rivière Cavaillon plus en aval, en sédiments grossiers;
- ralentir les vitesses d'écoulement dans les thalwegs secondaires et tertiaires;
- améliorer la couverture arbustive sur l'ensemble du bassin versant.

**Photo 6.7 : Vue d'ensemble des travaux de protection de berges à Maniche**

**Photo 6.8 : Détail de la structure de protection de berges en gabion à Maniche**

### 6.2.2 Coût des travaux

Le coût de réalisation des travaux dans le cadre du PMDN pour protéger les berges de la rivière de Cavaillon au niveau du site de Maniche correspond à 5 124 388 $ auxquels sont ajoutés les coûts des études de conception et ceux pour la supervision estimés respectivement à 6 % et 10 % du coût de réalisation. Ils sont présentés au **Tableau 6.10**. À ces coûts encourus en début d'analyse sont ajoutés un coût annuel d'entretien et de maintenance estimé à 0.5 % du coût global de l'ouvrage.

**Tableau 6.10 : Coûts d'investissements de protection réalisés – Site de Maniche**

| Site | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Total |
|---|---|---|---|---|
| | 2013 | 2014 | 2015 | |
| **Coût de réalisation des travaux** | 3 036 707 $ | 1 287 162 $ | 425 980 $ | 4 749 848 $ |
| Études de conception (6 %) | 284 991 $ | | | 284 991 $ |
| Coût de supervision (10 %) | 303 671 $ | 128 716 $ | 42 598 $ | 474 985 $ |
| **Total** | **3 625 368 $** | **1 415 878 $** | **468 578 $** | **5 509 824 $** |

### 6.2.3 Bénéfice des travaux

Afin d'estimer les bénéfices engendrés par l'ouvrage réalisé à Maniche, une courbe spécifique de dommage associé aux inondations a été calculée pour la zone protégée effectivement par ces travaux. La réalisation de cette courbe suit en tout point la méthodologie expliquée dans la section 5.3 et qui a servi à produire les courbes pour l'ensemble des bassins versants. Néanmoins, dans l'ensemble des enquêtes relatives à la zone de Maniche, aucune n'a fait mention d'une inondation pour une récurrence élevée (1-2 ans). Ainsi deux points seulement de la courbe sont connus. Le troisième point a été estimé afin de pouvoir construire la courbe. La valeur de ce troisième point a fait l'objet d'une analyse de sensibilité afin d'en apprécier l'impact sur les calculs.

La **Figure 6.2** suivante présente donc la courbe de dommages associés aux inondations pour la zone protégée par l'ouvrage de Maniche.

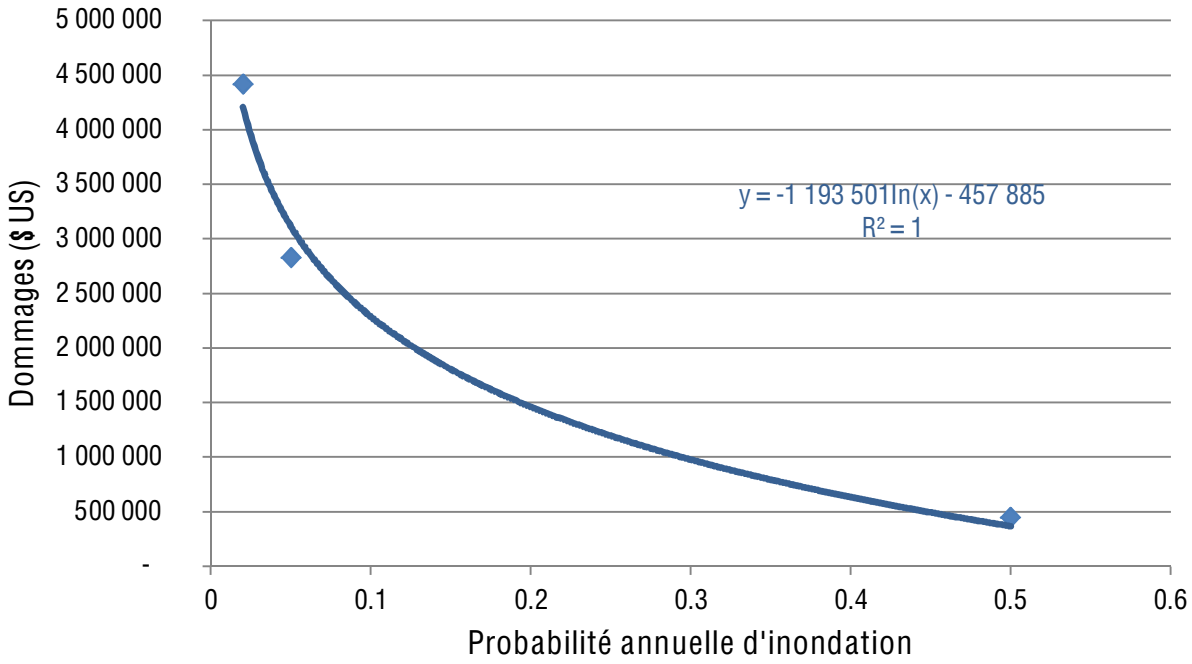



**Figure 6.2 : Courbe de dommages associés aux inondations pour la zone protégée par l'ouvrage de Maniche**

Étant donné que l'ouvrage de Maniche a été conçu pour une protection décennale[24] contre les inondations, les bénéfices sont représentés par l'aire située sous la courbe entre les valeurs de probabilité de 0,5 et 0,1. Ce montant annuel de pertes évitées est égal à 436 723 $US.

### 6.2.4 Analyse coût-bénéfice

Dans l'analyse économique des ouvrages de protection réalisés à Maniche, il a été calculé un nouveau ratio coût financier/coût économique en vue de transformer les coûts des investissements en coûts économiques consentis par la société. En effet, la nature des travaux entrepris sur le site impliquant une plus grosse proportion de main-d'œuvre locale entraîne une réduction de ce ratio. Le **Tableau 6.11** présente la nouvelle répartition des coûts encourus pour les travaux selon le même principe que les études similaires[25] réalisées dans le cadre des interventions de la BID. Le **Tableau 6.12** présente le calcul du nouveau ratio utilisé dans l'analyse économique qui est égale à 87,55 %. Les montants annuels des coûts financiers sont ainsi multipliés par 0,8755 au niveau de Maniche. Les principaux produits agricoles (maïs, haricot, sorgho, maraichage, banane, plantain, ignames, patate douce) rencontrés au niveau de la région de Maniche (et en général au niveau du bassin versant Cavaillon) ne font pas l'objet d'échange international d'importance. Il n'est donc pas nécessaire de calculer la valeur économique ou prix économique pour ces produits puisque le niveau d'importation, quand elle existe, demeure très faible dans l'échange commercial du pays.

[24] Projet de renforcement des berges de la Rivière de Cavaillon à Maniche, octobre 2012, Jean Brunet Georges, Consultant.
[25] Flood Alleviation and Drainage Program for the City of Port of Spain - Socio-economic Analysis (Oct 2013) page 12.

**Tableau 6.11 : Structure des coûts – Site de Maniche**

| Item de coûts | Structure de Coût (Prix du marché) | RPC | Structure de coût (Prix efficient) |
|---|---|---|---|
| Main-d'œuvre qualifiée | 15,00 % | 0,96 | 14,40 % |
| Main-d'œuvre non qualifiée | 35,00 % | 0,82 | 28,70 % |
| Conduites domestiques | 0,00 % | 0,98 | 0,00 % |
| Conduites importées | 0,00 % | 1 | 0,00 % |
| Énergie | 20,00 % | 0,68 | 13,60 % |
| Intrants domestiques (autres) | 24,00 % | 0,98 | 23,52 % |
| Équipements domestiques | 0,00 % | 0,98 | 0,00 % |
| Équipements importés | 1,00 % | 1 | 1,00 % |
| Imprévus | 5,00 % | 0,98 | 4,90 % |
| **Total** | **100,00 %** | | **86,12 %** |

**Tableau 6.12 : Ratio de conversion des coûts financiers – Site de Maniche**

| Item de coûts | Structure de Coût (Prix du marché) | RPC | Structure de coût (Prix efficient) |
|---|---|---|---|
| Avant-Projet Détaillé | 5 % | 0,96 | 4,80 % |
| Gestion | 3 % | 0,96 | 2,88 % |
| Supervision | 3 % | 0,96 | 2,88 % |
| Construction | 80 % | 0,86 | 68,89 % |
| Imprévus | 9 % | 0,9 | 8,10 % |
| **Total** | **100,00 %** | | **87,55 %** |

Le **Tableau 6.13** indique le Taux de Rentabilité Interne (TRI) et de Valeur Actualisée Nette (VAN) pour les travaux de protection du site de Maniche. L'analyse économique considère que les travaux sont réalisés aux coûts économiques et contribueront à protéger le bourg de Maniche et ses environs d'une crue jusqu'au niveau décennal sur une durée de vie des gabions de 15 ans. L'analyse de sensibilité a porté sur la valeur des pertes évitées (valeur élevée - 25 % de plus : scénario 1 et valeur faible – 25 % de moins : scénario 2), sur l'efficacité de la protection de l'ouvrage contre les inondations (protection pour les crues de niveau 15 ans et 20 ans : scénarios 3 et 4) et sur la durée de vie de l'ouvrage (abaissée à 10 ans pour le scénario 5).

**Tableau 6.13 : Résultats de l'analyse coût-bénéfice – Site de Maniche**

| Site | Maniche |
|---|---|
| **Taux de rentabilité interne** | 0 % |
| **Valeur actualisée nette (à 12 %)** | (2 265 186) $ |
| **Scénario 1** | |
| TRI | 3 % |
| VAN | (1 588 879) $ |
| **Scénario 2** | |
| TRI | -3 % |
| VAN | (2 941 493) $ |
| **Scénario 3** | |
| TRI | 2 % |
| VAN | (1 802 115) $ |
| **Scénario 4** | |
| TRI | 4 % |
| VAN | (1 441 810) $ |
| **Scénario 5** | |
| TRI | -2 % |
| VAN | (2 489 713) $ |

Sur la base de l'analyse coût-bénéfice (en termes de pertes évitées au niveau de la zone protégée par l'ouvrage de Maniche), le TRI (0 %) et la VAN (négative à 12 %) obtenus indiquent que le choix de cet investissement de protection ne semble pas se justifier. De plus, dans aucun scénario étudié il ne le devient.

Le **Tableau 6.14** suivant présente les détails de calcul de l'analyse coût-bénéfice.

