

# Analyse environnementale et sociale – Propositions d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations pour Limonade – Haïti

Rapport final : septembre 2017 | Numéro de contrat BID : C- HA-T1179-P001



Soumis à :

L'Unité Technique d'Exécution (UTE) – 26, rue 3, Port-au-Prince, Haïti

Soumis par :

Tetra Tech – 10306 Eaton Place, Suite 340, Fairfax, VA 22030-2201

# Analyse environnementale et sociale

## Propositions d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations pour Limonade – Haïti

### Rapport final

C-HA-T1179-P001  
30 septembre, 2017

#### PRESENTÉ À

---

##### **L'Unité Technique d'Exécution (UTE)**

26, Rue 3, Port-au-Prince, Haïti  
(509) 2813-0290 / 2941-0290  
www.ute.gouv.ht



#### PRESENTÉ PAR

---

##### **Tetra Tech, Inc.**

10306 Eaton Place, Suite 340  
Fairfax, VA 22030-2201

P +1 (703) 385-1675  
tetrattech.com



**TETRA TECH**

#### **Préparé par :**

**Martin Dorais, M.Env., VEA, VPSGE**

---

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Martin Dorais', is written over a horizontal line.

**Avec la contribution de : Pierre-Antoine  
Carpentier, Fred Alix Coutin, Marco  
Gracia et Jean Palème Mathurin**

#### **Authorisé par :**

**Hope Herron, Program Manager**

---

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hope Herron', is written over a horizontal line.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ EXÉCUTIF .....</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>ix</b>
<b>1.0 DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>1-1</b>
1.1 Objectifs du projet et du mandat .....	1-1
1.2 Localisation du projet .....	1-1
1.3 Description des installations proposées.....	1-2
1.4 Alternative considérée.....	1-4
<b>2.0 CADRE LÉGAL ET INSTITUTIONNEL .....</b>	<b>2-5</b>
2.1 Cadre institutionnel pour l'environnement.....	2-5
2.2 Cadre légal pour l'environnement .....	2-6
2.3 Normes et standards environnementaux de la BID .....	2-7
2.4 Normes et standards sociaux de la BID.....	2-7
<b>3.0 DESCRIPTON DU MILIEU.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Milieu physique .....	3-1
3.1.1 Relief.....	3-1
3.1.2 Climat.....	3-1
3.1.3 Eau de surface .....	3-3
3.1.4 Eau souterraine .....	3-5
3.1.5 Sols.....	3-6
3.1.6 Occupation du sol.....	3-7
3.2 Milieu biologique .....	3-7
3.2.1 Végétation.....	3-7
3.2.2 Faune.....	3-8
3.2.3 Habitats naturels critiques .....	3-8
3.3 Milieu humain .....	3-9
3.3.1 Méthodologie d'engagement des parties prenantes .....	3-9
3.3.2 Contexte socio-économique .....	3-12
3.3.3 Profil de la population .....	3-12
3.3.4 Populations vulnérables .....	3-14
3.3.5 Aspects sanitaires .....	3-17
3.3.6 Nuisances .....	3-17
3.3.7 Sécurité et circulation routière .....	3-17
3.3.8 Emploi.....	3-18
3.3.9 Tourisme et culture .....	3-18
<b>4.0 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX .....</b>	<b>4-1</b>

4.1 Approche méthodologique .....	4-1
4.1.1 Identification des sources d'effet du projet .....	4-1
4.1.2 Composantes sensibles du milieu .....	4-2
4.1.3 Mise en relation des sources d'effets et des composantes du milieu .....	4-2
4.2 Méthode d'analyse des effets .....	4-4
4.2.1 Intensité .....	4-4
4.2.2 Étendue .....	4-5
4.2.3 Durée .....	4-5
4.2.4 Fréquence.....	4-5
4.2.5 Importance.....	4-5
4.2.6 Mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification .....	4-5
4.2.7 Présentation de l'analyse des effets.....	4-6
4.3 Évaluation des effets.....	4-7
4.3.1 Effets sur le milieu physique.....	4-7
4.3.2 Effets sur le milieu biologique.....	4-19
4.3.3 Effets sur le milieu humain .....	4-23
4.3.4 Synthèse des effets .....	4-42
4.4 Risques liés aux désastres naturels .....	4-48
<b>5.0 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Plan de Gestion Environnementale et sociale (PGEs) .....	5-1
5.2 programme de Suivi environnemental et social (PSES).....	5-1
5.3 Structure organisationnelle de mise en œuvre .....	5-2
5.4 Bilan des coûts du pges et du pses .....	5-22
<b>6.0 CONSULTATIONS DE PARTIES PRENANTES.....</b>	<b>6-1</b>
6.1 Constats .....	6-1
6.1.1 Constat général .....	6-1
6.1.2 Secteur du marché .....	6-1
6.1.3 Secteur du terrain de football .....	6-2
6.1.4 Secteur des abattoirs.....	6-2
6.1.5 Volonté participative .....	6-2

## **ANNEXES**

**ANNEXE 1 AUTEURS DU RAPPORT**

**ANNEXE 2 RAPPORT INTÉRIMAIRE DE CONSULTATION DES PARTIES PRENANTES**

**ANNEXE 3 GABARIT DU QUESTIONNAIRES DES PARTIES PRENANTES**

**ANNEXE 4 ANALYSE DE RISQUE DES DÉSASTRES NATURELS**

**ANNEXE 5 BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES**



## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Grille des interrelations entre les éléments du projet et les éléments du milieu .....	4-3
Tableau 2 : Grille d'évaluation des effets .....	4-6
Tableau 3 : Synthèse des effets environnementaux et sociaux.....	4-41
Tableau 4 : Sommaire des risques de désastres naturels – situation actuelle.....	4-48
Tableau 5 : Sommaire des risques de désastres naturels – situation en 2065.....	4-48
Tableau 6 : Mesures d'atténuation des risques de désastres naturels.....	4-52
Tableau 7 : Programme de gestion environnementale et sociale .....	5-3
Tableau 8 : Plan de suivi environnemental et social .....	5-14

## **LISTE DES FIGURES**

Figures 1 et 10 : Localisation de la ravine Zangui.....	viii et 3-4
Figures 2 et 11: Conditions actuelles d'inondation.....	ix et 3-5
Figure 3 : Zone d'étude .....	x
Figure 4 : Nouveau concept d'aménagement présenté le 18 juillet 2017 .....	xi
Figure 5 : Localisation du marché de Limonade .....	1-2
Figure 6 : Options d'aménagement de la zone d'étude.....	1-3
Figure 7 : Relief de la zone Nord.....	3-1
Figure 8 : Climat de Limonade .....	3-2
Figure 9 : Vulnérabilité aux désastres naturels .....	3-3
Figure 12 : Conditions d'inondation sans le pont du marché .....	3-5
Figure 13 : Potentiel agricole des sols.....	3-6
Figure 14 : Profil des répondants .....	3-13
Figure 15 : Genre des répondants.....	3-13
Figure 16 : Âge des répondants .....	3-13
Figure 17 : Taille des foyers des répondants .....	3-14
Figures 18 et 19 : Effet des inondations sur les clients et vendeurs .....	3-14
Figure 20 : Comportement des vendeurs en épisode d'inondation.....	3-15
Figure 21 : Comportement des clients en épisode d'inondation .....	3-15
Figure 22 : Pertes des vendeurs en épisode d'inondation .....	3-15
Figure 23 : Type de marchandises perdues .....	3-15
Figure 24 : Valeur des pertes .....	3-16
Figure 25 : Effet sur les prix.....	3-16
Figure 26 : Risques d'inondation récurrence 25 ans conditions actuelles .....	4-49
Figure 27 : Risques d'inondation sans le pont du marché .....	4-50
Figure 28 : Risques d'inondation avec bonnes pratiques de gestion de l'eau .....	4-50
Figure 29 : Risques d'inondation avec marché surélevé.....	4-50
Figure 30 : Effet de toutes les mesures d'atténuation sur les risques d'inondation .....	4-50
Figure 31 : Risques d'inondation récurrence 25 ans conditions futures .....	4-51

## **LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 : Pont du marché sur la ravine Zangui .....	3-4
Photo 2 : Drainage du marché public vers la ravine.....	3-4
Photos 3 et 5 : Vue du terrain de football .....	3-6 et 3-7
Photo 4 : Vue du marché de Limonade .....	3-7
Photo 6 : Présence d'animaux aux abattoirs .....	3-8
Photos 7 et 8 : Ateliers des 6 et 7 juillet 2017 .....	3-11
Photo 9 : Site de la croix.....	3-18

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Le présent document constitue l'Analyse environnementale et sociale (AES) réalisée dans le cadre des Propositions d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations pour la ville de Limonade (programme HA-L1106). L'AES vise particulièrement le réaménagement du marché public de Limonade et des terrains adjacents.

Cette analyse est réalisée pour le compte de l'Unité Technique d'Exécution (UTE), avec l'appui financier de la Banque Interaméricaine de Développement (BID).

La BID a mandaté la firme Tetra Tech Inc pour réaliser la présente Analyse environnementale et sociale (AES). Dans le cadre d'un mandat distinct accordé par la BID, une étude quant aux risques de désastres naturels a aussi été réalisée dans le secteur du marché de Limonade et dont les résultats ont été intégrés dans le présent document.

La présente AES a comme principal objectif d'identifier les enjeux de nature physique, biologique et sociaux qui peuvent être soulevés par la réalisation du réaménagement du marché de Limonade, et proposer des mesures d'atténuation et/ou de bonification, et ce, conformément aux Directives de la BID et aux meilleures pratiques à l'échelle internationale. Une attention particulière a été accordée tant à l'analyse des impacts en phase de construction que des impacts en phase d'exploitation. L'analyse des impacts sur les milieux physique, biologique et humain a fait ressortir que le réaménagement du marché de Limonade pourrait avoir plusieurs impacts négatifs et positifs plus ou moins importants.

### Effets potentiels négatifs

- En période de construction, les principaux effets négatifs sont liés à la perte d'usage temporaire des lieux où seront effectués les travaux. Cette perte d'accès peut avoir des conséquences néfastes sur le revenu des vendeurs, sur l'accès des résidents aux denrées essentielles et sur la pratique du sport. Dans tous les cas, les mesures d'atténuation proposées pourront réduire l'importance de ces effets négatifs résiduels à des niveaux variant de mineur à négligeable. Une exception à ce constat est l'inconnu quant aux occupants du secteur situé entre le marché public et le secteur des abattoirs où des aménagements seraient requis pour réaliser l'option alternative présentée le 18 juillet 2017. Il y a une forte probabilité que les travaux requièrent la relocalisation de certains occupants ce qui aurait des conséquences majeures.
- En période d'exploitation, les principaux effets négatifs anticipés sont la perte du terrain de football si le concept d'origine est mis de l'avant, et le rejet d'eaux usées en provenance des abattoirs advenant un réaménagement de ce secteur qui y ferait augmenter les activités (option alternative du 18 juillet 2017). Dans le premier cas, certaines alternatives sont à l'étude et pourraient éliminer l'effet négatif. Dans le second cas, les informations sont manquantes pour pouvoir juger précisément des mesures d'atténuation possibles et de leur effet.

### Effets potentiels positifs

- Les effets positifs sont surtout observés en période d'exploitation, les nouveaux aménagements visant justement à bonifier plusieurs aspects des secteurs visés. Ces effets positifs anticipés permettent surtout : de protéger les populations vulnérables en mettant le marché à l'abri des inondations; d'améliorer la qualité des eaux de surface en retirant les débris qui se trouvent dans la ravine et en permettant une meilleure gestion des déchets; et d'améliorer les conditions sanitaires. Suite à l'application des mesures de bonification proposées, l'importance de ces effets positifs est attendue comme majeure.

### Bilan des effets

Sur le plan environnemental et social, le bilan des différents effets anticipés par la réalisation du projet révèle des effets positifs importants comparativement aux effets négatifs qui devraient être de moindre importance. La réalisation du projet avec un suivi rigoureux de la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de bonification est susceptible d'être porteuse de bénéfices à long terme pour la population de Limonade.

### Estimation du coût du PGES et du PSES

Il est à noter que la majorité des mesures d'atténuation seront à la charge des consultants en construction et des missions de surveillance. Ainsi, le coût total de la mise en œuvre du PGES et du PSES à assumer les autorités publiques et leurs partenaires est estimé à une valeur oscillant entre 100 000 \$US et 170 000 \$US en phase de construction, et à un coût estimé de 2 500 \$US par an lors de l'exploitation.

Les sommes en phase de construction devraient surtout être supportées par l'UTE et ses partenaires financiers pour la réalisation de concepts finaux des aménagements envisagés, pour l'élaboration d'un programme régional d'alarme précoce en cas de désastre naturel, et pour la réalisation d'études complémentaires pour préciser les enjeux de la proposition alternative déposée le 18 juillet 2017.

Les sommes identifiées en phase d'exploitation seraient surtout à la charge des autorités locales pour assurer l'entretien et le bon fonctionnement de nouvelles installations.

### Enjeux liés au projet

Trois principaux enjeux devraient faire l'objet d'une attention pour la poursuite du programme :

- Lors de l'atelier tenu auprès des usagers du terrain sportif sur lequel des infrastructures sont planifiées, une incertitude a été soulevée quant à la propriété du terrain comme tel. En effet, la communauté des joueurs de football prétend être propriétaire du terrain ce qui pourrait limiter les possibilités de réaménagement de cet espace. Des clarifications d'imposent quant à la propriété réelle de ce terrain.
- L'analyse des risques et impacts de la gestion des déchets issus des travaux de construction et de l'exploitation subséquente du marché repose sur l'hypothèse que le Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), actuellement à être développé, sera opérationnel lors du lancement des travaux de réaménagement du marché de Limonade. Si le CIGDS n'est pas opérationnel au moment du lancement des travaux, un plan de gestion des déchets propre au projet devra être développé pour assurer une élimination adéquate des déchets issus des travaux.
- Les femmes constituent une proportion élevée des usagers (84%) et des clients (75%) du marché public. Elles seront donc sur-représentées parmi les personnes affectées par le projet (PAP). Il sera donc important pour la suite du projet de mobiliser des spécialistes en questions sociales et de genre pour accompagner le consultant en construction afin d'assurer une prise en charge adéquate des impacts possibles sur les femmes.

## **INTRODUCTION ET CONTEXTE DU MANDAT**

Les départements Nord et Nord-Est d'Haïti regroupent 1,4 millions d'habitants (IHSI, 2015). C'est l'une des régions qui connaît la plus forte croissance démographique du pays. Ceci engendre de grands déséquilibres à l'échelle de la région avec un haut niveau de chômage et de pauvreté, et de fortes inégalités sociales. À travers des opérations de décentralisation, le Gouvernement Haïtien cherche à remédier à ces difficultés en développant ses territoires.

Dans ce contexte, des initiatives sont entreprises pour promouvoir le développement économique et la création d'emplois dans la région Nord. Cette région s'articule autour des 70 km de la route nationale RN6 qui relie Cap-Haïtien à l'Ouest, et Ouanaminthe à l'Est, la principale ville avant la frontière avec la République Dominicaine. La RN6 croise au total 13 communes sur un périmètre de 1 460 km<sup>2</sup>.

En 2011, le Gouvernement d'Haïti, en partenariat avec la Banque interaméricaine de développement (BID) et le Gouvernement des États-Unis, a inauguré en 2012 le parc industriel de Caracol (PIC). Il a été implanté à 25 km à l'Est de la ville de Cap-Haïtien, la seconde ville du pays par sa population. Deux ans après son ouverture, le PIC comptait 5 329 employés en décembre 2014 (Golder, 2015).

En parallèle, d'autres projets sont portés dans la région Nord par la BID, le gouvernement américain et d'autres bailleurs de fonds, pour la création de secteurs résidentiels, pour l'implantation de la nouvelle université de Cap-Haïtien, pour le développement touristique, ou encore pour le développement de l'agriculture. L'ensemble a contribué à faire en sorte que le territoire a connu une expansion rapide en attirant des travailleurs d'autres régions du pays.

Ce développement économique s'accompagne d'un accroissement de la population en région Nord. Elle pourrait passer de 600 000 personnes actuellement à plus de 1 000 000 d'ici 2040 dans le secteur de Cap-Haïtien (CIAT, 2012). Cette croissance n'est pas confinée aux limites de Cap-Haïtien mais s'étend au-delà de la métropole régionale pour inclure les communes avoisinantes telles Limonade, Trou du Nord, Terrier Rouge et Caracol situées à proximité du PIC.

En contrepartie de ce développement économique et de cette croissance de la population, se crée un déficit en matière d'infrastructures sanitaires comme le traitement de l'eau et l'élimination des déchets. Cela entraîne une pression sur le milieu naturel (pollution des sols et de l'eau) et augmente la vulnérabilité des populations face aux catastrophes naturelles telles que les inondations. Il existe également des carences en infrastructures de transport pour répondre à la demande des travailleurs et des étudiants, ce qui engendre des problèmes de congestion et de sécurité sur les routes principales de la région, comme la RN6.

Afin d'apporter une solution à la problématique de gestion des déchets, la BID participe à l'élaboration d'un plan de gestion qui vise à doter la région Nord de moyens pour collecter et éliminer les déchets solides tout en favorisant les pratiques de réutilisation, de recyclage et de compostage. Le premier jalon en cours est la construction prochaine d'un centre de gestion intégrée des déchets solides (CGIDS). Le site choisi pour l'implantation de ce centre est localisé sur la commune de Limonade au lieu-dit de Mouchinette, à environ 500 m au Nord de la RN6. Ce site à proximité de Limonade est localisé avantageusement à 11 km à l'Est de Cap-Haïtien et à 11 km à l'Ouest du PIC, soit en plein cœur du département Nord.

Si le CGIDS est une solution concrète à la problématique de gestion des déchets ainsi qu'un facteur de développement pérenne pour l'ensemble de la région, il représente cependant une nouvelle source de pression venant s'exercer sur le territoire de la commune de Limonade.

En effet Limonade, comme les autres communes de la région, rencontre des difficultés à répondre aux défis qu'entraîne le développement rapide du secteur. De 2009 à 2015, la commune a connu une croissance de sa population de l'ordre de 10% et comptait 55 145 habitants en 2015 (IHSI, 2009 et IHSI, 2015). Le centre de la



ville étant soumis aux intempéries et subissant des périodes d'inondations régulières, ce centre névralgique de la vie sociale tend à se déplacer en partie le long de la route RN6 qui traverse la ville au Nord, le tout sans structure adéquate. Il en découle des enjeux de sécurité publique associés aux risques d'accidents aux abords de la RN6. L'implantation du CGIDS pourrait exacerber ces risques en raison de l'accroissement du camionnage sur la RN6 aux abords de la ville.

Dans ce contexte, le Gouvernement Haïtien appuyé par le Banque interaméricaine de développement a élaboré un programme d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations à Limonade pour accompagner le territoire dans son expansion et assurer un développement soutenable pour le milieu et sa population.

Le programme d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations à Limonade (programme HA-L1106) a exploré, à ce jour, différentes orientations d'urbanisation centrées sur les pôles d'activités suivants :

- La construction d'une gare routière;
- La création d'une structure d'urbanisation des quartiers ;
- L'amélioration de la liaison avec l'université;
- La création d'une voie de contournement à la RN6;
- L'amélioration du secteur du marché public.

À cela se greffe un volet environnemental, prérequis indispensable à la réussite des autres aspects du programme. En effet, la ville de Limonade se situe dans une plaine alluviale soumise à des inondations régulières, particulièrement le centre-ville et la zone située autour de son marché. Il est donc primordial de faire les aménagements adéquats pour limiter ce risque et assurer des mesures d'atténuation suffisantes.

Actuellement la BID axe ses efforts sur le volet de la zone urbaine autour du marché. La présente analyse environnementale et sociale cible donc les enjeux afférents de ce secteur tout gardant une vision globale de la région afin d'assurer une intégration harmonieuse du projet dans le milieu.

### **Un territoire soumis aux inondations**

Comme nous le verrons plus en détail dans la suite de cette analyse, le territoire de la commune de Limonade est soumis à de fréquentes inondations qui peuvent affecter plus de la moitié de la ville.

La ville de Limonade est traversée par un cours d'eau (ravine Zangui – voir figure 1) et se situe dans une plaine alluviale, en contre fort d'une région montagneuse immédiatement à son Sud.



Figure 1 : Localisation de la ravine Zangui

Ceci constitue des facteurs environnementaux propices à la formation d'épisodes d'inondation en période de forte pluie, tel que l'illustre la zone inondable de la figure 2.

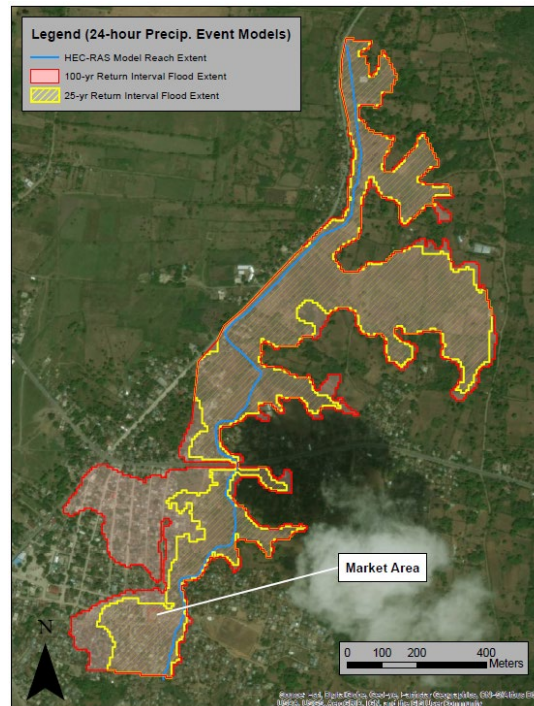


Figure 2 : Zone inondable (Tetra Tech 2017c)

S'ajoutent à cela des facteurs anthropiques déjà bien identifiés dans les études disponibles :

- présence sur la ravine Zangui de plusieurs obstacles qui viennent perturber l'écoulement naturel des eaux lorsque les débits sont importants;
- présence de nombreux déchets dans le lit de la ravine qui viennent obstruer l'écoulement des eaux;
- absence de structure de rétention suffisante lors des périodes de forte pluie pour retenir l'eau en amont de la ville;
- déforestation dans la zone montagneuse en amont.

L'ensemble de ces aspects seront revus et analysés dans le cadre de cette analyse, surtout aux sections 3.1.3 et 4.4.

### Contexte du marché public de Limonade

Limonade accueille deux marchés, un marché quotidien ainsi qu'un marché régional bihebdomadaire plus important. Le marché peut accueillir jusqu'à 600 vendeurs les jours de marché régional. Par son design, l'édifice actuel n'est pas adapté aux usages et aux besoins locaux. Il est jugé que 90 % de la structure existante n'est pas fonctionnelle et non exploitée par les vendeurs.

Le bâtiment, inauguré en 2015 (Alterpresse, 2015), ne possède pas, selon les usagers, de ventilation naturelle ni de lumière naturelle. Le mobilier en béton est jugé peu pratique et non adaptable à l'utilisation qui en est faite par les vendeurs. De plus les vendeurs soulèvent des questions quant à la taxation qui est appliquée pour l'utilisation des espaces (Tetra Tech, 2017).

En conséquence les vendeurs utilisent de manière informelle les terrains et rues à proximité ainsi que les berges de la ravine avoisinante. De plus le marché se situe dans un point bas de la ville au bord de la ravine Zangui, ce qui expose cet espace à des inondations régulières lorsque la ravine sort de son lit (Tetra Tech, 2017).

Le marché est actuellement mal desservi par des voies d'accès sous dimensionnées et rencontre des problèmes en matière de gestion des déchets puisqu'il n'est doté d'aucune structure de collecte. Les déchets sont actuellement regroupés et brûlés ou jetés dans la ravine (Tetra Tech, 2017).

Le réaménagement urbain autour du marché s'inscrit dans le plan plus global de développement urbain de la ville de Limonade. L'ensemble du projet est toujours à l'étude avec plusieurs options envisagées qui sont tributaires de certains travaux prioritaires comme l'atténuation des inondations qui est au cœur des enjeux.

Afin de répondre à ces enjeux, le cabinet d'architectes WE Architects a été mandaté par la BID pour élaborer différentes options pour réaménager l'espace du marché. Il ressort de l'étude préliminaire trois options envisageables avec leurs avantages et leurs inconvénients (WE, 2017) :

1. Déplacer le marché pour le sortir de la zone inondable;
2. Diviser le marché pour le désengorger en séparant le marché quotidien et le marché hebdomadaire.
3. Construire un nouveau bâtiment fonctionnel pour le marché quotidien en y intégrant des espaces supplémentaires pouvant accueillir le marché régional hebdomadaire. La nouvelle structure serait érigée au-dessus du niveau inondable.

Au moment de l'octroi de l'actuel mandat à Tetra Tech, la troisième option était perçue comme la plus réaliste. Les arguments présentés à Tetra Tech (WE, 2017b) étaient la limitation des changements d'habitudes par le maintien du marché à sa localisation actuelle, un aménagement combinant plusieurs fonctions publiques à proximité, et la disponibilité du terrain. Ainsi, le plan de travail de l'équipe de projet a été conçu en conséquence. Cette option de réaménagement comporte aussi le développement des services publics et sanitaires sur le terrain sportif à l'Est. La zone d'étude considérée est illustrée à la figure 3 ci-dessous.



Figure 3 : localisation de la zone d'étude (source Google Earth)



Alors que Tetra Tech mettait en œuvre son plan de travail, une présentation formelle des trois options d'aménagements urbains décrites ci-dessus était faite à Limonade, les 6 et 7 juillet 2017, dans le cadre du programme HA-L1106. Cet exercice, piloté par WE Architects, comprenait des ateliers de discussion avec des publics cibles (utilisateurs du marché, utilisateurs du terrain sportif) suivi d'une consultation publique, et visait à recueillir les avis, préoccupations et commentaires de la population et des parties prenantes de la ville. Les commentaires recueillis ont amené WE Architects à soumettre, le 18 juillet 2017, une révision de sa programmation pour le marché qui s'éloigne sensiblement de l'hypothèse de travail qui a été confirmée à l'équipe de Tetra Tech (WE, 2017a). La figure 4 illustre le concept dorénavant envisagé.

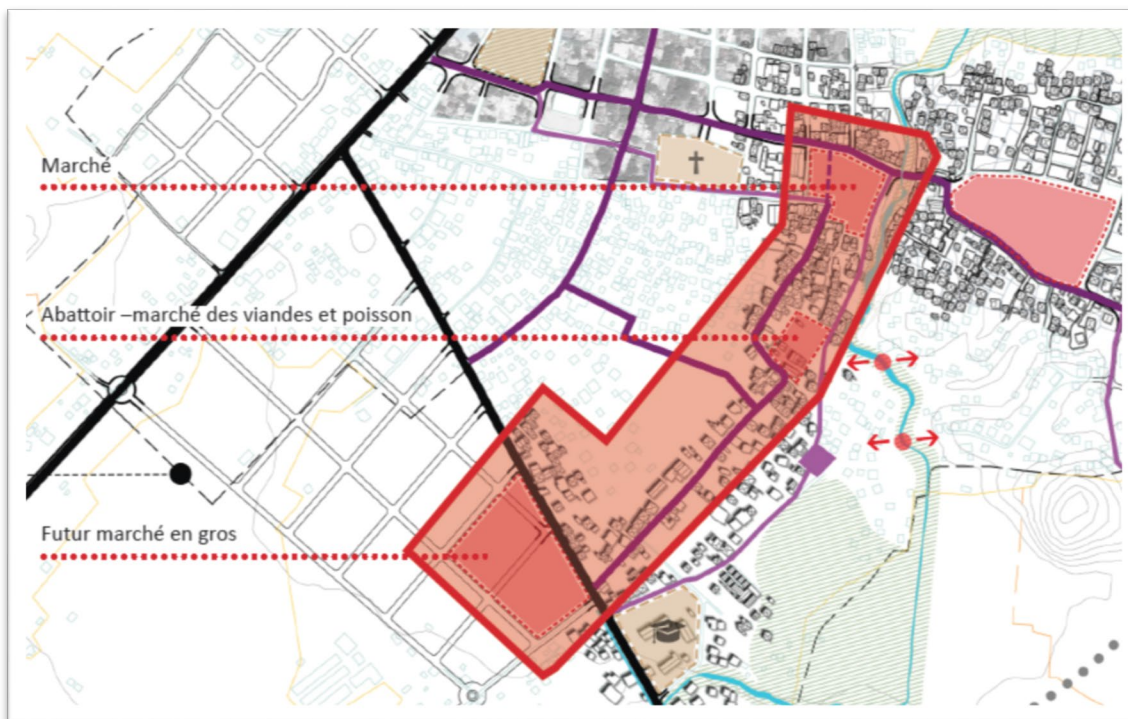


Figure 4 : nouveau concept envisagé (WE, 2017a)

Il va sans dire qu'à cette étape d'élaboration de l'option alternative, beaucoup de facteurs restent encore à définir et à détailler : besoin de révision de la trame de rues, accès aux terrains visés pour le marché en gros, arrimage entre les trois secteurs, relocalisation de résidents et commerces, reconfiguration du terrain sportif, etc. Il est encore difficile de définir avec précision de nombreuses composantes des nouvelles infrastructures et nouveaux aménagements dans cet axe Nord-Sud. Dans la mesure du possible, les données recueillies dans la zone d'étude et les observations faites dans sa zone limitrophe seront employées pour évaluer sommairement les effets positifs et négatifs de cette proposition alternative. Nous sommes confiants que cette approche permettra une appréciation qualitative et une vue d'ensemble des enjeux environnementaux et sociaux de cette nouvelle approche.



## 1.0 DESCRIPTION DU PROJET

### 1.1 OBJECTIFS DU PROJET ET DU MANDAT

Les marchés publics sont des pôles économiques importants en Haïti, spécialement dans les zones agricoles. À Limonade, 85% des familles tirent leurs revenus de la production agricole et donc dépendent en grande partie de l'activité du marché.

Actuellement l'espace dédié au marché public n'est pas adapté pour recevoir le marché quotidien et le marché régional qui se déroule deux fois par semaine. À cela s'ajoute des questions de taxation qui freine l'utilisation des structures existantes par les commerçants. Les vendeurs utilisent alors les alentours du marché de façon informelle jusque sur les berges de la ravine.

De plus, le marché est situé dans un point bas le long de la ravine Zangui, la zone est donc particulière exposée lors des inondations qui touchent régulièrement la région.

L'objectif du projet est d'améliorer les conditions de vie de la population et la gestion du territoire par des interventions urbanistiques stratégiques. La présente étude se penche particulièrement sur le réaménagement du secteur du marché public qui propose une nouvelle structure pour accueillir le marché public et le développement à proximité d'un pôle d'activités regroupant des espaces publics, un centre de santé et une zone d'activité économique liée à la transformation de produits agro-alimentaires.

L'analyse environnementale et sociale de ce projet va permettre de mesurer les effets engendrés par ce projet sur les milieux naturel et humain et de recueillir les préoccupations de la population et des différentes parties prenantes en ce qui concerne les aménagements projetés.

Identifier les effets négatifs permettra de les quantifier et de déterminer s'ils sont significatifs par rapport aux critères d'évaluation établis. Dans le cas où ils s'avèrent significatifs, des mesures d'atténuation seront proposés afin de réduire leurs effets. Au final si les effets résiduels sont encore jugés trop importants, des mesures de compensation pourront alors être envisagées pour palier à la situation.

A l'inverse, il est également essentiel que l'analyse mette en valeur les effets positifs qui ressortent d'un tel projet. Ainsi, des propositions peuvent être formulées pour bonifier l'effet du projet afin de garantir qu'il touche le plus largement la population et le milieu dans lequel il s'inscrit.

### 1.2 LOCALISATION DU PROJET

Le marché actuel se situe dans le secteur colonial de la ville de Limonade, le long de la ravine Zangui. Originellement localisé au Sud-Est de la ville, les développements urbains récents ont encerclé ce secteur. Le marché est donc maintenant au cœur de la ville le rendant aisément accessible à une grande proportion des résidents. Il surtout est bordé de secteurs résidentiels :

- Secteur au Nord : secteur résidentiel structuré (secteur colonial);
- Secteur à l'Est : secteur résidentiel demi-structuré et terrain sportif (terrain de football);
- Secteur au Sud : secteur résidentiel non structuré;
- Secteur à l'Ouest : secteur mixte (commercial, institutionnel, résidentiel).

Le marché est accessible à partir du Nord et de l'Ouest par des routes formelles accueillant voitures, motos, camions et piétons. Les accès par l'Est et le Sud se font par des routes piétonnières et de rares routes carrossables. La figure 5 situe le marché dans ce contexte municipal.



Figure 5: Localisation du marché de Limonade (source Google Earth)

Tel qu'illustré à la figure 1, le marché se trouve dans la zone inondable de la ravine Zangui, ce qui l'expose à quelques épisodes d'inondation par an.

### 1.3 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PROPOSÉES

En février 2017, WE Architects publiait une étude préliminaire sur diverses avenues d'aménagement des quartiers de Limonade (WE, 2017). Un des noyaux majeurs à aménager selon ce rapport est le secteur du marché public. Ainsi, WE Architects a soumis trois options d'aménagement du marché :

1. Déplacer le marché pour le sortir de la zone inondable : le marché serait relocalisé sur l'actuel terrain de football avec des services publics, et le site actuel du marché serait converti en terrains multisports;
2. Diviser le marché pour le désengorger en séparant le marché quotidien et le marché hebdomadaire : le site actuel du marché serait occupé par un terrain multisports et le marché quotidien, et le terrain actuel de football accueillerait le marché hebdomadaire et des services publics;

3. Reconstruire le marché actuel : Construire un nouveau bâtiment fonctionnel pour le marché quotidien en y intégrant des espaces supplémentaires pouvant accueillir le marché régional hebdomadaire. La nouvelle structure serait érigée au-dessus du niveau inondable. L'actuel terrain de football serait converti pour accueillir des services publics et des terrains multisports.

La figure 6 ci-dessous illustre ces propositions. Dans tous ces cas, des grandes orientations d'occupation de l'espace sont données, des volumétries sont proposées ainsi que des tracés de cheminement dans les aménagements proposés. L'aménagement détaillé (architecture, mobilier, matériaux, paysagement, etc.) sera élaboré à une étape ultérieure en consultation avec la communauté.



Figure 6 : Propositions d'aménagement du secteur du marché de Limonade (source WE 2017)

Comme mentionné en introduction, au moment de l'octroi de l'actuel mandat à Tetra Tech, la troisième option était perçue comme la plus réaliste. Le plan de travail de l'équipe de projet de Tetra Tech a été conçu en conséquence et la zone d'étude sélectionnée tel qu'illustré à la figure 3.

## **1.4 ALTERNATIVE CONSIDÉRÉE**

Alors que Tetra Tech mettait en œuvre son plan de travail, une présentation formelle des trois options d'aménagements urbains décrites ci-dessus était faite à Limonade, les 6 et 7 juillet 2017. Cet exercice, piloté par WE Architects, comprenait des ateliers de discussion avec des publics cibles (utilisateurs du marché, utilisateurs du terrain sportif) suivi d'une consultation publique, et visait à recueillir les avis, préoccupations et commentaires de la population et des parties prenantes de la ville. Les commentaires recueillis ont amené WE Architects à soumettre, le 18 juillet 2017, une révision de sa programmation pour le marché (voir figure 4) qui s'éloigne sensiblement de l'hypothèse de travail qui a été confirmée à l'équipe de Tetra Tech (WE, 2017a), et qui a fait consensus auprès de la majorité des parties prenantes.

La proposition alternative repose sur la séparation de différentes activités commerciales en réalisant les interventions suivantes :

- Reconstruction du marché actuel : Construire un nouveau bâtiment fonctionnel pour le marché quotidien en y intégrant des espaces supplémentaires pouvant accueillir le marché régional hebdomadaire (marché de détail, fruits/légumes/marchandises non-périssables). La nouvelle structure serait érigée au-dessus du niveau inondable;
- Réaménagement du secteur des abattoirs au Sud du marché : modernisation des lieux et des équipements pour y concentrer le traitement et la vente des produits animaux;
- Création d'un secteur de marché en gros : aménagement d'un territoire au Sud du territoire urbain de Limonade pour y concentrer les activités de marché en gros;
- Réaménagement du terrain de football : réduction de la taille du terrain de football aux dimensions minimales permises par la FIFA et installation d'équipements publics dans les surfaces libérées.

La localisation des interventions prévues à cette option alternative étant hors de la zone d'étude convenue (voir figures 3 et 4), les données recueillies par Tetra Tech ne permettront pas une analyse détaillée de cette option alternative. Mais dans la mesure du possible, les données recueillies dans la zone d'étude et les observations faites dans sa zone limitrophe seront employées pour évaluer sommairement les effets positifs et négatifs de cette proposition alternative. Nous sommes confiants que cette approche permettra une appréciation qualitative et une vue d'ensemble des enjeux environnementaux et sociaux de cette nouvelle approche.



## 2.0 CADRE LÉGAL ET INSTITUTIONNEL

### 2.1 CADRE INSTITUTIONNEL POUR L'ENVIRONNEMENT

Le Ministère de l'Environnement (MDE) a été créé en 1995. Le décret du 26 janvier 2006 (Décret portant sur la gestion de l'environnement et de régulation de la conduite des citoyens et citoyennes pour un développement durable) a proposé l'élaboration d'un cadre institutionnel, sous forme d'un Système National de Gestion de l'Environnement (SNGE).

Le MDE comprend des services autonomes, une Direction Générale qui supervise un Secrétariat administratif, un Secrétariat technique, des Directions centrales, des Directions techniques, des Directions départementales ainsi que des Unités de coordination spécialisées. Certaines Directions techniques ont vocation à moyen terme de devenir des services autonomes. Parmi celles-ci, on trouve notamment le Bureau National des Évaluations Environnementales (BNEE).

Le Bureau National des Évaluations Environnementales (BNEE) est une direction technique déconcentrée du MDE dont la mission est d'assurer la promotion et la mise en œuvre du Système National des Évaluations Environnementales (SNEE) en Haïti. Le BNEE s'appuie sur le Décret No 199/PRG/SGG/89 codifiant les études d'impact pour préciser les circonstances et conditions en vertu desquelles il est obligatoire de préparer une ÉIE. Celui-ci est appelé à devenir un service autonome du MDE.

Le BNEE a pour rôle d'adresser un besoin de systématisation des études environnementales au regard du décret-cadre du 12 octobre 2005 sur la Gestion de l'environnement en Haïti. Son travail s'articule autour des points suivants :

- Les Cadres et Plans de Gestion Environnementale et Social (CPGES);
- Les Cadres et Plans de Réinstallation et de Compensation (CPRC);
- Les Études d'Impacts Environnemental et Social (EIES);
- Les Audits Environnementaux et Sociaux (AES);
- La Participation Publique (PP).

Le BNEE fonctionne depuis octobre 2015, et a actuellement à son actif :

- Un guide de réalisation des EIES;
- Des guides sectoriels par catégorie de projet;
- Des grilles d'évaluation de rapport d'EIES;
- Un manuel de Directives et Procédures.

Tout ceci facilite l'émission d'objection ou de non objection à la réalisation de projet. Une liste de projet nécessitant une évaluation environnementale se trouve sur le site internet ([www.bneehaiti.org](http://www.bneehaiti.org)) et dans la brochure présentant le BNEE.

Le projet de réaménagement du secteur du marché public de Limonade fait partie de la liste des projets soumis à une évaluation environnementale. Lorsque le projet sera autorisé par les autorités concernées, une non-objection à la réalisation de projet devra être obtenue, et pour laquelle la présente analyse pourra contribuer.

## 2.2 CADRE LÉGAL POUR L'ENVIRONNEMENT

Depuis l'adoption du Barbados Programme of Action (BPOA) en 1994, la République d'Haïti a déployé des efforts importants pour la mise en œuvre d'un ensemble de politiques, de mesures légales et de mécanismes institutionnels à caractère global et thématique dans le domaine du développement durable.

Avec l'appui de la Coopération internationale, l'État haïtien a mis ou est à mettre au point plusieurs politiques thématiques et intersectorielles en rapport avec le développement durable. Certains de ces instruments de politique sont achevés, d'autres sont en voie de réalisation. Mentionnons entre autres :

- la création du Ministère de l'Environnement en 1995;
- l'élaboration d'un Plan d'Action pour l'Environnement (PAE) en 1999, lequel dégage les principes directeurs d'une stratégie susceptible de faciliter l'implantation d'une politique environnementale durable;
- la mise sur pied du Programme National de lutte contre la Désertification dans la zone frontalière avec la République Dominicaine (en cours);
- la politique sous-sectorielle de gestion des bassins versants et la politique de l'eau (en cours);
- les éléments d'une politique forestière et d'une gestion des aires protégées (en cours);
- la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée des Bassins versants et des Zones Côtières (en cours);
- la Stratégie Nationale et le Plan d'action pour la Gestion de la Biodiversité (en cours);
- la Communication Nationale sur les Changements climatiques;
- la Stratégie pour une Éducation Relative à l'Environnement (en cours);
- la Stratégie énergétique (en cours);
- le Plan d'Action pour les Ressources phytogénétiques (en cours);
- la Stratégie pour la Pêche et la Politique de gestion des Zones côtières et marines (en cours);
- le Bilan Commun du pays (en cours);
- la Stratégie Nationale d'éradication de la Pauvreté (en cours);
- la Communication Nationale sur la Couche d'Ozone (en cours);
- la création du Bureau National d'Évaluation Environnementale (BNEE);
- la signature et la ratification des principales Conventions internationales touchant à l'environnement telles qu'énoncées ci-dessous à la Section 2.4 (Biodiversité, Changements climatiques, Désertification, etc.).

Le 12 octobre 2005, le gouvernement haïtien a adopté le Décret portant sur la Gestion de l'Environnement et de Régulation de la Conduite des Citoyens et Citoyennes pour un Développement Durable. Ce décret est en quelque sorte la loi cadre de protection de l'environnement visant une approche de gestion intégrée du secteur des ressources environnementales. Ce décret réglemente l'utilisation des ressources naturelles; plateformes et mécanismes pour le contrôle et la résolution des conflits environnementaux.

De plus, ce décret établit les principes de centralisation de l'environnement et transcrit des engagements internationaux dans le droit interne. De ce décret devraient découler des règlements visant à spécifier des normes et critères de protection de l'environnement pour les différentes composantes environnementales telles l'eau, l'air et la gestion des matières dangereuses.

Pour le moment, peu de règlements sectoriels ont été mis en œuvre et sont applicables au projet de réaménagement du marché public de Limonade.

## 2.3 NORMES ET STANDARDS ENVIRONNEMENTAUX DE LA BID

Les politiques de sauvegarde environnementale et sociale de la Banque Interaméricaine de Développement (BID) comprennent plusieurs directives. Parmi celles-ci, on peut mentionner notamment :

- Directive B2 - Législation et réglementation : La BID exige que l'emprunteur garantisse que le programme, dans sa conception et sa mise en œuvre, respecte la législation et les normes environnementales du pays bénéficiaire. Il sera ainsi requis de l'UTE qu'elle se conforme SNEE lors de la mise en œuvre du projet du marché public de Limonade;
- Directives B3 - Réévaluation et classification : Toutes les opérations financées par la BID doivent être pré-évaluées et classifiées selon leurs impacts environnementaux potentiels. Les activités prévues au projet du marché public de Limonade pourront causer principalement des impacts environnementaux négatifs localisés dans les zones d'intervention et à court terme, incluant des impacts sociaux associés et pour lesquels des mesures de mitigation seront proposées. Ainsi le projet est classé comme un projet de la catégorie « B » pour lequel une Analyse environnementale et sociale (AES) et un Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) sont requis.
- Directive B5 - Exigences d'évaluation environnementale : La préparation des Évaluations Environnementales (EE), leurs plans de gestion associés et leur mise en œuvre est de la responsabilité de l'emprunteur. Il n'est pas prévu qu'il soit nécessaire de réaliser d'autres évaluations d'impacts environnementaux et sociaux pour le projet du marché public de Limonade. L'objectif de cette politique est de s'assurer que les interventions sont viables et faisables sur le plan environnemental, et que la prise des décisions s'est améliorée à travers une analyse appropriée des activités et leurs probables impacts environnementaux.
- Directive B6 - Consultation et diffusion : Comme partie du processus d'EE, le projet du marché public de Limonade étant classé en catégorie « B », les groupes affectés doivent être consultés, préférablement au cours de la préparation ou la révision du PGES. Durant la mise en œuvre du projet, les parties affectées doivent être informées sur les mesures de mitigation environnementale et sociale comme défini dans le PGES.
- Directive B9 - Habitats naturels et sites culturels : La Banque n'appuiera pas le financement de projets ou d'activités dégradant ou convertissant des habitats critiques. Les sites naturels présentent un intérêt particulier et sont importants pour la préservation de la diversité biologique ou à cause de leurs fonctions écologiques. Le projet du marché public de Limonade étant en milieu urbain, peu de milieu naturel sont en cause.

## 2.4 NORMES ET STANDARDS SOCIAUX DE LA BID

La BID prévoit en amont à l'approbation de ses projets la conduite d'étude d'impact environnementale et sociale afin d'identifier les risques potentiels directs et indirectes sur les populations, de les mesurer dans leur intensité et dans la durée, et de prévoir des mesures d'atténuation éventuelles. Il s'agit d'une politique habituelle qui s'applique à tout projet et dont la dernière révision date de 2006. Elle repose sur des principes de respects des droits de la personne (civils, politiques, sociaux, économiques et culturels), de protection de l'environnement, de transparence et de participation des populations concernées. Elle prévoit également la mise en place d'une procédure pour traiter et tenir compte de griefs et plaintes éventuels. Ainsi, les constats faits pour les Directives B3 et B6 présentées ci-dessus sont applicables pour les considérations sociales du projet du marché public de Limonade.

## 3.0 DESCRIPTON DU MILIEU

### 3.1 MILIEU PHYSIQUE

La description du milieu physique est faite à partir de sources documentaires consultées par Tetra Tech et par des observations en zone d'étude réalisées entre le 3 et 8 juillet 2017. Toutefois, les observations faites ne couvraient pas les secteurs des abattoirs et du marché en gros considérés par l'option alternative présentée le 18 juillet 2017 (WE, 2017a).

#### 3.1.1 Relief

La commune de Limonade présente un relief relativement plat avec de faibles dénivelées sur l'ensemble de son territoire (Figure 7). La zone d'étude partage donc cette caractéristique.

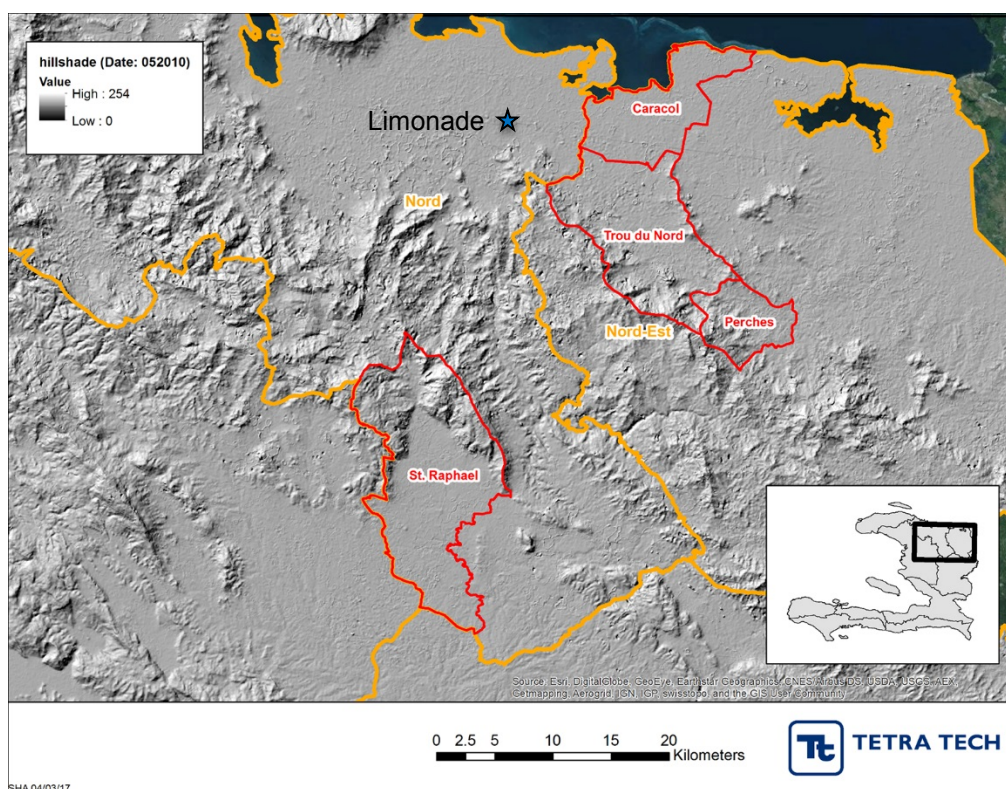


Figure 7: Relief de la zone Nord (source <http://haitidata.org>)

Ce relief plat en contrebas du plateau observé au Sud de Limonade n'est pas étranger à l'apparition d'épisodes d'inondation à intervalles réguliers.

#### 3.1.2 Climat

La pluviométrie moyenne annuelle du département du Nord varie de 1 500 à 2 000 mm, avec des précipitations progressant du Nord au Sud et d'Est en Ouest, la façade Ouest de recevant environ 25 % de précipitations supplémentaires par rapport à la façade Est. En règle générale, il pleut tous les mois, mais deux saisons des pluies se produisent de septembre à janvier et d'avril à juin, et sont interrompues par des périodes plus sèches qui se produisent de décembre à mars et de juillet à août. La moyenne annuelle des températures avoisine les



25-26°C, en comptant des écarts allant de 23 à 35°C. Les mois les plus chauds sont juillet et août, et les mois les plus froids sont décembre et janvier (Tetra Tech, 2017b). Pour Limonade précisément (figure 8), la température moyenne est de 25,3 °C et la pluviométrie moyenne annuelle est de 1 327 mm (<https://fr.climate-data.org/location/48267>). En comparaison, Cap-Haïtien reçoit 1 595 mm de précipitations, Bord de Mer Limonade 1 246 mm, Trou-du-Nord 1 223 mm, et Port-au-Prince 1 281 mm.

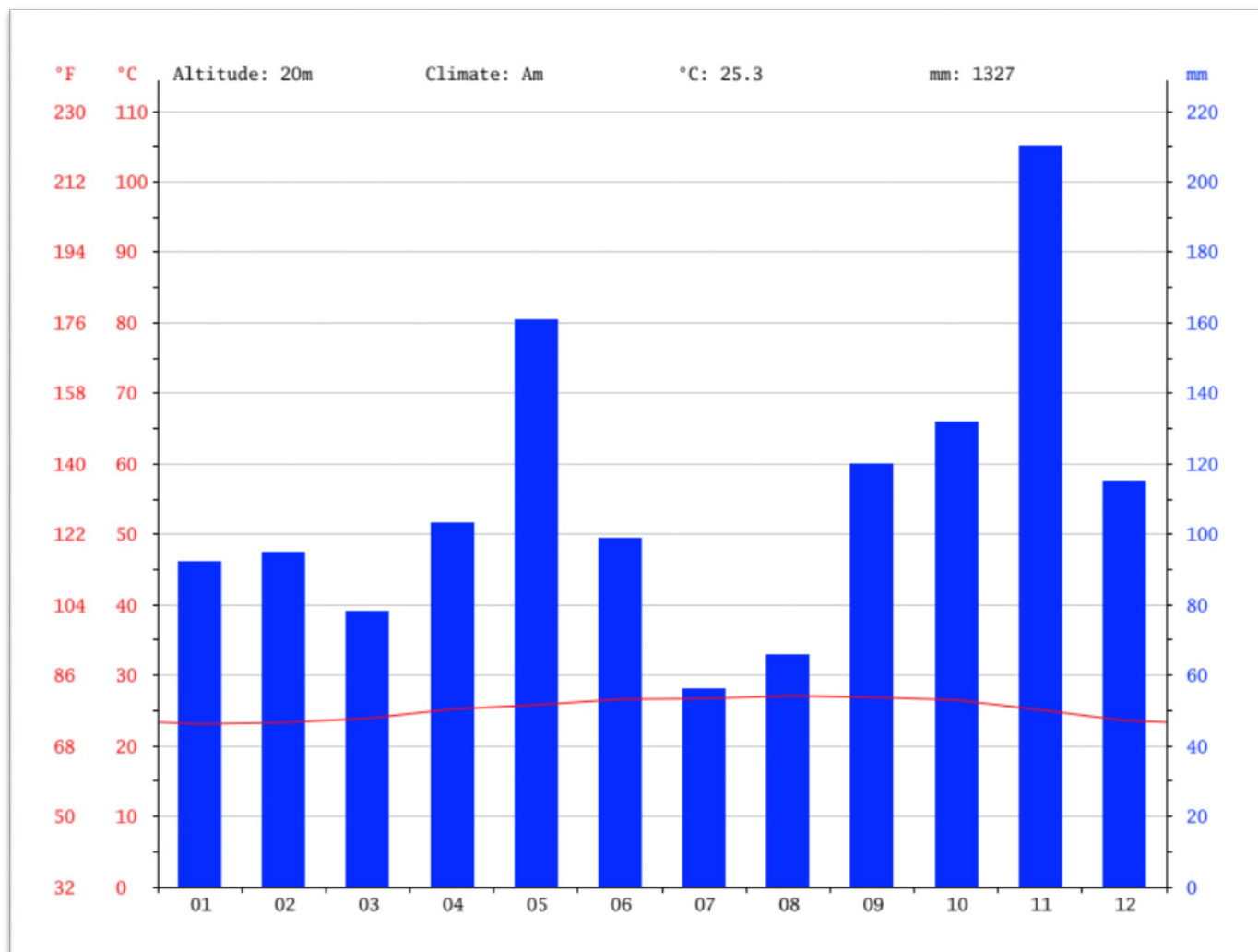


Figure 8 : Climat du secteur de Limonade (source <https://fr.climate-data.org>)

Représentatifs des Grandes Antilles et des Caraïbes, les vents alizés du Nord-Est prévalent dans la région. La vitesse moyenne annuelle du vent est de 3,3 m/s et la direction du vent provient presque toujours du Nord ou du Nord-Est. Les vents se lèvent le matin vers 10h00 et baissent en intensité le soir après 21h00.