## Tableau 6.14 : Flux de trésorerie et évaluation économique des ouvrages de protection de berges – Site Maniche

**Évaluation economique des ouvrages de protection d'infrastructures riveraines - Site Maniche (Cavaillon)**

| | Année 1 | Année 2 | Année 3 | Année 4 | Année 5 | Année 6 | Année 7 | Année 8 | Année 9 | Année 10 | Année 11 | Année 12 | Année 13 | Année 14 | Année 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Année** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** | **2024** | **2025** | **2026** | **2027** |
| **Bénéfices:** | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pertes dues aux inondations évitées | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Scénario de base** | | | | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** |
| **Scénario 1** | | | | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** | **545,904** |
| **Scénario 2** | | | | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** | **327,543** |
| **Scénario 3** | | | | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** | **511,480** |
| **Scénario 4** | | | | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** | **569,647** |
| **Scénario 5** | | | | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **436,723** | **0** | **0** |
| **Coûts** | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entretien et maintenance | | | | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 | 24,105 |
| Investissements pour les travaux | 3,172,197 | 1,238,893 | 410,006 | | | | | | | | | | | | |
| | Ratio fin/eco | 87.5% | | | | | | | | | | | | | |
| **Valeur actualisé travaux** | 2% | | | 4,917,518 | 5,015,868 | 5,116,186 | 5,218,510 | 5,322,880 | 5,429,337 | 5,537,924 | 5,648,683 | 5,761,656 | 5,876,889 | 5,994,427 | 6,114,316 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Flux de trésorerie net** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Scénario de base** | **-3,172,197** | **-1,238,893** | **-410,006** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** |
| **Scénario 1** | **-3,172,197** | **-1,238,893** | **-410,006** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** | **521,799** |
| **Scénario 2** | **-3,172,197** | **-1,238,893** | **-410,006** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** | **303,437** |
| **Scénario 3** | **-3,172,197** | **-1,238,893** | **-410,006** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** | **487,375** |
| **Scénario 4** | **-3,172,197** | **-1,238,893** | **-410,006** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** | **545,541** |
| **Scénario 5** | **-3,172,197** | **-1,238,893** | **-410,006** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **412,618** | **0** | **0** |

| | Scénario de base | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 | Scénario 4 | Scénario 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TRI | **0%** | **TRI: 3%** | **TRI: -3%** | **TRI: 2%** | **TRI: 4%** | **TRI: -2%** |
| VAN | **(2,265,186 $)** | **VAN: (1,588,879 $)** | **VAN: (2,941,493 $)** | **VAN: (1,802,115 $)** | **VAN: (1,441,810 $)** | **VAN: (2,489,713 $)** |

NOTES:

Scénario de base : Situation actuelle et hypothèse que la protection de l'ouvrage est décennale avec une valeur protégée intermédiaire

Scénario 1 : Même hypothèse mais avec valeur protégée haute (+ 25 %)

Scénario 2 : Même hypothèse mais avec valeur protégée basse (-25 %)

Scénario 3 : Même hypothèse mais la protection est de 15 ans

Scénario 4 : Même hypothèse mais la protection est de 20 ans

Scénario 5 : Même hypothèse mais durée de vie de 10 ans pour l'ouvrage

Le taux d'actualisation utilisé est de **12%**

Hypothèse de couts d'entretien et maintenance des ouvrages estimé à: 0.5% des investissements

# Annexe 1
# Liste des documents collectés à ce jour et manquants

# Documents nationaux et de références

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur |
|---|---|---|---|
| Guidelines for the Economic Analysis of IDB-Funded Projects | | Juin 2012 | BID |
| Cost-benefit Analysis of Natural Disaster Risk Management in Developing Countries | Manual | Août 2005 | GTZ |
| Disaster risk management and adaptation to climate change | | Novembre 2012 | BMZ-GIZ |
| PMDN-Établissement des lignes de base pour le suivi évaluation | Système de suivi évaluation - version provisoire | Mars 2013 | BRL |
| PMDN | Evaluation Environnementale et recommandations pour la gestion environnementale et sociale du programme | Avril 2013 | BID |
| Recensement démographique | | Janvier 2012 | Institut haitien de statistique et d'informatique |
| Rapport d'évaluation de l'association PRODEVA et du programme de développement intégré d'Ennery | Évaluation des volets agricole et hydraulique | Décembre 1997 | Jean-Marc Perrier (PRODEVA) |
| La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) : une nouvelle stratégie de lutte antiérosive en Haïti | Cas du transect Petite Rivière de Nippes-Salagnac-Aquin dans le sud d'Haïti | 1993 | Bernard Smolikowski (ORSTOM) |
| Projet de renforcement des services publics agricoles (RESEPAG) | Rapport technique du quatrième semestre relatif à la campagne maïs 2014 et final | Février 2014-Juin 2014 | AVSI |
| Haïti Coffe and Mango Production in a changing climate | | Avril 2014 | CIAT |
| Analysis of Watershed Vulnerability to flooding in Haïti | | 2008 | World Applied Science Journal |
| Environmental vulnerability in Haïti | Findings and recommendations | Avril 2007 | USAID |
| Rapport d'enquête sur les paramètres socioéconomiques dans les communes Petit Goâve, Grand Goâve et Jacmel | Enquête sur l'évaluation des paramètres socioéconomiques liés aux catastrophes naturelles | Novembre 2011-Janvier 2012 | Welt Hunger Hilfe |
| Strategic Program fo Climate Resilience | | 2012 | CIAT |
| Développement des services météorologiques et hydrologiques en Haïti | Propositions d'Actions pour le moyen terme | Mai 2010 | Organisation météorologique mondiale (WMO-OMM) |
| Désastres naturels en Haïti | Cyclones et Ouragans | Février 2015 | Site internet Haïti Référence |
| Désastres naturels en Haïti | Inondations | Février 2015 | Site internet Haïti Référence |
| Désastres naturels en Haïti | Tremblements de terre | Février 2015 | Site internet Haïti Référence |
| National Program of Flood Early Warning - Haiti | Project Completion report | Juin 2013 | BID |
| Programme stratégique de Résilience Climatique - Boucle Centre-Artibonite | Mission d'identification - Aide-mémoire | Mars 2014 | BID |

# Documents nationaux et de références

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur |
|---|---|---|---|
| Étude environnementale pour les zones d'interventions du projet d'appui au renforcement de la filière mangue francisque dans le département du Centre | | Novembre 2011 | Martine Élisabeth MATHIEU |
| Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé | Rapport final | Janvier 2008 | INESA |
| Caractérisation et cartographie du risque d'inondation et de submersion marine sur l'Agglomération du Cap-Haïtien | Restitution | Février 2015 | SIGNALERT / CNIGS |
| Étude des impacts environnementaux et sociaux (EIES) du Parc Industriel dans le région du Nord d'Haïti | | Juin 2011 | KOIOS |
| Linking poverty reduction and disaster risk management | | 2005 | GTZ |
| Agricultural risk management in the Caribbean | Lessons and Experiences | 2009-2012 | World Bank - LAC |
| Programme d'informations territoriales pour le développement durable (PITDD) | | Février 2015 | Site internet CNIGS |
| Adaptations aux changements climatiques | Cas d'Haïti | Mars 2014 | OXFAM/UdM |
| Plan d'action national d'adaptation (PANA) | | Octobre 2006 | GEF/UNFCCC/UNEP |
| Analyse du contenu des différentes études de prévention des risques naturels et réduction de la vulnérabilité en Haïti | Présentation | Février 2015 | CIAT/BRGM |
| Programme triennal de relance agricole 2013-2016 | | Mars 2013 | MARNDR |
| Rapport d'évaluation du programme national d'alerte précoce | Version finale | Novembre 2012 | Vargas/Saint Vil/Torrealba |
| Synthèse nationale des résultats du recensement général de l'Agriculutre (RGA) 2008-2009 | | Octobre 2012 | IHSI/MICT |
| Plan stratégique de développement d'Haïti | Programme triennal d'investissement 2012-2015 | Mai 2012 | IBI-DAA |
| Plan de développement communal de l'Acul du Nord | Rapport | Mai 2009 | USAID |
| Plan de développement communal de l'Acul du Nord | Diagnostic participatif | Mai 2009 | USAID |
| Guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de gestion des Bassins Versants d'Haïti | | Juillet 2012 | CATIE/PNUD |
| Analyse de la vulnérabilité du secteur de l'eau au changement climatique | Rapport principal + annexes | Avril 2013 | Richard GUILLANDE (PNUD) |
| Appui technique à la réalisation de cartographies de risque d'inondation sur des zones d'Haïti | Rapport de seconde mission (Zones de Cabaret, Léogane et les Cayes) | Juillet 2009 | GEOSCIENCES Consultants sarl |

# Documents nationaux et de références

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur |
|---|---|---|---|
| Projet de gestion durable de la partie haute des Bassins Versants du Sud-ouest d'Haïti - Parc National de Macaya | Analyse économique | Avril 2013 | Budry BAYARD |
| Programme d'intensification agricole (PIA) | Mise à jour de plans d'aménagements de 11 micro bassins | Mars 2013 | PRODEVA |
| Programme d'intensification agricole (PIA) | Évaluation quantitative des produits, résultats et impacts générés par le PIA Ennery-Quinte - Partie Bilan | Avril 2014 | Roosevelt SAINT DIC |
| Programme d'intensification agricole (PIA) | Évaluation quantitative des produits, résultats et impacts générés par le PIA Ennery-Quinte - Partie Résultats et Impacts | Avril 2014 | Roosevelt SAINT DIC |
| Haïti Demain – Boucle Centre-Artibonite | Objectifs et stratégies territoriales pour la reconstruction | Novembre 2010 | CIAT |
| Projet de renforcement de la capacité du Comité Départemental de Gestion des Risques et des Désastres (CDGRD) | Draft du rapport de l'étude d'identification de menaces au niveau de 18 communes du département du Sud d'Haïti | Février 2014 | USAID-CRS |
| Plan d'Action pour l'Environnement (PAE) | | Juin 1999 | Ministère de l'Environnement/CIE, Haïti |
| Recensement Général de l'Agriculture (RGA) 2008 / 2009 | Résultats provisoires - Département du Sud | Février 2012 | MARNDR, Haïti |
| Recensement Général de l'Agriculture (RGA) 2008 / 2009 | Résultats provisoires - Département du Nord | Février 2012 | MARNDR, Haïti |
| Methods for the evaluation of direct and indirect flood losses | 4th International Symposium on Flood Defence: Managing Flood Risk, Reliability and Vulnerability, Toronto, Canada - Institute for Catastrophic Loss Reduction | May 2008 | Thieken et al. |
| AGDAM - Agricultural Flood Damage Analysis | User's Manual - CPD 48 | April 1985 | US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center |
| Conducting flood loss assessments - Issue 2 | Integrated flood management tools series | June 2013 | Associated Programme on Flood Management |
| Economic impact upon agricultural production from extreme flood events in Quang Nam, central Vietnam | Nat Hazards (2015) 75: 1747–1765. DOI 10.1007/s11069-014-1395-x | September 2014 | Vu Ngoc Chau et al. |
| Central Valley Flood Protection Plan Attachment 8F: Flood Damage Analysis | Central Valley Flood Management Planning Program | January 2012 | Flood Safe - California |
| Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods, Report number T09-06-01 | Integrated Flood Risk Analysis and Management Methodologies | January 2007 | Flood Site |
| Forecasting Economic Damages from Storm Surge Flooding : A Case Study in the Tantramar Region of New Brunswick | Atlantic Climate Adaptation Solutions Association | October 2012 | Jeff Wilson et al. |
| Hazus Floods - Flagged inputs and outputs | | April 2013 | Natural Resources - Canada |