La saison des ouragans se produit de juin à novembre. Haïti est alors soumise aux risques cycloniques, les cyclones se formant dans le golfe du Mexique et dans la mer des Caraïbes. Ces phénomènes touchent la plupart du temps la péninsule Sud du territoire et épargnent plus souvent la région Nord dans laquelle se situe Limonade. Toutefois les conséquences d'un tel évènement seraient importantes si l'on se réfère à la carte de vulnérabilité du pays face aux risques et aux désastres. En effet Limonade se situe dans une zone de vulnérabilité moyenne et grave (figure 9).

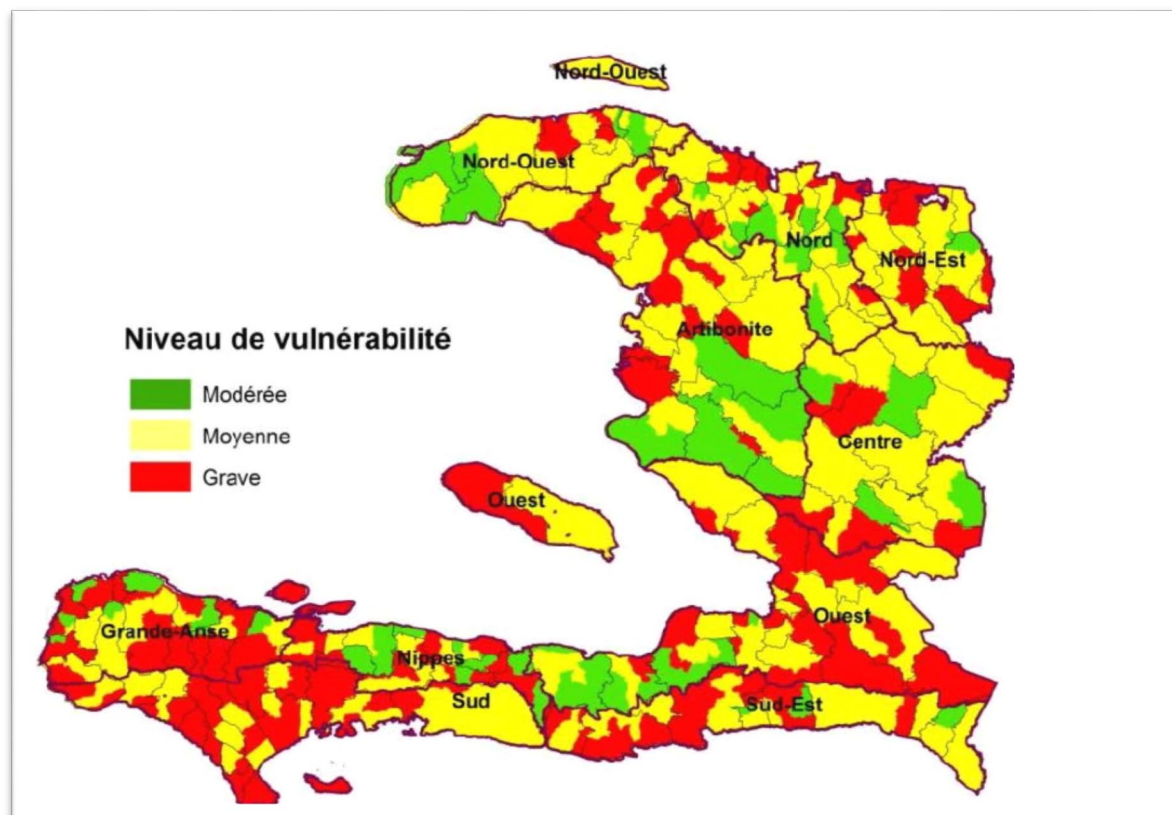


Figure 9 : Vulnérabilité aux risques et désastres (source CNSA/FEWs NET)

### 3.1.3 Eau de surface

La ville de Limonade est traversée par la ravine Zangui (figure 10), qui coule du Sud vers le Nord. Cette ravine de faible largeur sert essentiellement au drainage des secteurs résidentiels et agricoles qu'elle traverse, et sert occasionnellement comme source d'eau de lessive. Quelques ponts ont été érigés au-dessus de cette ravine pour relier les quartiers de la ville qui se trouvent de part et d'autre du cours d'eau (voir photo 1). En raison de services de gestion de déchets déficients, plusieurs déchets et rebuts sont déversés dans la ravine (voir photo 2). Le marché public de Limonade est situé à proximité immédiate de cette ravine, sur sa rive Ouest, sur un point bas.



Lors d'épisodes de fortes pluies, l'eau quitte le lit de la ravine et inonde une large proportion de la ville de Limonade, incluant le marché public. Les restrictions à l'écoulement de l'eau que constituent les ponts et la présence de déchets contribuent à ce phénomène observé de deux à trois fois par an (Tetra Tech, 2017a). Mais une modélisation réalisée récemment (Tetra Tech, 2017c) illustre l'effet marginal de ces éléments à l'ampleur des inondations (voir figures 11 et 12 aux pages suivantes).

À noter que les simulations faites des risques d'inondation (Tetra Tech, 2017c) couvrent les secteurs considérés pour le marché en gros et des abattoirs dans l'option alternative du 18 juillet 2017, et seul le secteur des abattoirs serait partiellement affecté par les inondations.



Figure 10 : Localisation de la ravine Zangui



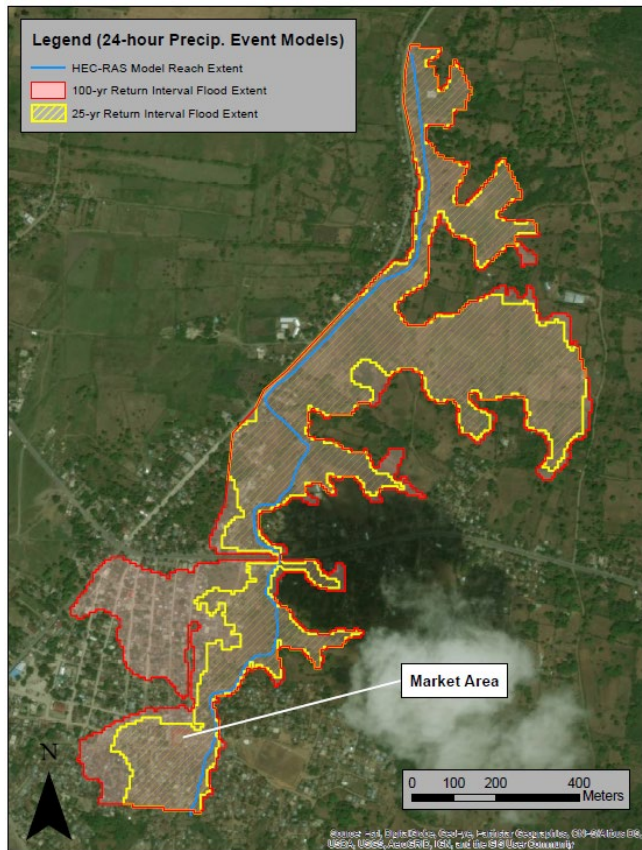


Figure 11 : Conditions actuelles (Tetra Tech 2017c)

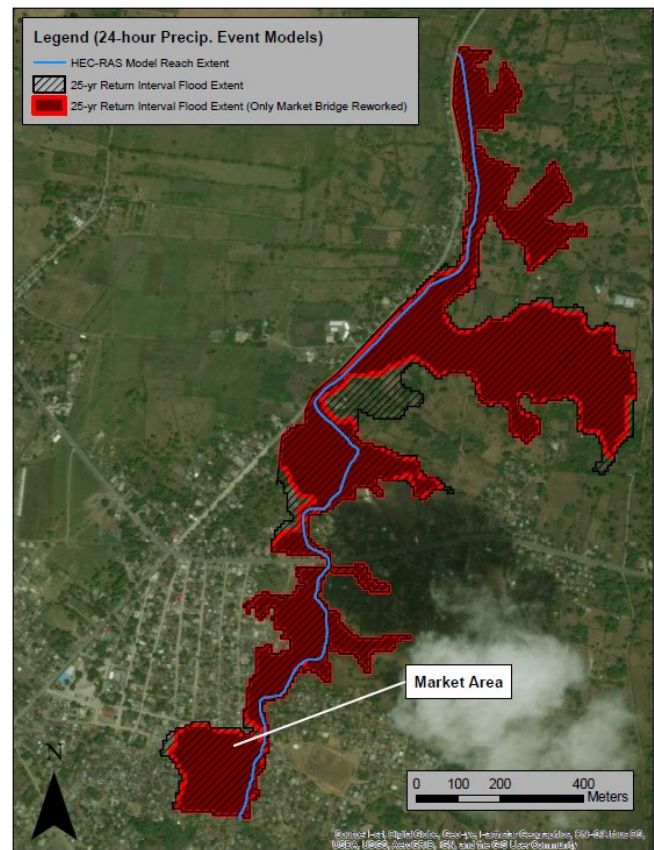


Figure 12 : Conditions sans pont (Tetra Tech 2017c)

### 3.1.4 Eau souterraine

Les meilleures zones pour l'exploitation de l'eau souterraine sont les aquifères alluviaux dans la Plaine du Nord où se trouve Limonade. Beaucoup de communautés environnantes, dont Limonade, s'appuient sur des puits d'eau souterraine peu profonds de 15 à 25 mètres (Tetra Tech, 2017b). L'eau douce est généralement abondante sauf en saison sèche, où la nappe hydrique baisse considérablement et beaucoup de ces puits deviennent secs. Les dépôts alluviaux sont aussi largement utilisés pour la provision domestique par les puits d'irrigation. La profondeur de l'eau varie habituellement de 5 à 25 mètres. Plusieurs de ces puits domestiques ont été observés lors des visites effectuées en cours de mandat.

Dans l'environnement immédiat du marché public, le sol est complètement urbanisé et est en grande partie imperméabilisé. Le sol du terrain de football est quant à lui à nu et perméable permettant une certaine recharge locale des eaux souterraines (voir photos 3 et 5). Aucune donnée ni aucune observation n'est disponible pour les secteurs des abattoirs et du marché en gros envisagés par l'option alternative du 18 juillet 2017.





Photo 3 : Terrain de football

### 3.1.5 Sols

Le secteur de Limonde est cerné de terres dont les sols ont une potentialité agricole d'excellente à bonne (voir figure 13). Cette richesse agricole explique en partie que 85% des familles de la ville tirent leurs revenus de la production agricole, principalement la culture de bananes, d'ignames, d'oranges, de citrons, de manioc, de patates, de café, de maïs et de haricots (WE, 2017). Dans l'environnement immédiat du marché public, le sol est complètement urbanisé. Sur le site du terrain de football est quant à lui à nu. Pour les secteurs de l'option alternative, le site des abattoirs est complètement urbanisé alors que le site pour le marché de gros est actuellement une grande plaine herbeuse, possiblement un pâturage.

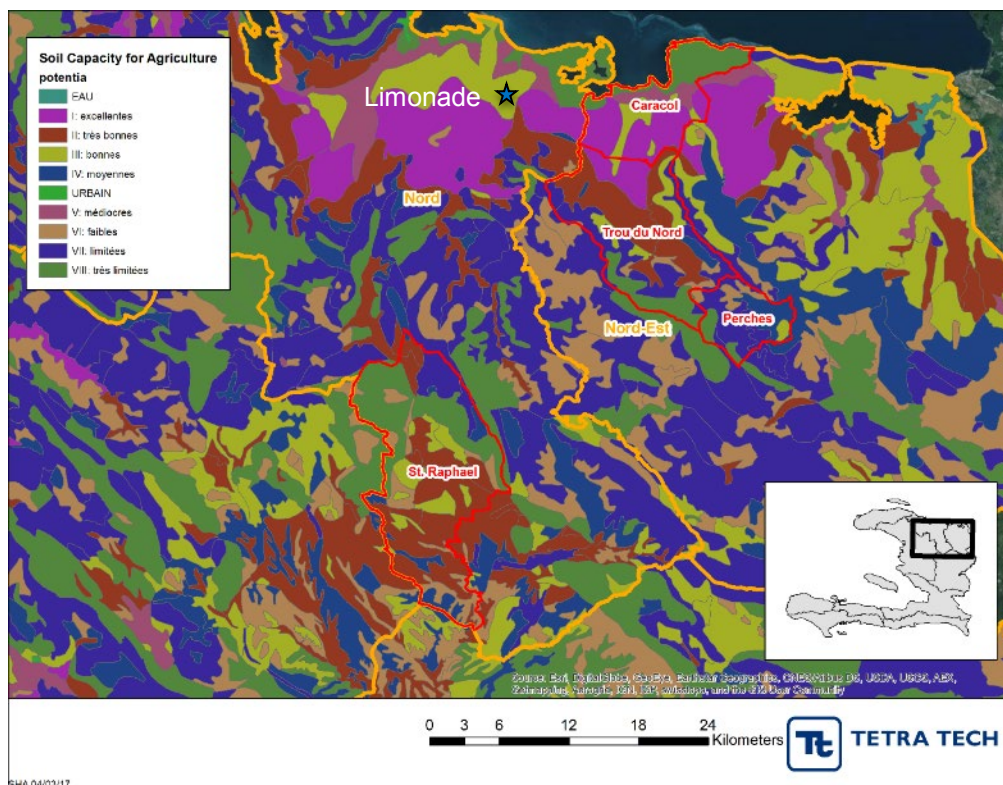


Figure 13 : Potentialité agricole des sols de la zone Nord (source <http://haitidata.org>)

### 3.1.6 Occupation du sol

De façon générale, le sol autour de la zone d'étude est occupé de secteurs urbanisés denses (12 000 habitants/km<sup>2</sup>) (WE, 2017) :

- Secteur au Nord : secteur résidentiel structuré (secteur colonial);
- Secteur à l'Est : secteur résidentiel demi-structuré et terrain sportif (terrain de football);
- Secteur au Sud : secteur résidentiel non structuré;
- Secteur à l'Ouest : secteur mixte (commercial, institutionnel, résidentiel).

Dans la zone d'étude comme telle, le marché public occupe entièrement l'espace prévu pour sa reconstruction. Quant au secteur devant être développé sur terrain de football, ce dernier occupe aussi l'entièreté du territoire considéré. Entre ces deux lieux sillonne la ravine Zangui et un lien y est assuré par un pont enjambant la ravine. Les photos 4 et 5 ci-dessous donnent un aperçu de cette occupation du sol.

Les abattoirs actuels occupent entièrement l'espace devant être aménagé pour les futurs abattoirs prévus à l'option alternative. Quant au site pour le marché de gros, l'occupation de la plaine herbeuse qui s'y trouve n'a pu être établie, mais il constitue probablement un pâturage.



Photo 4 : Secteur du marché Limonade



Photo 5 : Secteur du terrain de football

## 3.2 MILIEU BIOLOGIQUE

La description du milieu biologique est faite à partir de sources documentaires consultées par Tetra Tech, mais surtout par des observations en zone d'étude réalisées entre le 3 et 8 juillet 2017. Toutefois, les observations faites ne couvraient pas les secteurs des abattoirs et du marché en gros considérés par l'option alternative présentée le 18 juillet 2017 (WE, 2017a).

### 3.2.1 Végétation

En raison de la forte urbanisation dans le secteur du marché public, pratiquement aucune végétation n'est observée, y compris aux abords de la ravine en raison de l'occupation régulière qui est faite de ses berges par les vendeurs et clients du marché. Seuls quelques arbres ont été dénombrés immédiatement au Sud-Ouest du marché.

Du côté du terrain de football, il y est remarqué une couverture herbeuse. Quelques arbres isolés sont observés au pourtour sur les propriétés voisines.

À proximité des abattoirs, quelques arbres sont observés au pourtour et même sur le site. Le secteur prévu pour le marché en gros est quant à lui dépouvu d'arbre et possède essentiellement un couvert herbeux.

### **3.2.2 Faune**

Ici aussi, le contexte urbain de la zone d'étude est peu favorable à la fréquentation et à l'observation de spécimens fauniques sauvages. Seuls quelques oiseaux fréquentant les arbres voisins de la zone d'étude ont été observés ainsi que des chiens et des chevaux.

Quant à la ravine Zangui, les nombreuses perturbations qu'elle subit et son faible débit en font un milieu très peu propice à soutenir des populations de poissons ou d'amphibiens.

Aucune information ni observation n'est disponible pour les secteurs des abattoirs et du marché en gros figurant à l'option alternative, hormis l'observation de bovidés à l'intérieur de l'enceinte de l'abattoir (photo 6).



Photo 6 : Bovidés dans l'enceinte de l'abattoir

### **3.2.3 Habitats naturels critiques**

Les habitats naturels critiques comprennent : i) les aires protégées et autres zones officiellement proposées pour la protection et la conservation par les gouvernements, ii) les sites (habitats) qui procurent des conditions vitales pour la viabilité des précédentes zones mentionnées, et iii) les aires non protégées mais reconnues pour leur contribution à la protection et la conservation des habitats. De manière générale, les habitats naturels critiques peuvent être liés à :



- des habitats cruciaux pour les espèces sur la Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN);
- des habitats cruciaux pour les espèces endémiques;
- des habitats cruciaux pour la viabilité des routes de migration d'espèces migratoires;
- des habitats qui sont reconnus pour la préservation de la biodiversité (diversité biologique: variabilité au sein des organismes vivants de toutes provenances, incluant les écosystèmes terrestres, marins et aquatiques; y compris la diversité au sein des espèces, entre les espèces, et entre les écosystèmes).

Ceci dit, aucun habitat naturel critique n'est trouvé dans la zone d'étude ni aux environs immédiat de la ville de Limonade. Par contre, la frontière Sud du Parc National des Trois Baies est située à quelques kilomètres au Nord de la ville, à proximité du site envisagé pour l'établissement du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS). Il est cependant peu probable que les effets du présent projet puissent atteindre ce milieu naturel critique.

### **3.3 MILIEU HUMAIN**

La description du milieu humain est faite à partir de sources documentaires consultées par Tetra Tech et par des observations en zone d'étude. Mais aussi et surtout par un processus d'approche et d'engagement des parties prenantes et des personnes affectées par le projet (PAP). Ce processus mis en œuvre est décrit dans la section 3.3.1 ci-dessous et les données qui en sont tirées sont dans les sections 3.3.2 à 3.3.9 qui suivent.

Le rapport intérimaire de ce processus d'engagement des parties prenantes et des (PAP) est trouvé en annexe 2 (en anglais). Le gabarit des questionnaires employés sont trouvés en annexe 3.

Toutefois, Tetra Tech ne dispose d'aucune donnée spécifique pour les secteurs des abattoirs et du marché en gros considérés par l'option alternative présentée le 18 juillet 2017 (WE, 2017a).

#### **3.3.1 Méthodologie d'engagement des parties prenantes**

Pour bien mettre en contexte le milieu humain et les effets sociaux du projet, Tetra Tech a mobilisé une équipe dédiée sur le terrain, composée d'un Spécialiste Senior et de trois intervieweurs. Un plan de travail a été développé pour assurer une vision commune des objectifs à atteindre, et qui s'articulait sur les tâches et thèmes suivants :

- Revue documentaire, incluant : le cadre légal et institutionnel applicable au projet; le plan de développement communal; la dynamique socio-économique de Limonade; divers rapports au sujet de Limonade, etc.;
- Cadre légal et institutionnel applicable, incluant : le Code du Travail d'Haïti de 1969 et les amendements constitutionnels de 1987; les engagements internationaux d'Haïti sur le droit du travail et la protection de l'environnement (ex. : Convention des Nations Unies sur la Biodiversité; Politiques opérationnelles de la BID OP-703 et OP-710);
- Effets environnementaux et sociaux potentiels en absence d'une planification et d'un développement urbain;
- Développement d'une approche pour l'identification des parties prenantes à impliquer dans la démarche d'analyse des effets sociaux;
- Classification raisonnée des divers groupes de personnes affectées par le projet (PAP);
- Développement d'un plan de consultation des parties prenantes et des PAP visant à les informer du projet et leur donner accès à l'information en conformité avec la Directive 6 du OP-703 de la BID;



- Développer le questionnaire A (selon la Directive OP-710) en vue d'atteindre un échantillon représentatif des PAP avec les objectifs de : a) établir le profil socio-économique de référence; et b) analyser l'effet du marché actuel et de sa reconstruction sur leurs conditions de vie;
- Développer le questionnaire B pour guider la tenue des entrevues, des consultations et des ateliers avec les parties prenantes et les PAP;
- Coordination des activités au terrain avec l'équipe de WE Architects pour permettre une meilleure intégration des enjeux sociaux au design final;
- Réaliser les entrevues, les consultations et assister aux ateliers.

Un grand soin a été apporté par nos spécialistes locaux au développement du questionnaire A afin d'obtenir l'information requise à l'identification des populations vulnérables, notamment dans sa section IV (voir annexe 3). Ainsi, les profils socio-économique et de santé des répondants ont été considérés, au même titre que l'impact du projet sur la qualité de vie, pour identifier les populations vulnérables.

Du 3 au 8 juillet 2017, quatre activités ont été menées sur le terrain par l'équipe de Tetra Tech : a) prise de contact avec les potentielles parties prenantes ou affectées; b) coordination avec WE Architects pour la planification des consultations; c) entrevues des usagers et résidents de la zone d'étude; et d) tenir avec WE Architects deux ateliers (usagers du marché, et utilisateurs du terrain de football). Ces activités sont décrites ci-dessous.

#### **3.3.1.1 Prise de contact avec les parties prenantes**

Tetra Tech et WE Architects ont d'abord convenu des groupes de parties prenantes à considérer pour le projet et ont ensuite dressé la liste des individus, des groupes et des représentants à inviter ou contacter. Pour ce faire, des appels et des visites ont été faits auprès d'élus de Limonade; de représentants d'associations d'usagers du marché; de propriétaires et résidents situés à proximité du marché et du terrain de football ; de représentants de groupes de jeunesse (culturels, sportifs...); de représentants d'églises et de groupes Voudou; de représentants d'associations de transport; de représentants de la société civile ; etc. La grande majorité a ainsi été informée de la tenue de la consultation et du projet de développement aux abords du marché public à Limonade.

#### **3.3.1.2 Planification de la consultation des parties prenantes**

À partir de la liste des parties prenantes citées ci-dessus, WE Architects a planifié trois ateliers de discussion distincts: un atelier pour les usagers du marché, un pour les utilisateurs du terrain de football, et un pour les élus et administrateurs municipaux. WE Architects était responsable d'établir le nombre de participants par atelier. En raison de contraintes de temps et de ressources, seul un nombre limité de représentants des parties prenantes a participé à ces ateliers. Le Directeur Général de la ville de Limonade a joué un rôle clé pour la diffusion des invitations et pour établir des liens avec divers groupes locaux.

#### **3.3.1.3 Entrevues avec les personnes affectées par le projet (PAP)**

Sachant que près de 3 000 personnes interagissent hebdomadairement au marché Limonade (Tetra Tech, 2017a), un échantillon de 600 questionnaires complétés auprès des PAP aurait été requis pour respecter le seuil de 20% fixé par la Directive 6 du OP-703 de la BID. Or, le délai et les ressources alloués ne permettaient pas d'atteindre cet ambitieux objectif. Tetra Tech a ainsi mobilisé son équipe dans la zone d'étude sur cinq jours consécutifs entre les 3 et 8 juillet 2017, incluant deux jours de marché hebdomadaire et trois jours de marché quotidien, période lors de laquelle 116 entrevues ont été réalisées (voir exemplaire du questionnaire en annexe 3). Il est estimé que la présence de l'équipe de travail sur un cycle hebdomadaire complet d'activités du marché public rend cet échantillon représentatif et apte à satisfaire l'objectif de la Directive 6 de la BID. Sans oublier la participation de Tetra Tech aux deux ateliers menés par WE Architects qui ont procuré une source d'information précieuse en provenance des quelques 60 personnes qui y ont participé.

Les PAP ont été rencontrées de façon aléatoire parmi des groupes suivants :

- Vendeurs du marché ;
- Clients du marché ;
- Boutiquiers formels ou informels à proximité du marché;
- Propriétaires à proximité du marché ;
- Résidents à proximité du marché.

Les usagers du marché public de Limonade n'ont pas d'association ou de représentant formel, limitant ainsi les discussions constructives à long terme avec ces parties prenantes pour la poursuite du projet. Toutefois, plusieurs vendeurs font partie d'autres associations impliquées au marché. À titre d'exemple, des membres de l'Association des producteurs agricoles et de l'Association des femmes de la Commune de Limonade ont pris part aux ateliers. L'implication de ces associations et des membres de la société civile peut être d'une grande utilité pour la progression du projet. Au final, la majorité des parties prenantes a accueilli favorablement la main tendue et l'opportunité d'être informé et de participer au processus devant mener au projet final.

### 3.3.1.4 Tenue des deux ateliers avec WE Architects

Les deux ateliers ont été tenus dans le Centre culturel de Limonade (CLAC). Le 6 juillet 2017, l'atelier impliquait les usagers du marché public et a attiré près de 20 participants. Le second atelier visant les utilisateurs du terrain de football s'est tenu le 7 juillet 2017 et a attiré près de 40 participants. À noter qu'il a été affirmé lors de cet atelier que 27 équipes de football utilisaient le terrain, ce qui représente plus de 300 usagers. Lors des deux ateliers, le projet ainsi que des orientations de design étaient présentés, et des alternatives étaient explorées. Le compte rendu de ces ateliers ainsi que les listes de présences sont trouvés en annexe 2.

Lors de l'atelier traitant du marché, un consensus a été rapidement établi sur l'option de préférence et sur la localisation souhaitée pour le nouveau marché, ainsi que sur divers moyens à mettre en œuvre pour limiter les effets de relocalisation des activités pendant la construction. Les intervenants ont clairement exprimé leur souhait de voir le marché demeurer à sa localisation actuelle, et de tenir le marché dans les rues avoisiantes pendant la construction. Parmi les services additionnels recommandés pour le marché, citons l'élimination des déchets, l'accès à de l'eau potable et à des toilettes, et une capacité d'entreposage sécuritaire. Des efforts additionnels sont aussi requis pour développer un consensus au sujet de l'architecture et de l'aménagement final du marché (1 ou 2 étages, disposition des étals, éclairage, ventilation, etc.).



Photo 7 : Atelier marché Limonade



Photo 8 : Atelier terrain de football

L'atelier traitant du réaménagement du terrain de football a attiré surtout des joueurs de football et des représentants de la société civile. Ce fut un atelier difficile et tendu. Aucun consensus n'a été établi entre les participants, les représentants municipaux et la firme d'architecture pour trois raisons principales : a) absence de confiance de la part de la communauté des joueurs football envers l'administration municipale; b) absence d'engagement ferme pour l'établissement d'un terrain de football de remplacement; et c) les participants apprenait pour la première fois l'existence du projet et l'intention de convertir le terrain de football. De plus, la communauté des joueurs de football prétend être propriétaire du terrain de football, ce qui pourrait mettre à péril la réalisation d'une partie du projet. Au terme de l'atelier, un comité constitué de représentants de la communauté des joueurs de football, de la société civile et de la Mairie a été mis sur pied pour explorer une alternative viable. C'est de ce comité qu'est issue l'option alternative présentée par WE Architects le 18 juillet 2017 (voir figure 4) qui propose le maintien du terrain de football à sa localisation actuelle et de séparer les différentes fonctions du marché (marché maraîcher, marché de viande, marché en gros). Selon les propos rapportés à Tetra Tech par WE Architects (WE, 2017c), cette proposition alternative a reçu un accueil favorable de la plupart des parties prenantes.

### **3.3.2 Contexte socio-économique**

L'économie et la vie sociale de Limonade sont grandement influencées par l'activité agricole. En effet, il est estimé que 85% des familles tirent leurs revenus de cette activité (WE, 2017). Il est cependant anticipé que ce profil évolue rapidement avec une augmentation prévisible d'une population ouvrière et étudiante. En effet, des observations sont déjà faites d'une demande de logements par les ouvriers du PIC et par les étudiants de l'université Roi Henri Christophe voisine.

Cette combinaison d'activité agricole importante et de clientèles en croissance favorise la dynamique des échanges commerciaux alimentaires à Limonade et particulièrement au marché public, lieu d'accès privilégié pour une variété d'aliments et d'autres marchandises.

Selon les données obtenues des 116 questionnaires complétés avec des usagers et résidents dans la zone d'étude, le revenu mensuel de la population en zone d'étude varie de 5 000 à 80 000 gourdes pour une moyenne de 37 667 gourdes (610 \$US). Ce revenu mensuel se compare favorablement à la moyenne mensuelle nationale de 3 988 gourdes (64 \$US) telle qu'évaluée en 2010 par l'Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique (IHSI, 2010). Il faut toutefois être prudent avec cette comparaison, car l'évaluation de l'IHSI date de 2010 et une majorité des répondants au questionnaire était incapable d'estimer son revenu mensuel. Il est plus que probable que le revenu moyen des usagers et résidents de la zone d'étude soit comparable à la moyenne nationale, avec certaines variations localisées. En effet, l'état des habitations trouvées au Sud du marché semble indiquer un niveau de pauvreté plus élevé. En fait, toute la zone entre le marché public et le secteur des abattoirs considérée dans l'option alternative est construite en zone inondable avec des matériaux précaires.

### **3.3.3 Profil de la population**

L'analyse des 116 questionnaires permet de tracer le profil suivant de la population fréquentant ou habitant la zone d'étude. Rappelons qu'aucun répondant n'a été ciblé dans les secteurs des abattoirs et du marché en gros envisagés dans l'option alternative soumise le 18 juillet 2017.

### 3.3.3.1 Profil des répondants

- Vendeurs quotidiens : 52%
  - Vendeurs hebdomadaires : 11%
  - Clients : 16%
  - Résidents ou autres : 21%
- 
- Usagers vivant à Limonade : 93%

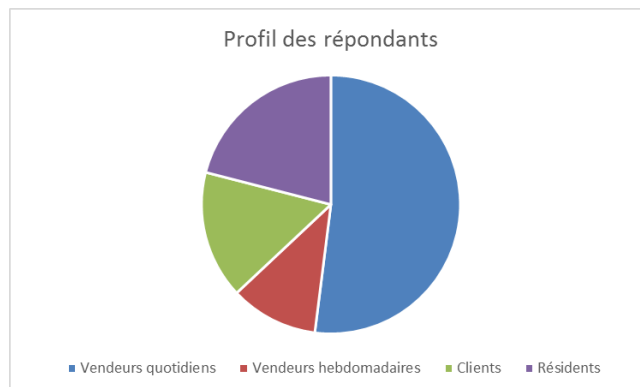


Figure 14

### 3.3.3.2 Genre des répondants

- Total Femmes : 79%
  - Total Homme : 21%
- 
- Vendeurs F : 84%
  - Vendeurs H : 16%
- 
- Clients F : 75%
  - Clients H : 25%

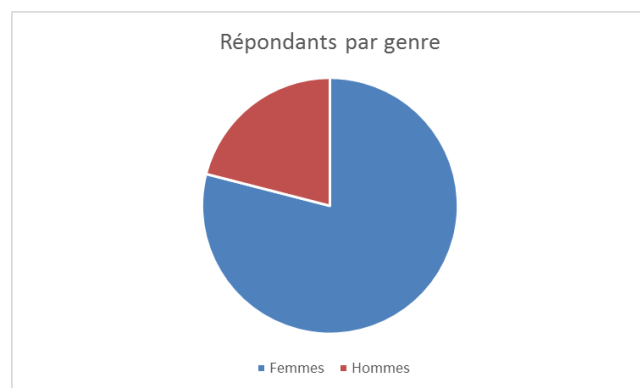


Figure 15

L'importance du rôle des femmes ressort clairement de l'analyse des réponses au questionnaire. Elles animent en grande partie la vie du marché public par leurs activités de vente et d'achat. Elles constituent donc une partie prenante de premier plan pour la suite du projet. Il sera donc important pour la suite du projet de mobiliser des spécialistes en questions sociales et de genre pour accompagner le consultant en construction afin d'assurer une prise en charge adéquate des impacts possibles sur les femmes.

### 3.3.3.3 Âge des répondants

- 0-18 ans : 0%
- 18-30 ans : 18%
- 30-50 ans : 59%
- 50-65 ans : 19%
- 65 ans et plus : 4%

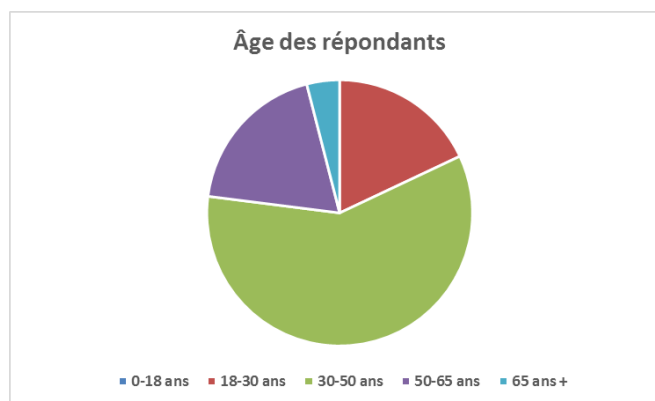


Figure 16



### 3.3.3.4 Taille des foyers

- 1 personne : 2%
- 2 personnes : 3%
- 3 personnes : 6%
- 4 personnes : 6%
- 5 personnes : 3%
- 6 personnes : 9%
- 7 personnes : 5%
- 8 personnes : 22%
- 9 personnes : 4%
- 10 personnes : 14%
- Plus de 10 personnes : 26%

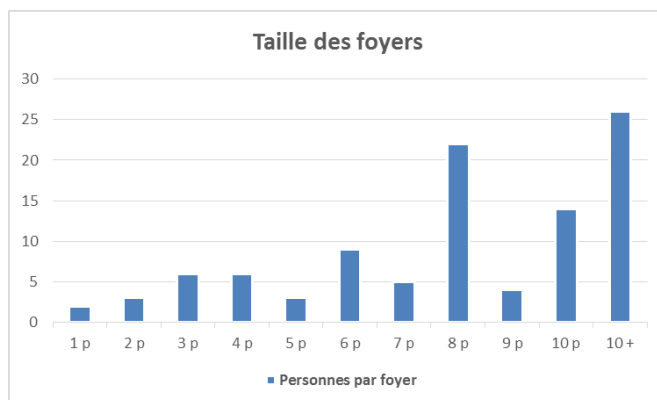


Figure 17

Cette analyse de la taille des foyers auxquels appartiennent les usagers et résidents de la zone d'étude est une donnée révélatrice de l'effet indirect potentiel que peut avoir le projet. Il faut souligner ici que plus de la moitié des foyers compteraient plus de 8 personnes (66%), comparativement à une moyenne nationale de 4,5 personnes (IHSI, 2010). Ainsi, une fermeture partielle ou temporaire du marché public affectera les quelques centaines d'usagers vendeurs et les milliers de clients, mais aussi par effet de multiplication une forte quantité de membres des familles.

### 3.3.4 Populations vulnérables

La zone d'étude comprend des populations vulnérables à trois égards : celles subissant déjà des conséquences négatives de la configuration actuelle du marché public de Limonade, celles pouvant subir des conséquences lors des travaux de réaménagement dans la zone d'étude, et celles pouvant subir des conséquences du fait des nouvelles opérations et installations issues du réaménagement.

#### 3.3.4.1 Populations vulnérables : situation actuelle

L'ensemble des usagers du marché et des résidents localisés à l'Ouest de la ravine Zangui peut être considéré vulnérable en raison des inondations subies à intervalles réguliers. En effet, l'enquête révèle que deux à trois inondations surviennent annuellement et provoquent l'interruption totale des activités du marché. Lors de tels épisodes, la vaste majorité des usagers sont affectés (figures 18 et 19).

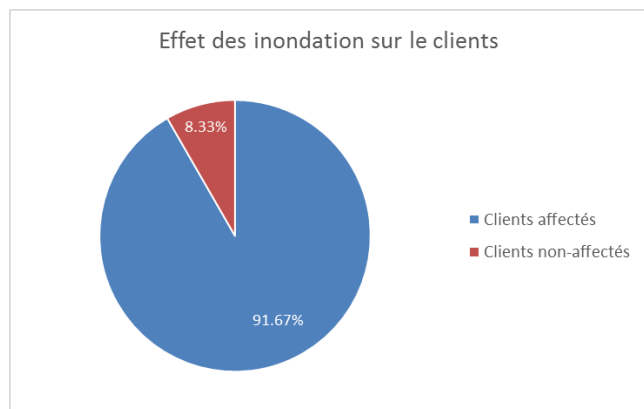


Figure 18

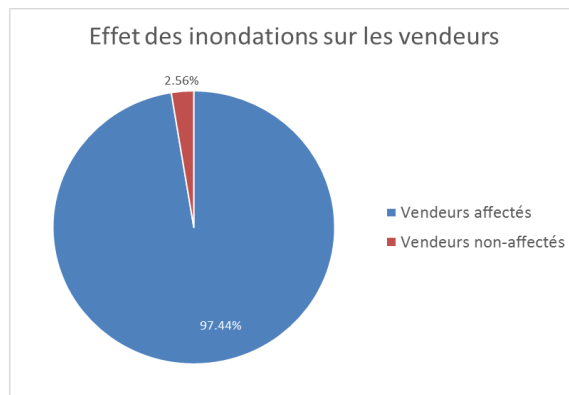


Figure 19

Règle générale, ces épisodes provoquent une interruption des activités du marché qui peut durer de quelques heures à 2 jours selon l'ampleur de l'inondation. En effet, l'enquête révèle que peu de vendeurs se relocalisent pour poursuivre leur négoce (figure 20) et reprennent simplement leurs activités lorsque l'eau s'est retirée.

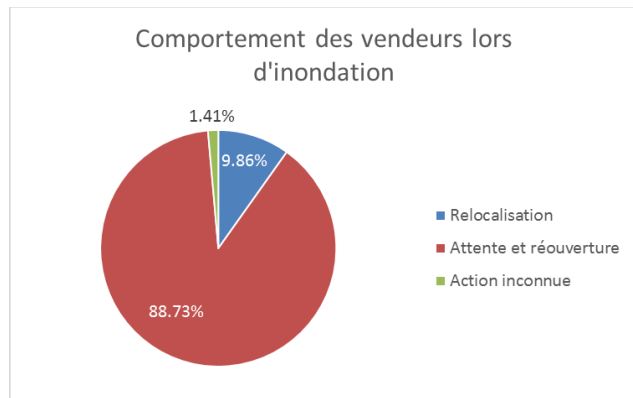


Figure 20

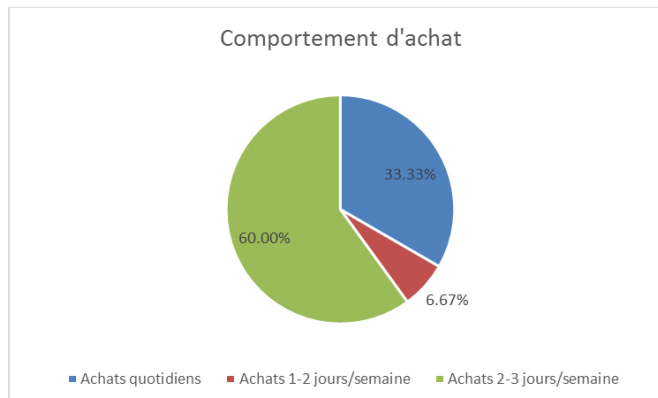


Figure 21

Il en résulte ainsi une perte de revenus par cessation d'activité (figure 24) et une perte d'accès aux denrées surtout pour la clientèle qui fait des achats quotidiens (33%) (figure 21). Notons que pour la majorité des vendeurs, les recettes générées au marché sont la principale source de revenus (Tetra Tech, 2017a). Cette perte est accentuée par l'effet des inondations sur les marchandises présentes et exposées au marché. En effet, plusieurs répondants ont affirmé perdre un volume non négligeable de leurs marchandises (figures 22 et 24), surtout en denrées alimentaires (figure 23). Et en retour, cette perte de marchandises provoque une certaine rareté poussant ponctuellement les prix à la hausse (figure 25).

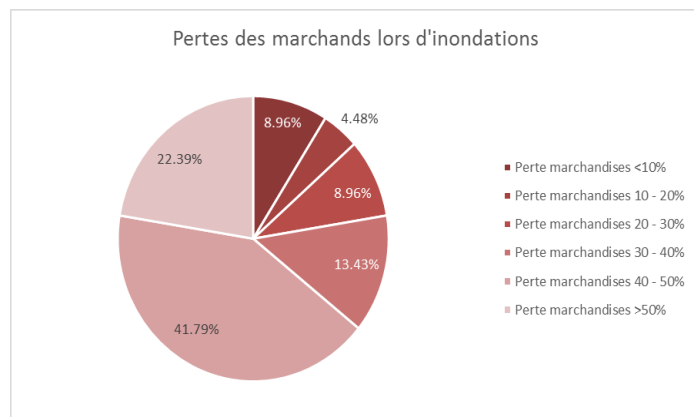


Figure 22

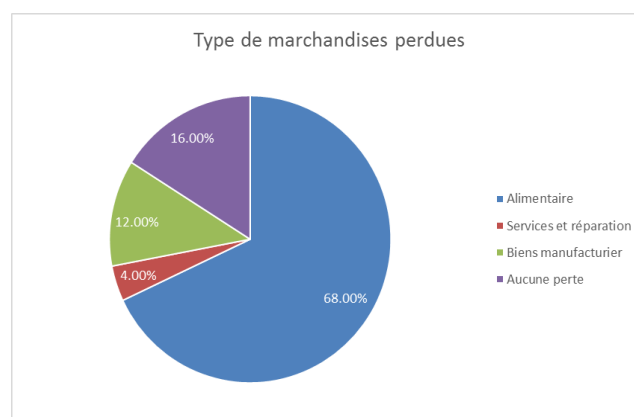


Figure 23

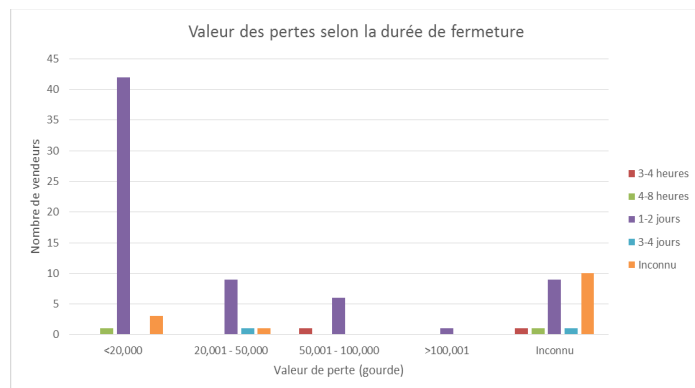


Figure 24

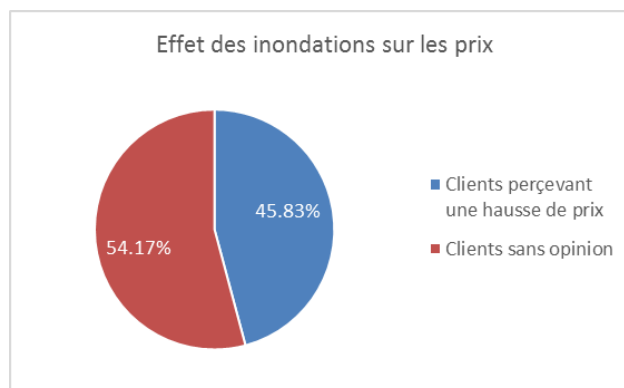


Figure 25

### 3.3.4.2 Populations vulnérables : période de construction

Pour le moment, Tetra Tech a peu d'information sur le phasage des travaux et sur les méthodes de travail qui seront requises pour réaliser les concepts encore à être raffinés. Ces informations doivent être rendues disponibles en octobre 2017. Toutefois, l'intention énoncée par le concepteur, et désirée par la population, de maintenir le marché public ainsi que le terrain de football à leurs localisations actuelles permet d'identifier certaines populations qui seront mises en situation de vulnérabilité lors de travaux.

Comme nous l'enseigne l'analyse des effets des inondations sur la dynamique du marché public, l'interruption inévitable des activités du marché lors de la démolition et de la reconstruction du marché expose les vendeurs et clients aux mêmes conséquences négatives de l'arrêt des activités. Ainsi les vendeurs et clients doivent être considérés comme des populations vulnérables lors des travaux pour lesquelles des mesures d'atténuation et de compensation devront être élaborées. Et comme illustré à la section 3.3.3.2, les femmes forment l'essentiel de cette population vulnérable et doivent être au cœur des considérations.

Pour le terrain de football, comme le projet propose d'en réduire la taille aux dimensions minimales autorisées par la FIFA, peu d'interventions devraient être requises et l'interruption pourrait être de courte durée. Toutefois, si une interruption de longue durée devait être requise du fait du phasage des travaux, la communauté des joueurs de football devrait être jugée vulnérable. De plus, un flou existe quant à la propriété du terrain, tant la communauté des joueurs de football que la Mairie affirmant être propriétaire du terrain.

Enfin, les aménagements potentiels envisagés entre le marché et le secteur des abattoirs dans l'option alternative du 18 juillet 2017 sont situés dans un secteur inondable occupé par un secteur résidentiel non planifié. Si de nouvelles infrastructures sont planifiées dans ce secteur, elles devront être conçues pour résister aux effets des inondations ce qui présuppose des interventions assez importantes qui pourraient avoir des effets non négligeables sur les populations s'y trouvant, pouvant aller jusqu'à des relocalisations.

### 3.3.4.3 Populations vulnérables : période d'opération

Les ateliers de consultations sur les besoins des usagers et des résidents de la zone d'étude devraient permettre un concept final qui encourage l'utilisation du marché (ce qui n'est pas le cas actuellement) et qui sera à même d'absorber une croissance prévisible de l'achalandage. De même, l'option alternative présentement à l'étude envisage la séparation des diverses fonctions (vente en gros, abattoirs et marché de viandes, marché machaîcher et produits manufacturés). Cette décentralisation devrait réduire la densité des activités et donc des nuisances et des risques d'incidents. Aucune population vulnérable n'est perçue pour la période d'exploitation.

### **3.3.5 Aspects sanitaires**

Présentement, la zone à l'étude déplore quelques situations pouvant affecter négativement les conditions sanitaires des usagers et des résidents. Du fait du faible taux d'utilisation de l'actuel marché, une accumulation de déchets y est à déplorer, ce qui met à risque les quelques vendeurs et clients qui le fréquentent. Le manque d'installation sanitaire pour les usagers du marché est aussi une problématique car elle amène la dispersion de déjections humaines de façon incontrôlée dans l'environnement. Les inondations à intervalles réguliers posent aussi un défi sanitaire en provoquant la dégradation de marchandises périssables, et en créant des nappes d'eau stagnantes propices à la propagation de maladies. De plus, certaines personnes interrogées s'inquiètent de la cohabitation d'étals présentant des animaux et de la viande à proximité d'étals de fruits et de légumes.

Le secteur du terrain de football étant plus élevé que le secteur du marché, il n'est pas inondé. La pratique du sport ne génère pas une quantité significative de déchets, mais aucune installation de toilette n'est à disposition et il est présumé que les usagers se soulagent aux pourtours. Malgré cela, très peu d'enjeux sanitaires sont identifiés dans ce secteur.

### **3.3.6 Nuisances**

La qualité de l'air, le niveau sonore et l'odeur sont en grande partie des notions subjectives. Comme Tetra Tech était active sur le terrain pour quelques projets dans le Nord d'Haïti en juin et juillet 2017, une appréciation de la qualité de l'air, ainsi que des niveaux sonores et d'odeurs a été faite en divers endroits et permet de mettre en perspective les observations faites pour la zone d'étude à Limonade. Le niveau de ces nuisances a été noté sur une échelle de 1 à 10 : 1 notant le niveau minimal observé et 10 notant le niveau maximal observé.

#### **3.3.6.1 Bruit**

Dans le secteur du marché public de Limonade, le niveau sonore a été jugé moyen avec une note de 5. Le climat sonore était dominé par le tumulte de la foule et par les klaxons.

#### **3.3.6.2 Qualité de l'air**

La qualité de l'air a été jugée moyenne avec une note de 5. Le principal facteur affectant cette qualité était le trafic routier et la cuisson dans les résidences environnantes.

#### **3.3.6.3 Odeurs**

Une note de 4 a été accordée aux odeurs perçues dans la zone d'étude. La présence de déchets est le principal facteur de dégradation à cet égard.

### **3.3.7 Sécurité et circulation routière**

La route principale permettant l'accès au marché en provenance de l'Ouest fait 9 m de large et permet le croisement aisé de véhicules de livraison. Ces livraisons font généralement appel aux modes de transport suivants : animal, taximoto, taptap, camion, à pied. Toutefois, en raison du caractère peu adéquat du marché actuel, la majorité des échanges se font sur le terrain près de la ravine et dans les routes à proximité, incluant la route d'accès principale. Il y en résulte une forte congestion, à plus forte raison lors de jours du marché régional où le nombre de vendeurs et de clients augmente substantiellement. Il existe donc un risque relativement élevé d'accident pour les usagers et résidents dans la zone d'étude.

De plus, en marge des questionnaires complétés avec les usagers et résidents de la zone d'étude, certains intervenants ont évoqué une problématique de sécurité et de vol autour du marché, pour laquelle les administrateurs du projet sont invités à réfléchir (Tetra Tech, 2017a).



### 3.3.8 Emploi

Selon les documents au support de la planification du réaménagement du marché de Limonade, environ 500 à 600 vendeurs sont présents les jours de marché régional (WE, 2017). À ceci s'ajoute plusieurs boutiques ayant pignon sur rue dans les routes avoisinantes et qui tirent parti de l'affluence générée par le marché. Bien qu'aucune donnée spécifique à l'emploi n'ait été colligée avec le questionnaire adressé aux usagers et résidents de la zone d'étude, il peut être estimé que le marché de Limonade génère quelques milliers d'emplois directs (vendeurs, boutiques) et indirects (producteurs, livraison, etc.).

### 3.3.9 Tourisme et culture

La ville de Limonade est traversée par la route nationale 6 (RN6) ce qui la place favorablement dans l'axe d'échange entre Ouanamithe et Cap-Haïtien. Toutefois, Limonade reste essentiellement un lieu de transit et peu d'activités touristiques à échelle régionale ou nationale s'y trouvent. Le principal attrait touristique est le site commémoratif Capois-la-Mort localisé à quelques kilomètres au Nord au Carrefour Panois. Ce site rend honneur à François Capois, acteur important de l'accession d'Haïti à l'indépendance.

Dans la zone d'étude, une croix est localisée à mi-chemin entre le marché public et le terrain de football ayant une signification touristique, historique, religieuse et spirituelle (photo 9). Durant la période du Carême précédant la Pâques, l'église catholique emploie cette croix pour des processions. De plus, le site de la croix reçoit plusieurs pèlerins en provenance du Nord venant y prier, surtout entre le 18 et le 26 juillet. Les leaders religieux estiment qu'il serait judicieux d'éviter tous travaux lors du Carême dans le secteur du marché en général et dans le secteur de la croix en particulier.

Il à noter que le secteur vit cependant une certaine effervescence annuelle en période du Carnaval, comme dans la plupart de villes d'Haïti. Le terrain de football est aussi mis à contribution lors des festivités soulignant l'indépendance d'Haïti.



Photo 9

## 4.0 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX

### 4.1 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'analyse des effets environnementaux et sociaux du projet de réaménagement du marché public de Limonade repose sur trois grandes étapes préalables :

- identification des sources d'effet;
- description des composantes environnementales;
- mise en relation des sources d'effet et des composantes environnementales.

#### 4.1.1 Identification des sources d'effet du projet

Les sources d'effet correspondent aux éléments du projet – phase de construction et phase d'exploitation – qui sont susceptibles d'avoir une incidence sur les milieux physique, biologique et humain décrits précédemment à la Section 3 et qui se trouvent dans la zone d'étude. Elles sont définies à partir de la connaissance des caractéristiques techniques du projet, des méthodes de construction retenues (incluant échéancier et phasage), des opérations prévues suite aux travaux, ainsi que des retombées après le projet. Une partie de ces connaissances sont présentées à la Section 1, mais beaucoup de détails restent à définir quant au concept définitif qui sera mis de l'avant, notamment pour l'option alternative présentée le 18 juillet 2017. Ainsi, Tetra Tech dispose de très peu d'information sur les échéanciers et le phasage des travaux, sur l'aménagement et l'architecture finale des structures proposées, et sur les méthodes de travail et les opérations afférentes à ces aménagements et concepts.