# Documents nationaux et de références

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur |
|---|---|---|---|
| Multi-hazard Loss Estimation Methodology - Technical Manual | Flood Model - Hazus®-MH | | Department of Homeland Security. Federal Emergency Management Agency. Mitigation Division. Washington, D.C. |
| Review Article: Economic evaluation of flood damage to agriculture – review and analysis of existing methods | Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 2493–2512, 2013 www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/13/2493/2013/doi:10.5194/nhess-13-2493-2013 | Octobrer 2013 | Brémond P. et al |
| Impact of 2014 Winter Floods on Agriculture in England | | Juin 2014 | ADAS UK Ltd, Contact: John.elliott@adas.co.uk |
| Indicators of Disaster Risk and Risk Management – Program for Latin America and the Caribbean. Technical Notes | | Juin 2012 | BID |
| Situation économique et endettement des ménages haïtiens / Port-au-Prince & Léogane | | 2011 | ACTED |
| Analyse et développement des marchés des filières dans les régions Artibonite et Plateau Central | Livrable 1 | Octobre 2011 | AECOM |

# Documents concernants les bassins versants à l'étude

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur | BV concerné | Sous-BV | Commune | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PMDN- Évaluation intégrée des alternatives de développement du bassin versant de l'Artibonite, focalisée sur les usages multiples de l'eau | Premier rapport | Juin 2013 | Artelia | Artibonite | | | Rapport |
| idem | Deuxième rapport | Janiver 2014 | Artelia | Artibonite | | | Rapport |
| idem | Rapport final | Mai 2014 | Artelia | Artibonite | | | Rapport |
| AOI 006 : Exécution de travaux de protection de berges du fleuve Artibonite | Lot 1 : Bala Crête / Lot 2 : Macaisse / Lot 3 : Siphon Villard / Lot 4 Bertrand | 2012 | PMDN | Artibonite | | | Rapport |
| Etude préparatoire pour des investissements favorisant la résilience au changement climatique dans la zone de St Michel de l'Attalaye et St Raphael | Draft | Novembre 2014 | Alex Bellande/Félix Duvelson | Artibonite | | | Rapport |
| idem | Géomorphologie/Communes et sections communaules/Occupation Sol/Hydrographie/Isohyete/Pente | Novembre 2015 | Alex Bellande/Félix Duvelson | Artibonite | | | Carte |
| Programme de gestion de l'eau dans le bassin de l'Artibonite (HA-L1087) | Préparation du dossier d'infrastructures dans le haut bassin versant | Septembre 2013 | Alex Bellande/Josselin Cantave/Félix Duvelson | Artibonite | | | Rapport |
| PMDN- Projet d'études et élaboration de plans d'aménagement de quatre bassins versants dans le cadre du PMDN en Haïti | Plan d'aménagement BV Grande Rivière du Nord | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Grande Rivière du Nord | | | Rapport |
| idem | Liste des sites d'intervention proposés | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Grande Rivière du Nord | | | Rapport |

# Documents concernants les bassins versants à l'étude

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur | BV concerné | Sous-BV | Commune | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| idem | Priorisation des interventions et fiche technique des ouvrages -BV GRN | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Grande Rivière du Nord | | | Rapport |
| idem | Étude du Génie Rural- BV GRN | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Grande Rivière du Nord | | | Rapport |
| idem | Carte ouvrages - BV GRN | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Grande Rivière du Nord | | | Carte |
| PMDN-Conception et montage dossier techniques pour la construction d'ouvrages dans les ravines identifiées | | Mars 2014 | La SOVAZA & Co | Grande Rivière du Nord | Jolitrou/Cormier/Gambade/RD rivière Marianne | | Rapport |
| PMDN - Construction de microretenues, de seuils en pierre sèches et en gabion | Dossier d'exécution de travaux MARDN/PMDN/T/RA/001 | Août 2012 | PMDN | Grande Rivière du Nord | Marianne | Bahon | Rapport |
| PMDN - Construction de microretenues, de seuils en pierre sèches et en gabion | Dossier d'exécution de travaux MARDN/PMDN/T/RA/002 | Août 2012 | PMDN | Grande Rivière du Nord | Petite Rivière/Caracol/Rivière Picot | Sainte-Suzanne | Rapport |
| PMDN-concours de Prix | PMDN/CP/T-009 | Mai 2013 | PMDN | Grande Rivière du Nord | | Sainte-Suzanne | Rapport |
| PMDN-concours de Prix | PMDN/CP/T-010 | Mai 2013 | PMDN | Grande Rivière du Nord | | Vallières | Rapport |
| PMDN-Rapport semestriel d'exécution | | Janvier-juin 2013 | PMDN | Artibonite/GRN/ Cavaillon/Ravine du sud/Acul-Dubreuil | | | Rapport |
| PMDN-Rapport semestriel d'exécution | | Juillet-Décembre 2013 | PMDN | Artibonite/GRN/ Cavaillon/Ravine du sud/Acul-Dubreuil | | | Rapport |
| PMDN-Rapport semestriel d'exécution | | Janvier-juin 2014 | PMDN | Artibonite/GRN/ Cavaillon/Ravine du sud/Acul-Dubreuil | | | Rapport |
| PMDN-Rapport semestriel d'exécution | | Juillet-Décembre 2014 | PMDN | Artibonite/GRN/ Cavaillon/Ravine du sud/Acul-Dubreuil | | | Rapport |
| PMDN | Revue Intermédiaire | Novembre 2013 | Bellande et al. | Artibonite/GRN/ Cavaillon/Ravine du sud/Acul-Dubreuil | | | Rapport |
| PMDN- Projet d'études et élaboration de plans d'aménagement de quatre bassins versants dans le cadre du PMDN en Haïti | Diagnostic Rapport Final - BV Acul/Cavaillon/RDS | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Cavaillon/Ravine du sud/Acul | | | Rapport |

# Documents concernants les bassins versants à l'étude

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur | BV concerné | Sous-BV | Commune | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| idem | Plan d'aménagement - BV Acul/Cavaillon/RDS | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Cavaillon/Ravine du sud/Acul | | | Rapport |
| idem | Priorisation des interventions / Résumé de la méthodologie - BV Acul/Cavaillon/RDS | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Cavaillon/Ravine du sud/Acul | | | Rapport |
| idem | Gestion des BV et plan de zonage - BV Acul/Cavaillon/RDS | Décembre 2011 | OXFAM/CATIE | Cavaillon/Ravine du sud/Acul | | | Rapport |
| idem | Carte ouvrages - BV Acul/Cavaillon/RDS | Décembre 2012 | OXFAM/CATIE | Cavaillon/Ravine du sud/Acul | | | Carte |
| PMDN-concours de Prix | PMDN/CP/T-011 | Mai 2013 | PMDN | Cavaillon | Rivière Opaque | | Rapport |
| PMDN-concours de Prix | PMDN/CP/T-012 | Mai 2013 | PMDN | Cavaillon | Rivière Roucou | | Rapport |
| PMDN-Modification profil type Zone confluence ravine Opaque-Cavaillon | | Mars 2013 | PMDN | Cavaillon | Rivière Cavaillon | Maniche | Rapport |
| EIES Micro-centrale Ravine du Sud et Lower Saut-Mathurine | EIES | Octobre 2013 | AECOM | Cavaillon/Ravine du sud | | | Rapport |
| Projet binational de réhabilitation du bassin versant du fleuve Artibonite, dans la zone frontalière entre Haïti et la République dominicaine | Rapport de l'étude diganostique | Décembre 2006 | OXFAM/CRC SOGEMA | Artibonite | | | Rapport |
| Étude sur la résilience de la ville de Cayes face au risque d'inondations | | Décembre 2014 | CIAT | Ravine du Sud | | | Rapport |
| Évaluation économique de différents modèles de lacs collinaires | | Octobre 2013 | Roosevelt SAINT DIC | Artibonite | | | Rapport |
| The Northern Development Corridor | Urban Development and Climate Change Study (Final Draft) | Février 2015 | ERM | Grande Rivière du Nord | | | Rapport |
| Projet de renforcement des berges de la rivière de Cavaillon à Maniche | | Octobre 2012 | Georges J. B. | Cavaillon | | | Rapport |
| Études des structures de protection du bassin versant la Grande Rivière du Nord | | Juin 2012 | Montrose et al. | Grande Rivière du Nord | | | Rapport |

# Documents concernants les bassins versants à l'étude

| Titre | Sous-titre | Année | Auteur | BV concerné | Sous-BV | Commune | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Étude des ouvrages de protection du sous bassin de la rivière Opaque | | Décembre 2012 | Montrose et al. | Cavaillon | | | Rapport |
| Rapport final de supervision | Travaux de protection des berges du fleuve de l'Artibonite : Sites de Bala Crêt (Lot 1), Marcaisse (Lot 2), Siphon Villard (Lot 3) et Bertrand (Lot 4) | Octobre 2014 | BEJV | Artibonite | | | Rapport |
| Rapport mensuel No 1 | Supervision des travaux de protection des berges au niveau du fleuve artibonite au site de Bas la Crête | Octobre 2014 | LGL Génie Conseil | Artibonite | | | Rapport |
| Rapport mensuel No 3 | Supervision des travaux de protection des berges au niveau du fleuve artibonite au site de Bas la Crête | décembre 2014 | LGL Génie Conseil | Artibonite | | | Rapport |
| Étude de protection contre les inondations dans la vallée de l'Artibonite | | 2007 | Tecsult | Artibonite | | | Rapport |

# Annexe 2
# Plan d'entretien avec les parties prenantes

# Annexe 2
# Plan d'entretien avec les parties prenantes
# Mission terrain – Études préparatoires – Haïti 5 BV

**Présentation des membres de l'équipe AECOM et de l'objectif de la rencontre**

**Présentation des intervenants**

**Présentation du mandat d'AECOM et objectifs de l'étude**

**Mandat :**

Réalisation des études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du Sud, Artibonite et Acul Dubreuil.

**Objectif :**

i. Réaliser une évaluation économique (coûts-bénéfices) des ouvrages réalisés dans le cadre de la première phase du PMDN;
ii. Identifier, caractériser, dimensionner et prioriser par le biais de critères technico-économiques les infrastructures de protection de bassin versant à développer en amont et aval des bassins versants de Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravines du Sud, Artibonite (St-Raphael, St-Michel de l'Attalaye et la partie aval du barrage de Canneau) et la partie aval du bassin versant Acul Dubreuil.

**Information sur les activités (3 composantes) du PMDN-1 :**

- Construction d'infrastructures de protection de bassins versants en amont (seuil, micro-retenue) et en aval (protection berges, routes, périmètres, zones bâties);
- Promotion d'une agriculture durable : subvention pour amélioration de pratiques agricoles;
- Appui institutionnel - renforcement de capacités : appui aux comités de gestion de BV, manuel d'indicateurs de suivi.

**Existence d'un Comité de gestion de bassin versant et/ou Comité de gestion de sous-bassin :**

- Date de création, composition, fonctionnalité, etc.

**Détermination de la ''vocation'' du BV** :

- Échanges sur la problématique, les forces (atouts) et les faiblesses (contraintes) du BV, ses particularités, existence de zones de protection (parc, réserve faunique, etc.), existence d'attraits touristiques, etc. Détermination d'une vision à long terme, de la ''vocation'' du BV?

**Sites prioritaires pour la protection contre les inondations et la protection de ravines du BV (PMDN-2) :**

- Actions entreprises, actions planifiées, nouvelles priorités d'intervention (protection de ravines, protection contre les inondations), type d'activités de protection à prioriser, localisation, etc.
- Formulaire de priorisation ?? (si le nombre de participants et le temps disponible le permettent)

# Annexe 3
# Liste des parties prenantes rencontrées

**Annexe 3 : Liste des parties prenantes rencontrées**

| Date | Lieu | Personnes | Structures |
|---|---|---|---|
| 11 mars 2015 Mercredi | Port-au-Prince | Marie Glamanine O. SAINRIUS, Topographe - SIG | CNIGS |
| 12 mars 2015 Jeudi | Cayes | Ronald Louissaint, Agent de Liaison | PMDN-Sud |
| | | Débalio Jean Jacques, Directeur | Direction Départementale de l'Agriculture-Sud |
| | Maniche | Jean Luc Tolivio Durand, Maire | Mairie de Maniche |
| | | Labossière Chélied, CASEC | 1ère section communale - Maniche |
| | | Joseph Fritzner, Membre | Comité Central de Gestion du BV de Cavaillon |
| | | Niko François Hilaire, Coordonnateur terrain, infrastructures | PMDN- Maniche |
| | | Silas Milord, Ing. superviseur des travaux | PMDN- Maniche |
| 13 mars 2015 Vendredi | Cavaillon | Yves Delvas, Maire | Mairie de Cavaillon |
| | | Bertrand Bausseau, CASEC | 3ème section Gros Marin |
| | | Lindor Thomas Izema, CASEC | 5ème section Laroque |
| | | Registre Milo, CASEC | 5ème section Laroque |
| | | Lévi Andry, CASEC | 4ème section Mare Henry |
| 16 mars 2015 Lundi | Camp Perrin | Vital Indry, Maire | Mairie de Camp Perrin |
| | | Saint-Armand Daguillard, Maire-adjoint | Mairie de Camp Perrin |
| | | Pierre Aimé Marseille, CASEC | 2ème section Champlois |
| | | Joseph Epsilon, ASEC | 2ème section Champlois |
| | | Véronique Succeron, ASEC | 2ème section Champlois |
| | | Clarrice Ceus Louise Sémicil, ASEC | 2ème section Champlois |
| | | Fidèle Marc Enock, CASEC | 2ème section Champlois |
| | | Bénéus Itzer, ASEC | 2ème section Champlois |
| | | Rodney Jean Ritfelt, ASEC | 2ème section Champlois |
| | | Colas Flévenay, ASEC | 2ème section Champlois |
| | | Pierre Irguens, Technicien en agronomie | Comité Bassin versant 2ème section Champlois |

| Date | Lieu | Personnes | Structures |
|---|---|---|---|
| 17 mars 2015<br>Mardi | Cayes | Gilet Jean Rigobert, Directeur Général | Mairie de Cayes |
| 18 mars 2015<br>Mercredi | Chantal | Ernest Olvel Argant, Maire | Mairie de Chantal |
| | Cayes | Guerline Denis, Maire Adjoint | Mairie d'Arniquet |
| | Fonfrède | Watson Montisino Clédanor, Coordonnateur technique | Comité Départemental de Gestion des Risques et des Désastres du Sud (CDGRD Sud) |
| 19 mars 2015<br>jeudi | Cayes | Jean Ked Neptune, Coordonnateur des projets PNUD<br>Edes Charles Philippe, Assistant technique | Direction Départementale de l'Environnement - Sud |
| | Camp Perrin | Mousson Pierre Finnigan, Directrice | ORE |
| | | Serge Pierre-Louis, Coordonnateur régional | CIAT - Sud |
| | Saut Mathurine | Salomon Salnave, Exploitant de la centrale électrique | Électricité De Haïti (EDH) |
| 20 mars 2015<br>vendredi | Port-au-Prince | Marie Glamanine O. SAINRIUS, Topographe - SIG | CNIGS |
| 23 mars 2015<br>lundi | Gonaïves | Accéus Manus, Directeur | Direction Départementale de l'Environnement- Artibonite |
| 24 mars 2015<br>mardi | Cap-Haïtien | Lebel Bastien, Chef d'Antenne | PMDN-Nord |
| | | Nanncie A. Moïse, Agent de Liaison | PMDN-Nord |
| | | Karl Geessy, Responsable suivi-évaluation Nord-Est | PMDN-Nord |
| | | Micheline E. Pérard, Responsable suivi-évaluation Nord | PMDN-Nord |
| | | Hébert Le Nicolas, Directeur | Direction Départementale de l'Agriculture-Nord |
| | | Emmanuel Jean Robert | Direction Départementale de l'Environnement-Nord |
| | | Macorel Saint-Élien, Responsable technique | Projet AVANSÉ |
| | Grande Rivière du Nord | Sémot Smarth, Maire Adjoint<br>Alouidor Willy, Maire Adjoint<br>Jean Alfred, Secrétaire Général<br>Jean François Lycuis, CASEC<br>Alizé Sténio, CASEC | Mairie GRN<br>Mairie GRN<br>Mairie GRN<br>1ère Section<br>6ème Section Cormiers |

| Date | Lieu | Personnes | Structures |
|---|---|---|---|
| | | Desamour Deran, CASEC<br>Philistin Emmanuel, CASEC<br>Deshommes Weslly, Responsable BAC<br>Phenol Lamothe, Coordonnateur terrain | 2ème Section Salon<br>3ème Section<br>MARNDR<br>PMDN |
| 25 mars 2015 mercredi | Quartier Morin | Gode-Froy Belony, Maire | Mairie Quartier Morin |
| | | Alande Deshommes, Directeur Général | Mairie Quartier Morin |
| | | Jean Philippe Charles, Ingénieur municipal | Mairie Quartier Morin |
| | | Gérard Louis, Responsable BAC | MARNDR |
| | | Mimose Saint-Fleur, Technicien urbanisme | Trou du Nord |
| | | André Dolce, Responsable | MOPAM-Clérisse |
| | Limonade | Bertrand Bathuel, maire adjoint | Mairie de Limonade |
| | | Edmond Vanel, responsable BAC | MARNDR |
| | | Calixte Pierre Paul, responsable adj. BAC | MARNDR |
| | | Gérôme Romain, responsable technique | Mairie de Limonade |
| | | Isaac Vilbrun, CASEC | 1ère section Basse Plaine |
| | | Pierre Anius, CASEC | 2ème section Bois de Lance |
| | Cap-Haïtien | Marc Raynal, Conseiller Technique | Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire (CIAT) |
| 26 mars 2015 jeudi | St-Raphaël | Robinard Robintz, Maire | Mairie de St-Raphaël |
| | | Altéon Aerol, Maire adjoint | Mairie de St-Raphaël |
| | | Joseph Damus, CASEC | 4ème section San Yago |
| | | Jean Andredon, CASEC | 4ème section San Yago |
| | | Antoine Félix, ASEC | 3ème section Bouyaha |
| | | Chiffra Nicolas, CASEC | 2ème section Mathurin |
| | | Bell Mosnique, ASEC | 3ème section Bouyaha |
| | | St-Hilaire Delano, CASEC | 1ère section Bois Neuf |
| | | Germéus Fesnol, ASEC | 3ème section Bouyaha |
| | | Jourdain Jeanet, ASEC | 3ème section Bouyaha |
| | | Supreme Bazelais, technicien agronome | BAC-MARNDR |

| Date | Lieu | Personnes | Structures |
|---|---|---|---|
| | | Jean M. Leon, technicien agronome | BAC-MARNDR |
| | | Dausmond Elysiaste, CASEC | 2ème section Mathurin |
| | | Couloute Pierre, ASEC | 2ème section Mathurin |
| 27 mars 2015 vendredi | St-Michel de l'Attalaye | Fils Aimé Guerdy, Responsable | PMDN - Pont-Sondé, Artibonite |
| | | Pierre Marie Basquiat, Agronome | MARNDR |
| | | Jean Claude Pérard, Directeur Général | Mairie Saint-Michel de l'Attalaye |
| | | Darius Édouard, Maire Adjoint | Mairie Saint-Michel de l'Attalaye |
| | | Difficile Philippe, Ingénieur municipal | Mairie Saint-Michel de l'Attalaye |
| | | Julme Jean Gary, Responsable BAC | MARNDR |
| | | Jean Baptiste P. Selmot, Agent BAC | MARNDR |
| | | Érold Saint-Pierre, Ingénieur départemental | DDA-Artibonite, MARNDR |
| | | Accéus Manus, Directeur | DDE-Artibonite, ME |
| | | Joseph Ucelin, Agent d'environnement- BEC | ME |
| | | Cassenard Larousse, Coordonnateur Adjoint | Direction Départementale Protection Civile |
| | | Altidor Saintilmon, Responsable | MOPSL |
| | | Joseph Wilin, Responsable | RALDEL |
| | | Alexis Emmanuel, Responsable | AGSA |
| 30 mars 2015 Lundi | Port-au-Prince | Marie Glamanine O. SAINRIUS, Topographe - SIG | CNIGS |