Néanmoins, les composantes suivantes sont fortement susceptibles d'être présentes et sont retenues dans cette analyse.

- Préparation du site :
  - démolition des structures existantes;
  - évacuation des débris;
  - besoins énergétiques.
- Activités de construction :
  - excavation/terrassement/drainage;
  - bétonnage;
  - travaux électriques;
  - travaux d'aqueduc;
  - acheminement de matériaux;
  - entreposage de matériaux;
  - élimination de débris.
- Exploitation des nouveaux aménagements :
  - accueil des usagers/clients;
  - livraison des marchandises;
  - entreposage des marchandises;
  - nettoyage;
  - entreposage/élimination des déchets;
  - éclairage;
  - alimentation en eau;
  - toilettes/eaux usées;
  - gardiennage/sécurité.

À ces composantes du projet qui peuvent affecter les milieux physique, biologique et humain, les possibilités de malfonction ou d'épisodes de désastres naturelles doivent aussi être considérées.

- Malfonctions possibles :
  - arrêt de la collecte des déchets;
  - arrêt d'approvisionnement en eau;
  - panne énergétique.
- Catastrophes naturelles possibles :
  - inondation;
  - sécheresse;
  - séisme;
  - cyclone.

#### 4.1.2 Composantes sensibles du milieu

Parmi les composantes des milieux physique, biologique et humain décrites à la Section 3, les composantes suivantes ont été jugées sensibles et sont retenues pour l'analyse des effets environnementaux et sociaux.

- Milieu physique :
  - **air** : cette composante réfère à la qualité de l'air ambiant et aux émissions atmosphériques;
  - **eaux de surface** : cette composante comprend des modifications dans l'hydrologie / hydraulique des cours d'eau et dans les paramètres physico-chimiques (qualité) des eaux de surface;
  - **eaux souterraines** : Cette composante comprend des modifications dans les paramètres physico-chimiques (qualité) des eaux souterraines;
  - **sols** : Conditions géomorphologiques et nature des sols sur lesquels sont réalisés des travaux, incluant toute modification aux zones de sol instables et toute source potentielle de contamination des sols qui pourraient résulter de la réalisation de travaux ou d'une exploitation inappropriée des sols.
- Milieu biologique :
  - **faune** : Espèces terrestres, aviaires et aquatiques y compris les espèces menacées ou vulnérables, en accordant une attention particulière aux espèces particulièrement sensibles;
  - **flore** : Associations végétales terrestres, riveraines et aquatiques, y compris les espèces menacées ou vulnérables.
- Milieu humain
  - **populations vulnérables** : réfère aux populations à faibles revenus, occupant des habitations précaires ou à risque de perdre leur revenus du fait du projet;
  - **conditions sanitaires** : réfère aux situations physiques pouvant affecter la santé humaine ou les conditions d'hygiène corporelle;
  - **nuisances** : réfère aux désagréments provoqué par les travaux et les activités tels que le bruit, la poussière et les odeurs;
  - **sécurité** : réfère aux risques au bien-être physique des individus (incidents routiers, vol, blessures) ;
  - **emploi/tourisme/culture** : réfère à l'emploi direct et indirect généré ou compromis du fait du projet. Intègre aussi les effets sur les activités touristiques et culturelles.

#### 4.1.3 Mise en relation des sources d'effets et des composantes du milieu

La mise en relation des sources d'effets avec les composantes du milieu permet, lors d'une première étape, d'identifier les effets probables des diverses activités du projet de réaménagement du secteur du marché de Limonade. Cette étape est résumée dans la grille d'interrelations du projet (tableau 1). Chacune des cases

marquées d'un **N** identifie un effet négatif potentiel dont l'importance est évaluée par la suite. Chacune des cases marquées d'un **P** identifie un effet positif potentiel dont les retombées seront évaluées par la suite.

Tableau 1: Grille d'interrelations des sources d'effets et des éléments sensibles du milieu

	Environnement physique				Environnement biologique		Environnement humain					Catastrophes naturelles		
	Eaux de surface	Eaux souterraines	Qualité des sols	Qualité de l'air	Faune	Flore	Populations vulnérables	Conditions sanitaires	Nuisances	Sécurité/circulation routière	Emploi	Inondation	Séisme	Cyclone
Marché de Limonade														
Préparation site														
Démolition structures existantes	N		N				N		N	N	N/P			
Évacuation débris	N		N						N	N		P		
Besoin énergétique				N										
Construction														
Terrassement/drainage	N/P		N						N		N/P	P		
Bétonnage et érection des structures									N		N/P			
Travaux électriques														
Travaux aqueduc								P						
Acheminement matériaux				N					N	N	N			
Entreposage matériaux											N			
Élimination débris	N		N							N		P		
Exploitation														
Accueil des exposants							P		N		P	P		
Livraison des marchandises				N					N	N/P	P			
Entreposage des marchandises							P	P		P	P	P		
Nettoyage	P							P	P					
Entreposage/élimination des déchets	P	P	P				P	P	P			P		
Éclairage										P	P			
Alimentation en eau								P						
Toilettes/eaux usées	P	P						P	P					
Gardiennage										P	P			
Malfonction (incident/accident)														
Arrêt collecte de déchets	N							N	N		N	N		
Arrêt approvisionnement en eau								N						
Panne énergétique							N				N			
Catastrophes naturelles														
Inondation	N						N	N		N	N			
Séisme							N	N			N			
Cyclone	N						N				N			



## 4.2 MÉTHODE D'ANALYSE DES EFFETS

L'analyse des effets a pour but de déterminer l'importance des effets du projet sur les composantes du milieu durant et après sa réalisation (construction et exploitation). Cette analyse, qui tient compte de l'application de mesures d'atténuation/bonification courantes et particulières, porte sur les effets négatifs et positifs du projet. La détermination de l'importance d'un effet est fonction de quatre critères :

- l'intensité;
- l'étendue;
- la durée;
- la fréquence.

### 4.2.1 Intensité

L'intensité d'un effet est une indication du degré de perturbation d'une composante du milieu naturel (physique, biologique, humain) résultant de modifications du milieu. L'intensité est déterminée par une analyse qui tient compte du contexte du milieu concerné et de la valorisation de la composante. La valorisation d'une composante repose sur la considération de plusieurs éléments qu'il convient de préciser. Il s'agit de :

- la reconnaissance formelle de la composante par une loi, une politique, un règlement ou une autre décision gouvernementale;
- la valorisation sociale accordée à la composante par le public concerné; du niveau de préoccupation relatif à la conservation ou à la protection de la composante;
- l'abondance et de la répartition d'une espèce (et de son habitat) dans la zone d'étude, en fonction de notions d'unicité, de rareté, de diversité, etc.;
- la tolérance de la composante aux modifications physiques de l'habitat ou du milieu de vie; pour les composantes fauniques et floristiques, il faut tenir compte de leurs exigences écologiques (espèce sensible ou non) et de leur résilience (capacité à se rétablir à la suite d'un changement dans le milieu); pour les populations vulnérables, il faut tenir compte de leur capacité à pouvoir subvenir à leurs besoins vitaux.

En ce qui concerne les effets négatifs du projet, on distingue trois degrés d'intensité :

- **Intensité forte** — Pour la composante du milieu, l'effet est d'intensité forte s'il détruit la composante, ou s'il en altère l'intégrité d'une manière irréversible, perturbant les organismes ou personnes s'y trouvant;
- **Intensité moyenne** — Pour la composante du milieu, l'effet est d'intensité moyenne si, sans compromettre son intégrité, il altère cette composante d'une manière susceptible d'entraîner une perturbation des organismes ou personnes s'y trouvant;
- **Intensité faible** — Pour la composante du milieu, l'effet est d'intensité faible s'il altère peu cette composante et provoque peu de perturbation des organismes ou personnes dans la zone d'étude.

Pour ce qui est des effets positifs du projet, on distingue également trois degrés d'intensité :

- **Intensité forte** — Pour la composante du milieu, l'effet est d'intensité forte s'il améliore de façon marquée l'état, l'abondance ou la condition des organismes ou personnes s'y trouvant;
- **Intensité moyenne** — Pour la composante du milieu, l'effet est d'intensité moyenne s'il améliore de façon modérée l'état, l'abondance ou la condition des organismes ou personnes s'y trouvant;
- **Intensité faible** — Pour une composante du milieu naturel, l'effet est d'intensité faible s'il améliore peu l'état, l'abondance ou la condition des organismes ou personnes s'y trouvant.

## 4.2.2 Étendue

L'étendue de l'effet est une indication de la superficie du territoire ou de la proportion de la population qui est touchée. On distingue deux différentes étendues :

- **Étendue régionale** — L'effet est d'étendue régionale s'il est ressenti par une grande partie de sa population hors de la zone d'étude;
- **Étendue locale** — L'impact est d'étendue locale s'il est ressenti à l'échelle de la zone d'étude.

## 4.2.3 Durée

La durée de l'effet est une indication de la période pendant laquelle l'effet s'exercera et sera ressenti dans le milieu. Un effet peut être qualifié de temporaire ou de permanent.

- **Permanent** — l'effet à long terme a un caractère d'irréversibilité et est observé de manière définitive ou à très long terme (plus de 10 ans). La perte d'un milieu naturel au profit d'un tracé routier en est un exemple.
- **Temporaire** — Un effet temporaire peut s'échelonner sur quelques jours, semaines ou mois, mais doit être associé à la notion de réversibilité (ex. poussière et bruit lors de la construction).

## 4.2.4 Fréquence

La fréquence de l'effet est une indication de la répétitivité prévisible anticipée de l'effet au long du projet lors des phases de construction et d'exploitation. Un effet peut être qualifié de ponctuel ou de continu.

- **Effet ponctuel** — l'effet survient de façon intermittente à intervalles plus ou moins éloignés.
- **Effet continu** — l'effet est ressenti continuellement ou à intervalles rapprochés.

## 4.2.5 Importance

La détermination de l'importance de l'effet s'appuie sur l'intégration dans une grille des quatre critères décrits ci-dessus : intensité, étendue, durée et fréquence (Tableau 2). La combinaison de ces critères permet de porter un jugement global sur l'importance de l'effet, mais il revient à l'évaluateur de porter un jugement final sur l'effet en fonction des spécificités du milieu. L'appréciation globale est classée selon les trois catégories suivantes:

- importance majeure : les répercussions sur le milieu sont très fortes;
- importance moyenne : les répercussions sur le milieu sont appréciables;
- Importance mineure : les répercussions sur le milieu sont négligeables.

## 4.2.6 Mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification

Les mesures d'atténuation sont des actions ou des modalités de réalisation du projet qui sont définies pour prévenir un effet négatif probable ou en diminuer l'importance, tandis que les mesures de bonification ont plutôt comme objectif d'augmenter les effets positifs décelés. Pour chaque effet négatif, quelle que soit son importance, des mesures sont proposées pour réduire l'étendue, la durée ou encore l'intensité appréhendée, lorsque c'est possible.

Lorsqu'aucune mesure d'atténuation ne peut diminuer un effet, des mesures de compensation peuvent être proposées.

Tableau 2: Grille d'évaluation des effets potentiels avant l'application des mesures d'atténuation/bonification

Intensité	Étendue	Durée	Fréquence	Importance de l'effet		
				Majeure	Moyenne	Mineure
Forte	Régionale	Permanente	Continue			
			Ponctuelle			
		Temporaire	Continue			
			Ponctuelle			
	Locale	Permanente	Continue			
			Ponctuelle			
		Temporaire	Continue			
			Ponctuelle			
Moyenne	Régionale	Permanente	Continue			
			Ponctuelle			
		Temporaire	Continue			
			Ponctuelle			
	Locale	Permanente	Continue			
			Ponctuelle			
		Temporaire	Continue			
			Ponctuelle			
Faible	Régionale	Permanente	Continue			
			Ponctuelle			
		Temporaire	Continue			
			Ponctuelle			
	Locale	Permanente	Continue			
			Ponctuelle			
		Temporaire	Continue			
			Ponctuelle			

## 4.2.7 Présentation de l'analyse des effets

L'analyse des effets du projet sur les milieux physique, biologique et humain repose sur une approche selon les étapes suivantes :

- **Description des effets potentiels sur le milieu.** Il s'agit de décrire les modifications causées par les composantes du projet ainsi que les effets que ces modifications entraînent sur les milieux avant l'application des mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification.

- **Description des mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification.** Il s'agit de décrire les mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification applicables aux effets subsistant sur certaines composantes des milieux. Les mesures de compensation sont distinctes des mesures d'atténuation particulières.
- **Évaluation de l'importance des effets résiduels.** Il s'agit d'évaluer l'importance des effets sur les milieux qui subsistent après l'application des mesures d'atténuation/bonification courantes et particulières.

## 4.3 ÉVALUATION DES EFFETS

---

### 4.3.1 Effets sur le milieu physique

#### 4.3.1.1 Air

La composante « air » réfère à la qualité de l'air ambiant et aux émissions atmosphériques, incluant les gaz à effet de serre (GES). Les notions de poussières, de bruit et d'odeur sont intégrées à la composante « nuisance » du milieu humain.

##### 4.3.1.1.1 Modifications liées au projet

###### Durant la réalisation du projet

Les travaux de démolition, de construction et/ou d'amélioration de bâtiments nécessiteront le creusage, le terrassement, l'acheminement de matériaux (terre, sable, etc.), la construction de fondations, le bétonnage, la construction de la charpente et de la toiture, la finition extérieure et intérieure, de même que la fourniture d'équipements et de matériel. La machinerie employée pour ce faire pourra émettre des polluants atmosphériques.

###### En exploitation

Selon l'information présentement disponible à Tetra Tech, aucun équipement motorisé ou alimenté en hydrocarbures n'est prévu (ex. génératrice, pompe, etc.). La principale activité pouvant affecter la qualité de l'air ambiant sera la livraison de marchandises aux marchés quotidien et hebdomadaire, ainsi que l'élimination des déchets (camionnage). L'effet local est cependant jugé limité du fait qu'il y a déjà une telle circulation actuellement et que la qualité de l'air est relativement bonne (5 sur une échelle de 10). De plus, la répartition entrevue des diverses activités dans les trois pôles de l'option alternative (marché fruits/légumes, marché viandes, marché en gros) éviterait une concentration des polluants dans le secteur actuel du marché. Il est toutefois à prévoir une augmentation régionale des émissions atmosphériques (CO<sub>2</sub>, particules respirables, NO<sub>x</sub>) en raison de la croissance prévisible des activités du marché.



#### 4.3.1.1.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur l'air

Effets Potentiels Négatifs	
Émission de polluants atmosphériques pendant les travaux de construction	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Émission de polluants atmosphériques pendant l'opération du marché	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

#### Mesures d'atténuation

- Les véhicules de transport et les engins de chantier doivent être maintenus dans un bon état de fonctionnement pour minimiser les émissions gazeuses.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque pour la qualité de l'air ambiant.
- Le brûlage des déchets ne sera permis sur les sites de construction.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer la qualité de l'air ambiant lors de travaux de construction.
- Prévoir des horaires de livraisons en alternance pour éviter plusieurs émissions au même moment.
- Promouvoir l'entretien des véhicules servant aux livraisons.
- Éviter la marche à l'arrêt des véhicules lors des chargements/déchargements.

#### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « Air » sont d'importance mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités de construction et d'exploitation, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur l'air

Effet Potentiel Positif	
Moindre concentration des émissions atmosphérique par ségrégation des diverses activités du marché	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

*Mesures de bonification*

- Prévoir des horaires de livraisons en alternance pour éviter plusieurs émissions au même moment.
- Promouvoir l'entretien des véhicules servant aux livraisons.
- Éviter la marche à l'arrêt des véhicules lors des chargements/déchargements.

*Effets résiduels*

Les effets positifs initiaux sur la composante « air » sont d'importance mineure. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra d'assurer à cet effet positif une importance moyenne dans l'ensemble.

### 4.3.1.1.3 Synthèse

Effets probables du projet sur l'air, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets négatifs						
Émission de polluants atmosphériques pendant les travaux de construction	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Émission de polluants atmosphériques pendant l'exploitation du marché	-			Sites du marché	Mesures courantes	Négligeable
Effet positif						
Moindre concentration des émissions atmosphérique par ségrégation des diverses activités du marché en exploitation	+			Sites du marché	Mesures courantes	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

### **4.3.1.2 Eaux de surface**

La composante « eaux de surface » comprend des modifications dans l'hydrologie / hydraulique des cours d'eau et dans les paramètres physico-chimiques (qualité) des eaux de surface.

#### **4.3.1.2.1 Modifications liées au projet**

##### Durant la réalisation du projet

Les travaux de démolition, de construction et/ou l'amélioration de bâtiments nécessiteront le creusement, le terrassement et la mise en tas de matériaux (terre, sable, etc.) ce qui pourra intercepter les axes naturels de ruissellement et de drainage vers la ravine Zangui chariant ainsi divers déchets et matériaux au cours d'eau (effet hydrologique et de qualité). La réalisation des travaux en période pluvieuse pourra amplifier cet effet sur la qualité des eaux de ruissellement. Les approvisionnements (carburant, lubrifiant, etc.) et les entretiens (changements d'huile, filtres, etc.) des véhicules/équipements de chantier, s'ils sont réalisés de façon inadéquate, pourront causer la pollution des eaux de surface. Les déchets liquides et solides générés par les travaux, s'ils ne sont pas gérés adéquatement, pourront contaminer les eaux de surface et nuire à l'écoulement des eaux.

La satisfaction des besoins en eau (humidification des matériaux pour la compaction, nettoyage des véhicules, engins et autre matériel de travail, etc.) pour les travaux ajoutera une pression supplémentaire sur la demande en eau déjà existante. La disponibilité de la ressource en eau pourrait être réduite pour les besoins de la population.

Les travaux prévoient de mettre le marché à l'abri des inondations. Ceci nécessitera la reconstruction de fondations du marché en bordure de la ravine, ce qui est susceptible d'en modifier le patron d'écoulement. Il est toutefois à noter qu'une étude est en cours présentement pour identifier les meilleures options pour réduire les risques d'inondation à l'échelle de la ville de Limonade, et certains travaux complémentaires pourraient être intégrés au présent projet pour en tirer des bénéfices (ex. modification de ponts).

Enfin, les travaux de construction peuvent aussi constituer une opportunité de nettoyage des caniveaux et des rives de la ravine Zangui pour en retirer les déchets qui s'y trouvent et affectent la qualité de l'eau et son écoulement.

##### En exploitation

En isolant le marché des risques d'inondation, moins de débris et de polluants sont susceptibles d'être entraînés dans la ravine Zangui lors d'épisodes de forte pluie. Ensuite, si un système de collecte et d'élimination des déchets est maintenu, une source additionnelle de polluants du cours d'eau sera éliminée. Une autre source de contaminants pourrait disparaître avec la mise à disposition, pour les usagers du marché et du terrain de football, de toilettes et de latrines. Enfin, l'augmentation d'achalandage prévisible avec la mise en œuvre d'un marché et d'une zone de services adaptés aux besoins de la population pourrait avoir des effets négatifs si un entretien rigoureux des lieux n'est pas effectué, notamment les équipements sanitaires (latrines et toilettes).

À noter que les observations au secteur des abattoirs laissent croire que les eaux usées issues des activités qui s'y déroulent seraient simplement acheminées dans des caniveaux et atteindraient à l'ultime la ravine Zangui. Si ce secteur est réaménagé et que l'activité y est augmentée, la gestion actuelle des eaux de surfaces provoquerait un effet négatif significatif sur la qualité des eaux de surface.

#### 4.3.1.2.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

*Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur les eaux de surface*

Effets Potentiels Négatifs (Construction)	
Modification de l'écoulement des eaux de surface pendant les travaux de construction et présence de débris dans la ravine	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Pression supplémentaire sur la demande en eaux de surface pendant les travaux de construction	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Dégradation de la qualité des eaux de surface pendant les travaux de construction	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Effets Potentiels Négatifs (Exploitation)	
Dégradation de la qualité des eaux de surface pendant l'exploitation par manque d'entretien	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Dégradation de la qualité des eaux de surface pendant l'exploitation par l'augmentation des activités d'abattage d'animaux	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	



### Mesures d'atténuation

- Pour limiter les effets sur les écoulements de l'eau, les travaux devront être réalisés en saison sèche. Ceci implique une planification rigoureuse des travaux afin d'éviter tout retard et étirement des travaux au-delà de la saison sèche.
- Une campagne d'information sera effectuée afin d'informer les populations des modalités prévues pour l'approvisionnement en eau du chantier. Au besoin, des mesures d'accompagnement adéquates seront prévues pour l'approvisionnement en eau des populations avoisinantes.
- Les approvisionnements (carburant, lubrifiant, etc.) et les entretiens (changements d'huile, filtres, etc.) des véhicules/équipements de chantier devront se faire de façon à éviter toute perte dans les eaux de surface.
- Les déchets liquides et solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers devront être gérés adéquatement. L'entrepreneur devra mettre à la disposition de son personnel des latrines temporaires et en assurer l'entretien.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux de surface.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer l'écoulement et la qualité des eaux de surface lors de travaux de construction.
- Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en oeuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux dans les aires publiques pouvant atteindre la ravine, et pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines).
- La conception finale du réaménagement du secteur des abattoirs (si réalisée) devra intégrer des équipements, mécanismes et processus pour gérer les déchets liquides issus des activités d'abattage d'animaux qui y auront cours afin de limiter l'acheminement de ces déchets liquides à la ravine Zangui.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « eaux de surface » sont d'importance mineure à majeure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités de construction et d'exploitation, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure et moyen à négligeable. Pour l'effet majeur du rejet des déchets liquides issus des activités d'abattoirs, le projet dans ce secteur est à un stade trop préliminaire pour pouvoir se prononcer de façon précise. Par prudence, l'importance de cet effet résiduel sera maintenu à élevée.

### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur les eaux de surface

Effets Potentiels Positifs (Construction)	
Amélioration de la qualité de l'eau par le retrait du marché de la zone inondable	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

Retrait des déchets en rive de la ravine lors de travaux de construction	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Effet Potentiel Positif (Exploitation)	
Amélioration de la qualité de l'eau de surface par la gestion adéquate des déchets et l'instauration de services sanitaires (latrines)	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

#### Mesures de bonification

- Prévoir des mesures d'atténuation des inondations en amont et en aval de la zone d'étude pour rendre pérennes les mesures prises dans le présent projet.
- Vulgariser l'importance de la gestion adéquate des déchets solides et de l'importance de ne pas en déposer dans la ravine pour des raisons de préservation de la qualité de l'eau et de bon écoulement.
- Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en oeuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux dans les aires publiques pouvant atteindre la ravine, et pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines).
- Si le présent projet est mis en oeuvre avant que ne soit réalisé le projet du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), un programme particulier de gestion des déchets issus du réaménagement du marché de Limonade devra être élaboré pour disposer de ces déchets de façon adéquate.

#### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « eaux de surface » sont d'importance moyenne/élevée en fonction du degré d'implication escomptée des populations et de l'administration municipale. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra d'assurer à cet effet positif une importance élevée dans l'ensemble.

#### 4.3.1.2.3 Synthèse

Effets probables du projet sur les eaux de surface, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets négatifs						
Modification de l'écoulement des eaux de surface pendant les travaux de construction et présence de débris dans la ravine	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Pression supplémentaire sur la demande en eaux de surface déjà existante pendant les travaux de construction	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Dégradation de la qualité des eaux de surface pendant les travaux de construction	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Dégradation de la qualité des eaux de surface pendant l'exploitation par manque d'entretien		-		Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Dégradation de la qualité des eaux de surface pendant l'exploitation par l'augmentation des activités d'abattage d'animaux			-	En aval des abattoirs	À définir	Majeur
<b>Effets positifs</b>						
Amélioration de la qualité de l'eau par le retrait du marché de la zone inondable		+		Parcelles agricoles irriguées	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Retrait des déchets en rive de la ravine lors de travaux de construction		+		Parcelles agricoles irriguées	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Amélioration de la qualité de l'eau de surface par la gestion adéquate des déchets et l'instauration de services sanitaires (latrines)			+	Terres marginales	Mesures spécifiques proposées	Majeur

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.1.3 Eaux souterraines

La composante « eaux de surface » comprend des modifications dans les paramètres physico-chimiques (qualité) des eaux souterraines.

#### 4.3.1.3.1 Modifications liées au projet

##### Durant la réalisation du projet

La satisfaction des besoins en eau (eau potable pour les travailleurs, humidification des matériaux pour la compaction, nettoyage des véhicules, engins et autre matériel de travail, etc.) pour les travaux de construction et/ou l'amélioration de bâtiments ajoutera une pression supplémentaire sur la demande en eau déjà existante. La disponibilité de la ressource en eau souterraine pourrait être réduite pour les besoins de la population.

##### En exploitation

La mise en place d'un système de collecte et d'élimination des déchets réduira une source de contamination des eaux souterraines (lixiviats issus des déchets en décomposition). Une autre source de contaminants pourrait disparaître avec la mise à disposition, pour les usagers du marché et du terrain de football, de toilettes et de latrines.

#### 4.3.1.3.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

##### Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur les eaux souterraines

Effet Potentiel Négatif (construction)	
Pression supplémentaire sur la demande en eaux souterraines pendant les travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments/bureaux	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

##### *Mesures d'atténuation*

- Une campagne d'information sera effectuée afin d'informer les populations des modalités prévues pour l'approvisionnement en eau du chantier. Au besoin, des mesures d'accompagnement adéquates seront prévues pour l'approvisionnement en eau des populations avoisinantes.
- Les déchets liquides et solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers devront être gérés adéquatement. L'entrepreneur devra mettre à la disposition de son personnel des latrines temporaires et en assurer l'entretien.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux souterraines.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer la bonne gestion et la qualité des eaux souterraines lors de travaux de construction.

##### *Effets résiduels*

Les effets négatifs initiaux sur la composante « eaux souterraines » sont d'importance mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités de ce projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

##### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures) prévus sur les eaux souterraines

Effet Potentiel Positif (exploitation)	
Amélioration de la qualité de l'eau souterraine par la gestion adéquate des déchets et l'instauration de services sanitaires (latrines)	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	



### Mesures de bonification

- Vulgariser l'importance de la gestion adéquate des déchets solides et de l'importance de ne pas en déposer sur le sol pour des raisons de préservation de la qualité de l'eau souterraine.
- Si le présent projet est mis en œuvre avant que ne soit réalisé le projet du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), un programme particulier de gestion des déchets issus du réaménagement du marché de Limonade devra être élaboré pour disposer de ces déchets de façon adéquate.
- Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en œuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux dans les aires publiques dont les lixiviats peuvent atteindre l'eau souterraine, et pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines).

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « eaux souterraines » sont d'importance moyenne en fonction des zones concernées et du degré d'implication escomptée des populations. La mise en œuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra de maintenir à cet effet positif une importance moyenne dans l'ensemble.

#### 4.3.1.3.3 Synthèse

Effets probables du projet sur les eaux souterraines, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effet négatif						
Pression supplémentaire sur la demande en eaux souterraines pendant les travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments/bureaux	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Effet positif						
Amélioration de la qualité de l'eau souterraine par la gestion adéquate des déchets et l'instauration de services sanitaires (latrines)		+		Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

#### 4.3.1.4 Sols

La composante « sols » réfère aux sources potentielles de contamination des sols qui pourraient résulter de la réalisation de travaux ou d'une exploitation inappropriée des sols, et à la stabilité des sols sur lesquels seront réalisés les travaux.

##### 4.3.1.4.1 Modifications liées au projet

###### Durant la réalisation du projet

Les travaux de construction et/ou l'amélioration de bâtiments nécessiteront le creusage, le terrassement et la mise en tas de matériaux (terre, sable, etc.) ce qui modifiera la topographie et la structure des sols en surface de manière temporaire ou définitive. De plus, la réalisation des travaux en période pluvieuse pourra affecter considérablement la qualité des sols (création d'ornières, compaction, etc.).

Les approvisionnements (carburant, lubrifiant, etc.) et les entretiens (changements d'huile, filtres, etc.) des véhicules/équipements de chantier, s'ils sont réalisés de façon inadéquate, pourront causer la pollution des sols. Les déchets liquides et solides générés par les travaux, s'ils ne sont pas gérés adéquatement, pourront contaminer les sols.

#### En exploitation

Lors d'épisodes d'inondation, les eaux de débordement sont susceptibles de déposer des contaminants à la surface des sols. En retirant la zone du marché des niveaux inondables, les sols se voient également mieux protégés contre cette source de contamination.

À l'image des eaux souterraines, la mise en place d'un système de collecte et d'élimination des déchets réduira une source de contamination des sols (lixiviats issus des déchets en décomposition). Une autre source de contaminants pourrait disparaître avec la mise à disposition, pour les usagers du marché et du terrain de football, de toilettes et de latrines.

### 4.3.1.4.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

#### Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur les sols

Effets Potentiels Négatifs (construction)	
Modification de la topographie et de la structure des sols pendant les travaux construction	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Contamination des sols pendant les travaux de construction	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

#### *Mesures d'atténuation*

- Pour limiter les effets sur les sols, les travaux devront être réalisés en saison sèche. Ceci implique une planification rigoureuse des travaux afin d'éviter tout retard et étirement des travaux au-delà de la saison sèche.
- Lorsque possible, le sol organique en surface sera réservé, mis en tas et ré-étalé à la fin des travaux.
- Les approvisionnements (carburant, lubrifiant, etc.) et les entretiens (changements d'huile, filtres, etc.) des véhicules/équipements de chantier devront se faire de façon à éviter toute perte sur les sols.
- Les déchets liquides et solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers devront être gérés adéquatement.

- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des sols.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer la protection des sols lors de travaux de construction.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « sols » sont d'importance mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités de ce projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur les sols

Effets Potentiels Positifs (exploitation)	
Réduction des risques de contamination des sols par retrait du marché de la zone inondable	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Amélioration de la qualité des sols par la gestion adéquate des déchets et l'instauration de services sanitaires (latrines)	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

### Mesures de bonification

- Vulgariser l'importance de la gestion adéquate des déchets solides et de l'importance de ne pas en déposer sur les sols pour en préserver la qualité.
- Si le présent projet est mis en œuvre avant que ne soit réalisé le projet du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), un programme particulier de gestion des déchets issus du réaménagement du marché de Limonade devra être élaboré pour disposer de ces déchets de façon adéquate.
- Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en œuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux dans les aires publiques dont les lixiviats pourraient contaminer les sols, et pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines).

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « sols » sont d'importance mineure/moyenne. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra d'assurer à cet effet positif une importance moyenne dans l'ensemble.

#### 4.3.1.4.3 Synthèse

Effets probables du projet sur les sols, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effet direct						
Modification de la topographie et de la structure des sols pendant les travaux construction	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Contamination des sols pendant les travaux de construction	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Effet indirect						
Réduction des risques de contamination des sols par retrait du marché de la zone inondable	+			Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Moyen
Amélioration de la qualité des sols par la gestion adéquate des déchets et l'instauration de services sanitaires (latrines)		+		Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.2 Effets sur le milieu biologique

#### 4.3.2.1 Flore

La composante « flore » réfère aux associations végétales terrestres, riveraines et aquatiques, y compris les espèces menacées ou vulnérables.

##### 4.3.2.1.1 Modifications liées au projet

###### Durant la réalisation du projet

Bien que peu nombreux, les quelques arbres trouvés en périphérie des secteurs du marché public, du terrain de football et des abattoirs ont le mérite d'offrir un refuge aux rares oiseaux, insectes et animaux de la zone d'étude, mais surtout de produire une ombre qui tempère minimalement le climat pour les usagers de la zone d'étude. Pour le moment, les esquisses présentées à Tetra Tech indiquent que ces arbres seraient conservés et que des plantations additionnelles sont prévues.

###### En exploitation

La croissance continue des végétaux intégrés aux aménagements prévus continuera à bonifier les conditions des usagers des nouveaux aménagements urbains en procurant ombrage et en filtrant certains contaminants comme la poussière.



#### 4.3.2.1.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

##### Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures) prévus sur la flore

Effet Potentiel Négatif	
Aucun	
Intensité : <b>S/O</b>	Importance de l'effet : <b>S/O</b>
Étendue : <b>S/O</b>	
Durée : <b>S/O</b>	
Fréquence : <b>S/O</b>	

##### *Mesures d'atténuation*

- Bien qu'aucun effet négatif ne soit escompté selon les esquisses présentées à ce jour, des conditions strictes doivent être imposées aux entrepreneurs pour la préservation des arbres aux pourtours des sites d'intervention.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.

##### *Effets résiduels*

Bien qu'aucun effet négatif initial sur la composante « flore » ne soit associés aux activités de ce projet, il doit être prévu des mesures préventives afin de maintenir l'importance des effets à négligeable.

##### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures) prévus sur la flore

Effet Potentiel Positif (exploitation)	
Accroissement du couvert arboricole par les aménagements paysagers prévus	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

##### *Mesures de bonification*

- Prévoir une sensibilisation à la préservation du couvert arboricole et des bienfaits de la présence d'arbres en milieu urbain (ombre, captage de poussière, refuge animal, etc.).
- Pour les plantations en bordure de la ravine Zangui, sélectionner des espèces pour leurs caractéristiques de résistance aux inondations et leurs capacités à stabiliser les sols.

##### *Effets résiduels*

Les effets positifs initiaux sur la composante « végétation terrestre » sont d'importance moyenne. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra maintenir à cet effet positif une importance moyenne dans l'ensemble.

### 4.3.2.1.3 Synthèse

Effets probables du projet sur la flore, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effet négatifs						
Aucun	S/O	S/O	S/O	Sites des travaux	Mesures préventives proposées	Négligeable
Effet indirect						
Accroissement du couvert arboricole par les aménagement <span>s</span> paysagers prévus		+		Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.2.2 Faune

La composante « faune » réfère aux espèces terrestres, aviaires et aquatiques, y compris les espèces menacées ou vulnérables, en accordant une attention particulière aux espèces particulièrement sensibles.

#### 4.3.2.2.1 Modifications liées au projet

Durant la réalisation du projet

Bien que seules des espèces domestiques aient été observées lors des visites sur le site (chiens, chevaux), la présence de quelques arbres aux limites des secteurs d'intervention peut laisser présumer que quelques espèces d'oiseaux, d'insectes et de reptiles fréquentent la zone d'étude. Il s'agirait toutefois d'une fréquentation par opportunisme lors de migration ou d'exploration territoriale, la faible densité de la végétation ne représentant pas un habitat adéquat pour d'autres usages. L'augmentation du couvert arboricole et arbustif prévue par les aménagements paysagers du projet pourrait être favorable à une plus grande fréquentation des lieux par la faune, mais de façon très marginale.

En exploitation

L'augmentation prévisible de l'achalandage des divers secteurs du projet (marché public, terrain de football, abattoirs, marché en gros), sera susceptible de limiter l'attrait additionnel pour la faune que représente l'augmentation du couvert végétal.

#### 4.3.2.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

##### Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur la faune

Effet Potentiel Négatif (exploitation)	
Animaux dérangés des secteurs réaménagés en raison d'un plus fort achalandage des lieux	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b> (peu de faune dans le secteur)
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

##### *Mesures d'atténuation*

- Prévoir une sensibilisation à la préservation du couvert arboricole et des bienfaits de la présence d'arbres en milieu urbain (ombre, captage de poussière, refuge animal, etc.).
- Procéder à des plantations en bosquets (plutôt que plantations isolées) pour créer un effet de tampon entre la tumulte urbaine et la faune pouvant trouver refuge dans la végétation.
- Prévoir une zone « naturalisée » dans le secteur du marché en gros pour augmenter le couvert arboricole favorable à la faune dans cette plaine herbeuse.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.

##### *Effets résiduels*

Les effets négatifs initiaux sur la composante « faune » sont d'importance mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités de ce projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

##### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures applicables) prévus sur la faune

Effet Potentiel Positif (exploitation)	
Augmentation des aires propices à la fréquentation de la faune en raison des plantations prévues aux aménagements paysagers	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b> (peu de faune dans le secteur)
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

##### *Mesures de bonification*

- Prévoir une sensibilisation à la préservation du couvert arboricole et des bienfaits de la présence d'arbres en milieu urbain (ombre, captage de poussière, refuge animal, etc.).

- Procéder à des plantations en bosquets (plutôt que plantations isolées) pour créer un effet de tampon entre la tumulte urbaine et la flore pouvant trouver refuge dans la végétation.
- Prévoir une zone « naturalisée » dans le secteur du marché en gros pour augmenter le couvert arboricole dans cette plaine herbeuse.
- Sensibiliser la population à l'importance de protéger la faune comme faisant partie des écosystèmes de production (insectes pollinisateurs).

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « faune » sont d'importance mineure. La mise en œuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra d'assurer à cet effet positif une importance moyenne.

#### 4.3.2.2.3 Synthèse

Effets probables du projet sur la faune, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effet négatif						
Animaux dérangés des secteurs réaménagés en raison d'un plus fort achalandage des lieux	-			Sites du projet	Mesures spécifiques proposées	Négligeable
Effet positif						
Augmentation des aires propices à la fréquentation de la faune en raison des plantations prévues aux aménagements paysagers	+			Sites du projet	Mesures spécifiques proposées	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.3 Effets sur le milieu humain

Avant d'aborder les effets du projet sur le milieu humain, Tetra Tech aimerait rappeler qu'une incertitude persiste quant à la propriété du terrain de football (voir section 3.3.1.4) et du terrain proposé pour le marché de gros. Les promoteurs du projet doivent apporter grande attention à ces situations afin de sécuriser l'avancement du projet.

#### 4.3.3.1 Populations vulnérables

La composante « populations vulnérables » réfère aux vendeurs pouvant perdre leur source principale de revenu, aux clients pouvant perdre leur source principale de denrées quotidiennes, et aux résidents et usagers dont les habitations ou terrains pourraient devoir être déplacées pour permettre la réalisation de certains travaux.

##### 4.3.3.1.1 Modifications liées au projet

###### Durant la réalisation du projet

La description du milieu humain a souligné clairement l'importance du marché public pour les vendeurs (en majorité des femmes - 84% - section 3.3.3.2) pour qui les ventes qui y sont faites constituent l'essentiel de leurs revenus. La reconstruction du marché public et le réaménagement des abattoirs sous entend la fermeture de ces deux installations pour de nombreux mois, pouvant potentiellement priver les vendeurs d'une part importante de

leurs revenus. Pour le moment, le caractère inadéquat du marché existant amène plusieurs vendeurs à offrir leurs marchandises dans les rues avoisinantes et sur les abords de la ravine. Cette habitude déjà enracinée explique le souhait de ceux-ci de pouvoir continuer à y faire leur négoce pendant les travaux.

La fermeture des installations du marché public et des abattoirs aurait des répercussions tout aussi importantes sur les acheteurs qui pourraient perdre leur source de denrées (en majorité des femmes - 75% - section 3.3.3.2). En effet, une grande proportion des résidents de Limonade fréquente le marché de façon quotidienne n'ayant pas de moyen de conservation des denrées périssables à la maison. Ici aussi, les acheteurs ont exprimé le désir de voir les vendeurs opérer dans les rues avoisinantes du marché afin de maintenir un accès minimal aux denrées et produits.

Dans les trois options originales de réaménagement des secteurs du marché public et du terrain de football, aucune population n'était mise en position de vulnérabilité en raison d'empiètement des travaux sur des propriétés ou des résidences. Elles obligeaient toutes cependant la fermeture du terrain de football, et aucun terrain de remplacement n'était proposé, accolant de la sorte à la communauté des joueurs de football le titre de population vulnérable, car privé de sa raison d'être.

Enfin, l'option alternative présentée le 18 juillet 2017 prévoit un réaménagement dans la zone comprise entre le marché public et le secteur des abattoirs. Or, plusieurs résidences et bâtiments s'y sont développés de façon non planifiée (environ 20) et la population de ce secteur doit être considérée vulnérable face à cet aspect du projet. Il en va de même pour le terrain considéré pour le marché de gros. Il est cependant difficile d'en juger ici l'ampleur, Tetra Tech ayant peu d'information détaillée sur les aménagements et travaux prévus pour réaliser cette option alternative.

#### En exploitation

Le réaménagement d'un marché fonctionnel répondant aux besoins des usagers et d'une zone de services à l'Est de la ravine Zangui apportera des dividendes positifs pour la population générale de Limonade et pour les usagers du marché particulièrement, notamment en protégeant le marché des inondations rendant ainsi les usagers moins vulnérables. De plus, la planification en cours doit également prévoir une capacité de croissance des activités du marché, sécurisant ainsi à moyen et long terme un accès continu aux vendeurs et clients et évitant les débordements dans les rues et quartiers limitrophes. Pour le secteur des abattoirs, bien que peu d'information ne soit disponible quant aux interventions prévues, il peut être envisagé que la réfection des lieux verra aussi à protéger le secteur des aléas des inondations et à assurer de meilleures conditions sanitaires au bénéfice des employés qui y oeuvrent et des clients qui consomment les denrées qui y sont produites.

Si l'option alternative du 18 juillet 2017 voit le jour, la communauté de football serait aussi protégée en maintenant un terrain de football de dimensions réduites sur son site actuel et en offrant des services complémentaires tels vestiaires, points d'eau et toilettes. L'offre sportive pourrait même bonifiée en permettant un usage multisports de ce terrain au profit du plus grand nombre.

L'effet en période d'exploitation sur la population vulnérable trouvée entre le marché et le secteur des abattoirs est difficilement appréciable à la lumière des informations limitées disponibles quant aux interventions prévues. Tetra Tech réserve son appréciation au moment de la publication du rapport final, dans l'espoir que plus de précisions seront alors disponibles.



#### 4.3.3.1.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures) sur les populations vulnérables

Effets Potentiels Négatifs (construction)	
Perte de revenu des vendeurs du marché public pendant les travaux de construction	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Perte d'accès aux denrées et produits pendant les travaux de construction	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Perte d'un terrain pour la pratique du football (construction et exploitation)	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Relocalisation d'une partie des occupants trouvés entre le marché public et les abattoirs (option alternative du 18 juillet 2017)	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

#### Mesures d'atténuation

- Formaliser et bonifier les activités du Comité de Liaison pour tenir informés les usagers du marché public, du terrain de football et des abattoirs des travaux prévus, des échéances, du phasage du projet et des mesures d'atténuation et de compensation proposées.
- Formaliser et encadrer la solution d'utilisation des voies publiques autour du marché pour le maintien des activités de vente de denrées et produits pendant les travaux.
- Prévoir un phasage des travaux progressif limitant les zones inaccessibles aux activités de marché et des abattoirs.

- Convenir d'un phasage des travaux sur le terrain de football et d'une cédule adaptée de la saison de football pour limiter l'interruption de jeu.
- Prévoir des horaires de livraison des matériaux qui n'entrent pas en conflit avec les horaires de livraison des marchandises destinées au marché public et aux abattoirs.
- Prévoir des chemins de détournement ou temporaires permettant l'accès aux sites temporaires de ventes pendant les travaux, et assurer leur entretien.
- Assurer une surveillance et une supervision continue des interactions entre les activités de construction et celles du marché, des abattoirs et du terrain de football pour résoudre rapidement tout conflit pouvant porter préjudice aux populations vulnérables.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Tenir un atelier spécifique sur les aménagements requis et souhaitables dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs, où des travaux seraient prévus selon l'option alternative du 18 juillet 2017.
- Mener une enquête sur le profil socio-économique de la population trouvée dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs, où des travaux seraient prévus selon l'option alternative du 18 juillet 2017.
- Élargir les activités du Comité de Liaison aux parties prenantes et PAP trouvées dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs pour bien arrimer les interventions aux besoins et vulnérabilités de ces intervenants.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « populations vulnérable » sont d'importance majeure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités de ce projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de majeure à mineure, notamment par le maintien des activités du marché dans les rues lors des travaux. Par prudence, l'importance de l'effet sur la population vulnérable trouvée entre le marché et les abattoirs est maintenue à majeure en raison du peu d'information disponible.

### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures) sur les populations vulnérables

Effets Potentiels Positifs (exploitation)	
Protection des populations vulnérables face aux aléas des inondations (marché et abattoirs)	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Accès à long terme assuré par l'intégration d'une capacité de croissance pour le marché et les abattoirs	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

Effets Potentiels Positifs (exploitation)	
Conditions améliorées pour les usagers du marché, du terrain de football et des abattoirs	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

### Mesures de bonification

- Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en oeuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux et déchets dans le réseau de drainage pour protéger les efforts de contrôle des inondations.
- Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en oeuvre par la municipalité et l'administration des abattoirs pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines, vestiaires, aires de débitage, etc.).

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « populations vulnérables » sont d'importance majeure en fonction des zones concernées et du degré d'implication escomptée des populations et de l'administration municipale. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra de maintenir à cet effet positif une importance majeure dans l'ensemble.

### 4.3.3.1.3 Synthèse

Effets probables du projet sur les populations vulnérables, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets négatifs						
Perte de revenu des vendeurs du marché public pendant les travaux de construction			-	Secteur des travaux	Mesures spécifiques proposées	Mineur
Perte d'accès aux denrées et produits pendant les travaux de construction			-	Secteur des travaux	Mesures spécifiques proposées	Mineur
Perte d'un terrain pour la pratique du football (construction et exploitation – option originale)			-	Secteur des travaux	Alternative du 18 juillet 2017	Mineur
Relocalisation d'une partie des occupants trouvés entre le marché public et les abattoirs (option alternative du 18 juillet 2017)			-	Secteur des travaux	Mesures spécifiques proposées	Majeur

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets positifs						
Protection des populations vulnérables face aux aléas des inondations (marché et abattoirs)			+	Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Accès à long terme assuré par l'intégration d'une capacité de croissance pour le marché et les abattoirs			+	Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Conditions améliorées pour les usagers du marché, du terrain de football et des abattoirs			+	Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Majeur

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.3.2 Conditions sanitaires

La composante « conditions sanitaires » réfère aux situations pouvant affecter la santé et les conditions de vies des usagers et résidents de la zone d'étude.

#### 4.3.3.2.1 Modifications liées au projet

##### Durant la réalisation du projet

Les secteurs d'intervention souffrent déjà de déficits quant aux installations et services pouvant assurer des conditions sanitaires adéquates aux usagers et résidents de la zone d'étude (ex. accès à l'eau potable ou à des toilettes, élimination des déchets). L'ajout d'une population ouvrière lors de travaux amènera une pression additionnelle à cet égard.

Les inondations à intervalles réguliers posent aussi un défi sanitaire en provoquant la dégradation de marchandises périssables, en créant des nappes d'eau stagnantes propices à la propagation de maladies. Tant que les travaux au marché et au secteur des abattoirs ne seront pas complétés, cette réalité demeurera d'actualité, tout comme la cohabitation d'étals présentant des animaux et de la viande à proximité d'étals de fruits et de légumes.

##### En exploitation

Le projet est motivé en grande partie par l'amélioration des conditions sanitaires des usagers et résidents de la zone d'étude. En exploitation, ce sont surtout des effets positifs qui sont anticipés : réduction des risques associés aux inondations, meilleure gestion des déchets, accès à l'eau et aux toilettes, ségrégation des activités du marché, etc. Les effets négatifs envisageables sont surtout associés à des interruptions de services ou à des désastres naturels violents (ouragans, séismes).

#### 4.3.3.2.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures) prévus sur les conditions sanitaires

Effets Potentiels Négatifs (construction)	
Dégradation des conditions sanitaires par la présence de la population ouvrière (déchets, accès à l'eau potable et aux toilettes, etc.)	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Dégradation des conditions sanitaires et périodes d'inondation	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Cohabitation d'étals de viandes/animaux avec étals de fruits/légumes	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Effets Potentiels Négatifs (exploitation)	
Arrêt de services sanitaires ou mauvais entretien (déchets, eau potable, latrines)	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	
Désastres naturels majeurs (ouragans, séismes)	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	



### Mesures d'atténuation

- Prévoir des équipements et des services temporaires de gestion et d'élimination des déchets destinés à la population ouvrière ainsi qu'aux usagers et résidents de la zone d'étude.
- Prévoir des équipements et des services temporaires d'accès à l'eau potable et aux toilettes destinés à la population ouvrière ainsi qu'aux usagers et résidents de la zone d'étude.
- Prévoir un plan de communication pour aviser les usagers, les résidents et les ouvriers des inondations imminentes pour permettre une évacuation sécuritaire des personnes et denrées, et de fait limiter les effets sanitaires indésirables (retrait des marchandises, des latrines temporaires, etc.).
- Exiger des entreprises concernées par les travaux le nettoyage du chantier après un épisode d'inondation ou de désastre naturel pour limiter les effets sanitaires indésirables (présence de déchets, accumulation d'eau stagnante, etc.).
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict du comportement de ces ouvriers et de signaler aux autorités compétentes toute situation pouvant affecter négativement les conditions sanitaires dans les zones de travaux.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Planifier l'utilisation des lieux temporaires de tenue du marché pour assurer une ségrégation minimale des denrées incompatibles (viandes/animaux vs fruits/légumes).
- Établir des programmes d'entretien rigoureux pour la gestion des déchets et l'entretien des équipements sanitaires.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « conditions sanitaires » sont d'importance moyenne à mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités du projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures) prévus sur les conditions sanitaires

Effets Potentiels Positifs (exploitation)	
Amélioration générale des conditions sanitaires par une meilleure gestion de déchets et par un accès à l'eau potable et aux toilettes	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Réduction des effets sanitaires des inondations en isolant le marché de la zone à risque	
Intensité : <b>Forte</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

Réduction des risques de contamination alimentaire par la ségrégation des activités viande/animaux des autres activités	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

### Mesures de bonification

- Prévoir une sensibilisation adéquate et des mesures d'accompagnement appropriées pour les usagers et résidents de la zone d'étude à l'importance de la gestion des déchets solides.
- Si le présent projet est mis en œuvre avant que ne soit réalisé le projet du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), un programme particulier de gestion des déchets issus du réaménagement du marché de Limonade devra être élaboré pour disposer de ces déchets de façon adéquate.
- Prévoir une sensibilisation adéquate et des mesures d'accompagnement appropriées pour les vendeurs du marché sur l'importance de respecter la ségrégation des types de marchandises.
- Établir des programmes d'entretien rigoureux pour la gestion des déchets et l'entretien des équipements sanitaires.

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « conditions sanitaires » sont d'importance majeure en fonction des zones concernées et du degré d'implication escomptée des populations. La mise en œuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra de maintenir à ces effets positifs une importance majeure dans l'ensemble.

### 4.3.3.2.3 Synthèse

Effets probables du projet sur les conditions sanitaires, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets négatifs						
Dégradation des conditions sanitaires par la présence de la population ouvrière (déchets, accès à l'eau potable et aux toilettes, etc.) (construction)		-		Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Négligeable
Dégradation des conditions sanitaires et périodes d'inondation (construction)	-			Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Négligeable
Cohabitation d'étals de viandes/animaux avec étals de fruits/légumes (construction)	-			Marché temporaire	Mesures spécifiques proposées	Négligeable
Arrêt de services sanitaires ou mauvais entretien (déchets, eau potable, latrines) (exploitation)	-			Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Négligeable

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Désastres naturels majeurs (ouragans, séismes) (exploitation)	-			Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Négligeable
<b>Effets positifs</b>						
Amélioration générale des conditions sanitaires par une meilleure gestion de déchets et par un accès à l'eau potable et aux toilettes (exploitation)			+	Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Réduction des effets sanitaires des inondations en isolant le marché de la zone à risque (exploitation)			+	Sites du marché	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Réduction des risques de contamination alimentaire par la ségrégation des activités viande/animaux des autres activités (exploitation)			+	Sites du marché	Mesures spécifiques proposées	Majeur

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.3.3 Nuisances

La composante « nuisances » réfère aux notions de bruit, de poussière et d'odeur.

#### 4.3.3.3.1 Modifications liées au projet

##### Durant la réalisation du projet

Lors de visites de sites, le secteur du marché avait été caractérisé comme ayant un niveau de nuisances moyen. Sur une échelle de 1 à 10, les niveaux de bruit et de poussière étaient évalués à 5 et le niveau d'odeur à 4 (1 étant la meilleure condition et 10 étant la pire). Les travaux de démolition et de construction seront des sources non négligeables de nuisances, surtout de bruit et de poussière. La livraison de matériaux, les travaux manuels sur site et l'opération de certaines machineries sont les sources principales de ces nuisances. Si comme recommandé une évacuation des déchets est effectuée avant d'entreprendre les travaux, les travaux pourraient en fait amener une amélioration du niveau d'odeur. Ce constat est valable pour tous les secteurs d'intervention (marché public, terrain de football, secteur des abattoirs, secteur de marché en gros).

##### En exploitation

À court terme, les niveaux de nuisances suite à la réouverture des secteurs d'intervention devraient être comparables à la situation actuelle (nuisances moyennes) hormis pour le cas des odeurs où la gestion souhaitée des déchets solides devrait réduire l'intensité de cette nuisance.

À moyen et long terme, avec l'augmentation de l'achalandage, les nuisances de bruit et de poussière pourraient augmenter en raison des foules plus importantes et du trafic plus élevé de livraison.