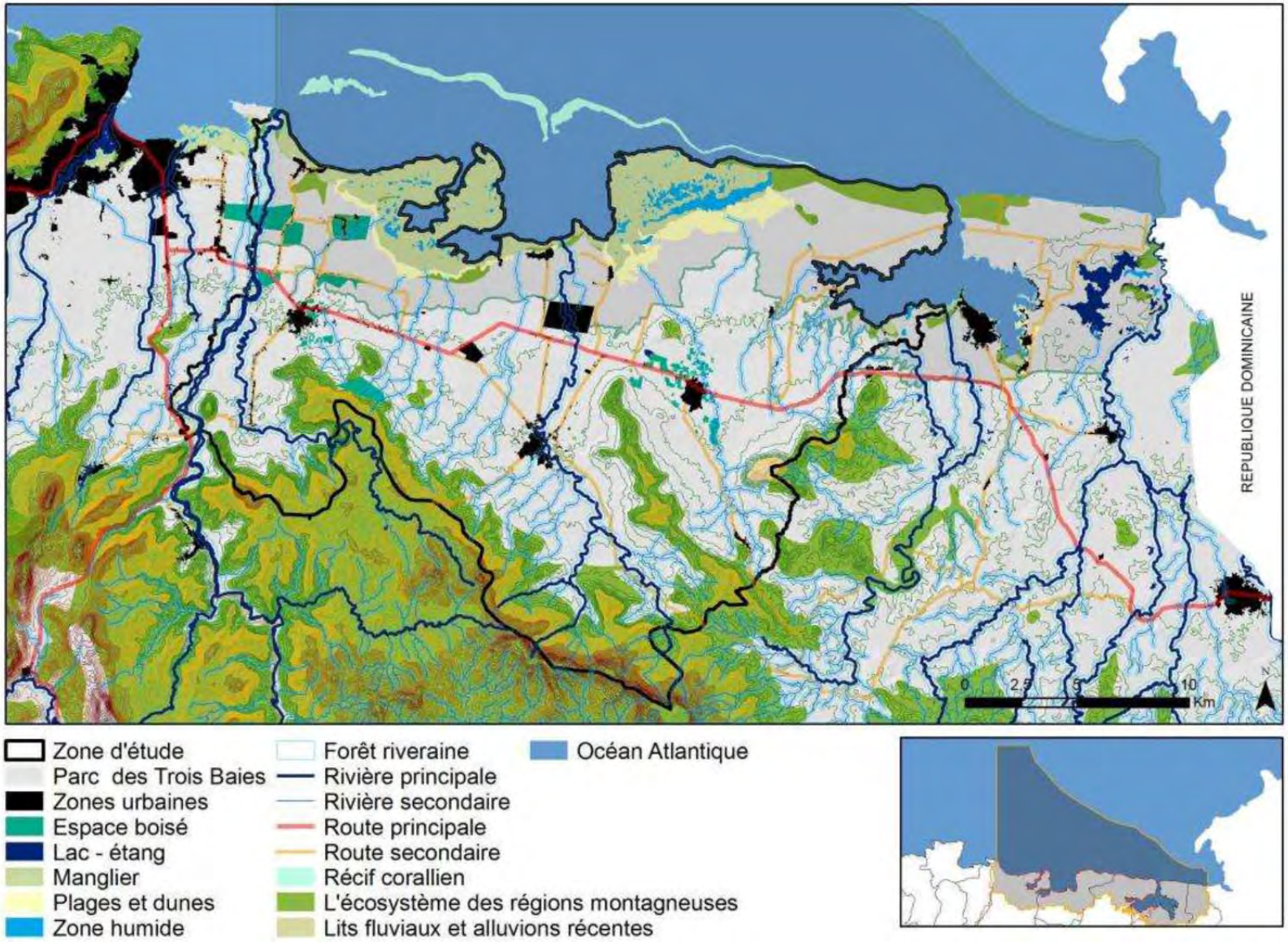
# Annexe 4
# Matrice de priorisation

## Annexe 4 : Matrice de priorisation des actions de protection de berges et de lutte contre les inondations

| | 1. Pertes de vies humaines évitées | 2. Pertes d'infrastructures et de biens évitées | 3. Préservation de l'organisation sociale | 4. Sécurisation des activités économiques en cours | 5. Sécurisation des investissements futurs | 6. Protection de sites archéologiques, touristiques | 7. Protection de la biodiversité (flore, faune) | 8. Autre préoccupation: (à préciser) | 9. Autre préoccupation: (à préciser) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Pertes de vies humaines évitées | | | | | | | | | |
| 2. Pertes d'infrastructures et de biens évitées | | | | | | | | | |
| 3. Préservation de l'organisation sociale | | | | | | | | | |
| 4. Sécurisation des activités économiques en cours | | | | | | | | | |
| 5. Sécurisation des investissements futurs | | | | | | | | | |
| 6. Protection de sites archéologiques, touristiques | | | | | | | | | |
| 7. Protection de la biodiversité (flore, faune) | | | | | | | | | |
| 8. Autre préoccupation: (à préciser) | | | | | | | | | |
| 9. Autre préoccupation: (à préciser) | | | | | | | | | |

# Annexe 5
# Délimitation du Parc de Trois Baies

**Annexe 5 : Délimitation du Parc de Trois Baies, Haïti**




Source: ERM, 2015. The Northern Development Corridor, Haïti – Urban Development and Climate Change Study (Final Draft). IDB. 415 p

# Annexe 6
# Questionnaire d'enquête pour le Nord

## Annexe 6 : Questionnaire d'enquête terrain pour le Nord

## Études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du sud, Artibonite et Acul-Dubreuil - PMDN

### KESYONÈ ANKÈT FANMI

**Kote ankèt la fèt**

| Enfòmasyon jeneral | | No kesyonè a : |
|---|---|---|
| Komin | | |
| Seksyon Kominal | | |
| Lokalite ou Abitasyon | | |
| Nom pwen GPS referans kote ankete a abite (*se non ki déjà enskri nan GPS la*) : | | |
| Zòn kote ankèt la fèt | *Kòd Inik :* | |
| Adrès ankete a | | |

**B – IDENTIFIKSYON MOUN KI FÈ ANKÈTE LA**:

| | Non fanmi l | Prenom li | No Telefòn | Validasyon |
|---|---|---|---|---|
| ENQUETÈ A | | | | |
| Sipevizè | | | | |

**C – ENFÒSYON SOU MOUN KI REPONN ANKÈT LA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Q1. Non fanmi li : | | Q2. Prenom : | Q5. No telefòn : |
| Q3. Sèx : ☐ Gason ☐ Fanm | | Q4.Laj li : | A= Pipiti ke 20 tan B= Ant 20 e 40 tan C= Ant 40 e 65 an D= Plis ke 65 an |

**Kantite moun k ap viv nan menn kay avèk Ankete a (Konte tou moun ki reponn ankèt)**

| | |
|---|---|
| **Q6. Gason ki gen ant 16 e 65 an :** | **Q7. Fanm ki gen ant 16 e 65 an :** |
| **Q8. Ti moun ki gen (0 a 5 zan) :** | **Q9. Ti moun ki gen ant 5 e 15 zan) :** |
| **Q10. Moun ki gen plis 65 an)** | **Q11. Moun ki kon li ak ekri :** |

**D – AKTIVITE EKONOMIK AK REVNI MOUN KI ABITE NAN KAY LA**

| Q.12 Ki aktivite ekonomik mèt kay la menmen pou okipe fanmi an? | Q13. Revni ou Kòb li fè chak mwa? (*Ekri NSP si li pa konnen)* |
|---|---|
| ☐ 1. Pwodiktè agrikòl | |
| ☐ 2. La pèch | |
| ☐ 3. Komès pwodwi elvaj | |
| ☐ 4. Kolektè/Distribitè pwodwi agrikòl | |
| ☐ 5. Transpòtè | |
| ☐ 6. Komès *(indike ki pwodwi……* | |
| ☐ 7. Travayè peye | |
| ☐ 8. Vann jounen travay | |
| ☐ 9. Travayè migran (moun vini) | |
| ☐ 10. Lòt aktivite (presize) : …… | |
| ☐ 11. Lòt aktivite (presize) : …… | |

| Q.**14 Aktivite ekonomik lòt moun yo ki nan kay la** | Q.15 Endike Konbyen lòt moun ? | Q16. Revni ou Kòb li fè chak mwa? (*Ecris «NSP= ne sait pas» si li pa konnen)* |
|---|---|---|
| ☐ 1. Pwodiktè agrikòl | | |
| ☐ 2. La pèch | | |
| ☐ 3. Komès pwodwi elvaj | | |
| ☐ 4. Kolektè/Distribitè pwodwi agrikòl | | |
| ☐ 5. Transpòtè | | |
| ☐ 6. Komès *(indike ki pwodwi……* | | |
| ☐ 7. Travayè peye | | |
| ☐ 8. Vann jounen travay | | |
| ☐ 9. Travayè migran (moun vini) | | |
| ☐ 10. Lòt aktivite (presize) : ……. | | |
| ☐ 11. Lòt aktivite (presize) : ……. | | |