#### 4.3.3.3.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures) prévus sur les nuisances

Effets Potentiels Négatifs (construction)	
Augmentation des niveaux sonores et de poussière (travaux, livraison de matériaux, opération de machinerie)	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Effets Potentiels Négatifs (exploitation)	
Augmentation à long terme des niveaux sonores et de poussière (livraison de marchandises, tumulte de la foule)	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

#### Mesures d'atténuation

- À proximité des zones habitées, éviter la réalisation de livraison de matériaux et des travaux bruyants pendant les heures de repos.
- Maintenir les camions de livraison de matériaux couverts pour limiter la dispersion de poussière.
- Les véhicules de transport et les engins de chantier doivent être maintenus dans un bon état de fonctionnement pour minimiser les émissions de bruit.
- Minimiser la dispersion de la poussière durant la construction par l'utilisation des moyens appropriés. Par exemple l'arrosage des voies d'accès utilisées, des zones des travaux et des emplacements de matériaux.
- Interdire le brûlage de débris de construction sur les aires de travail.
- Fournir des équipements de protection aux travailleurs exposés aux bruits et aux poussières.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations ou présenter une dégradation des niveaux de bruit, d'odeur ou de poussière.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Prévoir des horaires de livraison de marchandises hors des heures de repos.
- Planifier des mesures de réduction de vitesse des véhicules pour limiter le soulèvement de poussière (ex. dos d'ânes).
- Sensibiliser les conducteurs à l'usage minimal des klaxons pour limiter le niveau sonore.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « nuisances » sont d'importance moyenne ou mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités du projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable et de moyenne à mineure.

### Effets potentiels indirects (avant l'application de mesures) prévus sur la végétation terrestre

Effet Potentiel Positif (exploitation)	
Réduction du niveau d'odeur par une gestion et une élimination efficace des déchets	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

### Mesures de bonification

- Prévoir une sensibilisation adéquate et des mesures d'accompagnement appropriées pour les usagers et résidents de la zone d'étude à l'importance de la gestion des déchets solides.
- Si le présent projet est mis en œuvre avant que ne soit réalisé le projet du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), un programme particulier de gestion des déchets issus du réaménagement du marché de Limonade devra être élaboré pour disposer de ces déchets de façon adéquate.
- Établir des programmes d'entretien rigoureux pour la gestion des déchets et l'entretien des équipements sanitaires.

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « nuisances » sont d'importance moyenne en fonction du degré d'implication escomptée des populations. La mise en œuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra de maintenir à cet effet positif une importance moyenne dans l'ensemble.

### 4.3.3.3 Synthèse

Effets probables du projet sur les nuisances, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets négatifs						
Augmentation des niveaux sonores et de poussière (travaux, livraison de matériaux, opération de machinerie) (construction)	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Augmentation à long terme des niveaux sonores et de poussière (livraison de marchandises, tumulte de la foule) (exploitation)		-		Sites des travaux	Mesures courantes	Mineur



EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effet positif						
Réduction du niveau d'odeur par une gestion et une élimination efficace des déchets (exploitation)		+		Sites des travaux	Mesures courantes	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

#### 4.3.3.4 Sécurité et trafic routier

La composante « sécurité et trafic routier » réfère aux risques à l'intégrité physique des usagers et résidents de la zone d'étude en raison de divers facteurs, dont notamment la circulation routière. Elle réfère aussi à l'intégrité de la propriété des usagers face à certaines activités criminelles (vol, harcèlement, etc.).

##### 4.3.3.4.1 Modifications liées au projet

###### Durant la réalisation du projet

Les travaux prévus nécessiteront des travaux de terrassement assez importants pouvant exposer les usagers, les résidents et ouvriers de la zone d'étude à des risques de chute dans des excavations. De plus, de nombreux matériaux et équipements doivent être livrés à intervalles plus ou moins réguliers exposant les personnes présentes sur les sites à des risques d'accidents. Enfin, l'exploitation temporaire des activités du marché public dans les rues entourant le marché expose les vendeurs à des risques accrus de vol (Tetra Tech, 2017a).

###### En exploitation

La nécessité de prévoir un environnement de travail limitant l'exposition des vendeurs aux risques de vol devrait mener à une conception finale adaptée à ce besoin exprimé lors de l'atelier du 6 juillet 2017. Pour ce qui est des risques à l'intégrité physique des usagers et résidents, ce risque est actuellement jugé faible mais pourrait être appelé à croître avec l'augmentation de l'achalandage des secteurs d'intervention à moyen et long terme.

À noter que les patrons de cheminement autour des secteurs des abattoirs et du marché en gros proposés dans l'option alternative du 18 juillet 2017 ne sont pas encore bien définis. Par contre, si la répartition des activités devient réalité entre les trois sites, l'intensité du trafic de livraison des marchandises devrait être partagée entre les sites, réduisant ainsi les risques.

##### 4.3.3.4.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

###### Effets potentiels directs (avant l'application de mesures) prévus sur la sécurité

Effets Potentiels Négatifs (construction)	
Risque à l'intégrité physique des personnes lors des travaux de construction (excavation, transport de matériaux)	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

Accroissement des risques de vol dans les sites temporaires du marché public	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

### Mesures d'atténuation

- Prévoir une signalisation adéquate des dangers et une délimitation sécuritaire des zones excavées.
- Planifier les livraisons de matériaux lors de périodes de moindre achalandage des secteurs d'intervention.
- Assurer la gestion sécuritaire des déplacements autour et sur le site à l'aide de signaleurs.
- Procurer aux ouvriers des dispositifs de protection individuelles (bottes, casque, gants) et une sensibilisation sur leur usage adéquat et obligatoire.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences toute situation pouvant constituer un risque d'accident ou de blessure.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Réaliser des patrouilles policières à intervalles réguliers dans les sites temporaires du marché public.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « sécurité et trafic routier » sont d'importance mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités du projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures) prévus sur la sécurité

Effets Potentiels Positifs (exploitation)	
Accroissement de la sécurité contre le vol par un aménagement approprié du nouveau marché public	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

Réduction des risques d'accidents routiers par la répartition des activités de livraison en trois secteurs (marché public, marché en gros, secteur des abattoirs)	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	

#### Mesures de bonification

- Prévoir une sensibilisation adéquate sur les rôles respectifs des trois pôles du marché pour y acheminer les bonnes clientèles.
- Établir un comité de vigie au sein des usagers du marché pour identifier et signaler rapidement les actes criminels aux autorités compétentes.

#### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « sécurité et trafic routier » sont d'importance moyenne en fonction des zones concernées et du degré d'implication escomptée des populations. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra de maintenir à ces effets positifs une importance moyenne dans l'ensemble.

#### 4.3.3.4.3 Synthèse

Effets probables du projet sur la sécurité et le trafic routier, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effets négatifs						
Risque à l'intégrité physique des personnes lors des travaux de construction (excavation, transport de matériaux)	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Accroissement des risques de vol dans les sites temporaires du marché public	-			Site du marché	Mesures spécifiques proposées	Négligeable
Effets positifs						
Accroissement de la sécurité contre le vol par un aménagement approprié du nouveau marché public		+		Site du marché	Mesures spécifiques proposées	Moyen
Réduction des risques d'accidents routiers par la répartition des activités de livraison en trois secteurs (marché public, marché de gros, secteur des abattoirs)		+		Sites du marché	Mesures spécifiques proposées	Moyen

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.3.5 Emploi, tourisme et culture

La composante « emploi » réfère aux emplois directs et indirects actuels et futurs, ainsi qu'aux emplois générés pendant la période des travaux. Dans cette section ont aussi été regroupées les notions de tourisme et de culture pour traiter du cas particulier du site de la croix trouvée entre le marché public et le terrain de football.

#### 4.3.3.5.1 Modifications liées au projet

##### Durant la réalisation du projet

Selon les données colligées lors des visites de terrain, il y aurait entre 500 et 600 vendeurs actifs au marché public de Limonade. La plus grande concentration est observée les journées de marché hebdomadaire. Sachant que la majorité de ces vendeurs n'occupent pas le site actuel du marché en raison des déficiences qui lui sont reprochées, et sachant que plusieurs ont exprimés le désir de continuer leurs opérations dans les rues avoisinantes lors de la période des travaux, il est anticipé que les travaux n'auront pas d'effet négatif sur l'emploi associé au marché public. Le seul risque existant est une occupation plus importante que prévue des routes avoisinantes par les entrepreneurs actifs aux travaux.

Pour les travaux de construction comme tels, il y aura une opportunité d'emploi ponctuelle notable pour la période des travaux et des emplois indirects induits, pour la fourniture de matériaux notamment. Le site de la croix comme tel serait hors des zones d'intervention mais les travaux pourraient en entraver l'accès selon le phasage qui sera mis en œuvre.

Il est toutefois impossible à ce moment d'évaluer l'effet sur l'emploi dans la zone comprise entre le marché public et le secteur des abattoirs où des travaux pourraient être requis pour réaliser l'option alternative du 18 juillet 2017.

##### En exploitation

À moyen et long terme, comme la planification du réaménagement du marché doit pouvoir accommoder la croissance des activités du marché, il est anticipé que des emplois directs et indirects seront générés par le projet. De plus, le développement d'installations de services en périphérie du terrain de football sera aussi une source additionnelle d'emplois à Limonade. La revue de l'ensemble des patrons de cheminement entre les secteurs du marché public et du terrain de football serait bénéfique pour l'accès au site de la croix.

#### 4.3.3.5.2 Effets potentiels prévus, mesures applicables et effets résiduels

##### Effets potentiels négatifs (avant l'application de mesures) prévus sur l'emploi

Effet Potentiel Négatif (construction)	
Perte d'emploi par une occupation importante de l'espace public par les entrepreneurs actifs aux travaux	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

Réduction de l'accessibilité au site de la croix	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

### Mesures d'atténuation

- Prévoir un phasage des travaux progressif limitant les zones inaccessibles aux activités du marché et des abattoirs, et maintenant l'accès au site de la croix.
- Prévoir des horaires de livraison des matériaux qui n'entrent pas en conflit avec les horaires de livraison des marchandises destinées au marché public et aux abattoirs.
- Prévoir des chemins de détours ou temporaires pendant les travaux permettant l'accès aux sites temporaires de ventes et au site de la croix, et en assurer leur entretien.
- Assurer une surveillance et une supervision continue des interactions entre les activités de construction et celles du marché, des abattoirs et du terrain de football pour résoudre rapidement tout conflit pouvant porter préjudice aux populations vulnérables.
- Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.
- Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.
- Mener une enquête sur le profil socio-économique de la population trouvée dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs, où des travaux seraient prévus selon l'option alternative du 18 juillet 2017.

### Effets résiduels

Les effets négatifs initiaux sur la composante « emploi » sont d'importance mineure. Bien qu'il soit impossible d'éliminer totalement les effets négatifs associés aux activités du projet, les mesures d'atténuation proposées permettront de réduire l'importance des effets de mineure à négligeable.

### Effets potentiels positifs (avant l'application de mesures) prévus sur l'emploi

Effet Potentiel Positif (contruction)	
Emplois temporaires lors de travaux de construction	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Moyenne</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Temporaire</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	



Effet Potentiel Positif (exploitation)	
Emplois additionnels par la croissance des activités du marché et par les nouveaux services offerts	
Intensité : <b>Moyenne</b>	Importance de l'effet : <b>Majeure</b>
Étendue : <b>Régionale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Continue</b>	
Accès bonifié au site de la croix	
Intensité : <b>Faible</b>	Importance de l'effet : <b>Mineure</b>
Étendue : <b>Locale</b>	
Durée : <b>Permanente</b>	
Fréquence : <b>Ponctuelle</b>	

### Mesures de bonification

- Favoriser l'octroi des contrats à des entrepreneurs locaux ou régionaux.
- Favoriser l'emploi de matériaux locaux ou régionaux.
- Développer des programmes de sensibilisation à la consommation de produits locaux pour maximiser les retombées et les emplois dans la région de Limonade.
- Mettre de l'avant des programmes de formation de la main d'œuvre pour doter les emplois dans les nouveaux centres de services avec de la main d'œuvre locale.
- Mettre de l'avant des programmes de formation pour assurer la pérennité de l'entretien de nouvelles installations et sécuriser les emplois (ex. gestion de déchets, approvisionnement en eau, blocs sanitaires, terrain de football, etc.).
- Implanter une signalisation de cheminement vers le site de la croix pour les touristes et pèlerins.

### Effets résiduels

Les effets positifs initiaux sur la composante « emploi » sont d'importance mineure à majeure en fonction des zones concernées et du degré d'implication escomptée des populations. La mise en oeuvre intégrale des mesures de bonification proposées permettra de maintenir à ces effets positifs une importance mineure à majeure.

### 4.3.3.5.3 Synthèse

Effets probables du projet sur l'emploi, mesures applicables et effets résiduels

EFFET	IMPORTANCE (avant mesures)			LOCALI- SATION	MESURES	EFFET RÉSIDUEL
	Mineure	Moyenne	Majeure			
Effet négatif						
Perte d'emploi par une occupation importante de l'espace public par les entrepreneurs actifs aux travaux (construction)	-			Sites des travaux	Mesures courantes	Négligeable
Réduction de l'accessibilité au site de la croix	-			Site de la croix	Mesures courantes	Négligeable
Effets positifs						
Emplois temporaires lors de travaux de construction		+		Sites des travaux	Mesures spécifiques proposées	Moyen
Emplois additionnels par la croissance des activités du marché et par les nouveaux services offerts (exploitation)			+	Sites du marché	Mesures spécifiques proposées	Majeur
Accès bonifié au site de la croix	+			Site de la croix	Mesures spécifiques proposées	Mineur

- : effet négatif, + : effet positif

### 4.3.4 Synthèse des effets

L'analyse des effets sur les milieux physique, biologique et humain a fait ressortir que le projet de réaménagement urbain à Limonade centré sur les secteurs du marché public et du terrain de football pourrait avoir plusieurs effets négatifs et positifs plus ou moins importants. Le Tableau 3 présente une synthèse de ces effets. Par ailleurs, un bref bilan est également donné dans les paragraphes ci-dessous.

#### Effets potentiels négatifs

- En période de construction, les principaux effets négatifs sont liés à la perte d'usage temporaire des lieux où seront effectués les travaux. Cette perte d'accès peut avoir des conséquences néfastes sur le revenu des vendeurs, sur l'accès des résidents aux denrées essentielles et sur la pratique du sport. Il persiste aussi une inconnue quant à la capacité de la région à gérer adéquatement les déchets générés par le projet dans l'éventualité où le projet serait lancé avant l'ouverture du CIGDS. Dans tous les cas, les mesures d'atténuation proposées pourront réduire l'importance de ces effets négatifs résiduels à des niveaux variant de mineur à négligeable. Une exception à ce constat est l'inconnu quant aux occupants du secteur situé entre le marché public et le secteur des abattoirs où des aménagements seraient requis pour réaliser l'option alternative présentée le 18 juillet 2017. Il y a une forte probabilité que les travaux requièrent la relocalisation de certains occupants ce qui aurait des conséquences majeures.
- En période d'exploitation, les principaux effets négatifs anticipés sont la perte du terrain de football si le concept d'origine est mis de l'avant, et le rejet d'eaux usées en provenance des abattoirs advenant un réaménagement de ce secteur qui y ferait augmenter les activités (option alternative du 18 juillet 2017). Dans le premier cas, certaines alternatives sont à l'étude et pourraient éliminer l'effet négatif. Dans le second cas, les informations sont manquantes pour pouvoir juger précisément des mesures d'atténuation possibles et de leur effet.

#### Effets potentiels positifs

- Les effets positifs sont surtout observés en période d'exploitation, les nouveaux aménagements visant justement à bonifier plusieurs aspects des secteurs visés. Ces effets positifs anticipés permettent surtout : de protéger les populations vulnérables en mettant le marché à l'abri des inondations; d'améliorer la qualité des eaux de surface en retirant les débris qui se trouvent dans la ravine et en permettant une meilleure gestion des déchets; et d'améliorer les conditions sanitaires. Suite à l'application des mesures de bonification proposées, l'importance de ces effets positifs est attendue comme majeure.

#### Bilan des effets

Sur le plan environnemental et social, le bilan des différents effets anticipés par la réalisation du projet révèle des effets positifs importants comparativement aux effets négatifs qui devraient être de moindre importance. La réalisation du projet avec un suivi rigoureux de la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de bonification est susceptible d'être porteuse de bénéfices à long terme pour la population de Limonade.

Par contre, plusieurs inconnus demeurent quant aux effets environnementaux et sociaux de l'option alternative proposée le 18 juillet 2017. Une mise à jour de la présente analyse environnementale et sociale sera de mise lorsque les détails de cette proposition seront connus.

Tableau 3: Synthèse des effets négatifs et positifs du projet

COMPOSANTE	TYPE D'EFFET	SOURCE DE L'EFFET	EFFET	EFFET AVANT ATTÉNUATION / BONIFICATION	EFFET RÉSIDUEL
MILIEU PHYSIQUE					
Air	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Émission de polluants atmosphériques	-	Négligeable
		Activités d'exploitation du nouveau marché	Émission de polluants atmosphériques	-	Négligeable
	Positif	Ségrégation des diverses activités du marché en trois secteurs (exploitation)	Réduction de la concentration des polluants	+	Moyen
Eaux de surface	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Modification de l'écoulement des eaux de surface	-	Négligeable
			Pression supplémentaire sur la demande en eaux de surface déjà existante	-	Négligeable
			Dégradation de la qualité des eaux de surface	-	Négligeable
		Activités d'exploitation du nouveau marché	Dégradation de la qualité des eaux de surface par manque d'entretien	- -	Négligeable
			Dégradation de la qualité des eaux de surface par en raison du déversement des eaux usées des abattoirs	- - -	Majeur
	Positif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Amélioration de la qualité de l'eau par retrait du marché de la zone inondable	+	Majeur
			Retrait des déchets de la ravine lors des travaux	+	Majeur
		Activités d'exploitation du nouveau marché	Amélioration de la qualité de l'eau par une gestion adéquate des déchets et des latrines	+	Majeur

COMPOSANTE	TYPE D'EFFET	SOURCE DE L'EFFET	EFFET	EFFET AVANT ATTÉNUATION / BONIFICATION	EFFET RÉSIDUEL
Eaux souterraines	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Pression supplémentaire sur la demande en eaux souterraines déjà existante	-	Négligeable
	Positif	Activités d'exploitation du nouveau marché	Amélioration de la qualité de l'eau souterraine par une gestion adéquate des déchets et des latrines	++	Moyen
Sols	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Modification de la topographie et de la structure des sols	-	Négligeable
			Contamination des sols	-	Négligeable
	Positif	Activités d'exploitation du nouveau marché	Réduction des risques de contamination des sols par retrait du marché de la zone inondable	+	Moyen
			Amélioration de la qualité de sols par une gestion adéquate des déchets et des latrines	++	Moyen
MILIEU BIOLOGIQUE					
Flore	Négatif	Aucune	S/O	S/O	Négligeable
	Positif	Travaux d'aménagements paysagers dans les sites d'intervention	Accroissement du couvert végétal	++	Moyen
Faune	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Animaux dérangés des secteurs réaménagés en raison d'un plus fort achalandage des lieux	-	Négligeable
	Positif	Travaux d'aménagements paysagers dans les sites d'intervention	Augmentation des habitats fauniques par l'accroissement du couvert végétal	+	Moyen

COMPOSANTE	TYPE D'EFFET	SOURCE DE L'EFFET	EFFET	EFFET AVANT ATTÉNUATION / BONIFICATION	EFFET RÉSIDUEL
MILIEU HUMAIN					
Populations vulnérables	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Perte de revenu des vendeurs pendant les travaux de construction	- - -	Mineur
			Perte d'accès aux denrées pendant les travaux de construction	- - -	Mineur
			Perte d'accès au terrain de football pendant les travaux de construction (option alternative du 18 juillet 2017)	- -	Mineur
			Relocalisation d'une partie des occupants trouvés entre le marché public et les abattoirs (alternative du 18 juillet 2017)	- - -	Majeur
		Activités d'exploitation de la nouvelle aire de services	Perte du terrain de football (option originale)	- - -	Majeur
	Positif	Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Protection des populations vulnérables face aux aléas des inondations (marché et abattoirs)	+ + +	Majeur
			Accès à long terme assuré par l'intégration d'une capacité de croissance pour le marché et les abattoirs	+ + +	Majeur
			Conditions améliorées pour les usagers du marché, du terrain de football et des abattoirs	+ + +	Majeur
Conditions sanitaires	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Dégradation des conditions sanitaires par la présence de la population ouvrière (déchets, accès à l'eau potable et aux toilettes, etc.)	- -	Négligeable
			Dégradation des conditions sanitaires et périodes d'inondation	-	Négligeable
			Cohabitation d'étals de viandes/animaux avec étals de fruits/légumes	-	Négligeable



COMPOSANTE	TYPE D'EFFET	SOURCE DE L'EFFET	EFFET	EFFET AVANT ATTÉNUATION / BONIFICATION	EFFET RÉSIDUEL
Conditions sanitaires (suite)	Négatif	Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Arrêt de services sanitaires ou mauvais entretien (déchets, eau potable, latrines)	-	Négligeable
			Désastres naturels majeurs (ouragans, séismes)	-	Négligeable
	Positif	Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Amélioration générale des conditions sanitaires par une meilleure gestion de déchets et par un accès à l'eau potable et aux toilettes	+++	Majeur
			Réduction des effets sanitaires des inondations en isolant le marché de la zone à risque	+++	Majeur
Nuisances	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Augmentation des niveaux sonores et de poussière (travaux, livraison de matériaux, opération de machinerie)	-	Négligeable
		Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Augmentation à long terme des niveaux sonores et de poussière (livraison de marchandises, tumulte de la foule)	--	Mineur
	Positif	Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Réduction du niveau d'odeur par une gestion et une élimination efficace des déchets	++	Moyen
Sécurité et trafic routier	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Risque à l'intégrité physique des personnes lors des travaux de construction (excavation, transport de matériaux)	-	Négligeable
			Accroissement des risques de vol dans les sites temporaires du marché public	-	Négligeable
	Positif	Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Accroissement de la sécurité contre le vol par un aménagement approprié du nouveau marché public	++	Moyen
			Réduction des risques d'accidents routiers par la répartition des activités de livraison en trois secteurs (marché public, marché de gros, secteur des abattoirs)	++	Moyen

COMPOSANTE	TYPE D'EFFET	SOURCE DE L'EFFET	EFFET	EFFET AVANT ATTÉNUATION / BONIFICATION	EFFET RÉSIDUEL
Emploi	Négatif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Perte d'emploi par une occupation importante de l'espace public par les entrepreneurs actifs aux travaux	-	Négligeable
			Réduction de l'accès au site de la croix	-	Négligeable
	Positif	Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	Emplois temporaires lors de travaux de construction	+ +	Moyen
			Emplois additionnels par la croissance des activités du marché et par les nouveaux services offerts	+ + +	Majeur
		Activités d'exploitation des nouveaux aménagements	Accès facilité au site de la croix	+	Mineur

Légende :

Importance de l'impact **négatif** :      - Mineure      - - Moyenne      - - - Majeure

Importance de l'impact **positif** :      + Mineure      + + Moyenne      + + + Majeure

## 4.4 RISQUES LIÉS AUX DÉSASTRES NATURELS

En marge de l'analyse environnementale et sociale du projet de réaménagement urbain de Limonade, Tetra Tech a réalisé une analyse de risque des désastres naturels pour la ville de Limonade. L'analyse détaillée est trouvée en annexe 4 (en anglais).

Les désastres naturels retenus pour cette analyse sont les inondations, les sécheresses, les vents d'ouragan et les séismes. Des matrices ont été développées pour résumer les résultats d'analyse de chacun des désastres naturels à l'étude, pour la situation actuelle et celle projetée en 2065 (tableaux 4 et 5).

Tableau 4 : Risques en situation actuelle

Risque	Probabilité	Échelle	Impact pour le site	Impact aux opérations	Effet sur communautés et environnement	Effet du projet sur le risque
Inondation	Élevée	Élevée	Élevé : PAM* de 1.7% (marché), de 1.8% (abattoirs), et de 3.3% (pont)	Élevé : perte d'inventaire (\$75k) et interruption d'activité (\$35k)	Modéré : PAM de 0.18%	Modéré : modification de la plaine inondable
Sécheresse	Élevée	Modérée	Modéré : PAM de 0.9%	Modéré : Majorité des vendeurs de produits de l'eau requiert de l'eau; le terrain sportif nécessite un arrosage, mais l'aquifère a un bon potentiel	Modéré : l'aquifère a un bon potentiel	Modéré : entretien du terrain sportif pourrait accaparer une eau rare
Séisme	Modérée	Élevée	Modéré : PAM de 0.13%	Modéré : interruption du commerce par l'accumulation de débris et dommages aux infrastructures	Modéré : dommages aux infrastructures et risques de blessures	Mineur
Ouragan	Modérée	Élevée	Modéré : PAM de 0.27%	Modéré : interruption du commerce par l'accumulation de débris et dommages aux infrastructures	Modéré : dommages aux infrastructures et risques de blessures	Mineur

\* PAM = Perte annuelle moyenne

Tableau 5 : Risques à long terme (2065)

Risque	Probabilité	Échelle	Impact pour le site	Impact aux opérations	Effet sur communautés et environnement	Effet du projet sur le risque
Inondation	Élevée	Élevée	Élevé : PAM de 2.2% (marché et abattoirs), 3.8% (pont)	Élevé : perte d'inventaire (\$98k) et interruption d'activité (\$53k)	Modéré : PAM de 0.29%	Modéré : modification de la plaine inondable
Sécheresse	Élevée	Modérée	Élevé : PAM de 1.35%	Élevé : Majorité des vendeurs de produits de l'eau requiert de l'eau; le terrain sportif nécessite un arrosage; l'aquifère pourrait être vulnérable dans le futur	Élevé : l'aquifère pourrait être affecté par intrusion saline et un fort usage	Modéré : entretien du terrain sportif pourrait accaparer une eau rare
Séisme	Modérée	Élevée	Modéré : PAM de 0.13%	Modéré : interruption du commerce par l'accumulation de débris	Modéré : dommages aux infrastructures et risques de blessures	Mineur
Ouragan	Modérée	Élevée	Modéré : PAM de 0.36%	Modéré : interruption du commerce par l'accumulation de débris et dommages aux infrastructures	Modéré : dommages aux infrastructures et risques de blessures	Mineur

Le principal facteur qui ressort de cet exercice pour la situation actuelle est le risque d'inondations résultant des débordements de la ravine Zangui lors d'épisodes de fortes pluies. Phénomène documenté déjà par la population, les simulations effectuées démontrent que ce risque a une portée régionale (figure 26) et englobe totalement les secteurs d'intervention prévus, sauf le terrain de football et le secteur du marché en gros.

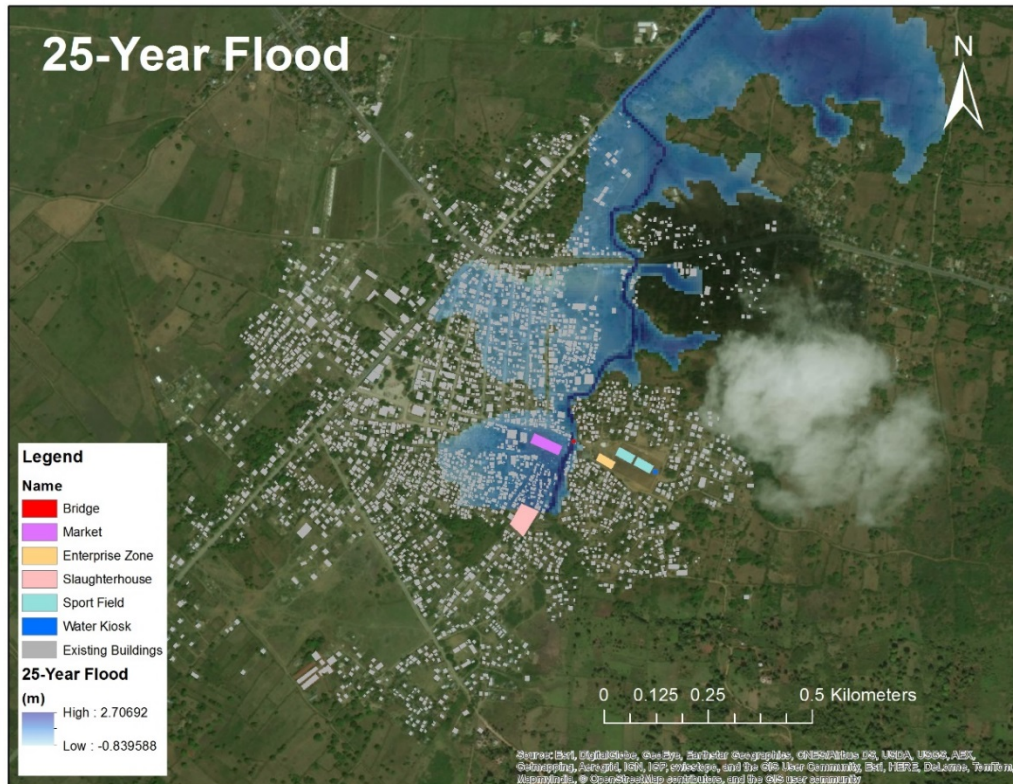


Figure 26 : Risque d'inondation – épisode de récurrence 25 ans

Plusieurs simulations ont été faites pour évaluer l'efficacité de diverses options à réduire ce risque. Ces options comprennent : la modification des ponts sur la ravine pour permettre un meilleur écoulement de l'eau (figure 27); la mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion urbaines et agricoles des eaux de ruissellement (figure 28); le surélévement du marché pour l'isoler des inondations (figure 29); et une combinaison de toutes ces mesures (figure 30).



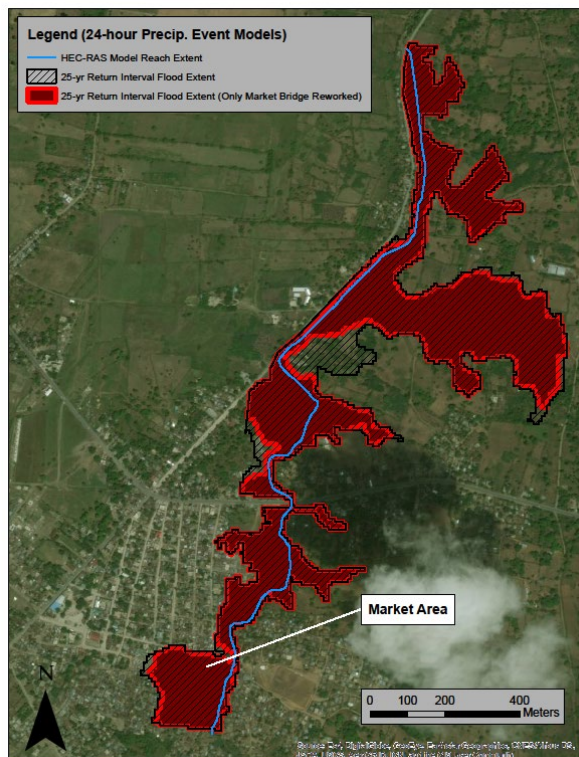


Figure 27 : Modification du pont

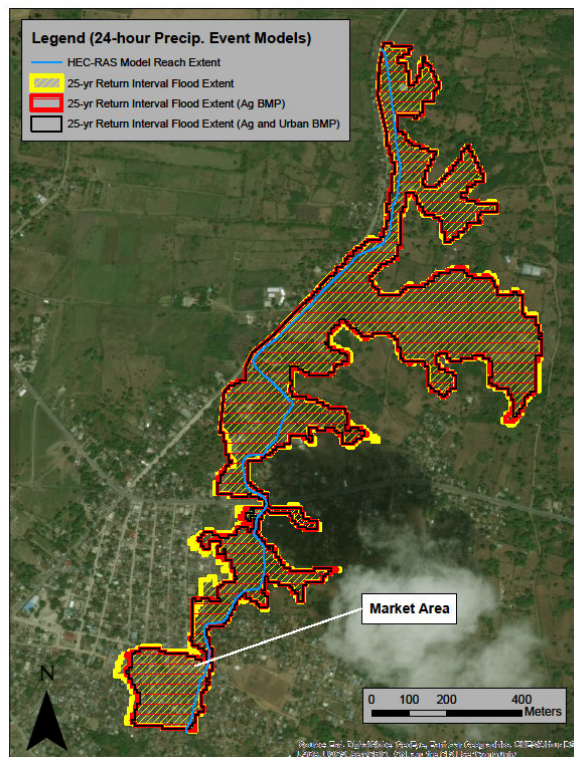


Figure 28 : Application des bonnes pratiques

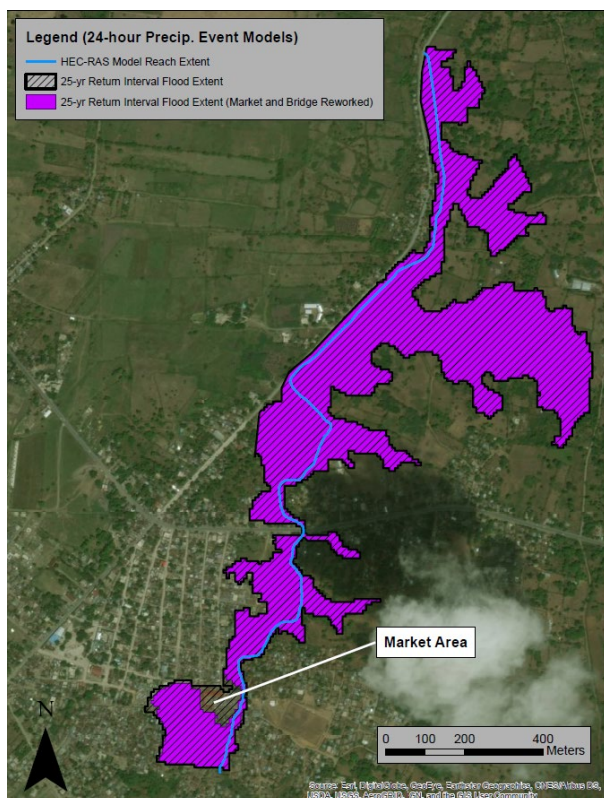


Figure 29 : Surélévation du marché

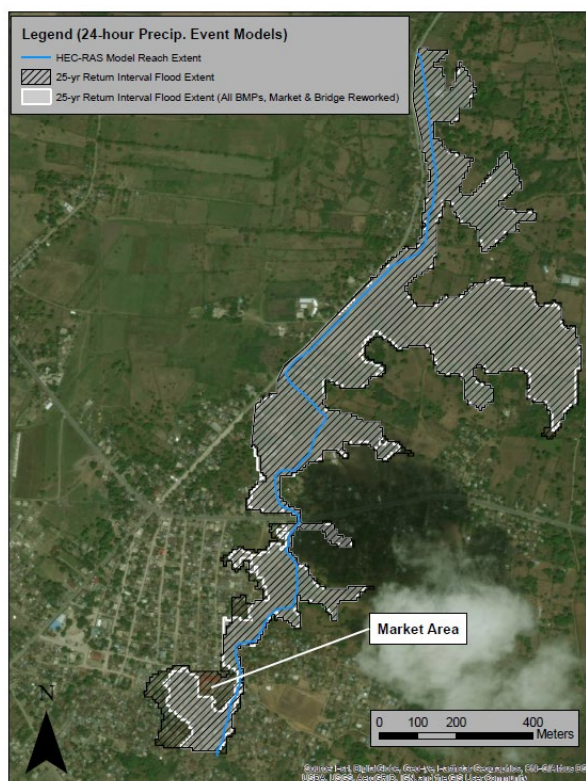


Figure 30 : Application de toutes les mesures



Il est constaté que toutes les mesures prises individuellement ou ensemble n'arrivent pas à soulager de façon marquée la ville de Limonade des risques d'inondation. Le surélévement du marché public est une solution efficace ponctuelle pour ce site (figure 29), mais il isole le marché sur une presqu'île lors d'épisodes de fortes pluies. Or cette efficacité pourrait être de moyen terme seulement puisque la simulation réalisée en prenant en considération les conditions futures (incluent les changements climatiques) indique que le marché pourrait être à nouveau vulnérable aux inondations (figure 31).

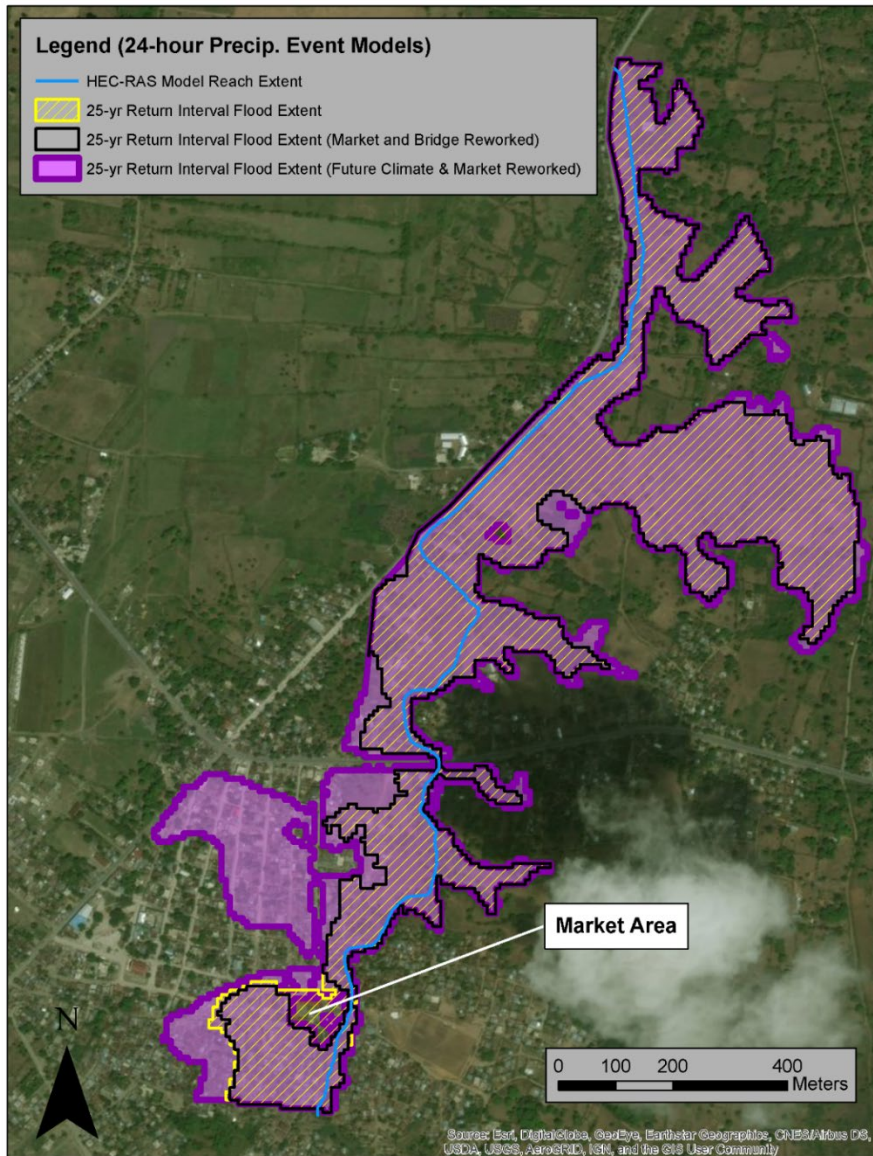


Figure 31 : Simulation des conditions futures avec surélévation du marché

De plus, bâtir une structure surélevée en plaine inondable pose un risque en soi. En effet, construire une structure dans la plaine inondable de récurrence 25 ans pourrait modifier la zone inondable et exposer de nouveaux secteurs aux inondations. Ainsi, selon la conception finale, cette approche pourrait avoir des conséquences négatives importantes à l'échelle régionale.



Sachant ce risque à moyen et long terme, la BID et ses partenaires seraient avisés de considérer la relocalisation du marché public en un lieu hors de la plaine inondable dans ses efforts de planification globale de la croissance urbaine de Limonade. Le tableau 6 fait un résumé des mesures d'atténuation envisagées.

Pour les sécheresses, les risques sont jugés moyens pour la situation actuelle mais pourraient être élevés à l'horizon 2065. Des mesures d'atténuation sont proposées pour en atténuer les effets négatifs (voir tableau 6).

Pour les séismes, les risques sont jugés moyens pour la situation actuelle et à long terme, et des mesures d'atténuation sont proposées pour en atténuer les effets négatifs (voir tableau 6). Le coût de ces mesures est cependant jugé élevé pour une efficacité toute relative et pourraient n'être justifiées que pour quelques installations (marché, abattoirs).

Pour les ouragans, les risques sont jugés moyens pour la situation actuelle et à long terme, et des mesures d'atténuation sont proposées pour en atténuer les effets négatifs (voir tableau 6). Contrairement aux séismes, les mesures pour limiter les risques aux ouragans sont peu coûteuses et amènent des bénéfices importants.

Tableau 6 : Évaluation des options d'atténuation

Risque	Option d'atténuation	Effet potentiel (Méthode)	Bénéfices	Responsabilité/Action	Coût	Commentaire
Inondation	Implantation de bassins de rétention pluviaux	Élevé (jugement professionnel)	n/a	Décision de BID quant à l'opportunité d'une telle étude; conception par un consultant	À définir	Plus d'étude requise; risque d'effets environnementaux et sociaux additionnels
	Meilleures pratiques urbaines	Faible (modélisation)	n/a	Programme de sensibilisation des populations à mettre en oeuvre par BID et/ou ville de Limonade	À définir	Mise en oeuvre difficile en raison de capacités limitées
	Meilleures pratiques agricoles	Faible (modélisation)	n/a	Programme de sensibilisation des agriculteurs à mettre en oeuvre par BID et/ou ville de Limonade	À définir	Mise en oeuvre difficile en raison de capacités limitées
	Redéveloppement du secteur du marché et du pont	Modéré (analyse coût-bénéfice)	\$87,289 en 2017 \$102,289 en 2065	Conception finale par BID et architecte au projet	À définir	Inclure conception pour événement 100-ans en 2065
	Déploiement d'un système d'alarme précoce	Élevé (analyse coût-bénéfice)	\$233,611 en 2017 \$373,982 en 2065	Ville de Limonade, avec support du CIAT	À définir	Mise en oeuvre difficile en raison de capacités limitées; Support de BID à envisager
Sécheresse	Systèmes de capture et de rétention d'eau	Modéré (analyse coût-bénéfice)	\$6,328 en 2017 \$9,492 en 2065	Décision de BID quant à l'opportunité d'une telle étude; conception par un consultant	À définir	Plus d'étude requise; risque d'effets environnementaux et sociaux additionnels
	Plan d'intervention en sécheresse	Modéré (analyse coût-bénéfice)	\$36,307 en 2017 et en 2065	Ville de Limonade, avec support du CIAT	À définir	Mise en oeuvre difficile en raison de capacités limitées; Support de BID à envisager
Séisme	Conception sismique (ex. Code de construction de Californie)	Modéré (analyse coût-bénéfice)	\$3,729 en 2017 et en 2065	Conception finale par BID et architecte au projet	À définir	Augmentation des coûts de construction
Ouragan	Ajout d'agraffes de toiture à la conception	Modéré (analyse coût-bénéfice)	\$10,710 en 2017 et en 2065	Conception finale par BID et architecte au projet	À définir	Faible coût de réalisation (\$2-3 par agraffe)

Plusieurs des impacts sont similaires pour ces désastres naturels (interruption du commerce, impacts aux infrastructures routière). Conséquemment, certaines stratégies d'atténuation peuvent générer des bénéfices sur plusieurs plans et devraient être planifiées en conséquence.

Enfin, il est à noter que la mise en place d'un système régional de veille et d'alerte en cas de désastre naturel est une mesure d'application générale qui, bien que ne limitant pas les dégâts matériels, permettrait d'éviter les décès et blessures au sein de la population.

## **5.0 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE**

L'analyse des effets sur les milieux physique, biologique et humain, réalisée précédemment à la Section 4.3, a fait ressortir que le projet de réaménagement urbain à Limonade pourrait avoir plusieurs effets négatifs et positifs plus ou moins importants.

Les activités du projet qui occasionneront des effets négatifs sur les plans environnemental et social sont :

- Les travaux de démolition et de construction sur les divers sites;
- L'exploitation des nouveaux aménagements.

Les activités du projet qui occasionneront des effets positifs sur les plans environnemental et social sont surtout associées à la phase d'exploitation du projet.

Pour les effets négatifs, un ensemble de mesures d'atténuation ont été proposées, alors que des mesures de bonification des effets positifs sont identifiées.

### **5.1 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (PGES)**

Les dispositions de la législation de la République d'Haïti en termes d'études d'impacts, et les standards et exigences de la BID exigent la mise en place d'un Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES). Celui-ci sera mis en oeuvre pour minimiser les effets environnementaux et sociaux induits par la réalisation des activités du projet.

Pour chaque composante des milieux physique, biologique et humain, des mesures d'atténuation particulières sont proposées afin de minimiser et/ou prévenir les effets défavorables. D'autres mesures sont suggérées pour bonifier les effets positifs.

La mise en oeuvre du PGES requiert de définir un programme de suivi environnemental des actions de mitigation/bonification préconisées avec la définition des responsabilités des institutions impliquées dans la mise en oeuvre du programme et de faire une estimation des coûts du PGES.

Le Plan de gestion environnementale et sociale (Tableau 4) présente les mesures environnementales et sociales spécifiques à la réalisation des activités du projet qui occasionnent des effets sur les milieux physique, biologique et humain.

Il est important de noter que les entreprises de construction auront la responsabilité de la mise en oeuvre des mesures d'atténuation/bonification concernant les travaux de construction/réhabilitation de bâtiments. Les superviseurs/contrôleurs de ces travaux auront la responsabilité d'effectuer le suivi/contrôle de la mise en oeuvre de ces mesures par les différentes entreprises.

Pour les autres mesures d'atténuation/bonification, celles-ci pourront être réalisés en régie par l'UTE ou en sous-traitance par des opérateurs spécialisés (cas de renforcement de capacité, formation spécialisée, etc.).

### **5.2 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (PSES)**

À venir suite aux consultations publiques.

### 5.3 STRUCTURE ORGANISATIONNELLE DE MISE EN ŒUVRE

---

L'envergure du Plan de Gestion Environnemental et Sociale (PGES) et du Programme de Suivi Environnemental et Social (PSES) demeure relativement restreinte et ne justifie pas la mise en place d'une structure de gestion additionnelle spécifique.

La mise en œuvre des mesures d'atténuation/bonification relative aux travaux de construction/réhabilitation est assurée par les entreprises de construction. Des bureaux d'étude technique (superviseurs/contrôleurs) auront à charge de s'assurer que l'ensemble des mesures d'atténuation/bonification sont adéquatement réalisées par les entreprises.

Enfin, certaines mesures en phase d'exploitation s'adressant directement à la population en général devront être portées par les autorités municipales et leurs partenaires.

Tableau 7 : Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES)

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
<b>EFFETS NÉGATIFS</b>					
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments	<b>Air</b>				
	Émission de polluants atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenir les véhicules de transport et les engins de chantier en bon état de fonctionnement pour minimiser les émissions gazeuses.</li> <li>Interdiction de brûlage des déchets sur les sites de construction.</li> <li>Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer la qualité de l'air ambiant lors de travaux de construction.</li> <li>Prévoir des horaires de livraisons en alternance pour éviter plusieurs émissions au même moment.</li> <li>Éviter la marche à l'arrêt des véhicules lors des chargements/déchargements.</li> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités compétences tout incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque pour la qualité de l'air ambiant.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts dans prestations superviseurs -contrôleurs
	<b>Eaux de surface</b>				
	Modification de l'écoulement des eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour limiter les effets sur les écoulements de l'eau, les travaux devront être réalisés en saison sèche. Ceci implique une planification rigoureuse des travaux afin d'éviter tout retard et étirement des travaux au-delà de la saison sèche.</li> <li>Les déchets liquides et solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers devront être gérés adéquatement.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Modification de l'écoulement des eaux de surface (suite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer l'écoulement et la qualité des eaux de surface lors de travaux de construction.</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux de surface.</li> </ul>	Entreprises de construction (suite)	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
	Pression sur la demande en eaux de surface déjà existante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campagne d'information à réaliser afin d'informer les populations des modalités prévues pour l'approvisionnement en eau du chantier. Au besoin, prévoir des mesures d'accompagnement adéquates pour l'approvisionnement en eau des populations.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
	Dégradation de la qualité des eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Approvisionnements/entretiens véhicules/équipements de chantier se feront de façon à éviter les pertes dans les eaux de surface.</li> <li>Gérer adéquatement les déchets liquides/solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers.</li> <li>Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer l'écoulement et la qualité des eaux de surface lors de travaux de construction.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux.</li> <li>Contrôles périodiques ponctuels afin de vérifier la bonne application des mesures préventives/atténuation par entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs



Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Dégradation de la qualité des eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir le réaménagement final du secteur des abattoirs (si réalisé) en intégrant des équipements, mécanismes et processus pour gérer les déchets liquides issus des activités d'abattage qui y auront cours afin de limiter l'acheminement de ces déchets liquides à la ravine Zangui.</li> </ul>	Bailleur de fonds	50k\$ à 75k\$	Esquisse préliminaire présentée le 18 juillet 2017
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Si le présent projet est mis en œuvre avant que ne soit réalisé le projet du Centre intégré de gestion des déchets solides (CIGDS), un programme particulier de gestion des déchets issus du réaménagement du marché de Limonade devra être élaboré pour disposer de ces déchets de façon adéquate.</li> </ul>	Bailleur de fonds, municipalité et UTE	25k\$ à 50k\$	Peut être fait avec les Entreprises de construction
	<b>Eaux souterraines</b>				
	Pression sur la demande en eaux souterraines déjà existante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campagne d'information à réaliser afin d'informer les populations des modalités prévues pour l'approvisionnement en eau du chantier. Au besoin, prévoir des mesures d'accompagnement adéquates pour l'approvisionnement en eau des populations.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts dans prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux.</li> <li>Autres mesures utilisés pour assurer la bonne gestion et la qualité des eaux souterraines lors de travaux de construction.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
	<b>Sols</b>				
	Modification de la topographie et de la structure des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser les travaux en saison sèche. Ceci implique une planification rigoureuse des travaux afin d'éviter tout retard et étirement des travaux au-delà de la saison sèche.</li> <li>Lorsque possible, le sol organique en surface sera réservé, mis en tas et ré-étalé à la fin des travaux.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des sols.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôles périodiques ponctuels afin de vérifier la bonne application des mesures préventives/atténuation par entreprises.</li> <li>Autres mesures utilisés pour assurer la bonne gestion des sols.</li> </ul>			superviseurs -contrôleurs
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Contamination des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Approvisionnements/entretiens véhicules/équipements de chantier se feront de façon à éviter les pertes sur le sol.</li> <li>Gérer adéquatement les déchets liquides/solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts dans prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des sols.</li> <li>Contrôles périodiques ponctuels afin de vérifier la bonne application des mesures préventives/atténuation par entreprises.</li> <li>Autres mesures utilisés pour assurer la bonne la qualité des sols lors de travaux de construction.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des superviseurs -contrôleurs
	<b>Flore et Faune</b>				
	Dérangement des animaux lors des travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procéder à des plantations en bosquets (plutôt que plantations isolées) pour créer un effet de tampon entre la tumulte urbaine et la faune pouvant trouver refuge dans la végétation.</li> <li>Prévoir une zone « naturalisée » dans secteur du marché de gros pour augmenter le couvert arboricole favorable à la faune dans cette zone.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts dans prestations superviseurs -contrôleurs
	<b>Populations vulnérables</b>				
	Perte de revenu des vendeurs et perte d'accès aux denrées pour les clients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formaliser et bonifier les activités du Comité de Liaison pour tenir informés les usagers du marché public, et des abattoirs des travaux prévus, des mesures d'atténuation et de compensation proposées.</li> <li>Formaliser et encadrer la solution d'utilisation des voies publiques autour du marché pour le maintien des activités de vente de denrées.</li> </ul>	Bailleur de fonds, municipalité et UTE	Pour mémoire	Coûts inclus dans les budgets d'opération

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Perte de revenu des vendeurs et perte d'accès aux denrées pour les clients (suite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir un phasage des travaux progressif limitant les zones inaccessibles aux activités de marché et des abattoirs.</li> <li>• Prévoir des horaires de livraison des matériaux qui n'entrent pas en conflit avec les horaires de livraison des marchandises destinées au marché public et aux abattoirs.</li> <li>• Prévoir des chemins de détours ou temporaires permettant l'accès aux sites temporaires de ventes pendant les travaux, et assurer leur entretien.</li> <li>• Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
	Perte d'un terrain de football	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaliser et bonifier les activités du Comité de Liaison pour tenir informés les usagers du marché public, et des abattoirs des travaux prévus, des mesures d'atténuation et de compensation proposées.</li> </ul>	Bailleur de fonds, municipalité et UTE	Pour mémoire	Coûts inclus dans les budgets d'opération
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convenir d'un phasage des travaux sur le terrain de football et d'une cédule adaptée de la saison de football pour limiter l'interruption de jeu.</li> <li>• Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Relocalisation des occupants du terrain entre le marché et le secteur des abattoirs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tenir un atelier spécifique sur les aménagements requis et souhaitables dans le secteur entre le marché public et les abattoirs, où des travaux seraient prévus selon l'option alternative du 18 juillet 2017.</li> <li>Mener une enquête sur le profil socio-économique de la population trouvée dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs, où des travaux seraient prévus selon l'option alternative du 18 juillet 2017.</li> <li>Élargir les activités du Comité de Liaison aux parties prenantes et PAP trouvée dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs pour bien arrimer les interventions aux besoins et vulnérabilités de ces intervenants.</li> </ul>	Bailleur de fonds, municipalité et UTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 à 10k\$</li> <li>5 à 10k\$</li> <li>Budgets opération</li> </ul>	Seule une esquisse préliminaire présentée le 18 juillet 2017
	<b>Conditions sanitaires</b>				
	Dégradations des conditions par la présence des ouvriers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des équipements et des services temporaires de gestion et d'élimination des déchets destinés à la population ouvrière ainsi qu'aux usagers et résidents de la zone d'étude.</li> <li>Prévoir des équipements et des services temporaires d'accès à l'eau potable et aux toilettes destinés à la population ouvrière ainsi qu'aux usagers et résidents de la zone d'étude.</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict du comportement de ces ouvriers et de signaler aux autorités compétentes toute situation pouvant affecter négativement les conditions sanitaires dans les zones de travaux.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
	Dégradations des conditions en période d'inondation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir un plan de communication pour aviser les usagers, les résidents et les ouvriers des inondations imminentes pour permettre une évacuation sécuritaire des personnes et denrées, et de fait limiter les effets sanitaires indésirables (retrait des marchandises, des latrines temporaires, etc.).</li> </ul>	Autorités locales	Pour mémoire	Coûts inclus dans les budgets d'opération

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Dégradations des conditions en période d'inondation (suite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exiger des entreprises concernées par les travaux le nettoyage du chantier après un épisode d'inondation ou de désastre naturel pour limiter les effets sanitaires indésirables (présence de déchets, accumulation d'eau stagnante, etc.).</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict du comportement de ces ouvriers et de signaler aux autorités compétentes toute situation pouvant affecter négativement les conditions sanitaires dans les zones de travaux.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
	Cohabitation d'étals de viandes et d'autres d'étals	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planifier l'utilisation des lieux temporaires de tenue du marché pour assurer une ségrégation minimale des denrées incompatibles (viandes/animaux vs fruits/légumes).</li> </ul>	Autorités locales	Pour mémoire	Coûts inclus dans les budgets d'opération
	<b>Nuisances</b>				
	Augmentation des niveaux de bruit et de poussière	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éviter la réalisation de livraison de matériaux et des travaux bruyants pendant les heures de repos.</li> <li>Maintenir les camions de livraison de matériaux couverts pour limiter la dispersion de poussière.</li> <li>Maintenir les véhicules et engins de chantier en bon état de fonctionnement pour minimiser les émissions de bruit.</li> <li>Minimiser la dispersion de la poussière durant la construction par l'utilisation des moyens appropriés (ex. arrosage des voies d'accès, des zones des travaux et des emplacements de matériaux).</li> <li>Interdire le brûlage de débris de construction sur les aires de travail.</li> <li>Fournir des équipements de protection aux travailleurs exposés aux bruits et aux poussières.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Augmentation des niveaux de bruit et de poussière (suite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibiliser les conducteurs à l'usage minimal des klaxons pour limiter le niveau sonore.</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations ou présenter une dégradation des niveaux de bruit, d'odeur ou de poussière.</li> </ul>	Entreprises de construction (suite)	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
	<b>Sécurité et trafic routier</b>				
	Risques à l'intégrité physique des usagers ou ouvriers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir une signalisation adéquate des dangers et une délimitation sécuritaire des zones excavées.</li> <li>Planifier les livraisons de matériaux lors de périodes de moindre achalandage des secteurs d'intervention.</li> <li>Assurer la gestion sécuritaire des déplacements autour et sur le site à l'aide de signaleurs.</li> <li>Procurer aux ouvriers des dispositifs de protection individuelles (bottes, casque, gants).</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences toute situation pouvant constituer un risque d'accident ou de blessure.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs



Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Accroissement des risques de vol dans les sites temporaires du marché public	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser des patrouilles policières à intervalles réguliers dans les sites temporaires du marché public</li> </ul>	Autorités locales	Pour mémoire	Coûts inclus dans les budgets d'opération
	<b>Emploi/Tourisme/Culture</b>				
	Perte d'emploi par une occupation importante de l'espace public par les entrepreneurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir un phasage des travaux progressif limitant les zones inaccessibles aux activités de marché et des abattoirs.</li> <li>Prévoir des horaires de livraison des matériaux qui n'entrent pas en conflit avec les horaires de livraison des marchandises destinées au marché public et aux abattoirs.</li> <li>Prévoir des chemins de détours ou temporaires permettant l'accès aux sites temporaires de ventes pendant les travaux, et assurer leur entretien.</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs -Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs -contrôleurs
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mener une enquête sur le profil socio-économique de la population trouvée dans le secteur situé entre le marché public et les abattoirs, où des travaux seraient prévus selon l'option alternative du 18 juillet 2017.</li> </ul>	Bailleur de fonds, municipalité et UTE	5 à 10k\$ (déjà prévu plus haut)	Seule une esquisse préliminaire présentée le 18 juillet 2017

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Travaux de construction et/ou d'amélioration de bâtiments (suite)	Difficulté d'accès au site de la croix	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir un phasage des travaux progressif maintenant l'accès au site de la croix.</li> <li>Prévoir des chemins de détours ou temporaires pour accéder au site de la croix.</li> <li>Assurer une surveillance et une supervision continue des interactions entre les activités de construction et celles du marché, des abattoirs et du terrain de football pour résoudre rapidement tout conflit pouvant porter préjudices aux populations vulnérables.</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> </ul>	Entreprises de construction	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations des entreprises
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Superviseurs - Contrôleurs de travaux	Pour mémoire	Coûts inclus dans les prestations superviseurs - contrôleurs
Exploitation des nouveaux aménagements	<b>Air</b>				
	Émission de polluants atmosphériques pendant l'opération du marché	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des horaires de livraisons en alternance pour éviter plusieurs émissions au même moment.</li> <li>Promouvoir l'entretien des véhicules servant aux livraisons.</li> <li>Éviter la marche à l'arrêt des véhicules lors des chargements/déchargements.</li> </ul>	Autorités locales	0.25 employé/an (250\$/an)	Coûts à prévoir dans les budgets d'opération
	<b>Eaux de surface</b>				
	Dégradation de la qualité des eaux de surface par manque d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en oeuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux dans les aires publiques pouvant atteindre la ravine, et pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines).</li> </ul>	Autorités locales	1 employé/an (1 000\$/an)	Coûts à prévoir dans les budgets d'opération

Activité du projet	Effets environnementaux ou sociaux	Mesures d'atténuation	Responsabilités institutionnelles	Coûts Estimatifs (\$US)	Commentaires
Exploitation des nouveaux aménagements (suite)	<b>Conditions sanitaires</b>				
	Arrêt de services sanitaires ou mauvais entretien (déchets, eau potable, latrines)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir des programmes d'entretien rigoureux pour la gestion des déchets et l'entretien des équipements sanitaires.</li> </ul>	Autorités locales	1 employé/an (1 000\$/an)	Coûts à prévoir dans les budgets d'opération
	Désastres naturels majeurs (ouragans, séismes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir un plan de communication pour aviser les usagers et les résidents des inondations et ouragans imminents pour permettre une évacuation sécuritaire des personnes et denrées, et de fait limiter les effets sanitaires indésirables (retrait des marchandises, des latrines temporaires, etc.).</li> </ul>	Autorités nationales, régionales et locales	15k\$ à 25K\$	Coûts à prévoir dans les budgets d'opération
	<b>Nuisances</b>				
	Augmentation à long terme des niveaux sonores et de poussière	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des horaires de livraison de marchandises hors des heures de repos.</li> <li>Planifier des mesures de réduction de vitesse des véhicules pour limiter le soulèvement de poussière (ex. dos d'ânes).</li> <li>Sensibiliser les conducteurs à l'usage minimal des klaxons et au bon entretien des véhicules pour minimiser les émissions de bruit.</li> </ul>	Autorités locales	0.25 employé/an (250\$/an)	Coûts à prévoir dans les budgets d'opération
<b>Total coûts non récurrents PGE pour atténuer les effets négatifs :</b>				<b>100 à 170k\$</b>	
<b>Total coûts annuels PGE pour atténuer les effets négatifs :</b>				<b>2.5k\$/an</b>	

Tableau 8 : Programme de Suivi Environnemental et Social (PSES) pour les effets négatifs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
<b>Suivi en phase construction</b>						
Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenir les véhicules de transport et les engins de chantier en bon état de fonctionnement pour minimiser les émissions gazeuses.</li> <li>Interdiction de brûlage des déchets sur les sites de construction.</li> <li>Prévoir des horaires de livraisons en alternance pour éviter plusieurs émissions au même moment.</li> <li>Éviter la marche à l'arrêt des véhicules lors des chargements/déchargements.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts inclus dans les prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités compétences tout incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque pour la qualité de l'air ambiant.</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer la qualité de l'air ambiant lors de travaux de construction.</li> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts inclus dans les prestations superviseurs-contrôleurs
Écoulement eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour limiter les effets sur les écoulements de l'eau, les travaux devront être réalisés en saison sèche. Ceci implique une planification rigoureuse des travaux afin d'éviter tout retard et étirement des travaux au-delà de la saison sèche.</li> <li>Les déchets liquides et solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers devront être gérés adéquatement.</li> </ul>	Document de planification des travaux  Inspections ponctuelles	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts inclus dans les prestations superviseurs-contrôleurs
Source d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campagne d'information à réaliser afin d'informer les populations des modalités prévues pour l'approvisionnement en eau du chantier. Au besoin, prévoir des mesures d'accompagnement adéquates pour l'approvisionnement en eau des populations.</li> </ul>	Matériel d'information et Date de la campagne	Localités concernées	Continu  1 fois/mois	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Qualité eau de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approvisionnements/entretiens véhicules/équipements de chantier se feront de façon à éviter les pertes dans les eaux de surface.</li> <li>• Gérer adéquatement les déchets liquides/solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers.</li> <li>• Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux.</li> <li>• Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> <li>• Toutes autres mesures standards généralement utilisés pour assurer l'écoulement et la qualité des eaux de surface lors de travaux de construction.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts inclus dans les prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux de surface.</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagne d'information à réaliser afin d'informer les populations des modalités prévues pour l'approvisionnement en eau du chantier. Au besoin, prévoir des mesures d'accompagnement adéquates pour l'approvisionnement en eau des populations.</li> </ul>	Matériel d'information  Date de la campagne	Localités concernées	Continu  1 fois/mois	Superviseur/ Contrôleur	Coûts inclus dans les prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des eaux.</li> <li>• Autres mesures utilisés pour assurer la bonne gestion et la qualité des eaux souterraines lors de travaux de construction.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu  1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Topographie sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser les travaux en saison sèche. Ceci implique une planification rigoureuse des travaux afin d'éviter tout retard et étirement des travaux au-delà de la saison sèche.</li> </ul>	Document de planification des travaux	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lorsque possible, le sol organique en surface sera réservé, mis en tas et ré-étalé à la fin des travaux.</li> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des sols.</li> <li>Contrôles périodiques ponctuels afin de vérifier la bonne application des mesures préventives/atténuation par entreprises.</li> <li>Autres mesures utilisés pour assurer la bonne gestion des sols.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
Contamination des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Approvisionnements/entretiens véhicules/équipements de chantier se feront de façon à éviter les pertes sur le sol.</li> <li>Gérer adéquatement les déchets liquides/solides générés par les travaux ainsi que par les ouvriers.</li> <li>Contrôles périodiques ponctuels afin de vérifier la bonne application des mesures préventives/atténuation par entreprises.</li> <li>Autres mesures utilisés pour assurer la bonne la qualité des sols lors de travaux de construction.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer un suivi strict de ces différents éléments et signaler aux autorités tout accident/incident qui pourrait survenir au cours des opérations et présenter un risque de contamination des sols.</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
Faune/Flore	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantations en bosquets pour créer un effet de tampon entre la tumulte urbaine et la faune pouvant trouver refuge dans la végétation.</li> <li>Prévoir une zone « naturalisée » dans le secteur du marché de gros pour augmenter le couvert arboricole favorable à la faune dans zone.</li> </ul>	Document de planification des travaux	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations contrôleurs



	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Populations vulnérables (usagers marché)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formaliser et bonifier les activités du Comité de Liaison pour tenir informés les usagers du marché public, et des abattoirs des travaux prévus, des mesures d'atténuation et de compensation proposées.</li> <li>Formaliser et encadrer la solution d'utilisation des voies publiques autour du marché pour le maintien des activités de vente de denrées.</li> <li>Prévoir un phasage des travaux progressif limitant les zones inaccessibles aux activités de marché et des abattoirs.</li> </ul>	Document de planification des travaux	Sites de travaux et quartiers voisins	Continu 1 fois/mois	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des horaires de livraison des matériaux qui n'entrent pas en conflit avec les horaires de livraison des marchandises destinées au marché public et aux abattoirs.</li> <li>Prévoir des chemins de détours ou temporaires permettant l'accès aux sites temporaires de ventes pendant les travaux, et assurer leur entretien.</li> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
Pop. Vuln. (terrain sportif /abattoirs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formaliser et bonifier les activités du Comité de Liaison pour tenir informés les usagers du terrain sportif et des abattoirs des travaux prévus, des mesures d'atténuation et de compensation proposées.</li> <li>Convenir d'un phasage des travaux sur le terrain de football et d'une cédule adaptée de la saison de football pour limiter l'interruption de jeu.</li> </ul>	Document de planification des travaux	Sites de travaux et quartiers voisins	Continu 1 fois/mois	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Conditions sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des équipements et des services temporaires de gestion et d'élimination des déchets destinés à la population ouvrière ainsi qu'aux usagers et résidents de la zone d'étude.</li> <li>Prévoir des équipements et des services temporaires d'accès à l'eau potable et aux toilettes destinés à la population ouvrière ainsi qu'aux usagers et résidents de la zone d'étude.</li> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> <li>Exiger des entreprises concernées par les travaux le nettoyage du chantier après un épisode d'inondation ou de désastre naturel pour limiter les effets sanitaires indésirables (présence de déchets, accumulation d'eau stagnante, etc.).</li> <li>Planifier l'utilisation des lieux temporaires de tenue du marché pour assurer une ségrégation minimale des denrées incompatibles (viandes/animaux vs fruits/légumes).</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict du comportement de ces ouvriers et de signaler aux autorités compétentes toute situation pouvant affecter négativement les conditions sanitaires dans les zones de travaux</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Nuisances	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter la réalisation de livraison de matériaux et des travaux bruyants pendant les heures de repos.</li> <li>• Maintenir les camions de livraison de matériaux couverts pour limiter la dispersion de poussière.</li> <li>• Maintenir les véhicules et engins de chantier en bon état de fonctionnement pour minimiser les émissions de bruit.</li> <li>• Minimiser la dispersion de la poussière durant la construction par l'utilisation des moyens appropriés (ex. arrosage des voies d'accès, des zones des travaux et des emplacements de matériaux).</li> <li>• Interdire le brûlage de débris de construction sur les aires de travail.</li> <li>• Fournir des équipements de protection aux travailleurs exposés aux bruits et aux poussières.</li> <li>• Sensibiliser les conducteurs à l'usage minimal des klaxons pour limiter le niveau sonore.</li> <li>• Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences tout accident ou incident qui pourrait survenir au cours des opérations ou présenter une dégradation des niveaux de bruit, d'odeur ou de poussière.</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Sécurité et trafic routier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir une signalisation adéquate des dangers et une délimitation sécuritaire des zones excavées.</li> <li>Planifier les livraisons de matériaux lors de périodes de moindre achalandage des secteurs d'intervention.</li> <li>Assurer la gestion sécuritaire des déplacements autour et sur le site à l'aide de signaleurs.</li> <li>Procurer aux ouvriers des dispositifs de protection individuelles (bottes, casque, gants).</li> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques ponctuels permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises.</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de ces différents éléments et de signaler aux autorités compétences toute situation pouvant constituer un risque d'accident ou de blessure.</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser des patrouilles policières à intervalles réguliers dans les sites temporaires du marché public</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu 1 fois/jour	Autorités locales	Coûts inclus dans budgets d'opération
Emploi/Tourisme/Culture	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir un phasage des travaux progressif limitant les zones inaccessibles aux activités du marché, des abattoirs et de la croix.</li> <li>Prévoir des horaires de livraison des matériaux qui n'entrent pas en conflit avec les horaires de livraison des marchandises destinées au marché public et aux abattoirs.</li> <li>Prévoir des chemins de détours ou temporaires permettant l'accès aux sites temporaires de ventes et au site de la croix pendant les travaux, et assurer leur entretien.</li> <li>Les contrôleurs des travaux devront effectuer des contrôles périodiques permettant de vérifier la bonne application des mesures préventives et d'atténuation par les entreprises</li> </ul>	Nombre de contrôles périodiques	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs

	Mesures d'atténuation / bonification	Paramètres de suivi	Lieu	Fréquence du suivi	Responsabilités	Coûts
Emploi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les entreprises concernées par les travaux seront responsables d'effectuer un suivi strict de mesures d'atténuation à respecter et de signaler aux autorités compétentes toute situation conflictuelle.</li> </ul>	Nbr accident incident signalé	Sites de travaux	Continu 1 fois/sem.	Superviseur/ Contrôleur	Coûts dans prestations superviseurs-contrôleurs
<b>Suivi en phase d'exploitation</b>						
Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des horaires de livraisons en alternance pour éviter plusieurs émissions au même moment.</li> <li>Promouvoir l'entretien des véhicules servant aux livraisons.</li> <li>Éviter la marche à l'arrêt des véhicules lors des chargements/déchargements.</li> <li>Planifier des mesures de réduction de vitesse des véhicules pour limiter le soulèvement de poussière (ex. dos d'ânes).</li> </ul>	Odeurs et poussières	Sites du marché	Continu 1 fois/sem.	Autorité locales	Coûts inclus dans les budgets d'opération
Eau de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un programme rigoureux d'entretien des nouveaux lieux devra être mis en oeuvre par la municipalité et l'administration du marché pour éviter l'accumulation de matériaux dans les aires publiques pouvant atteindre la ravine, et pour assurer le bon fonctionnement de certains équipements (ex. latrines).</li> </ul>	Propreté des lieux publics	Sites du marché et du terrain sportif	Continu 1 fois/jour	Autorité locales	Coûts inclus dans les budgets d'opération
Conditions sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir des programmes d'entretien rigoureux pour la gestion des déchets et l'entretien des équipements sanitaires</li> </ul>	Équipements fonctionnels	Sites du marché et du terrain sportif	Continu 1 fois/jour	Autorité locales	Coûts inclus dans les budgets d'opération
Nuisances	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir des horaires de livraison de marchandises hors des heures de repos.</li> <li>Sensibiliser les conducteurs à l'usage minimal des klaxons et au bon entretien des véhicules pour minimiser les émissions de bruit.</li> </ul>	Niveaux sonores	Sites du marché	Continu 1 fois/sem.	Autorité locales	Coûts inclus dans les budgets d'opération

## 5.4 BILAN DES COÛTS DU PGES ET DU PSES

---

Il est à noter que la majorité des mesures d'atténuation seront à la charge des consultants en construction et des missions de surveillance.

Ainsi, le coût total de la mise en oeuvre du PGES et du PSES à assumer les autorités publiques et leurs partenaires est estimé à une valeur oscillant entre 100 000 \$US et 170 000 \$US en phase de construction, et à un coût estimé de 2 500 \$US par an lors de l'exploitation.

Les sommes en phase de construction devraient surtout être supportées par l'UTE et ses partenaires financiers pour la réalisation de concepts finaux des aménagements envisagés, pour l'élaboration d'un programme régional d'alarme précoce en cas de désastre naturel, et pour la réalisation d'études complémentaires pour préciser les enjeux de la proposition alternative déposée le 18 juillet 2017.

Les sommes identifiées en phase d'exploitation seraient surtout à la charge des autorités locales pour assurer l'entretien et le bon fonctionnement de nouvelles installations.



## 6.0 CONSULTATIONS DE PARTIES PRENANTES

La consultation publique formelle est prévue à une date ultérieure pour la présentation du projet, de ses effets et des mesures d'atténuation et de compensation proposées. Cette section sera complétée lors de la publication du rapport final.

Cependant, la première étape de consultation dans la zone d'étude donne une meilleure compréhension des besoins, défis et attentes des parties prenantes et des PAP, et certains constats se dégageant de cet exercice d'engagement sont présentés ci-dessous.

### 6.1 CONSTATS

#### 6.1.1 Constat général

Lors du processus d'engagement des parties prenantes et des PAP, il a été constaté que de la communauté de Limonade à son sens large nécessite une meilleure compréhension du projet. Ainsi, l'architecte (WE Architects), l'administration municipale et le BID doivent travailler en étroite collaboration afin que les besoins et préoccupations des groupes et populations soient pris en considération.

Un manque de dialogue constructif a été observé entre la nouvelle administration municipale et la société civile de Limonade dans son ensemble (équipes de football, groupes de jeunes, compagnies culturelles et artistiques, églises et groupes Voudou, ONG), et entre différents élus locaux (CASEC des trois sections communales, et ASEC associées). Pour assurer la réussite d'un projet ayant un fort potentiel de retombées bénéfiques pour l'ensemble de la communauté, une approche communicationnelle forte est recommandée.

#### 6.1.2 Secteur du marché

Un enjeu important à considérer pour la poursuite du projet est l'engagement de la municipalité dans le projet et l'opération subséquente du marché. Les thèmes suivants ont été souvent abordés :

- La nouvelle administration municipale démontre un engagement à améliorer la propreté des voies publiques, ce qui est bienvenu;
- L'administration perçoit trop de taxes pour l'usage du marché pour les services offerts actuellement;
- Plusieurs seraient prêts à payer plus de taxes si des services additionnels sont offerts et la sécurité améliorée;
- Un contrat formel d'utilisation est souhaité détaillant : surface (m<sup>2</sup>) alouée par vendeur, valeur de la location et des taxes payable par jour, semaine ou mois.

Aussi, plusieurs perçoivent ce projet comme une opportunité et souhaitent les améliorations suivantes :

- collecte régulière des ordures;
- meilleure sécurité à l'intérieur et au pourtour du marché;
- accès à l'eau potable et aux toilettes;
- plus de capacité d'entreposage;
- nettoyage régulier du marché;
- ségrégation des marchnades en zones distinctes (viandes, fruits/légumes, animaux vivants, marchandises non-périssables, etc.);
- meilleure ventilation et meilleur écalirage;

Enfin, tous veulent que le projet mette fin à la vulnérabilité du marché aux inondations.

### 6.1.3 Secteur du terrain de football

Il sera vital de clarifier l'enjeu de la propriété du terrain de football, où deux prétentions s'affrontent. Depuis le début du projet, il est avancé que le terrain est de propriété municipale. Or, lors de l'atelier du 7 juillet 2017, il a été affirmé que la communauté des joueurs de football considère ce terrain comme leur propriété en raison d'un don qui aurait été fait de ce terrain aux jeunes et aux joueurs de football par monsieur Noriac Saint-Preux en 1968. L'apparente opposition actuelle ne vise pas le redéveloppement urbain souhaité pour Limonade, mais l'absence d'une solution pour relocaliser les activités de football dans les options considérées à ce jour, sachant que le football est la principale activité sportive pratiquée à Limonade. L'établissement d'un groupe de liaison pour développer un consensus est un bon point de départ et qui semble déjà donner des fruits (option alternative du 18 juillet 2017). Il devra être supporté et enrichi pour assurer le succès du projet.

### 6.1.4 Secteur des abattoirs

Plusieurs personnes ont soulevé des inquiétudes quant aux conséquences sanitaires possibles de la cohabitation de viandes et d'animaux vivants avec les autres marchandises périssables (fuits et légumes). De plus, tous s'accordent à ne pas vouloir revivre un tel projet dans 5 ou 10 ans en raison d'une sous capacité du marché à faire face à la croissance. C'est de ces besoins qu'est issue en grande partie l'option alternative qui déplacerait les activités afférentes aux produits de viande dans le secteur des abattoirs et les activités de marché de gros au Sud de la ville. En effet, le terrain entre le marché et les abattoirs est réputé être de propriété municipale ou nationale et pourrait se prêter à cette option. Toutefois, une communauté non planifiée s'y est installée au fil des ans et compte près de 63 constructions de tailles et de matériaux divers. Des enjeux de relocalisation seraient alors à être gérés. De plus, aucune information sur les effets des activités passées d'abattage sur la qualité des sols et des eaux souterraines n'est disponible. Ici aussi, des enjeux environnementaux additionnels pourraient devoir être gérés.

### 6.1.5 Volonté participative

Suite aux deux ateliers, recommandation a été faite de constituer un Comité de Liaison pour faciliter les échanges et le dialogue entre les parties prenantes. L'implantation d'un tel projet avec un minimum d'effets négatifs (telle la relocalisation) demande la recherche de consensus entre les parties.

Comme les vendeurs du marché n'ont pas s'association représentative, le Comité de Liaison devrait comprendre des leurs représentants ainsi que des représentants de la société civile et de l'administration municipale. Cette volonté existe et a été constatée lors des ateliers, mais le Comité de Liaison devra être supporté et enrichi pour assurer le succès du projet.

## **ANNEXES**

## ANNEXE 1

### Auteurs du rapport

HERRON Hope, Responsable de mission, Responsable du volet risques naturels, Consultant TETRA TECH Inc.

DORAIS Martin, Chef de projet, Responsable du volet environnement, Consultant TETRA TECH Inc.

CARPENTIER Pierre-Antoine, Environnementaliste, Consultant TETRA TECH Inc.

MATHURIN Jean Palème, Responsable du volet social, Consultant TETRA TECH Inc.

GRACIA Marco, Spécialiste social, Consultant TETRA TECH Inc.

COUTIN Fred Alix, Environnementaliste, Consultant TETRA TECH Inc.

## **ANNEXE 2**

### **Rapport intérimaire de consultation des parties prenantes**

# Stakeholder Consultation Interim Report

---

**To:** Patricio Zambrano-Barragan, Soraya Senosier, Melissa Barandiarán | Inter-American Development Bank (IDB)

---

**Cc:** Tetra Tech Project Team

---

**From:** Hope Herron | Tetra Tech

---

**Date:** July 19, 2017

---

**Project:** *Énvironnemental and social analysis of solid waste drop-off sites and access roads options to CGIDS*

---

## 1.0 INTRODUCTION

This study aims at analyzing the social impacts of two urban renovation projects in Limonade, a municipality located in the Haiti's Northern Corridor. The goal of the first part of the project is to rebuild the municipal market so it can satisfy the needs of the daily and weekly users, including the close residents. The second part of the project aims at creating a municipal center that can offer the residents the social and cultural services they needed. At this point in the project, the market is planned to be rebuilt at its present location, and the adjacent soccer field to the East is considered to create the municipal center. These urban renovation initiatives are driven by the Government of Haiti, and the IDB commitments to support the development of the Northern Corridor. Both projects are at their design stage. They are all Category B projects and should comply with the IDB's Operational Policies, respectively OP-710 (on resettlement) and OP-703, Directive 6 (on outreach and information to the affected and interested parties at all stages of the project). Such project category requires also a defined mechanism of supervision. This preliminary report put the emphasis on the social impacts analysis (SIA) of these projects. The following paragraphs content: 2) a brief view on Limonade; 3) the Methodology of the SIA; 4) the field work realized; 5) the preliminary results; 6) initial conclusion and remarks; and 7) the appendixes.

## 2.0 BRIEF VIEW ON THE LIMONADE MUNICIPALITY

Limonade is a key municipality of the Haiti's Northern Department. It is located at border of two geographic Departments: North and North-East. It has 3 Municipal Sections (Basse Plaine, Bois de Lance, and Roucou). In 2015<sup>1</sup>, its population was estimated at 55 145 inhabitants of which 51% are male, 49% female. More than 60% of them lived in rural areas. Amongst of the population, more than 48% is under 18 years old, and a majority (60%) of the total population is under 50 years old. A new Municipal Team (3 elected Mayors), and a General Manager are in office.

Being in the heart of the Northern Corridor, this municipality is experiencing some major social and environmental shifts, but without any defined land and urban management plan. Amongst recent shifts, some of the most noticeable are: the municipality hosts the new Campus of the State University of Haiti (Université Roi Henri Christophe) and its thousand students; thousands of workers of the Caracol Industrial Parc (PIC) are looking at

---

<sup>1</sup> IHSI, Population Totale par Sexe, Population de 18 ans et plus estimés en 2015 (p.35-36)



Limonade area for housing; a regional market attracts twice a week thousands of users; with increase of trade with the Dominican Republic, Limonade tends to become a critical nexus between Cap-Haitian and Ouanaminthe. Because of all these unplanned developments, the municipality is changing very fast. Visitors can observe the number of rooms being added on top of houses for lodging the newcomers. Rental prices are increasing significantly.

As for the market itself, its present design raises many issues for the daily and weekly users. During the weekly market, more than 3,000 users (vendors, sellers, buyers, transporters, other services and providers) are interacting directly on the market site and in the adjacent streets, which creates additional challenges for the municipal administration. In addition, the municipality is prone to regular flooding, including the market area, in part because of a very poor drainage system. Residents and other social groups are upset and frustrated of such a situation.

The Inter-ministerial Committee for Land Management (CIAT) is the Governmental Body in charge of urban improvement projects. The present project include: the reconstruction of the Limonade market, and the construction of a municipal multiservice center aiming at responding to the social and cultural needs of the residents of Limonade. WE Architects is in charge of the design; Tetra Tech leads the social and environmental analysis; Unité Technique d'Exécution (UTE) is the technical arm of the Government of Haiti which manages the contracts; and the Inter-American Development Bank is the Government of Haiti's (GoH) partner providing technical and financial supports to the project.

### 3.0 METHODOLOGY

To implement the Social Impact Analysis (SIA) component, a Tetra Tech field team composed of a Senior Specialist and three (3) staffs members was mobilized. A work plan was developed by the team, and a common understanding was built on following topics:

- Completion of documentation review, including: legal and institutional framework applicable to the project; Communal development plan of Limonade; ongoing socio-economic dynamic of Limonade; reports on Limonade, etc.;
- Legal framework applicable to the project, including: Haiti Labor Code of 1969 and the Amended Constitution of 1987; Haiti international commitments to promote Labor Rights and a Safer natural Environment (ie United Nations Convention on Biodiversity; IDB's Operational Policies including: OP-703 and its B.2, and B.6 Directives triggered by the project, and OP-710 on Resettlement);
- Potential environmental and social impacts generated from the ongoing situation that prevails in absence of any urban and development planning;
- Design of a framework to capture the main and critical stakeholders to work with while engaging the SIA;
- Categorization, in a comprehensive way, of the various groups of potentially affected persons (PAP) either for the two parts of the project;
- Design of a Stakeholders Consultation Plan aiming at informing and giving access to information to the Stakeholders and PAP of this urban project accordingly to the OP-703, Directive #6;
- Design of the Survey Form A (accordingly to OP-710) which targets an acceptable sample of PAPs with two goals: a) establishing their socioeconomic baseline; and b) assessing the impact of the current market activities, and its reconstruction on their living conditions;
- Design of the Form B to guide the consultations and the focus group discussions with the other affected and/or interested parties;
- Coordination of the field work with WE Architects so that most of the social concerns raised could be taken into account in the design they are proposing;
- Implementation of the surveys, and the focus group consultations.

## 4.0 FIELD WORK DESCRIPTION

From July 3 to 8, four types of field activities were implemented by the Tetra Tech's team: a) contacting municipal and regional potential affected or interested parties; b) coordinating with WE Architects the organization of consultations and engagement outreach plan; c) surveying the Limonade market users and stakeholders; and d) implementing with WE Architects two workshop sessions (market users, and soccer field stakeholders).

### **a) Stakeholders outreach**

Common ground was found between Tetra Tech and WE Architects teams with regards to the various groups of stakeholders to contact. A list of potential affected and interested parties of the project was then established. Amongst others, phone calls and visits have been used reach elected officials of Limonade; representatives of market users associations; representatives of land owners and residents closed to the market area; representatives of youth groups (cultural, sports...); representatives of church associations and Vodou groups; representatives of transporter associations and groups; representatives of the civil society of Limonade, etc. Most of them were informed of the consultations that will take place around the Limonade community in terms of development projects.

### **b) Planning the Stakeholder's Workshops**

From the above list of stakeholders, WE Architect decided to organize three distinctive work sessions: one workshop with the market stakeholders, one workshop with the soccer field stakeholders, and one meeting with the elected officials and decision makers. WE Architect determined the number of participants for each sessions. The goal was to inform participants on the two components of the project while inviting them to participate at the workshops. The General Manager of the municipality of Limonade played a useful role in sharing the invitations and in linking the project team with the various local groups. Because of time and resources constraints, only a limited numbers of representative groups participated in the two workshops.

### **c) Surveying the potential affected parties of the Market project**

Tetra Tech field team surveyed the Limonade market during 5 consecutive days, including 2 weekly/regional market days, and 3 daily market days. Amongst the parties surveyed, were randomly covered:

- Market vendors
- Market sellers
- Buyers
- Holders formal or informal shops around the market
- Land owners around the market
- Residents living around the market area...

The final report will provide the number of surveys completed for each above group.

The Limonade market users do not have any formal or informal representative association. This complicates discussion with potentially affected and/or interested parties in a more constructive way. However, many vendors and sellers are involved in other associative groups having indirect interest in the Limonade market. For example, the members of Agricultural Producers Group, and the Commune of Limonade Women Association had members taking part at the workshop. In addition to the civil society of Limonade, such organizational structures can be of great help in the next steps of the project. Nonetheless, most of the parties have welcomed the outreaching effort allowing them be informed and to participate in the process leading to the final project.

## d) Implementing the two workshops with WE Architects

The two workshop sessions took place at the municipality of Limonade's Cultural Center (CLAC). On July 6th, the workshop involved users and stakeholders of the market and attracted close to 20 participants. The other workshop targeting the soccer field users was held on July 7th, and attracted close to 40 participants. In both sessions, the project was presented, some design options and alternatives were discussed. In the case of the market, consensus was easily reached on the most acceptable option to rebuild and to locate the market, and also on means to minimize resettlement risks during the construction phase. Further consensus will be needed for the final architectural design of the new market (one level, two levels, etc.). The soccer field workshop had mainly football player and civil society representatives. It was a difficult and tense session. No consensus was established between participants, municipal representatives, and the architectural firm for three main reasons: a) absence of trust from the football community in the municipal administration; b) absence of precise soccer field relocation plan; and c) it was the first time the football community heard about such a project.

## 5.0 PRELIMINARY RESULTS AND NEXT STEPS

This first round of consultations around the Limonade market project gives a better understanding of the needs, challenges, and expectations of most of the local affected parties, and interested parties. For each part of the project, the preliminary results are as follows.

### A) Results of consultations with stakeholders of Limonade market

- Amongst the **market users, 116 were surveyed**, of which **81% are females** and **93% live in Limonade**. The surveyed groups are:
  - Daily vendors/sellers (large majority)
  - Weekly vendors/sellers
  - Daily buyers for personal use
  - Regional buyers for personal use
  - Regional buyers for trading (Sara)
  - Close residents
- The **socioeconomic baseline data** is still being processed. Raw data outlines already a good picture of most users of the market. The final report will set a sound benchmark of the average social parameters. They can be used as improvement indicators to assess the performance of the project later on.
- The primary observations and consultations indicate that the current building of the market is not used for many reasons, and most of the users run their business daily and weekly outside of the building (in precarious conditions), but also in the shops/boutiques mainly in streets during weekly/regional market days. The majority of users hold a very small business, and a few users have a medium size business. Many users and residents of Limonade expressed the urgent need for a functional, efficient, and new market (including covered and uncovered buildings). In addition, this market is considered a risk area due to social misconducts associated with it, and to flooding events occurring each year. In this last case:
  - The larger majority of users have experienced:
    - **Flood events in the market 2-3 times per year**, and also other natural hazards (such as frequent winds, sometime hurricanes);
    - **Worse flood** events were registered in November 2016, and in April-May 2017;
    - **Temporary closure of the market**, for some hours to 2 days, **triggering loss of goods** (inventories) for most of the daily vendors/sellers. Estimated value of the loss: **less than**

**20k HTG for around 40% of them, and between 20k-50k HTG for some others.** These losses represent for many between 30%-50% of the net value of their business; and more than 50% of the business for 14% of them.

- The **loss of income is the primary and the most significant impact of any temporary closure of the Limonade Market.** It is to **most of the users the sole or the main source of income** for themselves and for their family.
- The **physical environment of most businesses in Limonade market is characterized by the following features:**
  - The **stall** is a part of the initial investment, and is a critical component for the vendors/sellers (it includes a portable table, and a wooden frame topped by a piece of plastic or other material to protect from the sun). The owner takes the stall home with the goods when the market day is over. Very few rent a stall.
  - Most of the **users operate in the market for more than 5 years;**
  - Most of the **goods sold** in the Limonade market are perishable (food, meat, fish, live animals...), and few are no-perishable (cosmetics, clothes and shoes, construction materials...);
  - Main **transportations used:** foot, animals, Taximoto, Taptap, trucks ;
  - The estimated **monthly income** is between **8k HTG – 80k HTG;**
  - The average **monthly gross profit is** almost equivalent to their estimated monthly income (but often not calculated);
  - The **average monthly tax paid to the municipality is between 80 – 250 HTG,** based on the size of the business. For the shops/boutiques, the tax is annually paid to the DGI;
  - Very **few businesses have some inventories, employees, and their owner have no additional source of income;**
  - Main **utilization of the income:** purchasing foods for the household, paying children education, paying loans and interest charges, saving, investing (increasing the business, buying live animals, adding rooms in the existing house, building new home...)
  - Any temporary closure has a negative impact on their daily life.
- For the **buyers of various types,** the Limonade market has a critical role:
  - Most of them **live in the Limonade municipality, Cap-Haitien, Quartier Morin...**;
  - A majority are **daily buyers, and/or 2 times per week users;**
  - The **flood events affect them directly** by making most of the goods unavailable, increasing price of goods, time to market and transportation costs;
  - Most of buyers wish a new market being built in the same location;
  - Buyers **specified their preferred features and set of services expected from the new market;**
  - Most consider the **streets to relocate providers as the preferred alternative during the construction,** but consider also that **formal and informal shops/ boutiques next to the current market may need some temporary resettlement and compensation;**
  - Some of them consider that the current slaughterhouse needs also some improvements or even a new location ...
- The **assessment of the quality of the relationship between the market users and the Limonade administration** reveals that:
  - The new municipal administration shows some interest to keep the streets cleaner;
  - The municipal administration is collecting much more taxes for the market, but without satisfying the users' needs (no additional service), affecting negatively the relationship for a majority of the users;

- **Service needed from the municipal market by most of the users:** an explicit contract that states clearly: surface (m<sup>2</sup>) dedicated per client, amount of fee and tax to be paid daily, weekly or monthly.
- **Improvements recommended:** regular garbage collection system; safety and security inside and outside of the market; toilets and bathroom; access to potable water; more storage capacity; regular cleaning and maintenance of the market; locate the goods per zone (meat, fruit/vegetable, live animals, non-perishable, etc.); more ventilation and light....
- **Most of them are willing to pay more** if additional services are provided and are accessible;

From the observations and the consultations, the majority of users are regularly (2-3 events/year) affected by flooding and other disruptive events at the market, making the building out of service for various reasons. The community at large expects many improvements for the market, and gave its expectation and appreciation. It seems clear that rebuilding the market in Limonade is a must. Most stakeholders consider this project as an opportunity, and are willing to facilitate such improvements at the lowest compensation costs for the project. The outcome of the workshop session with the vendors/sellers and the representatives of the civil society indicate the same needs. As the vendors and sellers do not have a representative association, setting up a **liaison group composed of designated leaders amongst them, some civil society group members, and municipal representatives** would allow continued work on the project.



View of the Workshop Session/ Vendors-Sellers

## b) Results of consultations with soccer field parties.

The workshop with soccer field stakeholders took place at the CLAC-Limonade, on July 7, 2017. The audience was made of 35 persons, mostly from the football community. The workshop started by a presentation of design options by WE Architect and the municipality of Limonade. The general design components include: water tower and water kiosk, micro-industrial park area, health clinic area, two multi-sport facilities, and locker room/bathroom. The total surface of the soccer field is less than 10,000 m<sup>2</sup>, but it is very well located on a non-flooded area at the Southeast corner of the municipality of Limonade.



As there was no room for another regular soccer field in the project design, and no talk between the municipality and the football community before the workshop, it made the ambiance very tense. Nonetheless, it brought to light a good information for the next steps.

The detailed sequence of events and main discussion items are as follows:

- One of the Mayors has made the opening remarks, then left;
- WE Architect presented the project design options, and the discussion started;
- The representatives of the football community required commitment to a new soccer field being constructed as a precondition before any further considerations on the project;
- The General Manager of the municipality explained that this was the first time the municipality was exposed to the design;
- The Social Specialists (from WE Architect and Tetra Tech) managed to calm the ambiance while insisting on the needs of the urban community and the usefulness of such initiatives;
- Considerations have been made to modify the orientation of the football playground so the site could meet both the needs of the urban and football communities;
- WE Architect made the point on small size of the site which makes it impossible to fit both activities;
- The football community expresses its absence of trust in the municipal authorities, and considers this project as a decision of the municipality to kill definitely the football practice in Limonade;
- At the end of the discussions, no consensus was found, as the goal of this project is not to build a new football stadium, and the alternative land mentioned by the municipality is a bit far, and no planning on a new soccer field on it has been made yet;

As both the football field and the municipal initiative (project designed by WE Architect) are important for Limonade, the audience recommended **to establish a committee made of representatives of the Limonade Football Ligue, the civil society, and other interested parties to frame a workable alternative solution with the municipality.**



Workshop Session/ Soccer Field and Parties



## 6.0 INITIAL CONCLUSION AND REMARKS FOR THE NEXT STEPS

The final report will provide a complete set of data on social impacts of the current market, and the ones associated with the proposed improvements. Despite the fact that most users are often negatively affected environmentally and financially during flood events, the market remains an essential tool to ensure revenue and well-being to a large number of stakeholders. The other social and cultural infrastructures under consideration in the project will allow the municipality to better address the demands from the expansion of the city. They have many anticipated positive impacts for Limonade. However, applied as it is now designed, this project may generate significant negative impacts and challenges in terms of social conflicts between the football community, the civil society, and the municipal administration. It is understood that both parts of the project are critical in light of the development trends into which Limonade is engaged. Therefore, addressing the social component of such project becomes a must.

During the consultative process, it was made clear that all parties (affected and interested) of the Limonade community (at large) need to better understand the project. Hence, the design firm (WE Architect), and the municipal administration should work closely so that the views of all the communities and parties can be taken into account.

A lack of comprehensive dialog exists between this active and new municipal team and the Limonade civil society at large (more than 27 football teams involved, youth and juvenile groups, cultural and artistic companies, church and Vodou groups, NGOs...), but also the other local elected officials (CASEC of the 3 Communal Sections, and Associated ASECs). Around such a project with high benefit for the larger community, a communicational approach is recommended.

**With respect to the soccer field**, it is important to understand that the property belongs to the football community as a collective heritage. It was given to the youth and football players by a private family (Noriac Saint-Preux) in 1968. Today's opposition of the proposed football field redevelopment is not against construction of sociocultural facilities for Limonade, but it stems from lack of trust in the municipal team in finding and constructing a new football field nearby. Giving the fact that the main sport practiced by the majority of people in Limonade is football (soccer), the football community claims that planning of a new football field should be part of the project. The Liaison Group established to build consensus amongst soccer field users and the municipality is a good start. It will need to be supported and reinforced in the course of the project.

**With respect to the municipal slaughterhouse**, many surveyed persons and affected parties mentioned this facility either as a safety/security issue, or an opportunity to expand the existing market. They consider the land between it and the market as being State owned, and that it could be used by for the project. However, a community has settled between the slaughterhouse and the market. As shown in the following picture, 63 constructions of various size and material were identified. As for sanitary risk, further considerations need to be made for such redevelopment of the slaughterhouse facility.



Zone Between the Market and the Slaughterhouse

### Willingness of the community to help minimizing the negative impacts

From the two workshop sessions, a recommendation from the audience is to set up a Liaison Committee in order to facilitate and maintain the dialog with stakeholders. To implement such project while minimizing the potential risks such as resettlement, one needs to find consensus amongst the parties. The willingness exists, but the liaison committees will necessitate some reinforcement to achieve their goals.

## 7.0 SCHEDULE

Revised project schedule is found below.

Activity	Target Date	Progress
Documentation Review	June 12-17, 2017	Completed
Préparation du protocole de consultation	June 19-27, 2017	Completed
Consultation des parties prenantes	June 29 to July 13, 2017	Completed
Rapport de consultation	July 19, 2017	Completed
Analysis of social effects	July 17-21, 2017	In progress
Preliminary analysis report	July 26, 2017	In progress
Final analysis report	August 31, 2017	To come

## COMPTE-RENDU DE LA SEANCE DU 6 JUILLET 2017

### Consultations des Parties prenantes / Marché de Limonade

Une réunion de consultation et d'engagement des Acteurs et opérateurs du marché de Limonade a été organisée le 6 Juillet 2017 par les firmes WE Architects et Tetra Tech à Limonade. Elle avait pour but d'instituer un dialogue avec les Acteurs et Opérateurs du marché communal et régional autour du projet d'amélioration dudit marché. En plus de la présence de la représentante régionale de la BID et celle des responsables de la Marie, un groupe de **19 personnes un a pris part**. Parmi ces personnes, il y avait : des marchands (es) de tous les jours ; ceux et celles le fréquentant uniquement aux jours de marché régional (mercredi et samedi), des boutiquiers, des Membres de la Société civile, et d'autres organisations locales. Cette note vise à rapporter la substance des échanges et les dispositions adoptées.

### Méthodologie

Elle se voulait participative. La rencontre a pris le soin d'inviter les gens du marché sans les autorités afin qu'ils puissent se sentir libre de partager leurs préoccupations relatives au marché et d'exprimer leurs attentes dans le cadre du projet d'amélioration envisagé. Elle s'est donc déroulée en deux temps découpés par une pause. D'abord, une présentation a été faite suivi de la mise en contexte du projet. Les images actuelles du marché, leurs effets sur la ville et le travail en cours des firmes de consultation sont présentés. Puis, de façon très animée la partie constituée des échanges – des questions – et des réponses a eu lieu. Enfin, les parties prenantes ont convenu d'instaurer un groupe de liaison avec pour finalité d'assurer le suivi avec les différentes parties impliquées au projet.

### Concernant la situation actuelle du marché

Les images présentées par WE Architects ont visé à sensibiliser les parties prenantes sur la réalité du marché et de ses effets sur la ville et sur son environnement. La firme a aussi rappelé la réaction hostile de certains résidents au moment de la prise des dites images, car elles sont dégradantes. De fait, elles exposent une réalité inacceptable à l'heure où Limonade tend à jouer un rôle de premier plan dans la hiérarchie urbaine régionale. En effet, elle abrite une Université en plein développement ; le marché régional ; un Transit important pour le Parc Industriel de Caracol (PIC) et une plateforme dynamique pour la logistique commerciale entre le Cap-Haïtien/ Ouanaminthe et Dajabon/République Dominicaine.

### Q1 : Pour quelles raisons le marché actuel n'est-il pas utilisé ?

- Mal construit et tenant pas compte des besoins des usagers
- Trop insalubre (les gens y déversent urines et matières fécales)
- Stands sont trop hauts et trop petits
- Pas de sécurité pour les opérateurs et leurs produits
- Pas de protection face à la pluie et aux inondations

- Des conditions infectes et malsaines (faites de boues d'inondations, des détritiques, des animaux morts, de mauvaises odeurs)

## **Q2 : Qu'en est-il de la logistique du transport et de son coût?**

Aux jours de marché régional, une grande partie de la ville au tour du marché est quasi impraticable. Le marché actuel n'a pas été prévu pour faciliter le chargement et le déchargement des produits et marchandises. Il en résulte que :

- Camions et camionnettes déposent les marchandises à un point quelconque de la ville ;
- Les motos et bouettes sont utilisées pour rapprocher les marchandises de leurs points de vente.

Il en résulte des coûts de transport de plus en plus élevés pour les opérateurs du marché.

## **Q3 : Quelle gestion faite actuellement des déchets du marché et quels en sont les conséquences ?**

- Des tonnes de déchets sont accumulés juste à côté des produits et marchandises ;
- Des tonnes sont aussi déversées dans la ravine (Zangi) et les canaux de drainage ;
- D'autres tonnes sont relâchées dans la ville...

Ce qui a pour conséquence :

- Un accroissement des risques de santé publique ;
- De pollution des nappes phréatiques ;
- Une augmentation des risques et de la fréquence des inondations...

## **Q4 : en cas d'inondation, quelles sont les affectations observées ?**

Les inondations font des dégâts régulièrement à Limonade. Notamment :

- Le marché est inondé plusieurs fois dans l'année ;
- Les habitats résidentiels, commerciaux et de loisirs sont aussi inondés ;
- Les canaux de drainage, trop petits, peu entretenus, la ravine Zangi et les rigoles déjà remplies d'immondices et de détritiques sont vite débordés....

Ce qui a pour conséquences :

- Des pertes importantes de marchandises ;
- Des pertes de biens immobiliers (bâtiments résidentiels et autres) ;
- Des arrêts d'activités temporaires et/ou définitives ;
- Des endettements entraînant un appauvrissement des personnes affectées.

## **Q5 : Concernant la fréquence des inondations**

A l'arrivée des pluies et des vents, les gens sont aux abois. La ville et le marché sont inondés entre 2 et 3 fois chaque année. Certaines inondations sont catastrophiques et meurtrières comme celles de Mai 2017 ou les effets de l'Ouragan Matthew en 2016.

D'où la demande des participants pour un réel plan de drainage, de gestion des infrastructures urbaines associées et de la promotion d'une culture de prévention.

## **Causes de non utilisation du marché diagnostiquées par WE**

- Des bâtiments inadaptés
- Des conditions environnementales malsaines
- Un transport mal organisé ;
- Des déchets non gérés remplissant canaux et ravines ;
- Des inondations à répétition...

## **Les participants ont ajouté :**

- La mauvaise méthode d'organisation du marché (pas de zone par groupe de produits)
- L'espace du marché trop petit pour desservir près de 3 000 usagers le mercredi ou le samedi ;
- Des problèmes sanitaires de l'abattoir non traités ;
- Pas d'espace pour les produits comme poisson et charbon ;

D'où la demande pour un marché standard, moderne et fonctionnel, capable de projeter une meilleure image de Limonade.

## **Options de localisation du marché présentées par WE et discussion sur le choix du site**

Trois (3) options de localisation ont été présentées

- Construire le nouveau marché sur le site du terrain de sport ;
- Réhabiliter le marché actuel pour les opérations quotidiennes et construire le marché régional sur le terrain de sport ou ailleurs ; et
- Reconstruire sur le même site.

Les discussions ont porté sur les avantages et les inconvénients de chaque option. Il en résulte deux avis : a) les marchands et opérateurs sont très favorables à l'option 3 ; et b) les représentants de la Société Civile ont priorisé la relocalisation du marché en dehors de la Ville. Au final, les choix ont convergé vers l'option 3 (reconstruire sur le site actuel).

Autres sites considérés par les participants :

- Terrain de sport
- Mouchinette
- Bois de Lance
- Déréal

- .....

### **En cas d'option 3, comment gérer le marché pendant la période de construction ?**

- Concernant la superficie de terrain requise :
  - Si le terrain actuel n'est pas suffisant, diverses possibilités sont envisagées :
    - Un marché avec 2 étages
    - Etendre l'espace du marché jusqu'à l'abattoir en récupérant les terrains squattérés entre les deux ;
- Durant la construction :
  - Faire fonctionner le marché un ensemble de 4 rues adjacentes ;
  - La Mairie doit être équipée de véhicules pour assurer le transport des déchets ;
  - Nettoyage régulier des rues, des égouts, canaux et ravines ;
  - Mettre en place un comité multipartite pour dialoguer avec les résidents des rues occupées par le marché ;
  - Mettre en place des toilettes mobiles payantes pour prévenir l'insalubrité et la détérioration du cadre de vie des résidents affectés....
- Justifications pour temporairement occuper les rues
  - Habitudes des marchands ;
  - Maintien de la proximité avec l'ancien marché
  - Une situation similaire s'était déjà produite lors de la construction de l'actuel marché...
- Ce qu'il résoudre comme problème avec l'option d'occupation des 4 rues :
  - Le trafic
  - Les déchets de marché
  - Les besoins de toilettes et de sanitaires
  - La capacité de la Municipalité
  - La gestion des réactions des résidents...

### **Caractéristiques du Nouveau Marché proposé par WE Architects**

- Capable d'être utilisé par tous les temps ;
- Lumineux à toutes les heures ;
- Aérée et ventilé
- Offrant les services requis (toilettes, nettoyage régulier, sécurité, soin d'urgence, connexion WIFI...)
- Propreté assurée en continue
- Sûreté et Surélévation pour réduire les risques d'inondation ;



## Engagement des participants et Organisation pour le suivi

Le marché n'a pas d'organisations regroupant les marchands et marchandes. Pour assurer la liaison et le suivi des travaux avec les firmes, la municipalité et les résidents, il est créé un Comité servant de structure de suivi et de liaison. Il est constitué de :

- Guerline Louis
- Tanise Pierre
- Rozane Joseph
- Carmelle Louis
- Léonna Samson
- Christianne Joseph
- Rosie Félix
- Laustère Saint-Hilaire
- Alphonse Philogène

Les participants et les animateurs de l'atelier se sont entendus pour faire un suivi régulier et un dialogue soutenu en faveur la réalisation efficace des démarches portant amélioration du marché de Limonade.