**E - EXPOSITION AUX RISQUES D'INONDATION**

| **Enfòsyon ankete-a sonje sou inondasyon** : | |
|---|---|
| Q17. Eske w ka di nou kombyen inondasyon ou sonje ki frape lokalite a depi ou abité isit la ? | ☐ Pa konnen |
| Q18. Konbye nan inondasyon sa yo ki pat rive akòz Siklòn kòm mave tan? : ☐ | ☐ Pa konen |
| Q19. Ki kalite dega ke fanmi w sibi akòz inondasyon sa yo (sou ki sa dlo fè dega)? ☐ Batiman/Kay ☐ Jaden wouze ☐ Zannimo ☐ Machadiz/Komès ☐ Lòt dega …… | |
| Q20. Ki enfrastrikti/Ouvraj lokalite a ki afekte pa inondasyon sa yo ? ☐ Wout ☐ Kanal irigasyon ☐ Pon sou wout ☐ Batiman lekòl ☐ Lokal mache ☐ Sant sante/dispansè ☐ Lòt …….. | |

| **F – Mak fabrik Batiman/ Kay kote ankete-a rete** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Q21 Ki ane kay la konstwi ? ☐ | ☐ Pa konen | | | | | |
| Q22 Eske se you kay chanmòt (avèk etaj) : | ☐ Wi ☐ Non | | | | | |
| Q23 Si Wi pou Q22, kombyen etaj ? | | | | | | |
| Q24. Eske gen you sousòl? ☐ Wi ☐ Non | Q25. Eske gen yon Galta/Grenye anlè? ☐ wi ☐ Non | | | | | |
| Q26. Eske ou se pwopritè kay la? ☐ Wi ☐ Non | | | | | | |
| Q27. Pran yon pwen GPS Kòdone ou referans GPS pou kay ankete-a **WAYPOINT** : …….. | | | | | | |
| Q28. **X_UTM :** | Q29. **Y_UTM** : | | | | | |
| Q30. Tip kay ? ☐ Kay òdinè ☐ Kay avèk etaj ☐ bupa ☐ Tant ☐ Lòt…… | | | | | | |
| Q31. Ki sipèfisi Kay (dimansyon) ? ……..$m^2$ | Q32.Longè : ……m. | Q33. Lajè :…… m | | | | |
| Q34. À combien estimez-vous le prix de la maison *(sans compter le terrain)*? | …….Gourdes | Ne ☐ it pas | | | | |
| Q35. Avèk ki materyo ke twati kay la fèt? | ☐ Tòl ☐ Pay ☐ Beton ☐ Bwa ☐ Lòt …… | | | | | |
| Q36. Avèk ki materyo mi kay la fèt? | ☐ Siman/Wòch ☐ An tè ☐ Bwa/Panch ☐ Blòk ☐ Lòt | | | | | |
| Q37. Avèk ki materyo yo fè planche kay la? | ☐ Bwa ☐ An tè ☐ Siman ☐ Seramik ☐ Lòt …… | | | | | |
| Q38. Ki ekipman e aparyè y ki genyen «au rez-de-chaussée» de la maison | ☐ TV ☐ Chèn radyo ☐ Ventilatè/Climatizè ☐ Telefòn ☐ Kwizinyè ☐ Frigo ☐ Gwoup elektrojèn ☐ Autre …….. | | | | | |
| Q39. A konbyen estime valè ekipman sa yo? | …… Gourdes | | | | | |
| **Véhicules/équipements liés à l'habitation** | | | | | | |
| Q40. Eske ou posede veyikil sa yo tankou: | Motosiklèt | Bisiklèt | Vwati | Traktè | Motokiltè | Lòt ……. |
| (si Wi, souple endik konbyen veyikil : | | | | | | |
| Q41. Endike konbyen kòb ou estime ke chak veyikil vo? | | | | | | |

## G – ESTIMASYON PÈT AK DOMAJ KE INONDASYON KREYE POU ANKETE-A AK FANMI LI

| | | Evenman (siklòn, Gwo Lapli) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **DOMAJ ak PÈT sou KAY epi sou MOUN nan Fanmi an** | 1. Pluies torrentielles (2- 4 nov 2014) | 2. Pluies torrentielles (8-9 novembre 2012) | 3. Pluies torrentielles (février 2010 | 45. Fay (16 août 2008) | 5. Hanna (1er Septembre 2008) | 6. IKE (6Septembre 2008) | 7. Pluies torrentielles (8-9 mai 2007) | 8. Pluies torrentielles (25 Octobre 2005) | 9. **Autre** *(préciser date)* | 10. **Autre** *(préciser date)* |
| Q42 | Nivo dlo a rive parapò a solay kay la « rez-de-chaussée» (en cm) | | | | | | | | | | |
| Q43 | Konbyen jou Dlo kalm ki antre rete andedan kay la ? (Jours) | | | | | | | | | | |
| Q44 | Ki domaj Dlo inondasyon fè sou moun k'ap viv nan kay la : A=Anyen; B=Blese; C=Malad; D= Moun mouri | | | | | | | | | | |
| Q45 | Dinou ki kantite kòb ou depanse pour **swen sante** akòz inondasyon (Gdes) | | | | | | | | | | |
| Q46 | Konbyen jounen aprè inondasyon an, ou rete bloke lakay san ale travay ( jou ou oblije chome) ? | | | | | | | | | | |
| Q47 | Ki domaj ou dega dlo inondasyon fè sous konstrikson kay la :<br>A= Anyen; B= Trè fèb; C= Mwayen; D= Elve anpil | | | | | | | | | | |
| Q48 | A konbyen ou estime domaj dlo inondasyon a fè sous konstriksyon kay la ? (Gourdes) | | | | | | | | | | |
| Q49 | A konbyen ou estime domaj ak pèt dlo inondasyon an fè sou **byen ak zafè** ou te gen nan kay la? | | | | | | | | | | |

| | | Evenman (siklòn, Gwo Lapli) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertes et Dommages sur la parcelle # 1** | | 1. Pluies torrentielles (2- 4 nov 2014) | 2. Pluies torrentielles (8-9 novembre 2012) | 3. Pluies torrentielles (février 2010 | 45. Fay (16 août 2008) | 5. Hanna (1er Septembre 2008) | 6. IKE (6Septembre 2008) | 7. Pluies torrentielles (8-9 mai 2007) | 8. . Pluies torrentielles (25 Octobre 2005) | 9. **Autre** *(préciser date)* | 10. **Autre** *(préciser date)* |
| Q50 | Point GPS pour la parcelle # 1 inondée<br>**Waypoint:** | | | | | | | | | | |
| Q51 | Ki Kilti ak Pwodiksyon ki te pedi akòz inondasyon an | | | | | | | | | | |
| Q52 | Endik Otè Dlo a monte nan jaden an (an cm) | | | | | | | | | | |
| Q53 | Ki sipèfisi total jaden w yo ki te inonde/ pran dlo (an Karo) | | | | | | | | | | |
| Q54 | A konbyen ou evalye pèt/dega ki fèt nan jaden inonde a? (Gourdes) | | | | | | | | | | |
| Q55 | Ki pousantaj jaden an ki te vreman pèdi akòz inondasyon an :<br>1- Mwens ke 25%)<br>2- Ant 25 a 50%)<br>3- Ant 50 a 75%)<br>4- 100% (tout jaden an) | | | | | | | | | | |

**DI NOU KONBYEN TÈT BÈT (ZANIMO) OU TE PÈDI NAN CHAK INONDASYON**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q56 | Nom de l'espèce animale perdue | | | | | | | | | | |
| Q57 | Nombre de têtes perdues | | | | | | | | | | |

| | | Évènements (Cyclones, pluies, etc.) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertes et Dommages sur la parcelle # 2** | | 1. Pluies torrentielles (2- 4 nov 2014) | 2. Pluies torrentielles (8-9 novembre 2012) | 3. Pluies torrentielles (février 2010 | 45. Fay (16 août 2008) | 5. Hanna (1er Septembre 2008) | 6. IKE (6Septembre 2008) | 7. Pluies torrentielles (8-9 mai 2007) | 8. . Pluies torrentielles (25 Octobre 2005) | 9. **Autre** *(préciser date)* | 10. **Autre** *(préciser date)* |
| Q58 | Point GPS pour la parcelle # 2 inondée<br>**Waypoint:** | | | | | | | | | | |
| Q59 | Ki Kilti ak Pwodiksyon ki te pedi akòz inondasyon an | | | | | | | | | | |
| Q60 | Endik Otè Dlo a monte nan jaden an (an cm) | | | | | | | | | | |
| Q61 | Ki sipèfisi total jaden w yo ki te inonde/ pran dlo (an Karo) | | | | | | | | | | |
| Q62 | A konbyen ou evalye pèt/dega ki fèt nan jaden inonde a? (Gourdes) | | | | | | | | | | |
| Q63 | Di nou ki pousantaj jaden an ki te vreman pèdi akòz inondasyon an :<br>1- Mwens ke 25%)<br>2- Ant 25 a 50%)<br>3- Ant 50 a 75%)<br>4- 100% (tout jaden an) | | | | | | | | | | |

## H - Principales productions végétales et animales pratiquées

| Q64 Endike **KILTI** ankete a pratike (*encercler)* | Q65. Konbyen moso tè (parcelles) kilti sa yo okipe | Q66. Sipèfisi okipe pou chak kilti *(Karo tè)* | Q67. Kantite pwodi ou rekòlte nan dènye kanpay la (préciser l'Unité utilisée) |
|---|---|---|---|
| 1. Riz irrigué | | | |
| 2. Haricot | | | |
| 3. Maïs | | | |
| 4. Sorgho | | | |
| 5. Maraichage | | | |
| 6. Pois congo | | | |
| 7. Patate douce | | | |
| 8. Ignames | | | |
| 9. Canne-à-sucre | | | |
| 10. Plantain | | | |
| 11. Figue-Banane | | | |
| 12. Café | | | |
| 13. Cacao | | | |
| 14. Autre …… | | | |

| Elvaj Zanimo<br><br>Q68 Endike Ki espès zanimo ankete a gade | Q69. Konbyen tèt bèt ou posede | Q70. A konbyen ou evalye chak tèt bèt? *(en Gourdes)* |
|---|---|---|
| 1. Cheval | | |
| 2. Bèf | | |
| 3. Kabrit | | |
| 4. Mouton | | |
| 5. Bourik | | |
| 6. Milèt | | |
| 7. Kochon | | |
| 8. Poul | | |
| 9. Kodenn | | |
| 10. Kana | | |
| 11. Lapen | | |
| 12. | | |
| 13. | | |
| 14. | | |

**I –** Aktyèlman, ki pi gwo mwayen prevansyon ou itilize pou evite gwo dlo inondasyon fè dega sou kay ou ak fanmi ou? :

| | Mwayen **PREVANSYON** | Q71. Mwayen déjà enstale | Q72. Mwayen ou konte enstale | Q73. Konbyen mwayen sa yo ka koute (gourdes) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kenbe kana lak dren (bò kay la) lib san fatra ak raje | | | |
| 2 | Byen Gade sou lamen nimewo telefòn Pwoteksyon sivil | | | |
| 3 | Fouye dren/kanal pou vire dlo lwen kay la | | | |
| 4 | Achte you ponp pou ponpe dlo (si kay la inonde) | | | |
| 5 | Fè konstwi pi wo (Haut) fondasyon, solay ak planche kay la | | | |
| 6 | Enstale/ batik ay la sou poto | | | |
| 7 | Mete nan 2e etaj tout byen ki gen anpil enpòtans yo | | | |
| 8 | Òganize espas pou viv/fonksyone anro nan 2e etaj | | | |
| 9 | Prevwa yon kote ki pou sèvi refij (Abri/shelter) pou tout fanmi an | | | |
| 10 | Lòt mwayen …… | | | |
| 11 | | | | |