## Liste des participants à l'Atelier

#	Nom & Prénoms	Représentation	Téléphone
1	Herns Fénéus	CCL/ Société Civile	36645552/33543534
2	Elan Mompont	CCL	44288016
3	St-Hilaire Laustère	CCL	34493043
4	Louis Carmelle	Marchande/ AFLIDEPA	36268577
5	Samson Léanna	Marchande	47592771
6	Pierre Tanise	Marchande. Mutuelle	3711 7386
7	Davilma Philogène	Marchande/ MOFAPELI	46561475
8	Pierre Rozane	Marchande/ ROPL	36798799
9	Louis Guerline	Marchande	36735314
10	Mesrosiers Wylus	Marchand	36746957
11	Félix Rosie	Marchande	37332895
12	Joseph Christanne	Marchande	37474503
13	Maxi Georges Antoine	Boutiquier/Marchand	36091957
14	Elanor Onor	Boutiquier	37443792
15	Dieudonné Pierre	Boutiquer (tissus)	38936622
16	Philogène Alphonse	HERO DES JEUNES	37433726
17	Dieudonné Kidner	Sportif/ ASDL	47643354
18	Dieudonné Eliot	FECHL/ Agent Mobilisateur	
19	Mme Alexis Claudette	Marchande/ AFLIDEPA	
20	Louis Sergo	DG Mairie de Limonade	

# **COMPTE-RENDU DE L'ATELIER DE CONSULTATION DES PARTIES PRENANTES DU TERRAIN DE FOOTBALL DE LIMONADE DU 7 JUILLET 2017**

## **Atelier sur le terrain de Sport/ Limonade**

Dans le cadre des travaux portant amélioration et aménagement des infrastructures publiques de Limonade, un Atelier de validation des choix de site et de concepts d'aménagement a été organisé. Le but étant d'informer la communauté et les usagers du terrain de football sur les projets qui sont envisagés à son sujet. En particulier, la firme WE Architects a conçu un plan visant à transformer ce site en un parc multiservices et de loisirs. Il y a eu ainsi : une présentation des aménagements prévus ; des échanges/discussion entre les participants ; et une résolution adoptée. En plus des Autorités Municipales, plus de 35 personnes ont pris part audit Atelier (voir la liste en Annexe).

## **Mise en contexte**

La présentation a vite provoqué de fortes réactions de la part des participants. Notamment, un seul groupe de parties prenantes du terrain était invité avec la Société Civile. La très grande majorité était constituée de footballeurs, d'entraîneurs ou de dirigeants de clubs. Ces aménagements prévus dans le cadre de l'expansion de la Ville de Limonade n'ont pas envisagé la construction de stade ni de terrain de foot. La firme WE constate que l'espace du terrain de foot actuel soit le plus adapté pour accueillir le projet. Et, le présent Atelier vise à trouver l'entente requise entre la Municipalité, les parties prenantes, la société civile et les firmes impliquées.

## **Présentation**

Au cours de la présentation du projet, les informations essentielles le concernant ont été partagées avec les participants. Il s'agit d'un terrain de superficie d'environ 9800 m<sup>2</sup> (moins d'un hectare). Celui sera transformé pour abriter :

- Deux (2) petits terrains multisports ;
- Kiosque et citerne d'eau
- Infirmerie
- Micro-parc industriel
- .....

## **Positions de la majorité des participants**

Selon eux, le football est le principal sport pratiqué par la population. Les autres disciplines (multi sports) envisagées ne sont pas à présent prioritaires. Il y a environ 27 Clubs et groupes qui utilisent ce terrain, incluant les clubs de foot de Première Division du Cap-Haïtien et du Nord'Est qui y entraînent et jouent leur matchs de Coupe et de Championnat. Donc, ils sont très enchantés de participer à la réunion, car ils pensaient que:

- La réunion avait pour but de parler d'un projet destiné à refaire le terrain de football ;
- L'actuel terrain de foot fait partie du patrimoine urbain de Limonade ;
- La Mairie pourrait utiliser d'autres sites pour faire le projet d'infrastructures en question
- Dans le cas où le projet présenté devrait être réalisé sur ce site, il faudra :
  - Que la Mairie discute avec les parties prenantes footballistiques et trouver une entente ;
  - Que la Mairie trouve au préalable un autre terrain prêt (avec au moins (clôture et aire de jeu en place).

### Résolution adoptée

Après près de 4 heures de discussions et d'argumentations, les participants reconnaissent que Limonade a besoin des infrastructures proposées par le projet. Ils ne s'y opposent pas. Mais, sans un terrain le déplacement pour le foot, ils ne pourront abandonner le site actuel. D'autant que la Ligue de Football de Limonade met en œuvre un projet pour y relancer le football. Elle rassemble et représente la Communauté footballistique de la Ville et de la société Civile. Les participants ont adopté la résolution suivante :

1. **« Le Secrétariat Exécutif de la Ligue de Football de Limonade, assisté de quelques personnalités de la Société Civile et d'Anciens Cadres Footballeurs, est mandaté pour poursuivre le dialogue avec la Mairie et les firmes concernées dans le but de trouver une entente sur le terrain » ; et**
2. « une décision concertée devant permettre à Limonade d'avoir un terrain de foot répondant aux aspirations des participants et les infrastructures du présent projet doit être trouvée avant la réunion du 18 juillet ».

### Conclusion

L'atelier est clos sur ladite résolution. En fait, cet atelier a montré que la Municipalité doit intensifier le dialogue avec les parties prenantes locales pour prévenir de possibles conflits. La Communauté des footballeurs sont très sensibles sur tout ce qui touche au site actuel. D'autres communautés sont aussi concernées (associations de jeunes, groupes de missionnaires protestants et catholiques, associations de Vodouisants...). Il est souhaitable que la suite des consultations embrasse plus largement ces autres parties prenantes. Il demeure certain que ce site de moins de 10 000 m<sup>2</sup> ne peut abriter un terrain de football régulier et les autres activités prévues dans le projet. Il est donc recommandé à WE Architects et à la Municipalité de considérer la possibilité de trouver un espace approprié afin d'éviter tout conflit au sein de la Communauté de Limonade.

## Liste des Participants

#	Nom & Prénoms	Organisation	Téléphone
1	Augustin Joanème	Arbitre National	48340451
2	Paul Hermince	Arbitre National	37443924
3	Pierre Didier	Dirigeant de Club, ex-Joueur	36644784
4	Charles Alex	Ass. Jeunesse Sportive de Lim	46940230
5	Charles Gary	NACH	37403220
6	Pierre Olio	OPBD	36752045
7	Philogène Alphonse	HERO DES JEUNES	37433726
8	Lagredelle Hérold	Entraîneur de Football	37752925
9	Joseph Fred	Entraîneur	37045905
10	Joseph Lysius	Responsable du Terrain	
11	Germinal Patrick	Sec. Général de Kid’N Play	
12	Monvil Audin	GSB/ INTERVET	37212493
13	Jean Baptiste Wesley	Ex Joueur de JSL	47842521
14	Pierre Louis J. M. Junior	Entraîneur de Football	40346954
15	Lange Florcer	Dirigeant Club ASL-JSL	37752550
16	Monvil Merlet	Ancien Arbitre National	37472920
17	Louis Chrisma		38528498
18	Pierre Benson	Dirigeant et Délégué de Ligue	44242553/32602249
19	Pierre Jose	SG Ligue Football	44073738/37251709
20	Bright Mirtial	Pdt Com. des Epreuves Ligue	48017842/33946192
21	Jean Pierre Romel	Société Civile	38236567
22	Mompont Elan	Société Civile	38632039
23	Agénor Osseliteau	Mairie de Limonade	31017255
24	Augustin Rénel	ACL (Asso. Consom. Limonade)	36961167
25	Jean Baptiste Patrick	Resp. Arbitre Nord et Nord’Est	37455158
26	Ambroise Dieu Charite	Joueur et Entraîneur	31011954
27	Belhomme Ronald R Cruz	Ing. Télécom., Professeur	37887703
28	Pierre Maudeline	Tech. Agri, Solaire, Joueuse	44029923
29	Fénélus Rachelle	Tech. Agri. Ex Joueuse	41412266
30	Philippe Léandre	Dirigeant de Club/ Limonade	31156816
31	Gérome Romain	Resp. Equipement/ Mairie	38963173
32	Dieudonné Kidner	ASDL	47643354
33	Dieudonné Eliot	Agent Mobilisateur	36268659
34	Leroy Lovely	Comptable, ex-joueuse	37502822
35	Pierre-Charles Michel	Conseiller Sportif	37653221
36	Louis Sergo	Directeur Général de la Mairie	

## **ANNEXE 3**

### **Gabarit d'entrevue des parties potentiellement affectées par le projet (PAP)**

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti Date: _____ Surveyor _____  <i>Daily or Weekly Market (Circle)</i>	<b>FORM A</b> Page 1 of 4	Last Name of Person Interviewed: _____  Stall # or location _____  Owner/Operator or Tenant (Circle) – use info to complete 2a or 2b
---	---------------------------------	---

## **Form A: Market Owner-Operator or Rent-Tenant Survey**

**Instructions:** Refer to the project talking points to first describe the project and to request cooperation from the person. Interview person and complete each item on the form. Although the forms are to be completed in English, they are to be administered in Creole. **All stakeholder communication should be conducted in Creole** unless a different language (French, English) is identified by stakeholder.

### **I. BUSINESS PHYSICAL CHARACTERISTICS**

<b>1</b>	<b>Personal Information</b>	_____ Birth Year: _____ Gender: _____ Surname, First/given name  _____ Full Address _____ Owner email _____ _____ Mobile Phone Number primary
<b>2a</b>	<b>Complete this box for an owner/operator</b>	<b>Owner-Operator information</b> How much do you pay to operate your stall? Daily Market _____ Weekly Market _____  How often do you sell your goods in the market? (check boxes below) Daily Market <input type="checkbox"/> a. Every day <input type="checkbox"/> b. 2-3 days a week <input type="checkbox"/> c. 1-2 days a week <input type="checkbox"/> d. Never – I don't use daily market  Weekly Market (check all that apply) <input type="checkbox"/> a. Every Wednesday <input type="checkbox"/> b. Every Saturday <input type="checkbox"/> c. More than 4 days a month <input type="checkbox"/> d. Less than 4 days a month <input type="checkbox"/> e. Never – I don't use weekly market  Do you ever rent out your stall? Daily Market (y/n) _____ Weekly Market (y/n) _____ <b>If so</b> , for how much? Daily Market (y/n) _____ Weekly Market (y/n) _____ How often do you rent out your stall? Daily Market <input type="checkbox"/> b. 2-3 days a week <input type="checkbox"/> c. 1-2 days a week <input type="checkbox"/> d. Never  Weekly Market <input type="checkbox"/> a. Every Wednesday <input type="checkbox"/> b. Every Saturday <input type="checkbox"/> c. More than 4 days a month <input type="checkbox"/> d. Less than 4 days a month <input type="checkbox"/> e. Never
<b>2b</b>	<b>Complete this box for a rent-tenant</b>	<b>Rent-Tenant information</b> How much do you pay to rent this stall? Daily Market _____ Weekly Market _____  How often do you sell your goods in this stall? (check boxes below) Daily Market <input type="checkbox"/> a. Every day <input type="checkbox"/> b. 2-3 days a week <input type="checkbox"/> c. 1-2 days a week <input type="checkbox"/> d. Never – I don't use daily market  Weekly Market (check all that apply) <input type="checkbox"/> a. Every Wednesday <input type="checkbox"/> b. Every Saturday <input type="checkbox"/> c. More than 4 days a month <input type="checkbox"/> d. Less than 4 days a month <input type="checkbox"/> e. Never – I don't use weekly market
<b>3</b>	<b>How long has the person operated at this location?</b>	<input type="checkbox"/> a. Less than 6 months <input type="checkbox"/> b. Less than 1 year <input type="checkbox"/> c. 1-5 years <input type="checkbox"/> d. More than 5 years



<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 2 of 4	Last Name of Person Interviewed: _____ _____
---	---------------------------------	---

<b>4</b>	<b>Type of Goods Sold (please specify)</b>	<input type="checkbox"/> a. Food - Produce, specify: _____ <input type="checkbox"/> b. Food - Meats, specify: _____ <input type="checkbox"/> c. Food – Grains and Beans, specify: _____ <input type="checkbox"/> d. Services and Repair, specify: _____ <input type="checkbox"/> e. Crafts and Manufacture, specify: _____ <input type="checkbox"/> f. General Retail, specify: _____ <input type="checkbox"/> g. Other, specify: _____																																																										
<b>5</b>	<b>Amount of Gross Profit earned per month from the Business</b>	Amount of gross profit per month? _____ Haitian Gourd																																																										
<b>6</b>	<b>Amount of Taxes paid each month</b>	Amount of taxes paid per month? _____ Haitian Gourd																																																										
<b>7</b>	<b>What type of perishable inventory does the business have?</b>	<input type="checkbox"/> a. N/A  Specify types and approximate quantities of inventories? <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">a.</td> <td style="width: 20%;">Type</td> <td style="width: 20%;">Quantities</td> <td style="width: 20%;">Estimated Value</td> <td style="width: 35%;">Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> <tr> <td>b.</td> <td>Type</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> <tr> <td>c.</td> <td>Type</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> <tr> <td>d.</td> <td>Type</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> </table>							a.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)	b.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)	c.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)	d.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																
a.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																																								
b.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																																								
c.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																																								
d.	Type	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																																								
<b>8</b>	<b>What type of truck is needed to move the total inventory and other moveable items?</b>	<input type="checkbox"/> a. N/A <input type="checkbox"/> b. Small truck/van <input type="checkbox"/> c. 1 ton truck <input type="checkbox"/> d. 2 ton truck  If a truck is needed, estimate the number of truckloads required: _____																																																										
<b>9</b>	<b>Are there employees that work at the stall (besides the owner)?</b>	<input type="checkbox"/> a. Yes <input type="checkbox"/> b. No  If yes, please list: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 30%;">Name:</th> <th colspan="2" style="width: 10%;">Male or Female</th> <th colspan="5" style="width: 30%;">Age Range</th> <th rowspan="2" style="width: 25%;">Related to Owner (Yes/No)</th> </tr> <tr> <th style="width: 5%;">M</th> <th style="width: 5%;">F</th> <th style="width: 10%;">15-20</th> <th style="width: 10%;">21-30</th> <th style="width: 10%;">31-40</th> <th style="width: 10%;">41-50</th> <th style="width: 10%;">50+</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>							Name:	Male or Female		Age Range					Related to Owner (Yes/No)	M	F	15-20	21-30	31-40	41-50	50+																																				
Name:	Male or Female		Age Range					Related to Owner (Yes/No)																																																				
	M	F	15-20	21-30	31-40	41-50	50+																																																					
<b>II. FLOOD IMPACT INFORMATION</b>																																																												
<b>10</b>	<b>Impact to Business from flood</b>	Has the person ever experienced the following from a flood event: <input type="checkbox"/> a. Loss of business structure (e.g., stall) Specify most recent event: _____ Specify how often: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr. <input type="checkbox"/> b. Loss of goods Were they perishable or non-perishable items (circle) Specify most recent event: _____ Specify how often: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr. <input type="checkbox"/> c. Temporary closure/loss of profit Specify most recent event: _____ Specify how often: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr. Specify how long the person <b>typically</b> has to close due to rain/flood event: <input type="checkbox"/> a. 1-2 hours <input type="checkbox"/> b. 3-4 hours <input type="checkbox"/> c. 4-8 hours <input type="checkbox"/> d. 1-2 days <input type="checkbox"/> e. 3-4 days																																																										

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 3 of 4	Last Name of Person Interviewed: _____ _____

8	<b>Action taken during rain events</b>	When there is a heavy rain, do you: <input type="checkbox"/> a. Stay at the market and sell your goods? <input type="checkbox"/> b. Shift to a new location? If so, specify where _____ <input type="checkbox"/> c. Shift to a different site in the same location. If so, specify where _____ <input type="checkbox"/> d. Close temporarily, but reopen in the same place <input type="checkbox"/> e. Other, specify: _____
9	<b>What type of financial losses have you had due to floods?</b>	Please describe your most significant financial loss due to flooding.  9.1 When did the event occur? _____  9.2 What was the value of merchandise that you lost? <input type="checkbox"/> a. Less than 20,000 <input type="checkbox"/> b. Between 20,001 and 50,000 <input type="checkbox"/> c. Between 50,001 and 100,000 <input type="checkbox"/> d. Between 10,000 and 500,000 <input type="checkbox"/> e. Between 500,001 and 1,000,000 <input type="checkbox"/> f. Above 1,000,000  9.3. What percentage of merchandises is affected? <input type="checkbox"/> a. Less than 10% <input type="checkbox"/> b. Between 10 and 20% <input type="checkbox"/> c. Between 20 and 30% <input type="checkbox"/> d. Between 30 and 40% <input type="checkbox"/> e. Between 40 and 50% <input type="checkbox"/> f. Above 50%  9. 3. What was the total value of losses (in Haitian gourdes) _____
<b>III. Project Preference</b>		
12	<b>This project is evaluating different market improvements. Are there improvements that you would like to see evaluated?</b>	Any changes to the location of the market? <input type="checkbox"/> a. Yes <input type="checkbox"/> b. No If Yes, explain _____  Any changes to the layout of the market (can ask about the concrete stalls)? <input type="checkbox"/> a. Yes <input type="checkbox"/> b. No If Yes, explain _____  Any changes to the location of the slaughterhouse? <input type="checkbox"/> a. Yes <input type="checkbox"/> b. No If Yes, explain _____  Other ideas not captured above? _____
13	<b>Improvements to the market could cause temporary business interruptions.</b>	If the project requires a temporary closure of this location during the <u>daily market</u> , is there another location that you would prefer to use? Please explain _____  If the project requires a temporary closure of this location during the <u>weekly market</u> , is there another location that you would prefer to use? Please explain _____  Are there other arrangements that you would like the project team to consider? _____

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 4 of 4	Last Name of Person Interviewed: _____
---	---------------------------------	--

<b>IV. VULNERABILITY INFORMATION</b>		
<b>14</b>	<b>Marital Status</b>	<input type="checkbox"/> a. Single <input type="checkbox"/> b. Married <input type="checkbox"/> c. Divorced <input type="checkbox"/> d. Widow/Widower <input type="checkbox"/> e. Other, Specify _____
<b>15</b>	<b>Status</b>	<input type="checkbox"/> a. Single Parent (female) with dependent children <input type="checkbox"/> b. Single Parent (male) with dependent children <input type="checkbox"/> c. Elderly with no family support (55 years or older) <input type="checkbox"/> d. Child-headed household (all residents younger than 18 years) <input type="checkbox"/> e. Other, specify: _____ <input type="checkbox"/> f. None of the Above
<b>16</b>	<b>Sources of income</b>	<input type="checkbox"/> a. N/A (no income) <input type="checkbox"/> b. Primary source of Income: _____ Specify range of <u>monthly</u> income: <input type="checkbox"/> b1. 1 – 650 HG <input type="checkbox"/> b2. 650 – 3,400 HG <input type="checkbox"/> b3. 3,400 – 6,800 HG <input type="checkbox"/> b4. 6,800 – 13,600 HG <input type="checkbox"/> b5. 13,600 – 20,500 HG <input type="checkbox"/> b6. 20,500 – 40,000 HG <input type="checkbox"/> b7. Above 40,000 HG <input type="checkbox"/> c. Other source (specify): _____ Specify range of <u>monthly</u> income: <input type="checkbox"/> c1. 1 – 650 HG <input type="checkbox"/> c2. 650 – 3,400 HG <input type="checkbox"/> c3. 3,400 – 6,800 HG <input type="checkbox"/> c4. 6,800 – 13,600 HG <input type="checkbox"/> c5. 13,600 – 20,500 HG <input type="checkbox"/> c6. 20,500 – 40,000 HG <input type="checkbox"/> c7. Above 40,000 HG <input type="checkbox"/> d. Other source (specify) : _____ Specify range of <u>monthly</u> income: <input type="checkbox"/> d1. 1 – 650 HG <input type="checkbox"/> d2. 650 – 3,400 HG <input type="checkbox"/> d3. 3,400 – 6,800 HG <input type="checkbox"/> d4. 6,800 – 13,600 HG <input type="checkbox"/> d5. 13,600 – 20,500 HG <input type="checkbox"/> d6. 20,500 – 40,000 HG <input type="checkbox"/> d7. Above 40,000 HG
<b>17</b>	<b>Is the person permanently disabled or chronically ill?</b>	<input type="checkbox"/> a. Yes (describe) _____ <input type="checkbox"/> b. No

**CERTIFICATION**

I hereby certify that the data in this document were obtained/ reviewed by me personally in accordance with the instructions given.

\_\_\_\_\_  
Printed Name of Interviewer

\_\_\_\_\_  
Signature of Interviewer

**Directions to complete form/ capture data:**

- This form is to be completed by the TT interviewer through an interview with the Informal Business Owner or Tenant, or their Spouse only.
- TT interviewer will take close-up identification photo of person interviewed if permission is given.
- Completed form must be scanned and saved to TT dropbox folder. Original form must be filed and retained for life of project.

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti Date: _____ Surveyor: _____  Daily or Weekly Market (Circle)	FORM A Page 1 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____  Stall # or location _____ Owner, Tenant, or Market User (Circle). If market user, answer all sections but section II and V. If owner/tenant, answer all sections but section III
---	--------------------------	---

## **Form A: Baseline and Social Impact Assessment of the Market users and stakeholders Survey**

**Instructions:** Refer to the project talking points to first describe the project and to request cooperation from the person. Interview person and complete each item on the form. Although the forms are to be completed in English, they are to be administered in Creole. **All stakeholder communication should be conducted in Creole** unless a different language (French, English) is identified by stakeholder.

### **I. CHARACTERIZATION OF THE SURVEYED PERSON**

<b>1</b>	<b>Personal Information</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. Identification _____ Birth Year: _____ Gender: _____ Surname, First/given name ID #: (NIN, NIF, Passport #).....; Phone #: .....  _____ Address                                      Municipal Section                                      Commune  2. Marital status: <input type="checkbox"/> a. Single without children <input type="checkbox"/> b. Married <input type="checkbox"/> c. Divorced <input type="checkbox"/> d. Widow/Widower <input type="checkbox"/> e. Other, Specify _____  3. Parental status <input type="checkbox"/> a. Single Parent with dependent children <input type="checkbox"/> c. Elderly with no family support (55 years or older) <input type="checkbox"/> d. Child-headed household (all residents younger than 18 years) <input type="checkbox"/> e. Other, specify: <input type="checkbox"/> f. None of the Above  4. Family size <input type="checkbox"/> a. Number of children.....; <input type="checkbox"/> b. Number of Grand Children.....; <input type="checkbox"/> c. Number of other persons .....
<b>2</b>	<b>Level of education</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. At what level have you left the education system? <input type="checkbox"/> a. I have not been in <input type="checkbox"/> b. before the end of the Primary school <input type="checkbox"/> c. After Primary School <input type="checkbox"/> d During the Secondary school <input type="checkbox"/> e. End of Secondary school; <input type="checkbox"/> f Any other level .....  2. (If b-c-or d) have you been at: <input type="checkbox"/> a Vocational training program? <input type="checkbox"/> a University? <input type="checkbox"/> any other training program? (y/n) ..... if yes, for how long ? ..... months or .... Years  3. Did you have now : <input type="checkbox"/> a A Primary School Certificate? or <input type="checkbox"/> b A High School Certificate? <input type="checkbox"/> c A Diploma of proficiency from a Vocational School? or <input type="checkbox"/> d a University degree? <input type="checkbox"/> e Any other Credentials .....
<b>3</b>	<b>Ownership of your residential place</b>  <input type="checkbox"/> N/A	Are you the owner of the place where you live? (y/n) ..... If yes, please indicate how you become its owner, such as you: <input type="checkbox"/> a Bought it with the land, <input type="checkbox"/> b Bought the land and you built it; <input type="checkbox"/> c Inherited it from your parents or a relative; <input type="checkbox"/> d inherited the land and you built it, <input type="checkbox"/> e Any other case ..... If not, please indicate your status: <input type="checkbox"/> a. Tenant, with a Monthly rent of .....Goud : or an Annual rent of.....Goud <input type="checkbox"/> b. Squatter <input type="checkbox"/> c. Free User (usufrutier) <input type="checkbox"/> d Any other status
<b>4</b>	<b>Features of the place where you live</b>  <input type="checkbox"/> N/A	Please, display he main features of the place where you live: It <input type="checkbox"/> a. has a surface of ..... M², don't know its surface, and has ..... rooms <input type="checkbox"/> b. has its roof covered with : <input type="checkbox"/> metal sheets; <input type="checkbox"/> concrete ; <input type="checkbox"/> vegetal leaves ; <input type="checkbox"/> others..... <input type="checkbox"/> c. has the floor in : <input type="checkbox"/> tiles; <input type="checkbox"/> Cement; <input type="checkbox"/> soil.... <input type="checkbox"/> d. has access to water from: <input type="checkbox"/> DINEPA service; <input type="checkbox"/> Rivers; <input type="checkbox"/> Natural springs; <input type="checkbox"/> Others <input type="checkbox"/> e. has a : <input type="checkbox"/> WC ; <input type="checkbox"/> Latrine: <input type="checkbox"/> Others ..... <input type="checkbox"/> f. is located : <input type="checkbox"/> at 30mn from the Market; <input type="checkbox"/> at 1 hour from it; <input type="checkbox"/> at 2 hours ; at more than 2 hours <input type="checkbox"/> g. has access to electricity from: <input type="checkbox"/> the Ed'H grid, <input type="checkbox"/> other provider, or <input type="checkbox"/> it doesn't have access.

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 2 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
---	---------------------------------	--

5	<b>Health issue</b> <input type="checkbox"/> N/A	Are you a permanent disabled person or a chronically ill? (Y/n) ..... If yes, please describe briefly your situation _____
6	<b>Your relationship with the Market</b>	What is your operational linkage with the Limonade Market? As: <input type="checkbox"/> a. Daily Vendor/Seller <input type="checkbox"/> b. Weekly Vendor/Seller <input type="checkbox"/> c. Buyer for personal use <input type="checkbox"/> d. Communal/Regional Buyer for personal use <input type="checkbox"/> e. Regional/national Madam Sara <input type="checkbox"/> f. Municipal Service provider <input type="checkbox"/> g Tax collector <input type="checkbox"/> h. close Resident <input type="checkbox"/> i. Visitor <input type="checkbox"/> j. Land lord <input type="checkbox"/> k. other relationship

## II. BUSINESS PHYSICAL CHARACTERISTICS

7	<b>Impact to business from flood</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. Have you been affected following from a flood event? (y/n) .....  if so, please, indicate what that flood event was: Specify the most recent event: _____ Specify how often: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr.  2. Is there any other event from natural hazards or not that had prevented the market from functioning? (y/n) .....  3. During such an event, have experienced a loss of goods? (y/n) ..... If so, were they? <input type="checkbox"/> a. perishable or <input type="checkbox"/> b. non-perishable items (circle)  4. What was the most recent event: _____, and Specify how often it happens: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr.  5. Does such event provoke a temporary closure of the market and/or a loss of profit? (y/n) .....  If so, specify how long the business <b>typically</b> has to close due to rain/flood or other event: <input type="checkbox"/> a. 1-2 hours <input type="checkbox"/> b. 3-4 hours <input type="checkbox"/> c. 4-8 hours <input type="checkbox"/> d. 1-2 days <input type="checkbox"/> e. 3-4 days
8	<b>Action taken during rain events</b>  <input type="checkbox"/> N/A	When there is a heavy rain, do you: <input type="checkbox"/> a. Stay at the market and sell your goods? (y/n) ..... <input type="checkbox"/> b. Shift to a new location? (y/n), ..... If so, specify where _____ <input type="checkbox"/> c. Shift to a different site in the same location. (y/n) ..... If so, specify where _____ <input type="checkbox"/> d. Close temporarily but reopen in the same place, (y/n) ..... <input type="checkbox"/> e. (If a buyer), where else do you purchase you food and/or goods : _____
9	<b>Type and level of financial losses registered due to floods or other similar event (if vendor/ Seller)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	Please describe your most significant financial loss due to flooding. 8.1 When did the event occur? _____ 8.2 What was the value of merchandise that you lost? <input type="checkbox"/> a. Less than 20,000 <input type="checkbox"/> b. Between 20,001 and 50,000 <input type="checkbox"/> c. Between 50,001 and 100,000 <input type="checkbox"/> d. Between 10,000 and 500,000 <input type="checkbox"/> e. Between 500,001 and 1,000,000 <input type="checkbox"/> f. Above 1,000,000  8.3. What percentage of merchandises is affected? <input type="checkbox"/> a. Less than 10% <input type="checkbox"/> b. Between 10 and 20% <input type="checkbox"/> c. Between 20 and 30% <input type="checkbox"/> d. Between 30 and 40% <input type="checkbox"/> e. Between 40 and 50% <input type="checkbox"/> f. Above 50%  8. 4. What was the total value of losses (in Haitian Goud) _____

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 3 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
---	---------------------------------	--

10	<b>Risks anticipated during the improvement of the market</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> a. Loss of income <input type="checkbox"/> b. loss of goods in inventory <input type="checkbox"/> c. Disruption of suppliers linkages <input type="checkbox"/> d. Disruption of clients and social networks <input type="checkbox"/> e. Out of business <input type="checkbox"/> f. all other risks anticipated .....
11	<b>Temporary resettlement issues</b> <input type="checkbox"/> N/A	For safety reasons, the market place will be out of service during the improvement, 1. what do you think should be done for the current Vendors and sellers ? ..... ..... 2. what should be done for the users ? ..... ..... 3. what should be done for the formal and informal businesses located next to the markey? ..... .....
11	<b>Description of the Economic activities of the User/stakeholder</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. How often do you sell your goods in the market? (check boxes below) Daily Market <input type="checkbox"/> a. Every day <input type="checkbox"/> b. 2-3 days a week <input type="checkbox"/> c. 1-2 days a week <input type="checkbox"/> d. Never – I don't use daily market  Weekly Market (check all that apply) <input type="checkbox"/> a. Every Wednesday <input type="checkbox"/> b. Every Saturday <input type="checkbox"/> c. More than 4 days a month <input type="checkbox"/> d. Less than 4 days a month <input type="checkbox"/> e. Never – I don't use weekly market  2. Who is the owner of your stall? <b>If you don't own it</b> , for how much you pay for it? Daily Market (y/n) _____ Weekly Market (y/n) _____  3. How often do you rent this stall? Daily Market <input type="checkbox"/> b. 2-3 days a week <input type="checkbox"/> c. 1-2 days a week <input type="checkbox"/> d. Never  Weekly Market <input type="checkbox"/> a. Every Wednesday <input type="checkbox"/> b. Every Saturday <input type="checkbox"/> c. More than 4 days a month <input type="checkbox"/> d. Less than 4 days a month <input type="checkbox"/> e. Never
12	<b>How long have been interacting with this Market?</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> a. Less than 6 months <input type="checkbox"/> b. Less than 1 year <input type="checkbox"/> c. 1-5 years <input type="checkbox"/> d. More than 5 years
13	<b>What Type (s) of Goods Sold (please specify)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> a. Food - Produce, specify: _____ <input type="checkbox"/> b. Food - Meats, specify: _____ <input type="checkbox"/> c. Food – Grains and Beans, specify: _____ <input type="checkbox"/> d. Services and Repair, specify: _____ <input type="checkbox"/> e. Crafts and Manufacture, specify: _____ <input type="checkbox"/> f. General Retail, specify: _____ <input type="checkbox"/> g. Other, specify: _____
14	<b>Amount of Gross Profit earned per month from the Business (for only vendor/seller)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	Amount of gross profit per month? _____ Goud
15	<b>Amount of Taxes paid each month (for only vendor/seller)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	Amount of taxes paid per month? _____ Goud



<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 4 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
---	---------------------------------	--

16	<b>Inventory of goods (Vendor/seller)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>1. Do you have inventory? (y/n).....</p> <p>If yes, Please indicate</p> <table border="1"> <tr> <td>a.</td> <td>Type of goods</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> <tr> <td>b.</td> <td>Type of goods</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> <tr> <td>c.</td> <td>Type of goods</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> <tr> <td>d.</td> <td>Type of goods</td> <td>Quantities</td> <td>Estimated Value</td> <td>Is it perishable? (Yes/No)</td> </tr> </table> <p>2. Do you have access to storage facility for your inventoried goods? (y/n)</p> <p>If yes, Please indicate :</p> <p>a. The amount paid for the storage per week ..... Goud; or per month ..... Goud</p> <p>b. The guarantee offered by the storage in case of lost of goods <input type="checkbox"/> No guarantee <input type="checkbox"/> basic insurance coverage <input type="checkbox"/> doesn't know what that mean...</p> <p>3. Do you need a storage facility for your business to grow? (y/n) .....</p>	a.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)	b.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)	c.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)	d.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																							
a.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																									
b.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																									
c.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																									
d.	Type of goods	Quantities	Estimated Value	Is it perishable? (Yes/No)																																									
17	<b>Means of transportation needed to move the inventory and other moveable items</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>What is the main mean of transportation that you use for your business?</p> <p><input type="checkbox"/> a. No need for</p> <p><input type="checkbox"/> b. By foot</p> <p><input type="checkbox"/> c. By animals</p> <p><input type="checkbox"/> d. By Mototaxi</p> <p><input type="checkbox"/> e. By Tap-Tap</p> <p><input type="checkbox"/> c. By Truck/Van</p> <p><input type="checkbox"/> d. Other</p> <p>If a truck is needed, estimate the number of truckloads required: _____</p>																																											
18	<b>Employees that work at the stall (besides the owner)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>Do you have any employees working with you ? (y/n) .....</p> <p>If yes, please list:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Name:</th> <th colspan="2">Male or Female</th> <th colspan="5">Age Range</th> <th rowspan="2">Related to Owner (Yes/No)</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>F</th> <th>15-20</th> <th>21-30</th> <th>31-40</th> <th>41-50</th> <th>50+</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Name:	Male or Female		Age Range					Related to Owner (Yes/No)	M	F	15-20	21-30	31-40	41-50	50+																											
Name:	Male or Female			Age Range					Related to Owner (Yes/No)																																				
	M	F	15-20	21-30	31-40	41-50	50+																																						
19	<b>Source and level of incomes of your household</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>1. What is your average monthly earning from the business held in this market? ..... Goud</p> <p>2. Do you have any other personnel sources of income? (y/n) .....</p> <p>If yes, please indicate which of them: <input type="checkbox"/> a. Crops and animals sold <input type="checkbox"/> b. other businesses held at home; <input type="checkbox"/> c. rental home or rental lands <input type="checkbox"/> e. Funds received from relatives in Haiti and/or abroad <input type="checkbox"/> f. All other sources of incomes .....</p> <p>3. Does your husband/ wife have a regular paid job? (y/n) .....</p> <p>If yes, please indicate: a) his monthly salary ..... Goud; b) His Employer Name .....</p> <p>4. Do you have any other household sources of income? (y/n).....</p> <p>If yes, please indicate: a) his monthly salary ..... Goud; b) His Employer Name .....</p> <p>5. Over the last 5 years, what was your lowest annual income? ..... Goud, and your highest one? ..... Goud</p> <p>6. What was your estimated income for last year? ..... Goud</p>																																											

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 5 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
---	---------------------------------	--

<b>20</b>	<b>Utilization of the available income</b>  <input type="checkbox"/> N/A	What are the main utilizations you make of your monthly income? <input type="checkbox"/> a. Purchasing of daily foods <input type="checkbox"/> b. Paying the children education <input type="checkbox"/> Paying the rent or the mortgage of the house <input type="checkbox"/> c. Buying assets (land, house, animal), <input type="checkbox"/> d. reimbursing loans, and/or paying interest <input type="checkbox"/> e. Saving <input type="checkbox"/> all other utilizations.....
<b>III. IMPACT OF PROJECT OF IMPROVING THE MARKET ON THE USERS</b>		
<b>21</b>	<b>As a Buyer of the Limonade Market (only)</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>1. How often do you make your purchases in this market?  <input type="checkbox"/> a. Everyday <input type="checkbox"/> b. 2-3 days a week <input type="checkbox"/> c. 1-2 days a week <input type="checkbox"/> d. Never</p> <p>2. Where do you live?  In <input type="checkbox"/> a. the City of Limonade <input type="checkbox"/> b. a Communal Section of Limonade <input type="checkbox"/> c. The Quartier Morin Municipality <input type="checkbox"/> d. The Trou du Nord Municipality <input type="checkbox"/> e. The Cap-Haitian Municipality <input type="checkbox"/> f. Other .....</p> <p>3. Do you buy all your necessary goods?  From: <input type="checkbox"/> a. Only this market <input type="checkbox"/> b. Other Communal Markets too <input type="checkbox"/> c. other street vendors <input type="checkbox"/> e. urban shops and/or supermarkets too.....</p>
<b>22</b>	<b>Impact to users from flood and other event from natural hazards or not</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>1. Have you been affected following from a flood event? (y/n) .....</p> <p>if so, please, indicate what that flood event was:  Specify most recent event: _____  Specify how often: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr.</p> <p>2. Are there other types of weather events that prevent you from coming to the market? (high wind, hurricane, drought) (y/n) .....</p> <p>3. During such an event, have experienced a loss of goods? (y/n) .....  If so, were they? <input type="checkbox"/> a. perishable or <input type="checkbox"/> b. non-perishable items (circle)</p> <p>4. What was the most recent event: _____, and  Specify how often it happens: <input type="checkbox"/> a. Every few years <input type="checkbox"/> b. Every year <input type="checkbox"/> c. 2-3x yr. <input type="checkbox"/> d. More than 3x yr.</p> <p>5. Does such event provoke a temporary closure of the market and/or a loss of profit? (y/n) .....</p> <p>If so, specify how long the business <b>typically</b> has to close due to rain/flood or other event:  <input type="checkbox"/> a. 1-2 hours <input type="checkbox"/> b. 3-4 hours <input type="checkbox"/> c. 4-8 hours <input type="checkbox"/> d. 1-2 days <input type="checkbox"/> e. 3-4 days</p>
<b>23</b>	<b>Action taken during rain events</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>When there is a heavy rain, do you:</p> <input type="checkbox"/> a. Keep coming at the market? (y/n) ..... <input type="checkbox"/> b. Shift to a new market? (y/n), ..... If so, specify where _____ <input type="checkbox"/> c. Shift to a different retailer in the same location. (y/n) ...If so, specify where _____ <input type="checkbox"/> e. where else do you purchase you food and/or goods : _____
<b>24</b>	<b>Risks anticipated during the improvement of the market</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> a. Loss of income <input type="checkbox"/> b. loss of goods in inventory <input type="checkbox"/> c. Disruption of suppliers linkages <input type="checkbox"/> d. Disruption of clients and social networks <input type="checkbox"/> e. Out of business <input type="checkbox"/> f. all other risks anticipated .....
<b>25</b>	<b>Temporary resettlement issues</b>  <input type="checkbox"/> N/A	<p>For safety reasons, the market place will be out of service during the improvement,</p> <p>4. what do you think should be done for the current Vendors and sellers ? .....</p> <p>5. what should be done for the users ? .....</p> <p>6. what should be done for the formal and informal businesses located next to the markey? .....</p>

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 6 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
---	---------------------------------	--

26	<b>Buyers</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. How many times per year is the Limonade Market (municipal or regional) flooded? <input type="checkbox"/> a. 1-2 times a year <input type="checkbox"/> 2 -3 times a year <input type="checkbox"/> 3-4 times a year <input type="checkbox"/> more than 4 times a year  2. When the market is flooded, how long it takes for the flood to leave? <input type="checkbox"/> a. 5-10 hours <input type="checkbox"/> 1-2 days <input type="checkbox"/> 3-4 days <input type="checkbox"/> more than 4 days  3. When the market is flooded and/or out of service, do you find the goods: <input type="checkbox"/> a. at the same price? <input type="checkbox"/> b. at a higher price <input type="checkbox"/> c. Doesn't notice if price has changed?  4. The average amount of your purchases is? <input type="checkbox"/> ..... Goud daily, or <input type="checkbox"/> ..... Goud weekly  5. How much do you pay in transportation <input type="checkbox"/> a. From home to this Market? ..... Goud; <input type="checkbox"/> b. From this Market to home?..... Goud  6. When this Market is out of service, is your transportation cost is : <input type="checkbox"/> a. the same? <input type="checkbox"/> higher? <input type="checkbox"/> Doesn't know?  7. Other than the market, do you have others option to purchasing food ? y/n..... If yes, witch one? .....
<b>IV. Project Preference</b>		
27	<b>This project will improve the market overall functioning, and are there improvements that you would like to see evaluated?</b>  <input type="checkbox"/> N/A	With this project, do you anticipate any specific changes in: a) The location of the market? (y/n) .... If Yes, please explain _____  b) The layout of the market? (y/n) .... If Yes, would you prefer (for example): <input type="checkbox"/> a. concrete and fix stalls? <input type="checkbox"/> b. specific zone per group of goods? _____  c) The services offered by the management of market? (y/n)  d) The location of the slaughterhouse? (y/n) ..... If Yes, explain _____  e) Other ideal changes not captured above? _____
28	<b>Improvements to the market could cause temporary business interruptions.</b>  <input type="checkbox"/> N/A	If the project requires a temporary closure of this location during the <u>daily market</u> , is there another location that you would prefer to use? (y/n) ..... If so, please indicate such preferred location _____  If the project requires a temporary closure of this location during the <u>weekly market</u> , is there another location that you would prefer to use? (y/n) ..... If so, please indicate such preferred location _____  Are there other arrangements that you would like the project team to consider?
29	<b>Needs to face the floods risks</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. Are you aware of the fact that the current location of the Market is exposed to flood events? (y/n) ..... 2. Would you welcome any improvement that makes the situation of the market better? (y/n).....

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	<b>FORM A</b> Page 7 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
		_____

<b>V. CLIENTS' VIEW OF THE CURRENT MARKET AND ITS POSSIBLE IMPROVEMENT</b>		
<b>30</b>	<b>Appreciation of the Market as it is</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. How is your current relationship with the management of the Market? <input type="checkbox"/> a. Excellent, <input type="checkbox"/> b. Good <input type="checkbox"/> c. fairly good <input type="checkbox"/> d. Bad <input type="checkbox"/> e. Any appreciation  2. Do you have a signed contract which allows you to operate in the Market? (y/n) .....  3. Does the contract define a list of services to which you are entitled to ? (y/n) If so, specify some of them, such as: <input type="checkbox"/> a defined number of p <sup>2</sup> for displaying your goods, <input type="checkbox"/> a given stall, <input type="checkbox"/> an easy access to clean water (such as a kiosk?), <input type="checkbox"/> a defined place to discharge garbage <input type="checkbox"/> a dedicated sanitary service (WC or Latrine), <input type="checkbox"/> an insurance against robbery and/or loss of goods....  4. Do you have a defined amount of rent to pay displayed in the contract? (y/n) If yes, how much is it? ..... Goud per month or ..... Goud per year  5. Is there a storage service in the market? (y/n)  6. If no, When you have surplus of goods, where do you keep them? <input type="checkbox"/> taking them with you at home ; <input type="checkbox"/> leave them in a storage close to the marketplace <input type="checkbox"/> selling all at the lowest price; <input type="checkbox"/> abandoning them near the marketplace....  7. If using the storage, do you pay for it? (y/n)....., If yes, How much per day? ..... Goud  8. Do you pay a specific fee for cleaning, and maintaining the market? (y/n) ... If so, how much is this fee?..... Goud daily or ..... Goud weekly or ..... Goud monthly.
<b>31</b>	<b>Management of your surplus of goods in case of temporary closure of the market during the implementation phase of the project</b>  <input type="checkbox"/> N/A	1. If the project requires a temporary closure of this location during the <u>daily market</u> , is there another location that you would prefer to use? (y/n) ....., if yes, please indicate such a location _____ 2. If the project requires a temporary closure of this location during the <u>weekly market</u> , is there another location that you would prefer to use? (y/n)....., If yes, please indicate such a location _____ 3. Are there other arrangements that you would like the project team to consider?
<b>32</b>	<b>What specific or additional improvement do you wish to see in the market?</b> <input type="checkbox"/> N/A	Such as: <input type="checkbox"/> better ventilation ; <input type="checkbox"/> additional light <input type="checkbox"/> more accessible clean water; <input type="checkbox"/> functioning and clean bathrooms; <input type="checkbox"/> Changing rooms available; <input type="checkbox"/> specific solid waste disposal nearby ; <input type="checkbox"/> more safety measures against flood events ; <input type="checkbox"/> First-aid accessible nearby; <input type="checkbox"/> seating ; <input type="checkbox"/> closed stalls; <input type="checkbox"/> one area for food, and another area for other group of goods; <input type="checkbox"/> Don't have any preference ....

<b>SURVEY FORM –</b> Urban Infrastructure Development in Limonade Project   Limonade, Haiti	FORM A Page 8 of 8	Last Name of Person Interviewed: _____
---	--------------------------	---

***CERTIFICATION***

I hereby certify that the data in this document were obtained/ reviewed by me personally in accordance with the instructions given.

\_\_\_\_\_  
Printed Name of Interviewer

\_\_\_\_\_  
Signature of Interviewer

**Directions to complete form/ capture data:**

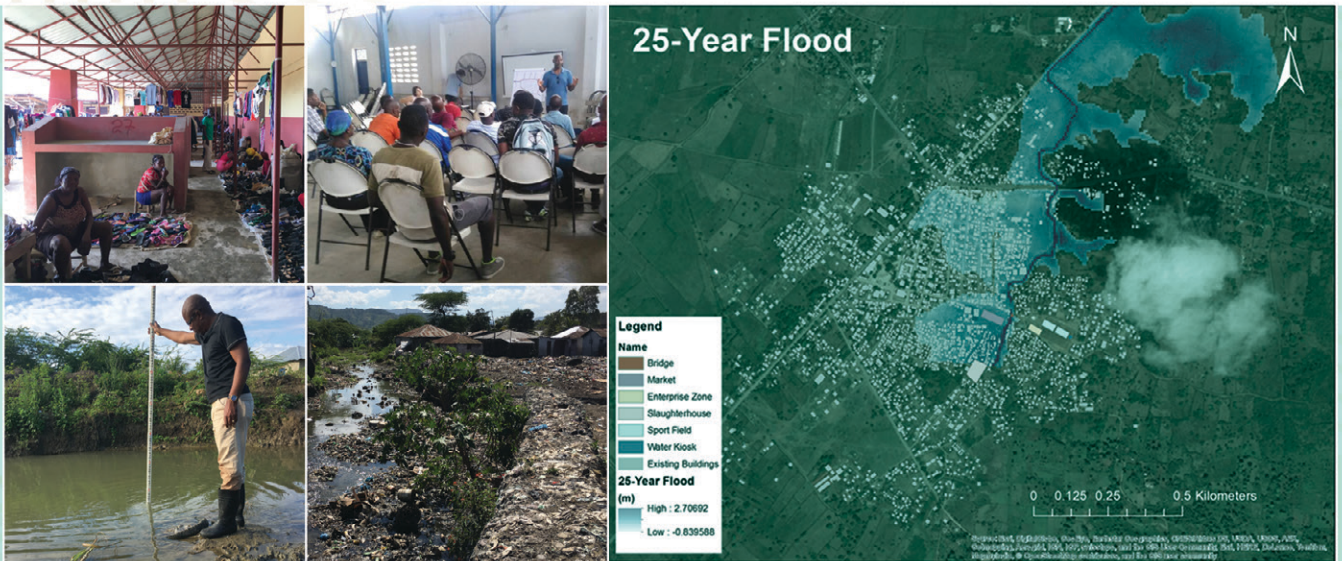
- *This form is to be completed by the TT interviewer through an interview with the Informal Business Owner or Tenant, or their Spouse only.*
- *TT interviewer will take close-up identification photo of person interviewed if permission is given.*
- *Completed form must be scanned and saved to TT dropbox folder. Original form must be filed and retained for life of project.*

## **ANNEXE 4**

### **Rapport d'analyse de risque des désastres naturels**

# Analyse environnementale et sociale – Propositions d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations pour Limonade – Haïti Disaster and Climate Change Risk Assessment (English Version - Annex)

Rapport final : septembre 2017 | Numéro de contrat BID : C- HA-T1179-P001



Soumis à :

L'Unité Technique d'Exécution (UTE) – 26, rue 3, Port-au-Prince, Haïti

Soumis par :

Tetra Tech – 10306 Eaton Place, Suite 340, Fairfax, VA 22030-2201



# Analyse Environnementale et Sociale -

## Propositions d'aménagements urbains et d'atténuation des inondations pour Limonade – Haïti

### Disaster and Climate Change Risk Assessment (English Version, Annex IV)

BID numéro de contrat: C- HA-T1179-P001  
Septembre 30, 2017

#### SOUMIS À

---

##### **L'Unité Technique d'Exécution (UTE)**

26, Rue 3, Port-au-Prince, Haïti  
(509) 2813-0290 / 2941- 0290  
[www.ute.gouv.ht](http://www.ute.gouv.ht)



#### SOUMIS PAR

---

##### **Tetra Tech, Inc.**

10306 Eaton Place,  
Suite 340 | Fairfax, VA  
22030-2201

P +1 (703) 385-1675

[tetrattech.com](http://tetrattech.com)



**TETRA TECH**

#### **Préparé par :**

Hope Herron, Program Manager and Lead Risk  
Specialist  
Bill Bohn, Risk Specialist  
Peter Cada, GIS Specialist  
Bobby Tucker, Hydrologist

---

EXECUTIVE SUMMARY

Tetra Tech has been contracted by the IDB to conduct an Environmental and Social Assessment (ESA) for Urban Improvement in Limonade (the ESA is presented as the main report). This annex represents a complementary Disaster and Climate Change Risk Assessment (DRA) for the Limonade project. The Tetra Tech team has worked closely to integrate the findings and results into the ESA (main report), as well as with the project architect firm, WE, to integrate DRA findings into the project designs.

The Limonade project consists of several elements that are being considered for development, including: improvements to current market facilities, development of a series of functional public facilities (such as a health center, sport center, training center, water kiosk, green station) in the existing soccer field (Parc Sainte-Anne), development of flood mitigation measures (both traditional and green infrastructure) to mitigate both pluvial- and fluvial-sourced flood problems in the main market, and bridge and road improvements for the main thoroughfare connecting the soccer field to the market. These elements are presented in Figure E-1 as the “project location and elements”. It is important to note that the market, bridge, and slaughterhouse locations are existing infrastructure that are under consideration for improvement, while the enterprise zone, sport field, and water kiosk are illustrative locations of proposed elements for development in the existing soccer field (Parc Sainte-Anne).

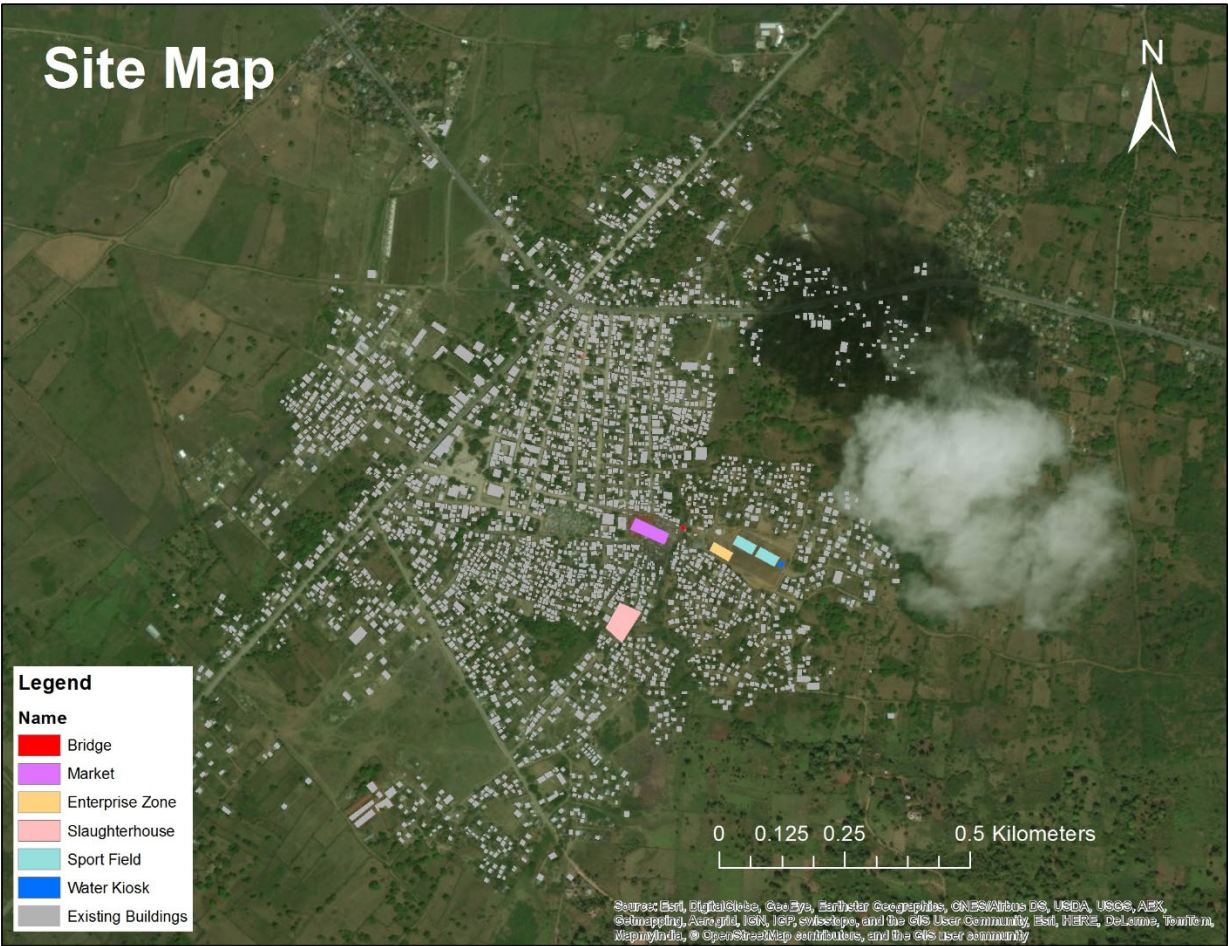


Figure E-1: Project Location and Elements

This report documents an extensive literature review and comprehensive analysis of hazards specific to the Limonade project. Four natural hazards were screened as high priority hazards and assessed in detail: flood, drought, earthquake, and hurricane. These hazards were evaluated for present conditions and for mid-century conditions incorporating climate change projections.

For each of the priority hazards, the following information is provided: (1) background on the hazard (2) how climate change will exacerbate the hazard, (3) an impact and risk analysis (specified for risks to the project, to operations, to surrounding environment and communities, and risk exacerbation due to project), (4) risk management options and (5) data limitations and recommendations.

Because fluvial (riverine) flooding was identified as a particularly critical issue for the Limonade project, a more complex assessment of this hazard was selected to provide an opportunity for the disaster and climate change assessment to:

- Identify potential positive and negative impacts to the floodplain using proposed designs, (i.e., increasing the marketplace elevation and identifying floodplain changes),
- Evaluate other potential flood mitigation measures, and
- Estimate impacts from a future climate scenario where storms become more intense.

To meet these objectives, a complex watershed modeling approach using the Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS) model was designed for the Limonade pilot project to better understand current and future flood risk through development of several model scenarios. Three return periods were evaluated in the DRA: 25-, 50-, and 100-year events. Both current and mid-century risk (e.g., 2065 time horizon with climate change) were evaluated.

The flood model confirms the risk of flooding in the market area from the flows coming down the channel from upstream drainage areas. The results show that the market area experiences flooding with even a 25-year event; which results were confirmed through the public consultation process and survey conducted for the ESA.

Building any structure in a floodplain poses a risk that the project will be impacted by flooding. The project team assessed several options to mitigate this risk. A few key findings are included below:

- Moving the market outside of the floodplain (e.g., to the existing soccer field location) was considered by the project team. However, this option was identified as untenable in the ESA process due to strong local sentiment of keeping the market in the current location. Social perceptions and desires are considered an important element of the consultation process. Refer to the ESA for more on the public consultation process and findings.
- Several of the downstream bridges are not built to proper design standards. Early in the assessment process, the potential for the downstream bridges to exacerbate flooding in the market (e.g., by serving as barriers to collect debris and restrict water flow) was considered relatively high. However, the model results found that the flood elevation in the market area is not strongly controlled by the downstream structures. Thus, upgrading downstream structures is not considered beneficial to the project site.
- Flood risk specific to the current market area appears to be mitigated under current weather conditions by raising the elevations of market area and improving the flow capacity of the market bridge without having deleterious effects on up- or down-stream flood extents. However, the areas surrounding the market will be flooded. Thus, consideration will need to be given to potential risks of movement of people and goods in the adjacent flooded areas. It should be noted that the project design team is taking into account the flood model results to inform the redesign of the market and bridge and implement this recommendation.

- There is significant benefit to implementing a flood warning system for the commune of Limonade. This mitigation option is highly recommended (in addition to raising the elevation of the market and bridge redesign).
- Several other mitigation measures were also explored but are not considered tenable at this time. These include the following measures and considerations:
  - Development of a stormwater retention basin to reduce the flow in the river could provide significant flood reduction benefits. However, there are many key data gaps with this option and more study would be needed for site suitability (geotechnical investigations, additional watershed modeling, and preliminary design) as well as institutional concerns and capacity needed for operations and maintenance.
  - Increasing channel conveyance capacity would also provide flood reduction benefits; however, this measure would involve significant resettlement issues.
  - Different scenarios of land use/land cover were run to identify if additional reduction in flood extents could be achieved through storm water capture via “urban BMPs” (e.g., rain barrels, cisterns capturing roof runoff) and/or “agricultural BMPs” (e.g., different land cover and tillage practices, or smaller ‘farm ponds’ strategically located throughout the rural watershed). There was limited benefit to the project in implementing these mitigation measures (although there are many additional benefits that could be realized by Limonade in implementing these measures).

Although flooding is the primary hazard of concern for the project, all have the potential to disrupt operations and pose health and safety risks to vendors and buyers, while three of these hazards (earthquake, hurricane, and flood) have the potential to impact the project’s infrastructure. Key findings include:

- Drought - due to the nature of the items sold at the markets (fresh produce), the athletic field maintenance, and water usage at the slaughterhouse, this risk has been ranked moderate. If climate change increases the frequency of this hazard, this risk could become major. In general, the Northern Corridor Development region is at moderate to high-risk to drought, with consideration to precipitation and above groundwater sources. There is a large aquifer located underneath the project area that is not taken into consideration in the drought ranking due to the fact that much of the population does not have the financial means to reach this source. Development of a water catchment and retention system and drought plan were evaluated as options to mitigate the risk.
- Earthquake – Limonade is in an earthquake prone area. Building the project infrastructure to meet internationally accepted building design codes (such as the California building codes), would help mitigate this risk.
- Hurricane wind – the project site is considered to be at moderate risk to hurricane wind, although there are cost effective mitigation measures, particularly including hurricane straps in the design, which should be integrated during construction. The project location is outside the surge zone.

Many of the impacts are similar between hazards (such as business interruption losses and impacts to transportation routes); thus, when strategies for reducing these impacts are identified, there should be benefits for mitigating several hazards concurrently.

As a cross-cutting recommendation, the municipal government of Limonade could use this report as the basis to develop a hazard mitigation plan, emergency response plan, and for future land use plans and development. While this recommendation is considered outside of the Limonade project scope, the IDB could provide this DRA to the municipality with this recommendation or develop a separate TC to support such activities. Proper hazard

mitigation and emergency response plans are important elements of a resilient city; however, require capacity to be effective (development of protocols, regular training for municipal and government representatives, ongoing outreach and communication to citizens). The municipality currently has limited capacity to implement development planning, conduct training exercises, etc. But, this report can be an important first step for the municipality to identify vulnerabilities (e.g., via the vulnerability maps) in the city and could be used as a basis for planning and development.

A risk matrix was developed to summarize the results presented for each hazard (Table E-1); the results are found in Table E-2 (present risk) and Table E-3 (mid-century risk), while Table E-4 summarizes the mitigation measures.

Table E-1: Risk Matrix

Risk Component	Minor	Moderate	Severe
Likelihood	<i>Occurrence</i>		
	< every 30 years	>every 10 years & < every 30 years	>every 10 years
Geographic Scale	<i>Hazard Area Covers % of Project Site &amp; Surrounding Areas</i>		
	<5%	5%-50%	>50%
Impacts to the Project Site	<i>For 100-year event, AAL loss ratio</i>		
	AAL= <0.1%	AAL= 0.1 – 1%	AAL= >1%
Impacts to Operations	<i>#Days Business Interrupted (I)</i>		
	I = 0	I < 3	I > 3
Impacts to Community and Environment	<i>For 100-year event, AAL loss ratio or %Surrounding Communities Impacted (C), #Environmental Impact Types (groundwater, surface water, air, natural areas, etc.) (T)</i>		
	AAL=0, C = 0, T = 0	AAL= <1%, C < 20%, T = 1	AAL= > 3, C > 20%, T > 1
Project Impacts to Hazard	<i>Number of Risk Components Project Creates and/or Exacerbates</i>		
	0	1 - 2	>3



Table E-2: Present Day Risk

Hazard	Likelihood	Scale	Impacts to Project Site	Impacts to Operations	Impacts to Community and Environment	Project Impacts to Hazard
Flooding	Severe	Severe	Severe: AAL loss ratio, 1.7% (market), 1.8% (slaughterhouse), 3.3% (bridge)	Severe: inventory loss (\$75k) and business interruption losses (\$35k)	Moderate: AAL loss ratio of 0.18%	Moderate: potential debris and change of floodplain
Drought	Severe	Moderate	Moderate: AAL loss ratio 0.9%	Moderate: majority of vendors sell water products that require water; athletic field requires water, but aquifer has good supply	Moderate: from OCHA 2014 drought risk, but aquifer has good supply	Moderate: maintenance of athletic field could use scarce resources
Earthquake	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio, 0.13%	Moderate: business interruption from debris and infrastructure damage	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor
Hurricane	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio 0.27%	Moderate: business interruption from debris and infrastructure damage	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor

Table E-3: Mid-Century Risk

Hazard	Likelihood	Scale	Impacts to Project Site	Impacts to Operations	Impacts to Community and Environment	Project Impacts to Hazard
Flood	Severe	Severe	Severe: AAL loss ratio, 2.2% (market and slaughterhouse), 3.8% (bridge)	Severe: inventory loss (\$98k) and business interruption loss (\$53k)	Moderate: AAL loss ratio of 0.29%	Moderate: potential debris and change of floodplain
Drought	Severe	Moderate	Severe: AAL loss ratio 1.35%	Severe: majority of vendors sell water products that require water; athletic field requires water; aquifer could be compromised in future	Severe: from OCHA 2014 drought risk, aquifer could be impacted by saltwater intrusion and high use	Moderate: maintenance of athletic field could use scarce resources
Earthquake	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio, 0.13%	Moderate: business interruption from debris	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor
Hurricane	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio 0.36%	Moderate: business interruption from debris and infrastructure damage	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor

Table E-4: Hazard Mitigation Options and Assessment

Hazard	Mitigation Option	Mitigation Impact Potential/Method	Mitigation Benefits	Responsibility/Action	Comment
Flood	Development of Stormwater Retention Basin	High (best professional judgement)	n/a	IDB to decide if option is worth additional analysis; would require consultant to design	More study is needed; could pose new environmental and social risks
	Urban BMPs	Low (watershed model)	n/a	IDB and/or Municipality of Limonade would need to develop outreach strategy for citizens	Difficult to implement due to capacity
	Agriculture BMPs	Low (watershed model)	n/a	IDB and/or CIAT would need to develop outreach strategy for farmers	Difficult to implement due to capacity
	Redesign of Market Area and Bridge	Moderate (cost benefit)	\$87,289-current \$102,289-2065	IDB and Project Architects for final project design	Includes designing to 100-year 2065 event
	Design and Implement a Flood Early Warning System	High (cost benefit)	\$233,611-present \$373,982-2065	Municipality of Limonade, with support from CIAT	Difficult to implement due to capacity; IDB could consider additional support
Drought	Water Catchment and Retention System	Moderate (cost benefit)	\$6,328-present \$9,492-2065	IDB to decide if option is worth additional analysis; would require consultant to design	More study is needed; could pose new environmental and social risks
	Drought Plan	Moderate (cost benefit)	\$36,307-present and 2065	Municipality of Limonade, with support from CIAT	Difficult to implement due to capacity; IDB could consider additional support
Earthquake	Seismic Design (e.g., California building codes)	Moderate (cost benefit)	\$3,729- present and 2065	IDB and Project Architects for final project design	Will increase construction costs
Hurricane	Add Hurricane Straps to the Design	Moderate (cost benefit)	\$10,710-present and 2065	IDB and Project Architects for final project design	Low cost design option (\$2-3 per strap)



## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ EXÉCUTIF</b> .....	<b>vi</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.0 ANNEX – DISASTER AND CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 Introduction .....	1-1
1.2 Project Setting - Limonade Commune (Municipality).....	1-2
1.3 Overview of the Project .....	1-3
1.4 Methodology.....	1-6
1.4.1 Subsector Vulnerability and Identification of Priority Hazards for Analysis.....	1-7
1.4.2 Collect Best Available Information.....	1-9
1.4.3 Conduct Disaster and Climate Change Analysis.....	1-9
1.4.4 Assess Risk using a Standardized Risk Matrix .....	1-9
1.5 Report Structure .....	1-10
<b>2.0 FLOOD HAZARD</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Vulnerability Assessment.....	2-1
2.1.1 Subsector Vulnerability.....	2-1
2.1.2 Project Vulnerability .....	2-1
2.1.3 City Vulnerability.....	2-3
2.2 Hazard Characterization .....	2-4
2.2.1 Flood Modeling Approach.....	2-5
2.2.2 Flood Modeling .....	2-6
2.2.3 Future Flood Modeling.....	2-8
2.3 Risk Assessment.....	2-10
2.3.1 Risk to the Project .....	2-10
2.3.2 Risk to Operations .....	2-15
2.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities .....	2-16
2.3.4 Risk Exacerbation due to Project .....	2-18
2.4 Mitigation Options .....	2-18
2.4.1 Preliminary Identification and Assessment of Mitigation Options.....	2-18
2.4.2 Cost Benefit Analysis.....	2-25
2.5 Data Limitations and Recommendations for Future Studies .....	2-29
<b>3.0 DROUGHT HAZARD</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 Vulnerability Assessment.....	3-1
3.1.1 Subsector Vulnerability.....	3-1
3.1.2 Project Vulnerability .....	3-1
3.1.3 City Vulnerability.....	3-3

3.2 Hazard Characterization .....	3-4
3.2.1 Climate Change Impacts to Hazard .....	3-6
3.3 Risk Assessment.....	3-6
3.3.1 Risk to the Project .....	3-7
3.3.2 Risk to Operations .....	3-8
3.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities .....	3-8
3.3.4 Risk Exacerbation due to Project .....	3-9
3.4 Mitigation Options .....	3-9
3.5 Data Limitations and Recommendations for Future Studies .....	3-11
<b>4.0 EARTHQUAKE RISK.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Vulnerability Assessment.....	4-1
4.1.1 Subsector Vulnerability .....	4-1
4.1.2 Project Vulnerability .....	4-1
4.1.3 City Vulnerability .....	4-3
4.2 Hazard Characterization .....	4-4
4.3 Risk Assessment.....	4-11
4.3.1 Risk to the Project .....	4-11
4.3.2 Risk to Operations .....	4-13
4.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities .....	4-13
4.4 Mitigation Recommendations.....	4-15
4.5 Data Limitations and Recommendations for Future Studies .....	4-16
<b>5.0 HURRICANE WIND HAZARD .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Vulnerability Assessment.....	5-1
5.1.1 Subsector Vulnerability .....	5-1
5.1.2 Project Vulnerability .....	5-1
5.1.3 City Vulnerability .....	5-3
5.2 Hazard Characterization .....	5-4
5.3 Risk Assessment.....	5-9
5.3.1 Risk to the Project .....	5-9
5.3.2 Risk to Operations .....	5-13
5.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities .....	5-14
5.3.4 Exacerbation .....	5-14
5.4 Mitigation Recommendations.....	5-14
5.5 Data Limitations and Recommendations for Future Studies .....	5-16
<b>6.0 CONCLUSIONS .....</b>	<b>6-1</b>
<b>7.0 REFERENCES .....</b>	<b>7-1</b>

## ANNEXES

ANNEX 1 – DISASTER AND CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT

ANNEX 2 – STAKEHOLDER CONSULTATION INTERIM REPORT

ANNEX 3 – FORM A - MARKET INTERVIEW FORM

ANNEX 4 – ANALYSE DES RISQUES DE DÉSASTRES NATURELS

## LISTE DES TABLEAUX

Table 1.1: Subsector Vulnerability.....	1-7
Table 1.2: DRA Primary Data Collection Efforts.....	1-9
Table 2.1: Structural and Non-Structural Parameters .....	2-2
Table 2.2: Economic Parameters (Values in USD) .....	2-2
Table 2.3: Building Characteristics in Limonade .....	2-4
Table 2.4: Building Foundation Types in Limonade .....	2-4
Table 2.5: Building Stock Values by Occupancy.....	2-4
Table 2.6: 25-Year Losses to Project Site (USD).....	2-11
Table 2.7: 50-Year Losses to Project Site (USD).....	2-12
Table 2.8: 100-Year Losses to Project Site (USD).....	2-12
Table 2.9: AAL Calculations for Project Area (USD) .....	2-13
Table 2.10: 25-Year Losses to Project Site for 2065 Time Horizon (USD).....	2-14
Table 2.11: 50-Year Losses to Project Site for 2065 Time Horizon (USD).....	2-14
Table 2.12: 100-Year Losses to Project Site for 2065 Time Horizon (USD).....	2-14
Table 2.13: AAL Calculations for Project Area for 2065 (USD).....	2-15
Table 2.14: Average Annualized Loss Ratio .....	2-15
Table 2.15: City Flood Loss (Present).....	2-16
Table 2.16: City Flood Loss (2065) .....	2-16
Table 2.17: Average Annualized Loss Ratio for City.....	2-16
Table 2.18: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD) .....	2-26
Table 2.19: Losses Avoided (USD) .....	2-27
Table 2.20: AAL Calculations for Project Area after Mitigation for 2065 (USD).....	2-27
Table 2.21: Losses Avoided for 2065 (USD).....	2-28
Table 3.1: Products Sold and Water Requirements .....	3-2
Table 3.2: Economic Parameters and (At Risk Values) - USD .....	3-2
Table 3.3: Most Destructive Natural Hazards in Haiti Since 18 <sup>th</sup> Century (Sources Listed Below).....	3-5
Table 3.4: Severity of Climate Risk in Haiti's Departments (1 = maximum risk, 10 = minimum risk).....	3-6
Table 3.5: AAL Calculations for Project Area (USD).....	3-7
Table 3.6: AAL Calculations for Project Area in Future Time Horizon (USD) .....	3-8
Table 3.7: Average Annualized Loss Ratio .....	3-8
Table 3.8: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD) .....	3-10
Table 3.9: Losses Avoided (USD) .....	3-10
Table 4.1: Structural and Non-Structural Parameters .....	4-2
Table 4.2: Economic Parameters (Values in USD) .....	4-2
Table 4.3: Building Characteristics in Limonade .....	4-4
Table 4.4: Building Design Levels in Limonade .....	4-4
Table 4.5: Building Stock Values by Occupancy.....	4-4
Table 4.6: Soil Amplification Factors .....	4-7

Table 4.7: Proportion of Area Deemed Susceptible to Liquefaction .....	4-10
Table 4.8: 475-Year Losses to Project Site (USD).....	4-12
Table 4.9: 2500-Year Losses to Project Site (USD).....	4-12
Table 4.10: AAL Calculations for Project Area (USD) .....	4-12
Table 4.11: Average Annualized Loss Ratio .....	4-13
Table 4.12: City Earthquake Loss .....	4-14
Table 4.13: 2500-Year Earthquake Casualties .....	4-15
Table 4.14: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD) .....	4-15
Table 4.15: Losses Avoided (USD) .....	4-16
Table 5.1: Structural and Non-Structural Parameters .....	5-2
Table 5.2: Economic Parameters (Values in USD) .....	5-2
Table 5.3: Building Characteristics in Limonade .....	5-3
Table 5.4: Building Roof Types in Limonade.....	5-4
Table 5.5: Building Stock Values by Occupancy.....	5-4
Table 5.6: Hurricane Surge and Windspeeds for Corresponding Return Periods .....	5-5
Table 5.7: Local SLR projections for the region. These projections are relative SLR projections from 2016 to 2066. (Values are shown in meters.).....	5-7
Table 5.8: Summary of SLR rates for stations in the Caribbean (Climate Studies Group, Mona, 2012).....	5-7
Table 5.9: Summary of SLR projections used in relevant climate change studies .....	5-7
Table 5.10: Summary of the NOAA and USACE SLR projections for 2100 for three nearby tide gauges. Projections are relative to 2016 water levels. ....	5-9
Table 5.11: 10-Year Hurricane Wind Impacts for the Site.....	5-10
Table 5.12: 25-Year Hurricane Wind Impacts for the Site.....	5-10
Table 5.13: 50-Year Hurricane Wind Impacts for the Site.....	5-10
Table 5.14: 100-Year Hurricane Wind Impacts for the Site.....	5-11
Table 5.15: AAL Calculations for Project Area (USD).....	5-12
Table 5.16: AAL Calculations for Project Area (Mid-Century) (USD).....	5-13
Table 5.17: Average Annualized Loss Ratio .....	5-13
Table 4.18: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD) .....	5-15
Table 4.19: Losses Avoided (USD) .....	5-15
Table 6-1: Risk Matrix.....	6-1
Table 6-2: Present Day Risk.....	6-2
Table 6-3: Mid-Century Risk.....	6-2
Table 6-3: Hazard Mitigation Options and Assessment .....	6-3

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1: Limonade Municipality.....	1-3
Figure 1.2: Project Location and Elements .....	1-5
Figure 1.3: Existing Market on Daily Market Day. Note unused concrete stalls.....	1-6
Figure 1.4: View of market looking west (standing on edge of ravine). Concrete market area has red roof. Note standing water and trash between ravine and market. ....	1-6
Figure 1.5: View of Zangui Ravine looking north and the market bridge; market is located to the left (off camera). Note the solid waste in the stream. ....	1-6
Figure 1.6: View of existing soccer field, looking east.....	1-6
Figure 2.2: 25-Year Flood.....	2-7
Figure 2.3: 50-Year Flood.....	2-7
Figure 2.4: 100-Year Flood.....	2-8
Figure 2.5: 25-Year Flood for 2065 .....	2-9

Figure 2.6: 50-Year Flood for 2065 .....	2-9
Figure 2.7: 100-Year Flood for 2065 .....	2-10
Figure 2.8: Example Depth-Damage Function .....	2-11
Figure 2.9: Average Annualized Loss Calculation.....	2-13
Figure 2.10: 100-year City Flood Loss .....	2-17
Figure 2.11: 100-year City Flood Loss (2065).....	2-17
Figure 2.12: 25- and 100- year flood extents .....	2-19
Figure 2.13: 25- year return event with market bridge raised.....	2-20
Figure 2.14: 25- year return event with market elevated and bridge raised.....	2-21
Figure 2.15: 25- year return event with urban and agricultural BMPs .....	2-22
Figure 2.17: 25- year return event for current and future conditions .....	2-23
Figure 2.18: 25- year return event for future climate, with market elevated and bridge reworked.....	2-24
Figure 2.19: 100-year floodplain for current and future conditions.....	2-26
Figure 2.20: Day Curve for Evacuation Modeling.....	2-29
Figure 3.1: ERCC drought situation map created 2/25/2016 .....	3-4
Figure 3.2: 2010 (GFDRR 2010) Report Showing the Population Affected by Disaster Type with Drought at 16 percent, chart cited to UN (2009). .....	3-5
Figure 3.3: 2012 Report Showing the Population Affected by Disaster Type with Drought at 30 percent. (Source: GFDR 2012) chart cited to EM-DAT: OFDA/CRED International Disaster Database, Catholic University of Louvain, Brussels, Belgium, online at: <a href="http://www.emdat.net">www.emdat.net</a> . .....	3-5
Figure 3.4: Most recent drought map data from OCHA created in 2014. Full map containing this data and more was retrieved from <a href="http://www.redhum.org/documento_detail/ocha-haiti-mapa-multi-peligros-del-pais">http://www.redhum.org/documento_detail/ocha-haiti-mapa-multi-peligros-del-pais</a> . .....	3-9
Figure 4.1: 475-Year Earthquake Peak Ground Acceleration .....	4-5
Figure 4.2: 2500-Year Earthquake Peak Ground Acceleration .....	4-6
Figure 4.3: Shear Wave Velocity .....	4-7
Figure 4.4: Site Classification .....	4-8
Figure 4.5: Liquefaction Susceptibility .....	4-9
Figure 4.6: Relationship between PGA and Liquefaction Probability .....	4-10
Figure 4.7: Hazus Fragility Curve .....	4-11
Figure 4.8: 475 year earthquake loss for Limonade.....	4-14
Figure 5.1: Frequency of tropical cyclones in the different regions of Haiti (Mathieu-mde).....	5-5
Figure 5.2: 100-Year Storm Surge Inundation .....	5-6
Figure 5.3: Screenshot of nearest tide gauges with NOAA and USACE SLR projections on the USACE Sea-Level Change Curve Calculator Application .....	5-8
Figure 5.4: Hazus Wind Building Loss Function (Without Shutters) .....	5-11
Figure 5.5: Hazus Wind Building Loss Function (With Shutters) .....	5-12
Figure 5.6: Examples of Hurricane Straps .....	5-15

## 1.0 ANNEX – DISASTER AND CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT

### 1.1 INTRODUCTION

The Government of Haiti (GOH) is promoting numerous complementary economic development initiatives in the Northern Region to address historical regional imbalances of economic development and high levels of unemployment and poverty. The Inter-American Development Bank (IDB), along with other donors, has been working closely with the GOH to support sustainable regional economic development. Recent investments in the northern region include the creation of the Caracol Industrial Park (PIC) to foster private sector development, housing projects to support the employment needs of the PIC, agriculture and private sector development projects, and the creation of the Three Bays National Park, which is a new protected area along the region's coastline to support sustainable land management and fisheries, among other investments.

However, the region has a significant deficit in basic infrastructure (water, wastewater, transportation, and solid waste) which will become more profound with population growth and migration to the north in response to economic development opportunities. The IDB is thus working with GOH and other donors on priority infrastructure needs. As part of this overall commitment, IDB is funding loan operation *HA-L1106 - Solid Waste Management and Urban Improvement in Northern Haiti* to support the development of a solid waste management system for the northern region, as well as improvement to the commune of Limonade. The proposed solid waste landfill site of HA-L1106 is in close proximity to the commune of Limonade. Limonade is also home to over 40 percent of the PIC's workers and the only state university in the region; thus, is an important hub for economic development efforts.

The focus of this report is for the operation's second component (herein referred to as the project): urban infrastructure development for Limonade.<sup>1</sup> This component has been screened as a category B project, with a total project component cost of \$8M. The component was also screened as being vulnerable to flooding, as the commune is in a floodplain and regularly floods. As a category B project with vulnerability to natural hazards, the development of an Environmental and Social Assessment (ESA) is required for compliance with the Environment and Safeguards Policy (OP-703) and a Disaster and Climate Change Risk Assessment (DRA) is required for compliance with the Disaster Risk Management Policy (OP-704), along with compliance to other relevant IDB policies.

Tetra Tech has been contracted by the IDB to conduct an Environmental and Social Assessment (ESA) for Urban Improvement in Limonade (the ESA is presented as the main report to which this report is an annex). This component also provides an opportunity to integrate a DRA within the framework of the ESA in support of IDB's larger goals of strengthening the consideration of disaster and climate change risks across its lending portfolio. The Limonade ESA was thus identified as a pilot project under the Technical Cooperation (TC), *Strengthening of Climate Change Risk Assessments of IDB Operations*. The objective of the TC is to increase the climate resilience of IDB operations through improving the assessment of climate change risk in IDB project preparation.

This annex represents the full Disaster and Climate Change Risk Assessment for the Limonade pilot project. However, the Tetra Tech team has worked closely to integrate the findings and results into the ESA (main report), as well as with the project architect firm, WE, to integrate DRA findings into the project designs.

---

<sup>1</sup> There are separate ESAs that have been developed for the solid waste management component. However, it is important to note that some of the proposed interventions for urban infrastructure development in Limonade, including the potential restructuring of the market spaces, touch upon solid waste issues and call for an integrated view of the interaction between project components.

## 1.2 PROJECT SETTING - LIMONADE COMMUNE (MUNICIPALITY)

The North and Northeast Departments of Haiti include approximately 1.8 million inhabitants. The two regions have experienced the highest population growth in the country, which has resulted in high levels of unemployment, poverty, and social inequalities. The northern region revolves around the 70 km of the RN6 highway that connects Cap-Haitien to the West and Ouanaminthe to the East; Ouanaminthe is the main town before the border with the Dominican Republic. In total, the RN6 connects 13 municipalities in an area of 1460 km<sup>2</sup>.<sup>2</sup>

Limonade is a key municipality<sup>3</sup> of Haiti's Northern Department. It is located at the border of the North and North-East Departments. The commune has three municipal sections (Basse Plaine, Bois de Lance, and Roucou). In 2015,<sup>4</sup> the municipal population was estimated at 55,145 inhabitants; of which 51 percent are male and 49 percent female. Out of the total population, approximately 48 percent are under 18 years old, while a majority (60 percent) of the total population is under 50 years old. A new Municipal Team (3 elected Mayors), and a General Manager were recently elected to office.

Being in the heart of the Northern Corridor economic development efforts, the municipality is experiencing major social and environmental shifts, but without any defined land and urban management plan. Amongst recent shifts, some of the most noticeable are: the municipality hosts the new Campus of the State University of Haiti (Université Roi Henri Christophe) and its thousand students, thousands of PIC workers reside in Limonade, and a biweekly regional market attracts thousands of users. With increasing trade projected with the Dominican Republic, Limonade is positioned to become a critical nexus between Cap-Haitian and Ouanaminthe. Because of these unplanned developments, the municipality is changing very fast. Visitors can observe large numbers of rooms being added on top of houses for lodging the newcomers. Rental prices are also increasing significantly.

Limonade currently hosts two markets, a daily market and a larger regional market. The regional market is held biweekly on Wednesdays and Saturdays. The market can accommodate up to 600 sellers on regional market days. The current market building was constructed recently in 2015; however is significantly under-utilized. Only 10 percent of the existing structure is exploited by vendors. The market building is considered unsuitable by the vendors due to the following issues: lack of natural ventilation and natural light, use of concrete stalls that are considered impractical by the vendors, and the tax that is applied for the use of space.<sup>5</sup> Market activities are also not constrained to the market building—it is estimated that more than 3,000 users (vendors, sellers, buyers, transporters, other services and providers) are interacting on the market site and in the adjacent streets on a weekly basis, which creates additional challenges for municipal administration.

Critically for this study, the market is located in a low point of the city at the edge of the Zangui Ravine and regularly floods from fluvial (river-related flows) and pluvial (overland-related flows) flooding. There is also no formal waste management for the market. Waste is collected and burned or thrown into the ravine. The solid waste can impede water flow in the ravine, and stormwater pipes and conveyances, and exacerbates flooding throughout the city. Limonade does not have a well maintained stormwater management system; thus localized precipitation also contributes to the overall flooding throughout the city via pluvial flooding during and after significant precipitation events.

<sup>2</sup> Cap-Haïtien, Limonade, and Quartier Morin (Nord department); and Capotille, Caracol, Ferrier, Fort-Liberté, Mont-Organisé, Ouanaminthe, Perches, Sainte-Suzanne, Terrier-Rouge, and Trou-du-Nord (Nord-Est department).

<sup>3</sup> In Haiti, communes are roughly equivalent to civil townships and incorporated municipalities. The term commune and municipality are both used in this report to refer to Limonade.

<sup>4</sup> IHSI, Population Totale par Sexe, Population de 18 ans et plus estimés en 2015 (p.35-36)

<sup>5</sup> Initial information identified in WE preliminary report to IDB (WE 2016) and further compiled in Tetra Tech survey efforts, detailed in the ESA.



Figure 1.1 illustrates the location of Limonade in the Northern Corridor, the current location of the Limonade market, and the Zangui Ravine. Figure 1.1 also identifies the location of the community soccer field, an area that is under consideration for project development (will be further elaborated in the next section).



Figure 1.1: Limonade Municipality

### 1.3 OVERVIEW OF THE PROJECT

The IDB has supported several regional planning initiatives in the Northern Corridor, most notably the Urban Development and Climate Change Study for the Northern Corridor (IDB 2015) funded through IDB's Emerging and Sustainable Cities Program. This study included a Living Conditions Survey in Northern Haiti which identified infrastructure deficits in the municipalities in the Northern Corridor. For Limonade, the survey found that local residents consider that the commune lacks well-equipped public space (89 percent of responses), cultural places (81 percent of responses), schools (80 percent of responses) and health centers (96 percent of responses). Limonade hosts a weekly and regional market that is a critical element of community development and employment. The market, as well as much of the commune, regularly floods and this was also identified as a key constraint to development. Several urban development concepts were proposed in the study to further municipal planning efforts in the Northern Corridor (IDB 2015).

The IDB commissioned preliminary designs by WE Architects to further these urban development concepts for Limonade. Through the preliminary design process, which included municipal consultation and an initial needs assessment, it was decided to focus development efforts on the existing market and an existing soccer field complex. An extensive public outreach and consultation process was conducted for this ESA and in coordination with the design architect. An overarching objective of this DRA is to inform these ongoing assessment efforts.

There are several elements of the project that are under assessment for development, including: improvements to current market facilities, development of a series of functional public facilities (such as a health center, sport center, training center, water kiosk, green station) in the existing soccer field (Parc Sainte-Anne), development of flood mitigation measures (both traditional and green infrastructure) to mitigate both pluvial- and fluvial-sourced flood problems in the main market, and bridge and road improvements for the main thoroughfare connecting the soccer field to the market.

At this stage of the project, many factors remain yet to be defined. However, in order to provide input into the Preferred Alternative of the ESA and the continuing design effort, we have developed a project footprint and elements for disaster risk assessment and modeling. These elements are presented in Figure 1.2 as the “project location and elements”. It is important to note that the market, bridge, and slaughterhouse locations are existing infrastructure that are under consideration for improvement, while the enterprise zone, sport field, and water kiosk are illustrative locations of proposed elements for development in the existing soccer field (Parc Sainte-Anne). Existing conditions are represented in Figures 1.3 – 1.6. Refer back to Section 1 of the ESA (main report) for additional information and preliminary designs related to the project.



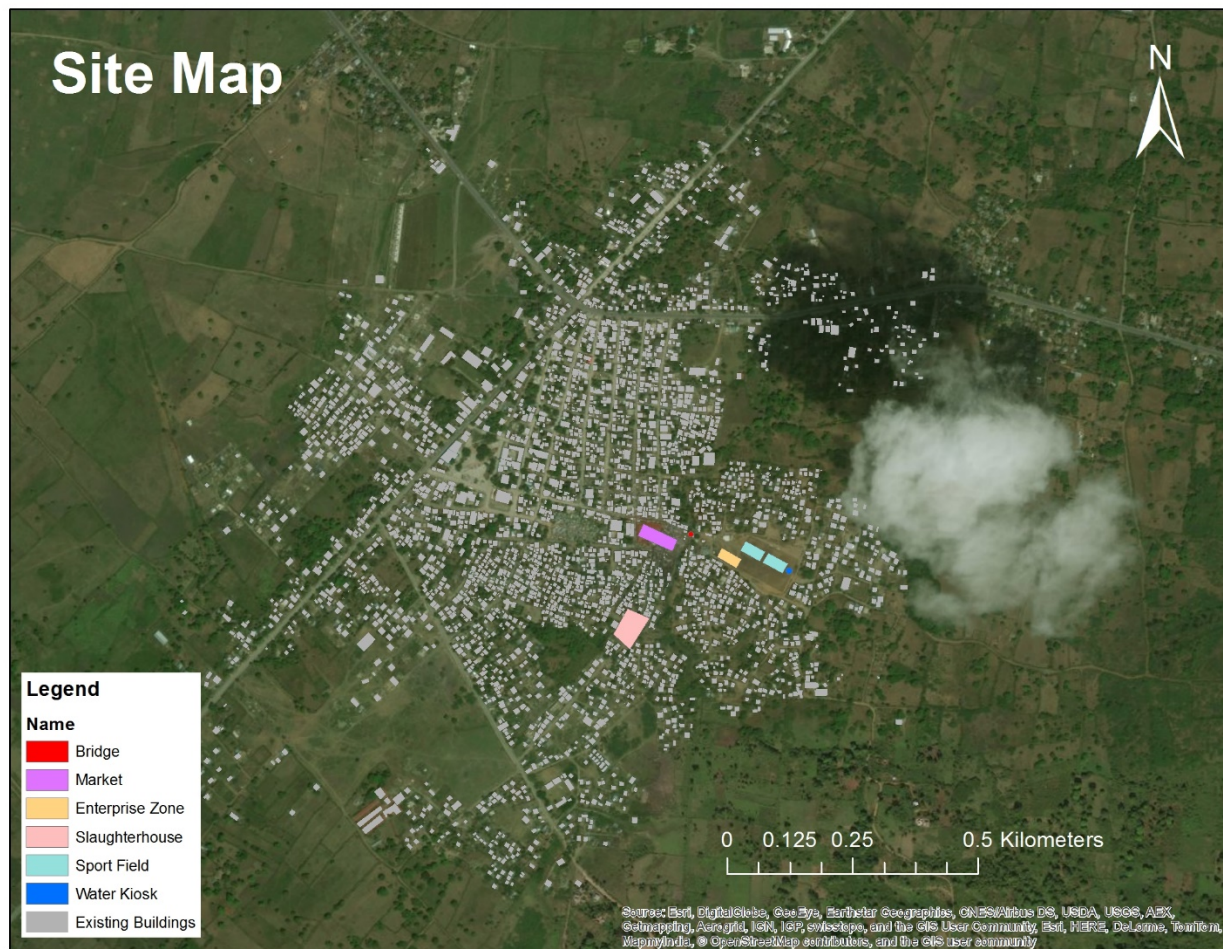


Figure 1.2: Project Location and Elements



Figure 1.3: Existing Market on Daily Market Day.  
Note unused concrete stalls.



Figure 1.5: View of existing soccer field, looking east.



Figure 1.4: View of market looking west (standing on edge of ravine). Concrete market area has red roof.  
Note standing water and trash between ravine and market.



Figure 1.6: View of Zanguí Ravine looking north and the market bridge; market is located to the left (off camera).  
Note the solid waste in the stream.

## 1.4 METHODOLOGY

This report documents a comprehensive analysis of specific hazards to the project area. The methods used here include:

1. Subsector impact characterization and identification of priority hazards for analysis;
2. Collect best available information regarding disaster and climate risks, including field data collection and public consultation efforts;
3. Conduct disaster and climate change analysis of current and future hazard conditions and identify risk management options, and;
4. Consider risk through a standardized risk matrix.



This process is briefly described below.

## 1.4.1 Subsector Impact Characterization and Identification of Priority Hazards for Analysis

### 1.4.1.1 Subsector Impact Characterization (Vulnerability)

This project falls under the following IDB sectors and subsectors:

- IDB Sector: Urban Development and Housing
- IDB Subsector: Neighborhood Upgrading

To help assess the project's vulnerability to natural hazards, a series of questions was developed based on the subsector. The project characteristics help determine minor, moderate, or major vulnerability irrespective of the geographic location; for the purposes of initial classification this process is referred to as impact characterization. If the project's vulnerability is ranked as moderate or major, additional information will need to be assessed to determine potential vulnerability based on the project's geographic location and project specific characteristics. For the Limonade project, the following matrix was created to explore subsector vulnerability (Table 1.1):

Table 1.1: Subsector Vulnerability

Question	Minor	Moderate	Major
1. Are there other markets in the area?	Yes, several	Yes, few	No
2. What is the project size? (USD)	<\$1M	\$1M-\$10M	>\$10M
3. How many individuals are supported?	<10	10-100	>100
4. How much trade is conducted per year? (USD)	<\$100K	\$100K-\$1M	>\$1M

The project team first responded to these questions based on initial assumptions and site visit. The responses were then refined through the course of this assessment. The findings are described below.

#### *Question 1 - Are there other markets in the area?*

This question seeks to explore how critical the market is to the local population—if a natural hazard event takes place how likely would business interruption impacts be for the vendors and users, or could they simply move to another location. The project team initially assumed that the answer to this question is “Yes, several” (minor) as there are many markets throughout the Northern Corridor, including in nearby Cap Haitien. However, based on survey responses from the market vendors (the survey will be further elaborated in subsection 1.4.2) it was found that the majority of vendors do not utilize nearby markets during natural hazard events such as historic flood events. The Limonade is the primary market for local stakeholders and in its absence those vendors suffer business interruption losses. Other markets can be reached by vehicle, but there is only one local market. Thus, the project team changed the response to this question to “No”, which is a **Major** subsector vulnerability.

#### *Question 2 - What is the project size? (USD)*

This question seeks to explore how large of an IDB investment the project represents, to consider IDB and the executing agency's financial risk. The total project size of Limonade urban interventions is \$8M, which is considered a **Moderate** subsector vulnerability for the purposes of this screening effort.

*Question 3 - How many individuals are supported?*

This question considers the number of beneficiaries of the project, to then explore the number of potentially affected persons. A very conservative estimate of 600 persons was assigned to the response to represent the number of persons that can be accommodated by the market area; although the potential affected persons could be considered the commune of Limonade as users/beneficiaries of the proposed investments. This response is consistent with a **Major** subsector vulnerability.

*Question 4 - How much trade is conducted per year? (USD)*

The objective of this question is to consider the broader financial implications of the market based on trade activity. At the onset of the project, the team did not have the information available to answer this question as there is limited data on social baseline conditions for the area. Using the survey and consultation activities conducted for this project, the team was able to estimate that approximately \$80,000 is generated from market activities; for a year the estimated total is \$960,000. This is just under the threshold developed for Major subsector vulnerability, and would be considered **Moderate**.

The overall finding of this initial screening exercise is that the subsector vulnerability of this project can be considered moderate to major; thus, worth additional consideration of hazard specific vulnerability. These questions also help in the project team in determine the appropriate risk approach (further discussed in Section 1.4.2).

### 1.4.1.2 Identification of Priority Hazards

The project team then considered the potential vulnerability of the project based on site location (exposure) and project specific characteristics. The objective of this screening effort is to determine those natural hazards that should be further assessed in the DRA.

The project team conducted a review of existing studies and literature to better understand the natural hazards and exposure of the project area. The DRA conducted for the PIC (IDB 2015) and the Urban Development and Climate Change Study for the Northern Corridor (IDB 2015) provided useful information on current hazards and climate change projections for the area. The preliminary design report of WE was also reviewed (WE 2015), which identified flooding as a major risk of the project based on the regular flooding that impacts the market.

Several natural hazards were screened out based on this preliminary assessment: the project area is inland and not in a current or projected coastal floodplain, which ruled out sea level rise, tsunami, coastal flooding, and hurricane storm surge; the project area is also in an urban location with limited to no exposure to wildfires and landslides. While these natural hazards could pose indirect risks to the project (e.g., trade and transportation routes, impact to other markets that could increase trade in the Limonade market), these are not considered priority hazards for the project.

Through this screening effort, there were several natural hazards that were identified for detailed risk assessment and that will be presented in this report:

- Flooding
- Drought
- Hurricane Winds
- Earthquake

### 1.4.2 Collect Best Available Information

The project team identified several knowledge gaps during the screening process. In general, there is a lack of information on baseline environmental and social conditions in Haiti. A comprehensive literature review was conducted for each of the priority hazards (relevant resources and findings are presented in the DRA), which was complemented by field efforts.

The team conducting the DRA worked closely with the ESA team to develop a comprehensive approach to priority data gaps for targeted field efforts. Additionally, the team worked closely with the design consultant, WE Architects, to understand preliminary designs and incorporate ESA considerations (including findings from this study) into the design (refer to Section 1 of the ESA). A summary of the team's primary data collection effort as it relates to the DRA is included in Table 1.2.

Table 1.2: DRA Primary Data Collection Efforts

Activity	Date	Type of Information/Use for DRA
Cross sectional data – Zangui Ravine bridge locations	February 2017	Measurements used for watershed modeling; assessment of flood mitigation measures
Initial public consultation on natural hazards	February 2017	Contextual information from public on historic impacts from natural hazards and perceived risks
Market vendor sample	March 2017	Sample counts to estimate number of market vendors; used to understand vulnerability characteristics
Baseline survey for affected persons	June – July 2017	Survey responses on impacts from natural hazards, used for quantitative assessment of business interruption and economic losses
Develop vulnerability characteristics of structures	June – July 2017	Sample of building characteristics used to develop structural estimates and vulnerability characteristics including construction type, building codes used, foundation type, roof type, and any mitigation measures.
Public consultation on draft DRA	August 2017	Public response and perception of DRA findings and refinement of DRMP

### 1.4.3 Conduct Disaster and Climate Change Analysis

The analysis presented in this report provides a comprehensive risk assessment of the priority hazards (flooding, hurricane wind, drought, earthquake). For each of the priority hazards, the following information is provided: (1) background on the hazard (2) how climate change will exacerbate the hazard, (3) an impact and risk analysis (specified for risks to the project, to operations, to surrounding environment and communities, and risk exacerbation due to project), (4) risk management options and (5) data limitations and recommendations.

For ease of reference, a summary risk and risk mitigation table is included at the beginning of each section.

### 1.4.4 Assess Risk using a Standardized Risk Matrix

To better understand the overall risk to the project and Limonade municipality, each risk component was analyzed and ranked. Table 1.3 shows each risk component and how each level (minor, moderate, and severe) has been quantified based on the results of the risk assessment. The components consider the hazard (likelihood and



geographic scale), the consequences (impacts to the project site directly, municipal impacts), and how the project itself may create or exacerbate these components.

The results are presented in the Conclusions section of this report (section 6).

## 1.5 REPORT STRUCTURE

---

The report is structured to assess priority hazards as separate sections. The structure of the report thus includes the following sections:

- Section 1: Introduction
- Section 2: Flood (Riverine) Hazard
- Section 3: Drought Hazard
- Section 4: Hurricane (Wind) Hazard
- Section 5: Earthquake Hazard
- Section 6: Conclusions
- Section 7 : References

## 2.0 FLOOD HAZARD

Flood Risk Overview - Current and (Mid-Century)	
Risk to Site: Major (Major)	<b>Findings:</b> Due to the location of the proposed market, the project has major risks associated with flooding. Although some mitigation options may reduce that risk in the short-term, climate change will increase the risk in the future. A focused and comprehensive risk mitigation effort is critical to develop a resilient investment.
Risk to Operations: Major (Major)	
Risk to Surrounding Environment and Communities: Major (Major)	
Project Impacts to Hazard: Major (Major)	
Risk Mitigation Measures (type of assessment) and Ability to Mitigate Risk (High, Moderate, Low): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of stormwater retention basin (best professional judgement) – High potential but more study needed</li> <li>• Urban BMPs (watershed model) – Low</li> <li>• Agriculture BMPs (watershed model) – Low</li> <li>• Redesign of Market Area and Bridge (cost benefit) – Moderate</li> <li>• Designing and implementing a flood early warning system (cost benefit) - High</li> </ul>	

To assess the flood risk and potential impacts to the Limonade urban revitalization project the following process was undertaken: (1) understand the project vulnerabilities, (2) characterize the hazard, (3) quantify the risk, and (4) assess mitigation options. This analysis is presented in the subsections below.

### 2.1 VULNERABILITY ASSESSMENT

The vulnerability assessment involved (1) assessing the overall project vulnerability by answering subsector questions (see introduction), (2) detailed project vulnerability, and (3) citywide vulnerability.

#### 2.1.1 Subsector Vulnerability

To help assess the project's vulnerability to natural hazards, a series of questions was developed based on the subsector. The project characteristics help determine the potential for minor, moderate, or major vulnerability. The assessment provided in the introduction shows a potential for major vulnerability.

#### 2.1.2 Project Vulnerability

The project footprint and elements are presented as Figure 1.2 (in section 1, introduction). It is important to note that the project design has not been finalized; these elements and their placement are considered conceptual, although the project team has been in close coordination with the design team to represent latest thinking in the design process. Each of the project elements have structural characteristics and economic parameters specific to the flood hazard which need to be identified for risk assessment. The project elements that are being assessed in the DRA (and included in Figure 1.2) include (1) the market area, (2) athletic field, (3) slaughterhouse, (4) water kiosk, (5) bridge, and (6) enterprise zone.

For the purposes of the DRA, structural characteristics and economic parameters have been developed and are presented in Table 2.1 (the structural characteristics) and Table 2.2 (economic parameters).

Table 2.1: Structural and Non-Structural Parameters

Name	Construction Type	Size (m <sup>2</sup> )	# of Stories	Foundation Type	Height Above Grade (m)
Market Area	Reinforced Masonry Bearing Walls with Precast Concrete Diaphragms	1200	1	Natural Ground	0
Athletic Field					
Slaughterhouse	Concrete Moment Frame	400	1	Natural Ground	0
Water Kiosk	Well				
Bridge	Small (<20m) Concrete				
Enterprise Zone	Unreinforced Masonry Bearing Walls	100	1	Slab	0.3

Table 2.2: Economic Parameters (Values in USD)

Name	Structure Value	Content Value	Inventory Value	Monthly Income
Market Area	480,000	90,000	108,214	69,368
Athletic Field	5,000			
Slaughterhouse	100,000	40,000	6,177	6,434
Water Kiosk	8,000			
Bridge	30,000			
Enterprise Zone	5,000	1,000	9,018	5,781

Structural characteristics (Table 2.1) were developed based on preliminary designs (WE 2017) and ongoing consultation with the project architect, as well as in coordination with Tetra Tech field team members familiar with the site and building characteristics.

The economic parameters (Table 2.2) were developed using consultants familiar with the value per square foot for buildings in this region and a detailed survey of the vendors at the market. Of the 116 vendors in the market, 9 provided a monthly income which ranged from 5,000 to 80,000 gourde (79 to 1269 USD). The monthly average for these 9 vendors was calculated to be \$598 USD; multiplying this value by the number of total vendors (116) resulted in a total monthly income of \$69,368 USD for the market area. The monthly income for a slaughterhouse is usually 2.78 times that of a retail business (Dunn and Bradstreet, 2015) but the slaughterhouse in Limonade is mostly unused and in disrepair. It was estimated that only about 10% of the area is in use. To calculate monthly income for the slaughterhouse, the market area monthly income was divided by the structure square footage (69,368/1,200) to get 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> for the market area, then this value was multiplied by the area of the slaughterhouse which was used (40m<sup>2</sup>) and the 2.78 value identified from D&B; resulting in a monthly income of \$6,434 for the slaughterhouse. The Enterprise Zone monthly income was calculated by taking the 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> value and multiplying it by 100m<sup>2</sup>, the size of the Enterprise Zone, since the type of commerce is similar to that of the market. This resulted in a monthly income of \$5,781 USD/month.

The inventory values for the commercial sector are typically calculated as a percentage of the annual gross sales. Retail trade has an inventory at any one time of 13 percent of the total annual gross sales while the slaughterhouse would have an inventory of 8 percent (Dunn and Bradstreet, 2015). For the market area,

slaughterhouse, and enterprise zone, the monthly income was multiplied by 12 months and the percent (13 or 8) was applied to the value with the results shown in Table 2.2.

### 2.1.3 City Vulnerability

The next step involved assessing the vulnerability of the existing structures in Limonade. To do this, a local consultant characterized the local building stock adjacent to the city along the Zangui Ravine and within the city itself. The structural characteristics help determine how vulnerable the exposed infrastructure is to a flood. Structures elevated out of the floodplain will not sustain the same damage as the same structure built at grade (ground elevation). A structure that is constructed with a subfloor will also result in additional damage due to that area filling with water.

The area outside the city along the Zangui Ravine is made up of low cost houses that are built with light concrete materials with sheet metal and sometimes with no concrete at all. These buildings are often damaged during natural disasters like floods and hurricanes.

The buildings in the City fall into three major categories: (1) colonial, (2) modern, and (3) contemporary. In downtown Limonade, the most common building types consist of low-rise (one or two story) structures with non-engineered, lightly reinforced concrete frames and unreinforced concrete masonry block infill. Concrete blocks are the prevailing masonry unit utilized although some historic structures use fire clay brick. There are small buildings in the southeast of the market whose floors are sheet metal and that have non-concrete walls. For many buildings, although not all of them, floors and roofs are reinforced concrete slabs, typically 15 cm to 25 cm thick with a single layer of bi-directional reinforcement. In some cases, concrete blocks are cast into the slab to minimize the use of concrete. Corrugated steel spanning over wood or steel trusses is found in the roofs.

In Limonade, like everywhere in Haiti, the most common construction is a type of infill masonry. A typical structure's vertical-load-resisting system consists of reinforced concrete columns, beams, and slabs. Unreinforced concrete masonry blocks are used to infill the frame. Moreover, the materials used to build in Limonade are typically substandard and never guarantee good resistance when the region faces an earthquake or flood. The few buildings whose roofs are concrete have no connection between the masonry wall panel and the columns, floor, or roof slabs. This is why walls fall under any pressure (wind, floods) because they are constructed directly on top of a finished foundation or floor slab. The two primary roof systems observed are flat slabs and trusses. Slab roofs are sometimes solid reinforced concrete, and in other cases are voided. The lighter roof trusses are constructed of either timber or steel with a light-gauge corrugated metal sheathing. Roof and floor slabs are commonly poured after the wall panels are constructed.

In addition to the proposed project structures (presented in section 2.1.1), there are approximately 3,500 structures in Limonade. These structures are modeled with the characteristics found in Tables 2.3 and 2.4 based on satellite imagery, photographs, and local knowledge concerning building construction practices. The building areas are derived from the building footprint area and number of stories. To determine values, a local team member knowledgeable about local replacement costs provided information on the value/m<sup>2</sup> for different types of structures. These values are provided in Table 2.5. Building content values are derived by structure values and occupancy type. It should be noted that these values have not been formally reviewed by a locally certified assessor but are considered illustrative and based on best professional judgement for the purposes of understanding project vulnerability.