**J -** Ki **mwayen pwoteksyon** ou itilize pou pwoteje kay ou ak fanmi ou kont dega gwo dlo inondasyon ka fè?

| | Mwayen **PWOTEKSYON** | Q74. Mwayen déjà enstale | Q75. Mwayen ou konte enstale | Q76. Konbyen mwayen sa yo ka koute (gourdes) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Telefone Biwo Pwoteksyon sivil | | | |
| 2 | Lè danje menase, ale nan plas kote refij yo enstale | | | |
| 3 | Fouye dren pou vire epi evakye dlo inondasyon | | | |
| 4 | Konstwi epi enstale Dig alantou kay la | | | |
| 5 | Anpile sak sab pou vire dlo a | | | |
| 6 | Retire tout sa ki atè epi mete yo nan 2e etaj oubyen sou do kay la | | | |
| 7 | Pompe tou dlo ki twòp ki chita bò kay la | | | |
| 8 | Lòt mwayen …… | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| | | | | |

**K -** Quel est le montant que l'enquêté serait prêt à payer ou verser pour éviter la perte de vie d'un membre de sa famille dans les inondations? Konbyen kòb ou ta dakò pou w envesti pou evite w pedi yon manm fanmi ou

**Q77……. Gdes par mois**

**Q78……..Gdes par année**

**L - Intention pour investir dans la localité si on réduit les dommages provoqués par les inondations**

**Q79** *indiquer le domaine d'activité économique concernée par les potentiels d'investissements envisagés:*

**Carte de localisation des Actifs et parcelles affectées par les récentes inondations du BV …… (NB. une carte par BV ou sous-BV)**

*(Points GPS et/ou indications fournies par l'enquêteur le Superviseur)*

# Annexe 7
# Questionnaire d'enquête pour le Sud

## Annexe 7 : Questionnaire d'enquête terrain pour le Sud

## Études préparatoires pour des investissements en infrastructures de protection des bassins versants de la Grande Rivière du Nord, Cavaillon, Ravine du sud, Artibonite et Acul-Dubreuil - PMDN

### KESYONÈ ANKÈT FANMI

**Kote ankèt la fèt**

| Enfòmasyon jeneral | | No kesyonè a : |
|---|---|---|
| Komin | | |
| Seksyon Kominal | | |
| Lokalite ou Abitasyon | | |
| Nom pwen GPS referans kote ankete a abite (*se non ki déjà enskri nan GPS la*) : | | |
| Zòn kote ankèt la fèt | *Kòd Inik :* | |
| Adrès ankete a | | |

**B – IDENTIFIKSYON MOUN KI FÈ ANKÈTE LA**:

| | Non fanmi l | Prenom li | No Telefòn | Validasyon |
|---|---|---|---|---|
| ENQUETÈ A | | | | |
| Sipevizè | | | | |

**C – ENFÒSYON SOU MOUN KI REPONN ANKÈT LA**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Q1. Non fanmi li : | Q2. Prenom : | Q5. No telefòn : | |
| Q3. Sèx : ☐ Gason ☐ Fanm | Q4.Laj li : | A= Pipiti ke 20 tan | B= Ant 20 e 40 tan |
| | | C= Ant 40 e 65 an | D= Plis ke 65 an |

**Kantite moun k ap viv nan menn kay avèk Ankete a (Konte tou moun ki reponn ankèt)**

| | |
|---|---|
| **Q6. Gason ki gen ant 16 e 65 an :** | **Q7. Fanm ki gen ant 16 e 65 an :** |
| **Q8. Ti moun ki gen (0 a 5 zan) :** | **Q9. Ti moun ki gen ant 5 e 15 zan) :** |
| **Q10. Moun ki gen plis 65 an)** | **Q11. Moun ki kon li ak ekri :** |

**D – AKTIVITE EKONOMIK AK REVNI MOUN KI ABITE NAN KAY LA**

| Q.12 Ki aktivite ekonomik mèt kay la menmen pou okipe fanmi an? | Q13. Revni ou Kòb li fè chak mwa? (*Ekri NSP si li pa konnen)* |
|---|---|
| ☐ 1. Pwodiktè agrikòl | |
| ☐ 2. La pèch | |
| ☐ 3. Komès pwodwi elvaj | |
| ☐ 4. Kolektè/Distribitè pwodwi agrikòl | |
| ☐ 5. Transpòtè | |
| ☐ 6. Komès *(indike ki pwodwi……* | |
| ☐ 7. Travayè peye | |
| ☐ 8. Vann jounen travay | |
| ☐ 9. Travayè migran (moun vini) | |
| ☐ 10. Lòt aktivite (presize) : …… | |
| ☐ 11. Lòt aktivite (presize) : …… | |

| Q.**14 Aktivite ekonomik lòt moun yo ki nan kay la** | Q.15 Endike Konbyen lòt moun ? | Q16. Revni ou Kòb li fè chak mwa? (*Ecris «NSP= ne sait pas» si li pa konnen)* |
|---|---|---|
| ☐ 1. Pwodiktè agrikòl | | |
| ☐ 2. La pèch | | |
| ☐ 3. Komès pwodwi elvaj | | |
| ☐ 4. Kolektè/Distribitè pwodwi agrikòl | | |
| ☐ 5. Transpòtè | | |
| ☐ 6. Komès *(indike ki pwodwi……* | | |
| ☐ 7. Travayè peye | | |
| ☐ 8. Vann jounen travay | | |
| ☐ 9. Travayè migran (moun vini) | | |
| ☐ 10. Lòt aktivite (presize) : ……. | | |
| ☐ 11. Lòt aktivite (presize) : ……. | | |

**E - EXPOSITION AUX RISQUES D'INONDATION**

| **Enfòsyon ankete-a sonje sou inondasyon** : | |
|---|---|
| Q17. Eske w ka di nou kombyen inondasyon ou sonje ki frape lokalite a depi ou abité isit la ? | ☐ Pa konnen |
| Q18. Konbye nan inondasyon sa yo ki pat rive akòz Siklòn kòm mave tan? : ☐ | ☐ Pa konen |
| Q19. Ki kalite dega ke fanmi w sibi akòz inondasyon sa yo (sou ki sa dlo fè dega)? ☐ Batiman/Kay ☐ Jaden wouze ☐ Zannimo ☐ Machadiz/Komès ☐ Lòt dega …… | |
| Q20. Ki enfrastrikti/Ouvraj lokalite a ki afekte pa inondasyon sa yo ? ☐ Wout ☐ Kanal irigasyon ☐ Pon sou wout ☐ Batiman lekòl ☐ Lokal mache ☐ Sant sante/dispansè ☐ Lòt …….. | |

| **F – Mak fabrik Batiman/ Kay kote ankete-a rete** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Q21 Ki ane kay la konstwi ? ☐ | ☐ Pa konen | | | | | |
| Q22 Eske se you kay chanmòt (avèk etaj) : | ☐ Wi ☐ Non | | | | | |
| Q23 Si Wi pou Q22, kombyen etaj ? | | | | | | |
| Q24. Eske gen you sousòl? ☐ Wi ☐ Non | Q25. Eske gen yon Galta/Grenye anlè? ☐ wi ☐ Non | | | | | |
| Q26. Eske ou se pwopritè kay la? ☐ Wi ☐ Non | | | | | | |
| Q27. Pran yon pwen GPS Kòdone ou referans GPS pou kay ankete-a **WAYPOINT** : …….. | | | | | | |
| Q28. **X_UTM :** | Q29. **Y_UTM** : | | | | | |
| Q30. Tip kay ? ☐ Kay òdinè ☐ Kay avèk etaj ☐ bupa ☐ Tant ☐ Lòt…… | | | | | | |
| Q31. Ki sipèfisi Kay (dimansyon) ? ……..$m^2$ | Q32.Longè : ……m. | Q33. Lajè :…… m | | | | |
| Q34. À combien estimez-vous le prix de la maison *(sans compter le terrain)*? | …….Gourdes | Ne ☐ it pas | | | | |
| Q35. Avèk ki materyo ke twati kay la fèt? | ☐ Tòl ☐ Pay ☐ Beton ☐ Bwa ☐ Lòt …… | | | | | |
| Q36. Avèk ki materyo mi kay la fèt? | ☐ Siman/Wòch ☐ An tè ☐ Bwa/Panch ☐ Blòk ☐ Lòt | | | | | |
| Q37. Avèk ki materyo yo fè planche kay la? | ☐ Bwa ☐ An tè ☐ Siman ☐ Seramik ☐ Lòt …… | | | | | |
| Q38. Ki ekipman e aparyè y ki genyen «au rez-de-chaussée» de la maison | ☐ TV ☐ Chèn radyo ☐ Ventilatè/Climatizè ☐ Telefòn ☐ Kwizinyè ☐ Frigo ☐ Gwoup elektrojèn ☐ Autre …….. | | | | | |
| Q39. A konbyen estime valè ekipman sa yo? | …… Gourdes | | | | | |
| **Véhicules/équipements liés à l'habitation** | | | | | | |
| Q40. Eske ou posede veyikil sa yo tankou: | Motosiklèt | Bisiklèt | Vwati | Traktè | Motokiltè | Lòt ……. |
| (si Wi, souple endik konbyen veyikil : | | | | | | |
| Q41. Endike konbyen kòb ou estime ke chak veyikil vo? | | | | | | |

## G – ESTIMASYON PÈT AK DOMAJ KE INONDASYON KREYE POU ANKETE-A AK FANMI LI

| | | Evenman (siklòn, Gwo Lapli) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **DOMAJ ak PÈT sou KAY epi sou MOUN nan Fanmi an** | **1. Sandy** (Oktòb 2012) | 2. Tomas (novembre 2010) | 3. Gwo lapli/ Dlo desann torrentielles (février 2010 | 4. Gustav (26 août 2008) | 5. Fay (16 août 2008) | 6. Alpha (23 octobre 2005) | 7. Wilma (18 octobre 2005) | 8. Dennis (juillet 2005) | 9. Autre (préciser date) | 10. Autre (préciser date) |
| Q42 | Nivo dlo a rive parapò a solay kay la « rez-de-chaussée» (en cm) | | | | | | | | | | |
| Q43 | Konbyen jou Dlo kalm ki antre rete andedan kay la ? (Jours) | | | | | | | | | | |
| Q44 | Ki domaj Dlo inondasyon fè sou moun k'ap viv nan kay la : A=Anyen; B=Blese; C=Malad; D= Moun mouri | | | | | | | | | | |
| Q45 | Dinou ki kantite kòb ou depanse pour **swen sante** akòz inondasyon (Gdes) | | | | | | | | | | |
| Q46 | Konbyen jounen aprè inondasyon an, ou rete bloke lakay san ale travay ( jou ou oblije chome) ? | | | | | | | | | | |
| Q47 | Ki domaj ou dega dlo inondasyon fè sous konstrikson kay la : A= Anyen; B= Trè fèb; C= Mwayen; D= Elve anpil | | | | | | | | | | |
| Q48 | A konbyen ou estime domaj dlo inondasyon a fè sous konstriksyon kay la ? (Gourdes) | | | | | | | | | | |
| Q49 | A konbyen ou estime domaj ak pèt dlo inondasyon an fè sou **byen ak zafè** ou te gen nan kay la? | | | | | | | | | | |

| | | Evenman (siklòn, Gwo Lapli) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertes et Dommages sur la parcelle # 1** | | 1. Sandy (octobre 2012) | 2. Tomas (novembre 2010) | 3. Pluies torrentielles (février 2010 | 4. Gustav (26 août 2008) | 5. Fay (16 août 2008) | 6. Alpha (23 octobre 2005) | 7. Wilma (18 octobre 2005) | 8. Dennis (juillet 2005) | 9. **Autre** *(préciser date)* | 10. **Autre** *(préciser date)* |
| Q50 | Point GPS pour la parcelle # 1 inondée<br>**Waypoint: .....**<br>**X : _____**<br>**Y : _____** | | | | | | | | | | |
| Q51 | Ki Kilti ak Pwodiksyon ki te pedi akòz inondasyon an | | | | | | | | | | |
| Q52 | Endik Otè Dlo a monte nan jaden an (an cm) | | | | | | | | | | |
| Q53 | Ki sipèfisi total jaden w yo ki te inonde/ pran dlo (an Karo) | | | | | | | | | | |
| Q54 | A konbyen ou evalye pèt/dega ki fèt nan jaden inonde a? (Gourdes) | | | | | | | | | | |
| Q55 | Ki pousantaj jaden an ki te vreman pèdi akòz inondasyon an :<br>1- Mwens ke 25%)<br>2- Ant 25 a 50%)<br>3- Ant 50 a 75%)<br>4- 100% (tout jaden an) | | | | | | | | | | |

**DI NOU KONBYEN TÈT BÈT (ZANIMO) OU TE PÈDI NAN CHAK INONDASYON**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q56 | Nom de l'espèce animale perdue | | | | | | | | | | |
| Q57 | Nombre de têtes perdues | | | | | | | | | | |

| | | Évènements (Cyclones, pluies, etc.) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pertes et Dommages sur la parcelle # 2** | | 1. Sandy (octobre 2012) | 2. Tomas (novembre010) | 3. Pluies torrentielles (février 2010 | 4. Gustav (26 août 2008) | 5. Fay (16 août 2008) | 6. Alpha (23 octobre 2005) | 7. Wilma (18 octobre 2005) | 8. Dennis (juillet 2005) | 9. **Autre** *(préciser date)* | 10. **Autre** (*préciser date)* |
| Q58 | Point GPS pour la parcelle # 2 inondée<br>**Waypoint:** .....<br>**X :** _____<br>**Y :** _____ | | | | | | | | | | |
| Q59 | Ki Kilti ak Pwodiksyon ki te pedi akòz inondasyon an | | | | | | | | | | |
| Q60 | Endik Otè Dlo a monte nan jaden an (an cm) | | | | | | | | | | |
| Q61 | Ki sipèfisi total jaden w yo ki te inonde/ pran dlo (an Karo) | | | | | | | | | | |
| Q62 | A konbyen ou evalye pèt/dega ki fèt nan jaden inonde a? (Gourdes) | | | | | | | | | | |
| Q63 | Di nou ki pousantaj jaden an ki te vreman pèdi akòz inondasyon an :<br>1- Mwens ke 25%)<br>2- Ant 25 a 50%)<br>3- Ant 50 a 75%)<br>4- 100% (tout jaden an) | | | | | | | | | | |

## H - Principales productions végétales et animales pratiquées

| Q64 Endike **KILTI** ankete a pratike (*encercler)* | Q65. Konbyen moso tè (parcelles) kilti sa yo okipe | Q66. Sipèfisi okipe pou chak kilti *(Karo tè)* | Q67. Kantite pwodi ou rekòlte nan dènye kanpay la (préciser l'Unité utilisée) |
|---|---|---|---|
| 1. Riz irrigué | | | |
| 2. Haricot | | | |
| 3. Maïs | | | |
| 4. Sorgho | | | |
| 5. Maraichage | | | |
| 6. Pois congo | | | |
| 7. Patate douce | | | |
| 8. Ignames | | | |
| 9. Canne-à-sucre | | | |
| 10. Plantain | | | |
| 11. Figue-Banane | | | |
| 12. Café | | | |
| 13. Cacao | | | |
| 14. Autre …… | | | |

| Elvaj Zanimo<br><br>Q68 Endike Ki espès zanimo ankete a gade | Q69. Konbyen tèt bèt ou posede | Q70. A konbyen ou evalye chak tèt bèt? *(en Gourdes)* |
|---|---|---|
| 1. Cheval | | |
| 2. Bèf | | |
| 3. Kabrit | | |
| 4. Mouton | | |
| 5. Bourik | | |
| 6. Milèt | | |
| 7. Kochon | | |
| 8. Poul | | |
| 9. Kodenn | | |
| 10. Kana | | |
| 11. Lapen | | |
| 12. | | |
| 13. | | |
| 14. | | |

**I –** Aktyèlman, ki pi gwo mwayen prevansyon ou itilize pou evite gwo dlo inondasyon fè dega sou kay ou ak fanmi ou? :

| | Mwayen **PREVANSYON** | Q71. Mwayen déjà enstale | Q72. Mwayen ou konte enstale | Q73. Konbyen mwayen sa yo ka koute (gourdes) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kenbe kana lak dren (bò kay la) lib san fatra ak raje | | | |
| 2 | Byen Gade sou lamen nimewo telefòn Pwoteksyon sivil | | | |
| 3 | Fouye dren/kanal pou vire dlo lwen kay la | | | |
| 4 | Achte you ponp pou ponpe dlo (si kay la inonde) | | | |
| 5 | Fè konstwi pi wo (Haut) fondasyon, solay ak planche kay la | | | |
| 6 | Enstale/ batik ay la sou poto | | | |
| 7 | Mete nan 2e etaj tout byen ki gen anpil enpòtans yo | | | |
| 8 | Òganize espas pou viv/fonksyone anro nan 2e etaj | | | |
| 9 | Prevwa yon kote ki pou sèvi refij (Abri/shelter) pou tout fanmi an | | | |
| 10 | Lòt mwayen …… | | | |
| 11 | | | | |

**J -** Ki **mwayen pwoteksyon** ou itilize pou pwoteje kay ou ak fanmi ou kont dega gwo dlo inondasyon ka fè?

| | Mwayen **PWOTEKSYON** | Q74. Mwayen déjà enstale | Q75. Mwayen ou konte enstale | Q76. Konbyen mwayen sa yo ka koute (gourdes) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Telefone Biwo Pwoteksyon sivil | | | |
| 2 | Lè danje menase, ale nan plas kote refij yo enstale | | | |
| 3 | Fouye dren pou vire epi evakye dlo inondasyon | | | |
| 4 | Konstwi epi enstale Dig alantou kay la | | | |
| 5 | Anpile sak sab pou vire dlo a | | | |
| 6 | Retire tout sa ki atè epi mete yo nan 2e etaj oubyen sou do kay la | | | |
| 7 | Pompe tou dlo ki twòp ki chita bò kay la | | | |
| 8 | Lòt mwayen …… | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| | | | | |

**K -** Quel est le montant que l'enquêté serait prêt à payer ou verser pour éviter la perte de vie d'un membre de sa famille dans les inondations? Konbyen kòb ou ta dakò pou w envesti pou evite w pedi yon manm fanmi ou

**Q77……..…… Gdes par mois**

**Q78……..Gdes par année**

**L - Intention pour investir dans la localité si on réduit les dommages provoqués par les inondations**

**Q79** *indiquer le domaine d'activité économique concernée par les potentiels d'investissements envisagés:*

**Carte de localisation des Actifs et parcelles affectées par les récentes inondations du BV …… (NB. une carte par BV ou sous-BV)**

*(Points GPS et/ou indications fournies par l'enquêteur le Superviseur)*

**À propos d'AECOM**

AECOM est une des plus importantes firmes pleinement intégrées de services professionnels et techniques, capable d'assurer la conception, la construction, le financement et l'exploitation d'infrastructures dans le monde entier pour des clients des secteurs public et privé. L'ensemble des employés de l'entreprise, incluant des architectes, des ingénieurs, des concepteurs, des planificateurs, des scientifiques et des professionnels de la gestion et des services de construction, répondent au besoin de clients dans plus de 150 pays. AECOM est classée au premier rang des entreprises de conception et de génie selon le palmarès annuel de l'industrie du magazine Engineering News-Record, et a été reconnue par le magazine Fortune comme une des entreprises les plus admirées du monde. La société est un leader sur tous les marchés clés qu'elle sert, notamment le transport, le bâtiment, l'environnement, l'énergie, le pétrole et le gaz, les immeubles de grande hauteur, l'eau et les services gouvernementaux. AECOM allie portée mondiale et connaissances locales, innovation et excellence technique afin d'offrir des solutions personnalisées et créatives répondant aux besoins des projets des clients. Classées dans la liste des entreprises du Fortune 500, les sociétés d'AECOM, incluant URS Corporation et le groupe Hunt Construction, ont enregistré des revenus d'environ 19 milliards de dollars pour la période de douze mois se terminant le 30 juin 2015.

Des renseignements supplémentaires sur AECOM et ses services sont disponibles au www.aecom.ca

AECOM
85, rue Sainte-Catherine Ouest
Montréal (Québec)  H2X 3P4
Canada
Tél. : 514 287 8500
Téléc. : 514 287 8600
www.aecom.com