Table 2.3: Building Characteristics in Limonade

% Buildings	Building Type	# of Stories
10	Unreinforced Masonry	1 - 2
1	Unreinforced Masonry	3+
87	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	1 - 3
2	Steel Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	1 - 3

Table 2.4: Building Foundation Types in Limonade

% Buildings	Foundation Type
30	Slab
70	Natural Ground

Table 2.5: Building Stock Values by Occupancy

Occupancy	Value/m <sup>2</sup>
Residential	200
Commercial	400
Industrial	300
Educational	400
Religious	400

## 2.2 HAZARD CHARACTERIZATION

Flood events occur more frequently in Haiti than all other hazards combined. There have been thirty (30) major floods since 1900, which have caused thousands of deaths, and tens of millions of dollars in economic loss (EM\_DAT 2016). Building in the floodplain, deforestation, inadequate development and stormwater management practices, lack of sanitary waste management and poverty continue to exacerbate the impacts from flood events to the community and upon the built environments. Flood events also can trigger landslides, and result in additional hazard impacts to the community.

The precipitation and climate in northern Haiti is characterized as tropical maritime. Haiti lies in the rain shadow of the Dominican Republic as the mountain ridge between the two countries serves as a barrier from rainfall produced by trade winds (Knowles et al. 1999). The topography consists of inland mountain chains transitioning into coastal lowlands. However, recent deforestation has been detrimental in allowing increased and faster runoff of rainfall leading to a subsequent increase of water entering streams (due to the loss of trees and their interception and holding of water from precipitation events). As a result, the receiving streams' water levels have risen faster as peak discharges have greatly increased.

Soil erosion and deforestation are endemic in Haiti due to centuries of agricultural exploitation, first under the colonial plantation system and later by the widespread harvest of timber for export markets (McClintock 2015). Recent deforestation has been detrimental in allowing faster runoff of rainfall and the subsequent increase of water entering streams—due to the loss of trees and their cover. As a result, the receiving streams' water levels have risen faster as peak discharges have greatly increased. Another effect of deforestation is the acceleration of soil erosion, which increases volume of sediment carried by streams.

The flood hazard characterization involved (1) determining how to model the flood hazard, (2) modeling the flood hazard, and (3) modeling the future flood hazard.

### 2.2.1 Flood Modeling Approach

The approach used to assess the flood hazard for a project involves answering a set of questions up front: (1) What kind of data are available? (2) What kind of resources are available? (3) How will the results be used? Answering these questions helps inform the flood modeling effort. For the Limonade project, it was determined that data availability was a limiting factor and more expensive, advanced software would not provide additional accuracy. The project team also wanted to assess the costs and benefits of specific mitigation actions which meant that several return periods would need to be modeled and additional modeling would be needed to assess the flood hazard before and after mitigation. Ideally, return periods of 10-, 25-, 50-, 100-, and 500-years would be modeled to provide a comprehensive view of the flooding, from more frequent nuisance flooding (10-year) to catastrophic events (500-year). Unfortunately, the answers to the first two questions concerning data and resources restrict what can be done. It is difficult to model 500-year events when there are short records of temporal data; the models do a poor job of identifying those floods. Due to the amount of resources for the project, it was determined that three return periods would be selected: 25-, 50-, and 100-year events.

Because fluvial (riverine) flooding was identified as a particularly critical issue for the Limonade project, a more complex assessment of this hazard was selected to provide an opportunity for the disaster and climate change assessment to:

- Identify potential positive and negative impacts to flooding of proposed designs, i.e., increasing the elevation of marketplace area and adjacent bridge crossing the river.
- Evaluate other potential flood mitigation measures
- Estimate impacts from a future climate scenario where storms become more intense.

To meet these objectives, a complex watershed modeling approach using the Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS) model was designed for the Limonade pilot project to better understand current and future flood risk through development of several model scenarios. While HEC-RAS flow is really only a 1-Dimensional (1D) model, the elevation provides a second dimension (2D); so it is considered a quasi-2D model. Given the lack of other precise data (e.g., storm event data, historic flood extents, detailed floodplain topographic mapping), it was not considered appropriate or a good use of resources to develop a full 2D flood model. In the end, the advanced model would not give more accurate results or an increased confidence in outputs.

Unfortunately, data was not available to develop a model of the routing of overland flow (pluvial) within urbanized areas. If data were to become available, a modeling approach such as EPA-SWMM could be used to determine the contributions of flood water volumes from the urbanized areas. For this project, due to these data limitations, changes in urbanized area (and upper watershed areas, i.e., rural, agricultural areas) were modeled using the HEC-RAS model's Curve Number-based approach to runoff responses to rainfall events.

Another simpler approach that might be appropriate for this type of medium risk project was considered: A bridge culvert analysis using the HY-8 Culvert Hydraulic Analysis Program, provided by the U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. However, this analysis would not provide the impacts from the revised bridge designs up or downstream of the bridge—and is especially not useful for estimates of flood extents. Thus, the HEC-RAS approach was selected.



## 2.2.2 Flood Modeling

A flood model of Limonade including up- and down-stream of the market area was built using the HEC-GeoRAS software from USACE, the same software that is used in most U.S. Flood Insurance Risk Map studies. The HEC-RAS model was mostly based on 2-meter Digital Terrain Model (DTM) data for the area, but other field-measured topographic data available for the market area and the RN6 road crossing area provided by WE Architects played an important role in generating accurate channel geometry and floodplain areas surrounding the market area. The DTM coverage was augmented with the measured data because the DTM data is somewhat coarse for flood studies. While data with less than a 3-meter resolution is often sufficient for confidence in flood extent modeling, the 2-meter DTM is useful but could be improved with more precise topography. Additionally, recent (Spring 2017) photographic documentation and field-measured cross-sections of the active channel of the waterway were obtained at all bridge crossings from the market bridge down to the bridge located downstream, just north and outside of town. These data were taken because structural controls often play an important role in calculating flood elevations.

The HEC-RAS model was run in event mode, at first focusing on historic floods and probable maximum floods, but then once calibrated, provided estimates with a changing climate (in this case, more intense storm events) which were modeled as well. Limonade-specific precipitation and stream flow data were not available at the time of model creation, thus these analyses are approximate, and calibration was limited. Local anecdotal information such as the video of early November 2016 flooding at the cultural foot bridge and adjacent road (Boulevard Capois La Mort), and the estimated flood extents for this same storm event from WE Architects, provided integral flood extent information associated with that specific flood event.

The model was originally planned to extend the channel geometry just past the last bridge crossing north of town—the bridge located downstream of cultural (road) bridge—which would include digitization of all existing bridge designs (including the cultural footpath bridge) downstream of RN6. The reason to include these downstream bridges was to better inform what the current flooding extents are driven by, and if proposed developments within Limonade may have a positive or negative impact on flood extents throughout Limonade and areas north of town. However, the resolution of the available topography in the areas north of town was insufficient for flood model development downstream of where the river crosses under Boulevard Capois La Mort.

The HEC-RAS model was accompanied by an event rainfall-runoff model. Because long-term precipitation data from the station at Cap Haitien were not available as needed, other nearby gauge stations in the Dominican Republic and Puerto Rico were employed for this project. Additionally, the HEC-HMS model was used in Curve Number (CN) mode because detailed soils information was not available for the drainage area. Land use data was available for the upstream watershed and was used to estimate event rainfall-runoff relationships based on the CN approach. The CN approach, while approximate, is appropriate to use due to the data availability for Limonade. The CN approach was used to estimate effects of land use change and installation of green infrastructure (GI) effects on runoff using well-established approximations of GI impact on peak flow events based on CN modifications. The CN approach was also used because it easily allowed the evaluation of effects of upstream rural management practice modifications (e.g., use of stormwater ponds in the upstream agricultural areas) based on changes in CN and storage capacity.

The effects of the current proposed land use changes in the Limonade market area were evaluated through the creation of a DTM where the market area was modified to resemble the proposed construction of an elevated market place and replace the adjacent “market bridge” with a new, higher bridge with associated required bridge abutments. Proposed land use changes within Limonade city limits only had minor effects on flood elevation peaks, as did the model scenario where agricultural lands in the upstream watershed area were modeled to have higher runoff retention rates. The 25-, 50-, and 100-year floods are shown in Figures 2.2, 2.3, and 2.4 respectively.

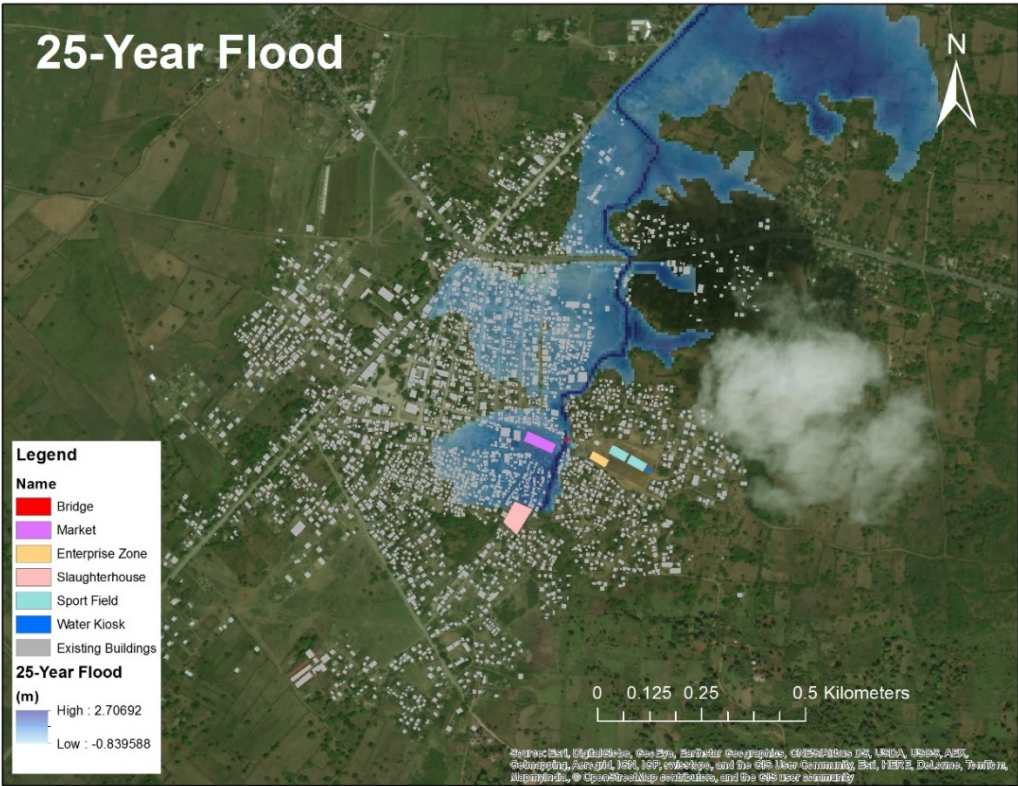


Figure 2.2: 25-Year Flood

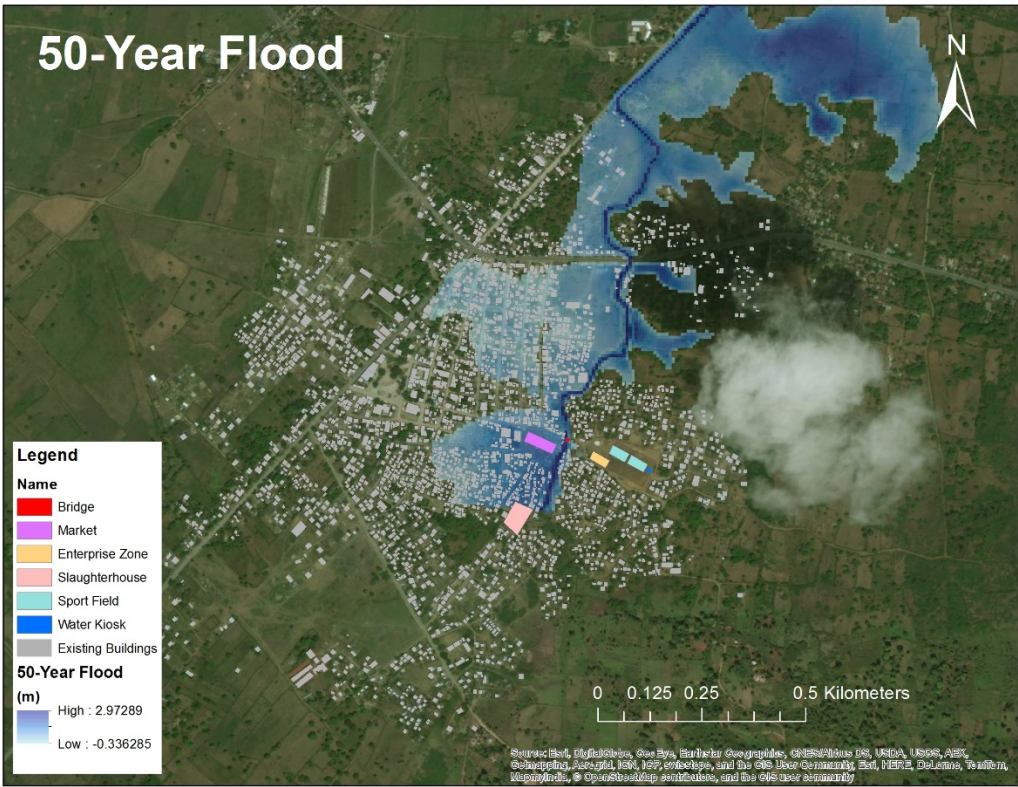


Figure 2.3: 50-Year Flood



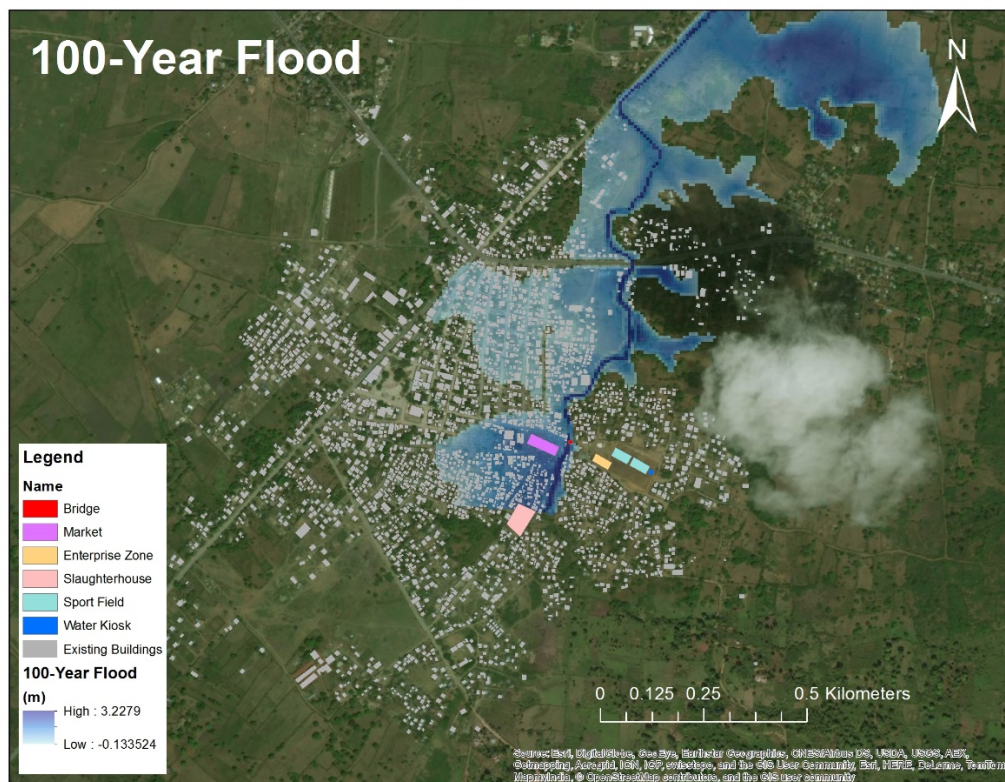


Figure 2.4: 100-Year Flood

### 2.2.3 Future Flood Modeling

In Haiti, rainfall projections project decreases in rainfall between the months of June-through August, while rainfall projections during the remainder of the year are less certain (World Bank 2011).

Evaluation of risks under climate change were accomplished through potential change in the probable maximum precipitation intensity. This was done using future down-scaled climate model temperature and the Clausius-Clapeyron equation method to change the precipitation intensity in the HEC-HMS rainfall-runoff simulations.

Finally, different scenarios of climate change were run to identify if an increase in storm magnitude (i.e., increase amount of rain, but with same temporal length of storm, e.g., 24-hour storm) under future climate conditions would significantly impact flood extents.

The 25-, 50-, and 100-year floods for the 2065 time horizon are shown in Figures 2.5, 2.6, and 2.7 respectively.

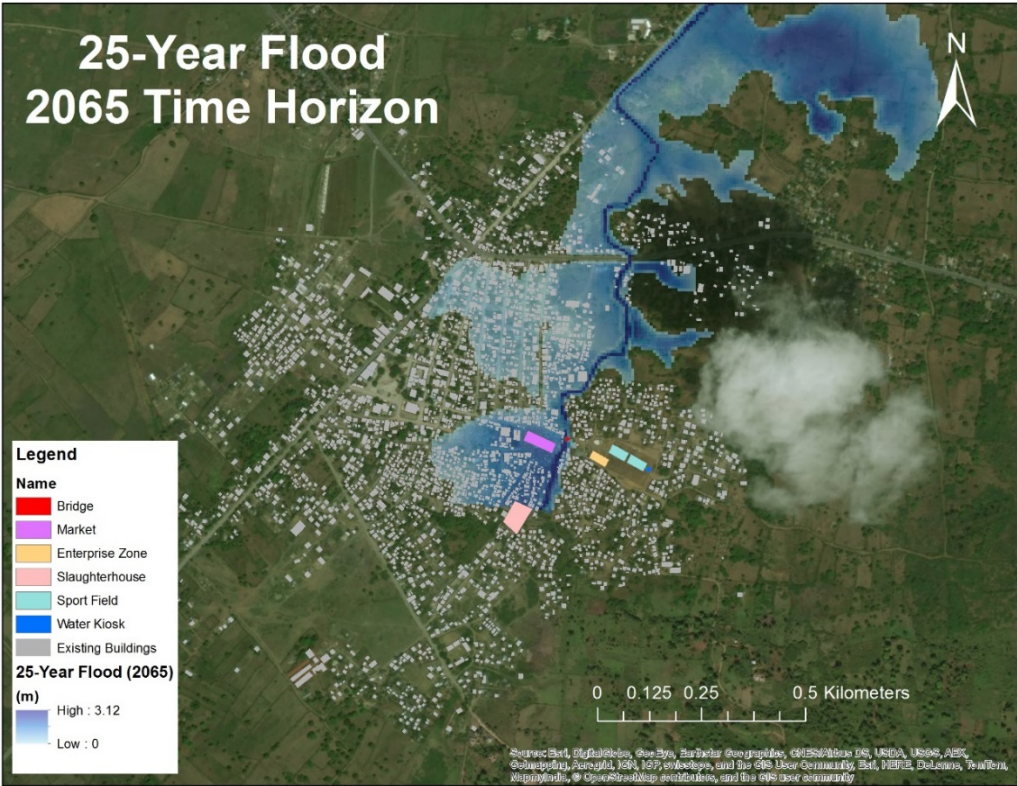


Figure 2.5: 25-Year Flood for 2065

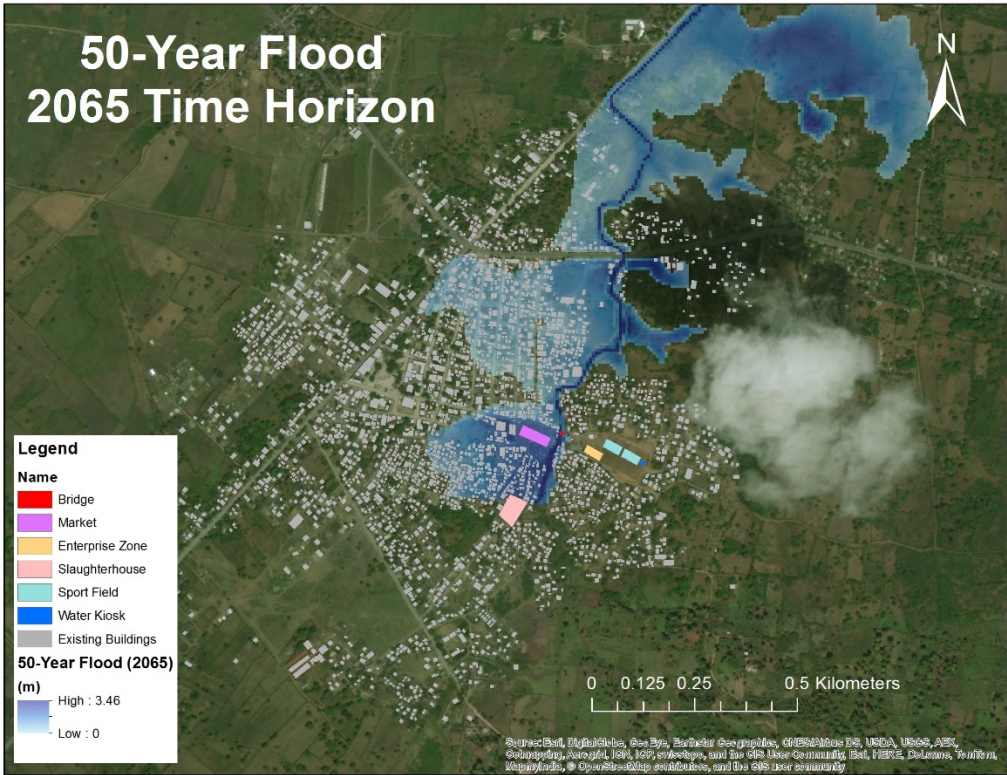


Figure 2.6: 50-Year Flood for 2065



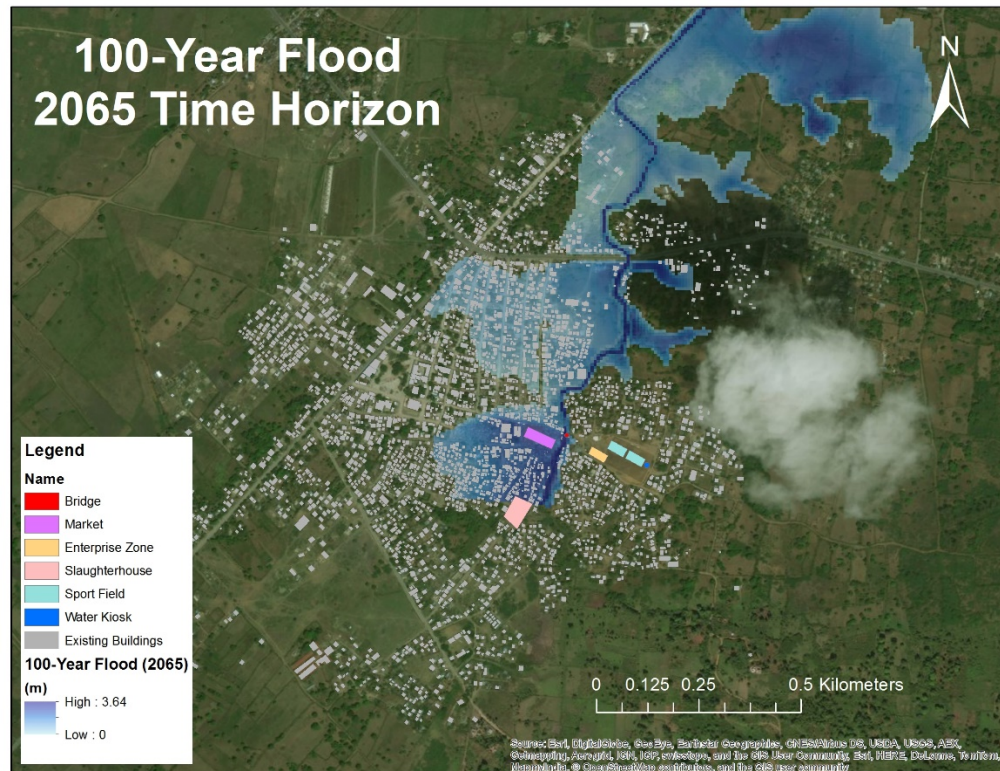


Figure 2.7: 100-Year Flood for 2065

## 2.3 RISK ASSESSMENT

The vulnerability and hazard information found in Sections 2.2 and 2.3 was then integrated into a risk model and run for the different return period events. This produced functionality and loss estimates for current and future conditions. The results are provided in the following sections: (2.3.1) Risk to the Project, (2.3.2) Risk to Operations, (2.3.3) Risk to Surrounding Environment and Communities, and (2.3.4) Risk Exacerbation due to Project.

### 2.3.1 Risk to the Project

In order to assess the risk to the project, a standardized risk assessment was performed which calculated losses in USD. By quantifying the loss in terms of USD, instead of using a ranking system or other, similar exercise, the loss becomes very straight forward and easy to compare across projects and countries. Losses were generated for the proposed project areas for the 25-, 50-, and 100-year events and then an average annualized loss value was calculated.

Losses were calculated using a library of depth-damage functions (see four examples used for this study in Figure 2.8) which are based on the vulnerability characteristics identified in Section 2.2. These functions relate the depth of water to a mean damage percentage for a particular structure. There are depth-damage functions for structure, contents, and business inventory. The business interruption values are calculated based on the daily business income and number of days unable to do business.

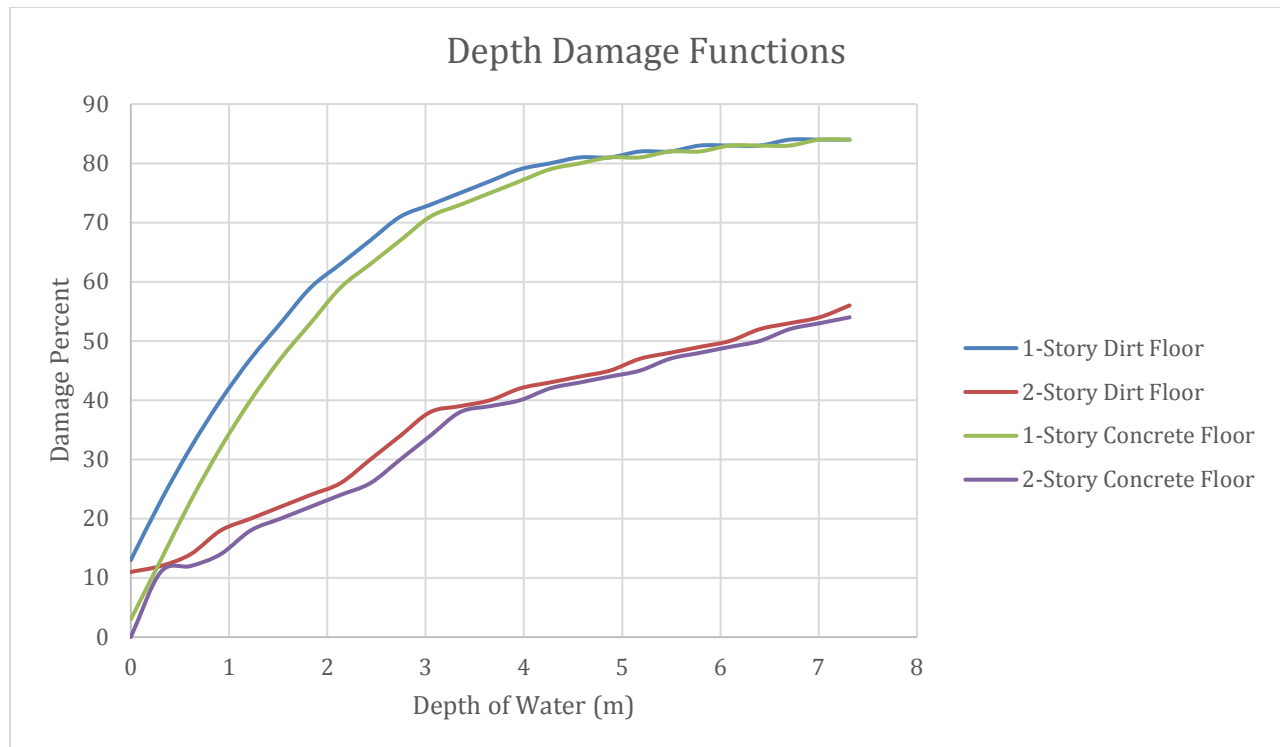


Figure 2.8: Example Depth-Damage Functions for Analysis

The losses calculated for the proposed project areas for the 25-, 50-, and 100-year events are provided in Tables 2.6, 2.7, and 2.8 respectively.

Table 2.6: 25-Year Losses to Project Site (USD)

Name	Flood Depths (m)	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	0.31-0.56	67200	37800	53025	6937	<b>164962</b>
Athletic Field	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	0.58-0.70	15000	20000	3706	643	<b>39349</b>
Water Kiosk	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Bridge	2.50	10000	0	0	0	<b>10000</b>
Enterprise Zone	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>92200</b>	<b>57800</b>	<b>56731</b>	<b>7580</b>	<b>214311</b>



Table 2.7: 50-Year Losses to Project Site (USD)

Name	Flood Depths (m)	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	0.57-0.83	72000	45000	59518	16186	<b>192704</b>
Athletic Field	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	0.84-0.93	16000	23200	4324	1501	<b>45025</b>
Water Kiosk	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Bridge	2.70	30000	0	0	0	<b>30000</b>
Enterprise Zone	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>118000</b>	<b>68200</b>	<b>63841</b>	<b>17687</b>	<b>267729</b>

Table 2.8: 100-Year Losses to Project Site (USD)

Name	Flood Depths (m)	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	0.82-1.08	76800	50400	70339	32372	<b>229911</b>
Athletic Field	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	1.08-1.20	17000	25200	4941	3003	<b>50144</b>
Water Kiosk	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Bridge	3.00	30000	0	0	0	<b>30000</b>
Enterprise Zone	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>123800</b>	<b>75600</b>	<b>75281</b>	<b>35374</b>	<b>310055</b>

The market area, slaughterhouse, and bridge are all impacted from each of the return period events. The average annualized loss is calculated by plotting each return period loss with the return period as seen in Figure 2.9 and then calculating the area under the curve.

The results show that even with a little water seen in 25-year events and more frequent return periods, there can be a substantial amount of damage to the contents and inventory of the market area and slaughterhouse. The structural damage is not very high during these frequent events but inventory can be damaged easily if care is not given in removing them from a flood event. The results also show that if care is not given to the bridge design, it could become severely damaged during an event. The design of the bridge should account not just for the flood waters but all the debris in the waters as well.

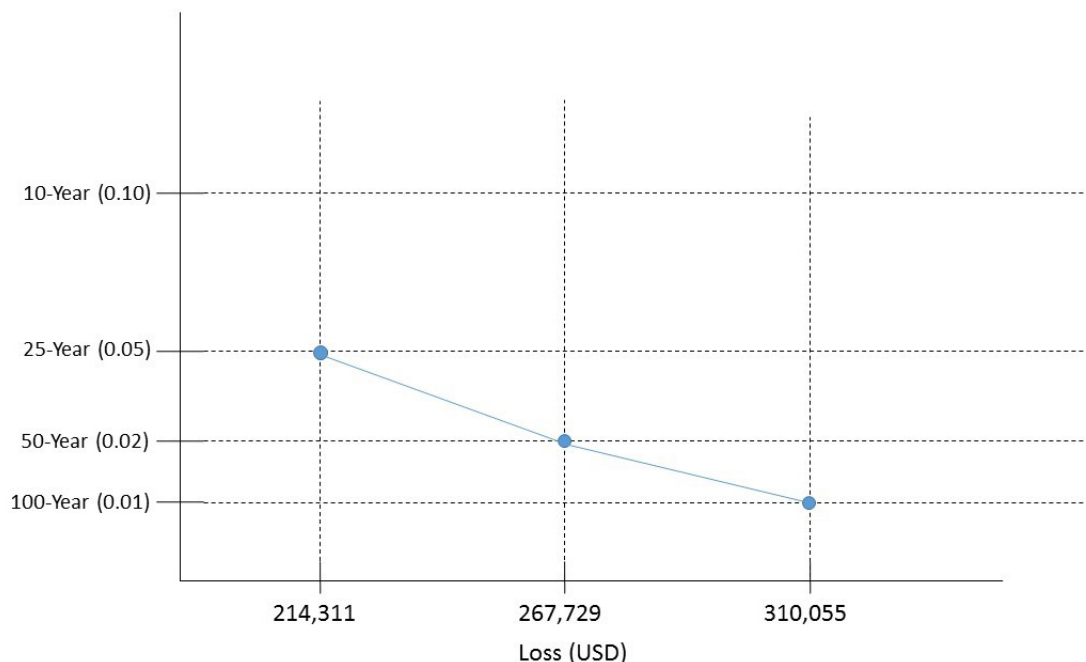


Figure 2.9: Average Annualized Loss Calculation

Specifically, the equation to calculate AAL is:

$$AAL = (f_{25}-f_{50}) \cdot (L_{25}+L_{50})/2 + (f_{50}-f_{100}) \cdot (L_{50}+L_{100})/2 + f_{100} \cdot L_{100}$$

Where the f values are frequency (e.g.  $f_{25}$  is  $1/25$ ) and the L values are the losses.

For the Limonade project area, the AAL calculations are shown in Table 2.9.

Table 2.9: AAL Calculations for Project Area (USD)

Name	25-Year Loss	50-Year Loss	100-Year Loss	AAL
Market Area	164962	192704	229911	7989
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	39349	45025	50144	1821
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	10000	30000	30000	1000
Enterprise Zone	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>214311</b>	<b>267729</b>	<b>310055</b>	<b>10810</b>

The AAL expresses how much the community would lose every year due to floods. This value allows for a comparison between hazards which may have very different frequencies and impacts. For example, a flood may happen very often but create little damage while an earthquake may occur much less often but create massive loss. By calculating the AAL for each, a comparison can be made between hazards. Also, the AAL will support the mitigation analysis conducted in Section 2.5.

The future floodplain modeling was used to calculate losses for those scenarios. The calculated losses for the proposed project areas for the 25-, 50-, and 100-year future events are provided in Tables 2.10, 2.11, and 2.12 respectively.

Table 2.10: 25-Year Losses to Project Site for 2065 Time Horizon (USD)

Name	Flood Depths (m)	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	0.71-0.87	74400	46800	64928	23123	<b>209251</b>
Athletic Field	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	0.97-1.08	16500	25200	4633	2145	<b>48477</b>
Water Kiosk	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Bridge	2.89	25000	0	0	0	<b>25000</b>
Enterprise Zone	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>115900</b>	<b>72000</b>	<b>69561</b>	<b>25267</b>	<b>282728</b>

Table 2.11: 50-Year Losses to Project Site for 2065 Time Horizon (USD)

Name	Flood Depths (m)	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	1.14-1.30	81600	58500	81161	32372	<b>253632</b>
Athletic Field	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	1.32-1.44	22000	25600	6177	3003	<b>56779</b>
Water Kiosk	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Bridge	3.38	30000	0	0	0	<b>30000</b>
Enterprise Zone	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>133600</b>	<b>84100</b>	<b>87337</b>	<b>35374</b>	<b>340412</b>

Table 2.12: 100-Year Losses to Project Site for 2065 Time Horizon (USD)

Name	Flood Depths (m)	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	1.33-1.46	96000	70200	91982	48558	<b>306740</b>
Athletic Field	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	1.5-1.62	25000	26400	6177	4504	<b>62081</b>
Water Kiosk	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Bridge	3.57	30000	0	0	0	<b>30000</b>
Enterprise Zone	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>151000</b>	<b>96600</b>	<b>98159</b>	<b>53061</b>	<b>398820</b>

For the Limonade project, the AAL calculations for future risk are shown in Table 2.13.

Table 2.13: AAL Calculations for Project Area for 2065 (USD)

Name	25-Year Loss	50-Year Loss	100-Year Loss	AAL
Market Area	209251	253632	306740	10498
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	48477	56779	62081	2268
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	25000	30000	30000	1150
Enterprise Zone	0	0	0	0
TOTAL	282728	340412	398820	13916

Calculating the AAL using the losses from the climate change scenarios shows an AAL increase of nearly 29%. This will help justify spending additional funds on hazard mitigation and climate adaptation solutions.

To determine the level of risk to the project, an annualized loss ratio is calculated for each project component. A threshold has been identified for minor (<0.1%) moderate (0.1 – 1%) and major (>1%) risk projects. This threshold represents the risk appetite for the project. If a project is going to lose 1% of its total value every year that should be a cause of concern while losing only a fraction of a percent should be considered an acceptable risk. Projects will never be risk free but viewing the risk in terms of the project as a whole and the life cycle allows decision-makers to standardize the process and help remove bias. Table 2.14 provides the average annualized loss ratios for this project. Both the present day and future scenarios show the market area, bridge, and slaughterhouse as major risk project components along with an overall project ratio of 2.2%.

Table 2.14: Average Annualized Loss Ratio

Name	Value	Present Day		2065	
		AAL	Loss Ratio	AAL	Loss Ratio
Market Area	480000	7989	1.7%	10498	2.2%
Athletic Field	5000	0	0.0%	0	0.0%
Slaughterhouse	100000	1821	1.8%	2268	2.3%
Water Kiosk	8000	0	0.0%	0	0.0%
Bridge	30000	1000	3.3%	1150	3.8%
Enterprise Zone	5000	0	0.0%	0	0.0%
TOTAL	628000	10810	1.7%	13916	2.2%

### 2.3.2 Risk to Operations

During a flood event, there are significant risks to operational activities at the market place and at the slaughterhouse. Both areas flood completely during flood events, even the 25-year event. Vendors leave the area during flooding because it is impossible to conduct business. This is ranked as a major risk since business operations are not possible during heavy rain events.

### 2.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities

To understand the flood risk to Limonade, a risk model was used to quantify the losses from the three return period events using the same methodology as Section 2.4.1. The depth-damages functions were selected based on the vulnerability section concerning the general building stock in section 2.2. Building footprints were used and attributed with number of stories, specific occupancy type, area, and value per square foot for structure and contents. The losses modeled for the present day are provided in Table 2.15. The losses modeled for the 2065 time horizon are provided in Table 2.16.

Table 2.15: City Flood Loss (Present)

	25 year	50 year	100 year
Buildings Impacted (#)	420	701	1,015
Total Loss (USD)	1,144,339	1,900,090	2,693,075

Table 2.16: City Flood Loss (2065)

	25 year	50 year	100 year
Buildings Impacted	933	1,015	1,015
Total Loss (USD)	2,472,507	3,001,016	3,924,842

Using the loss values and return periods, an AAL was calculated for the city at the present time and for the 2065 time horizon. The results are provided in Table 2.17.

Table 2.17: Average Annualized Loss Ratio for City

Name	Value	Present Day		2065	
		AAL	Loss Ratio	AAL	Loss Ratio
Limonade	44,230,710	80,341	0.18%	128,613	0.29%

The loss ratio for the city in the present and at the 2065 time horizon, indicate a moderate flood risk. However, the modeling was not completed south of the slaughterhouse where there is a floodplain so the losses will be higher looking at the entire city. To be conservative, the City has a major flood risk. The results also indicate schools, churches, and one hospital that are also impacted. The results for the current 100-year City losses and 2065 100-year City losses are provided in Figures 2.10 and 2.11 respectively.



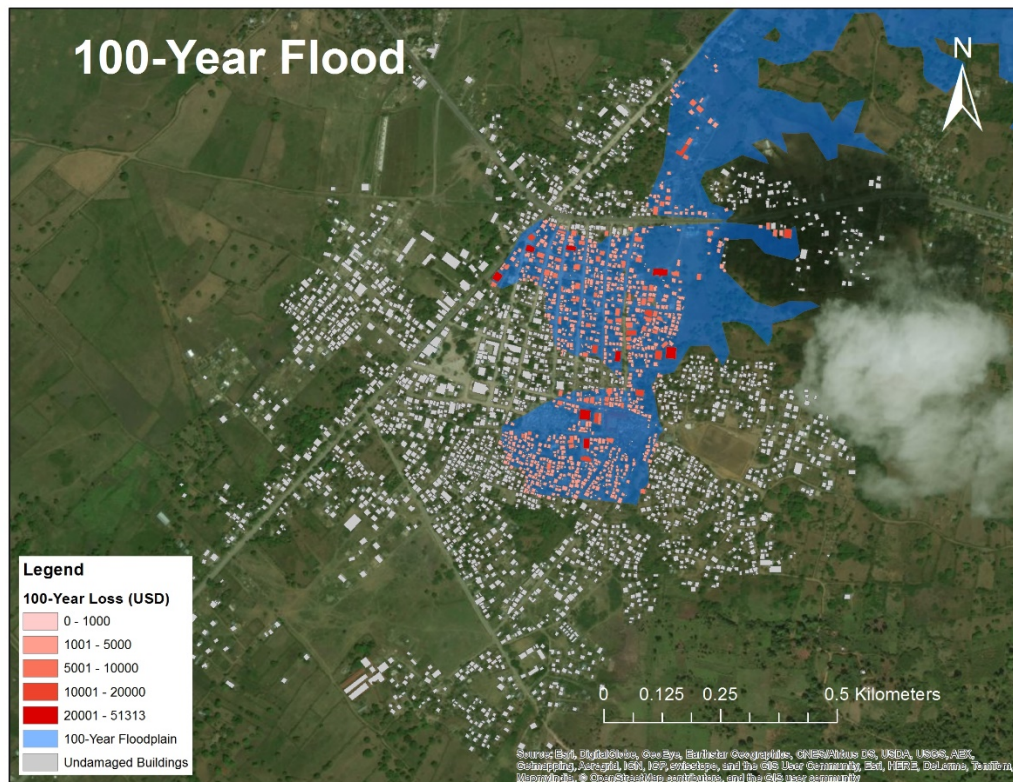


Figure 2.10: 100-year City Flood Loss

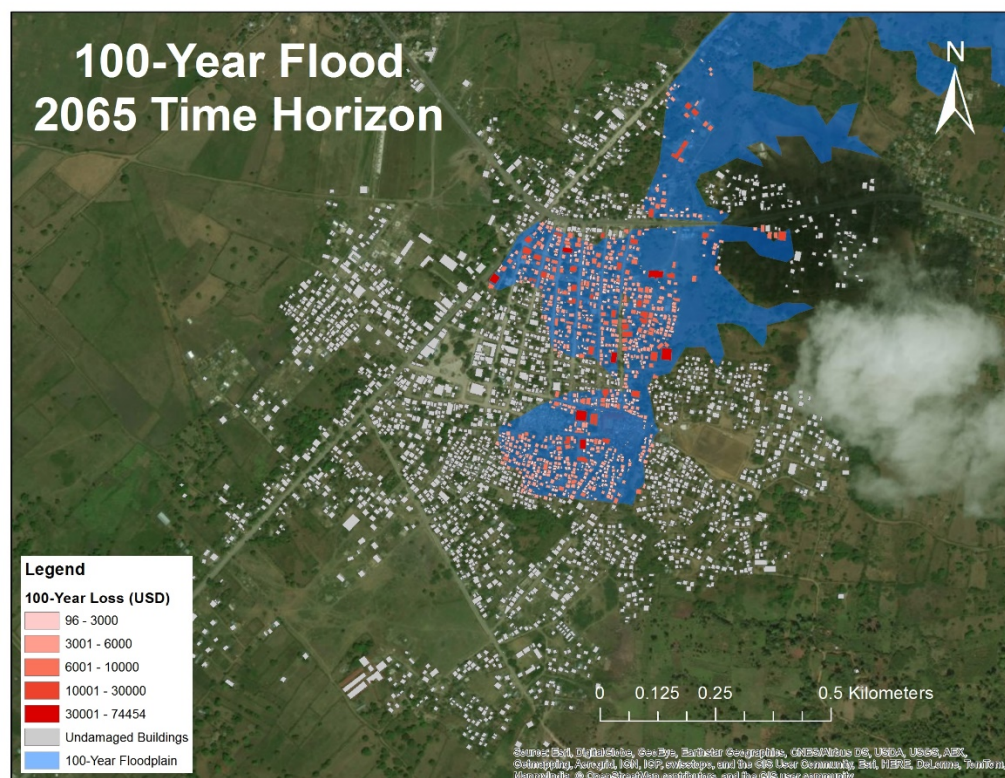


Figure 2.11: 100-year City Flood Loss (2065)



### 2.3.4 Risk Exacerbation due to Project

Building any structure in the floodplain poses a risk. If the final proposed project is built in the 25-year floodplain, it will eventually be damaged and it may also alter the floodplain for the City. Areas which may not have experienced flooding in the past, may experience flooding due to any construction which would displace flood waters. Depending on how the design is finalized, this could be a major risk.

## 2.4 MITIGATION OPTIONS

---

This section will provide a few recommendations for flood mitigation which will reduce the economic, environmental, and social losses. To help understand the impacts of the mitigation options, a basic benefit cost analysis will also be undertaken for two of the options.

### 2.4.1 Preliminary Identification and Assessment of Mitigation Options

The flood model confirms the risk of flooding in the market area from the flows coming down the channel from upstream drainage areas (Figure 2.12). The flood volumes in the market area are derived primarily from the upstream rural watershed; contributions from runoff from the developed areas within the city contribute only 16 percent of the peak flood waters to the area upstream of the market bridge (84 percent of the peak flood volumes at the market bridge are from the upstream drainage areas, and 81 percent when considering the same metric at the RN6 bridge).

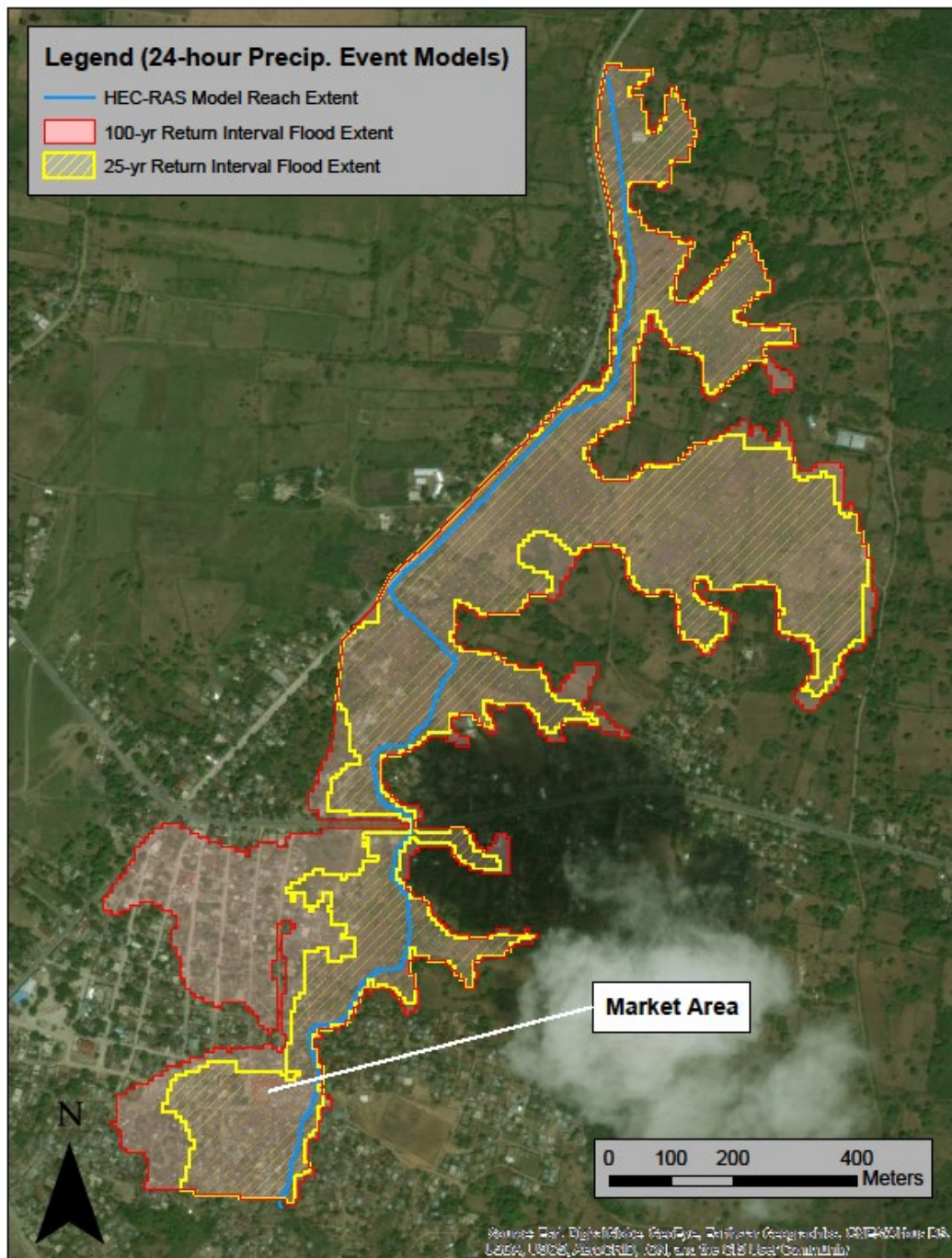


Figure 2.12: 25- and 100- year flood extents

Additionally, a scenario was run where the existing market bridge was removed altogether. The flood elevation in the market area was not strongly controlled by the market bridge. (Figure 2.13). Interestingly, there is a noticeable decrease in flood extents downstream of the RN6 bridge.



Other scenarios were run with the model and determined that the flood elevation in the market is also not strongly controlled by the downstream structures (the RN6 bridge, the “cultural footpath bridge”, or the bridge where flows cross under the Boulevard Capois La Mort bridge (i.e., “cultural bridge”); which is similar to the extents seen in Figure 2.12.

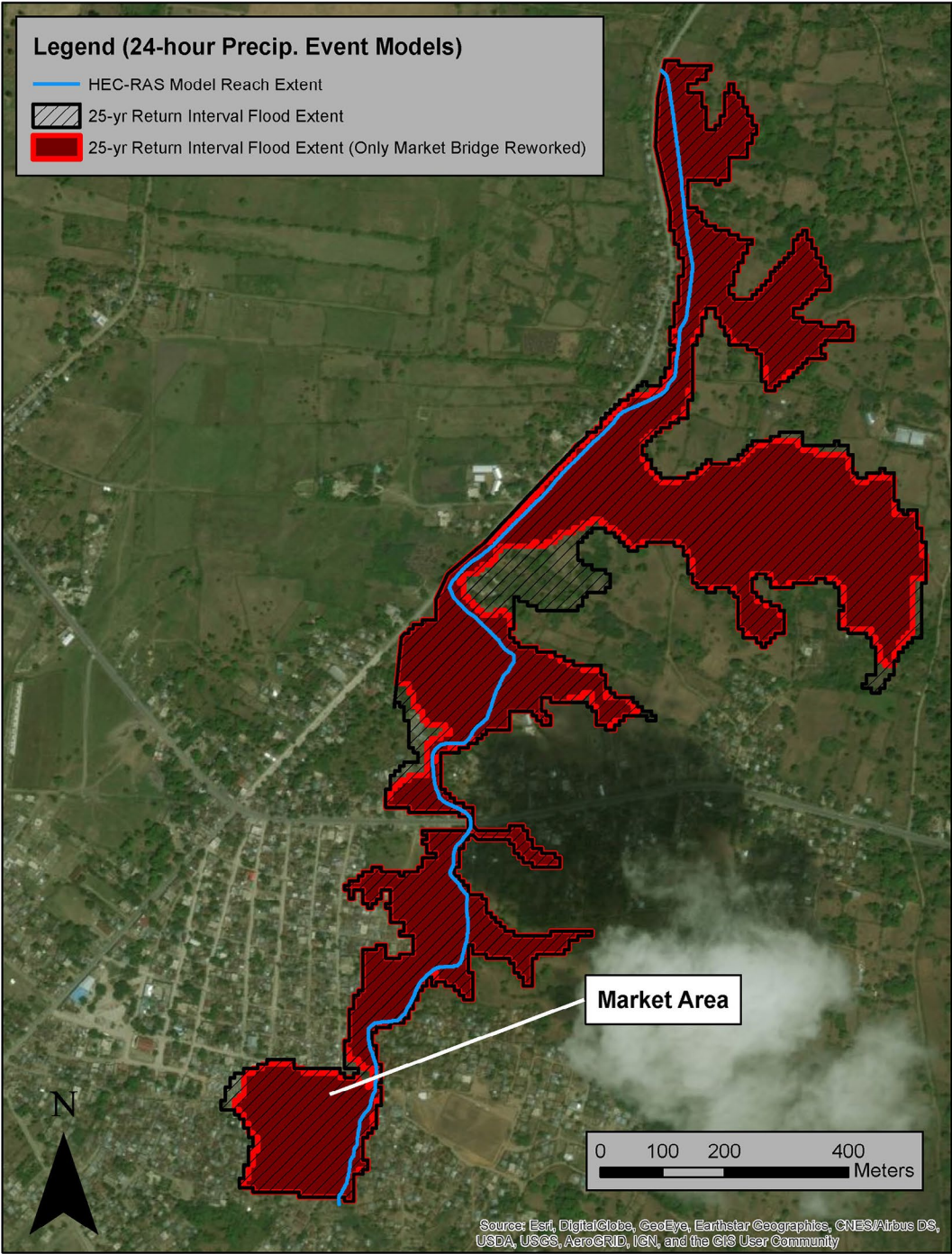


Figure 2.13: 25- year return event with market bridge raised

While it appears that the flood risk specific to the current market area could be mitigated under current weather conditions by raising the elevations of market area and improving the flow capacity of the market bridge (as proposed by WE Architects) without having deleterious effects on up- or down-stream flood extents, it is imperative that the revised market bridge design have little control on flood event flows to ensure negative effects are not experienced outside of the market area (Figure 2.14).

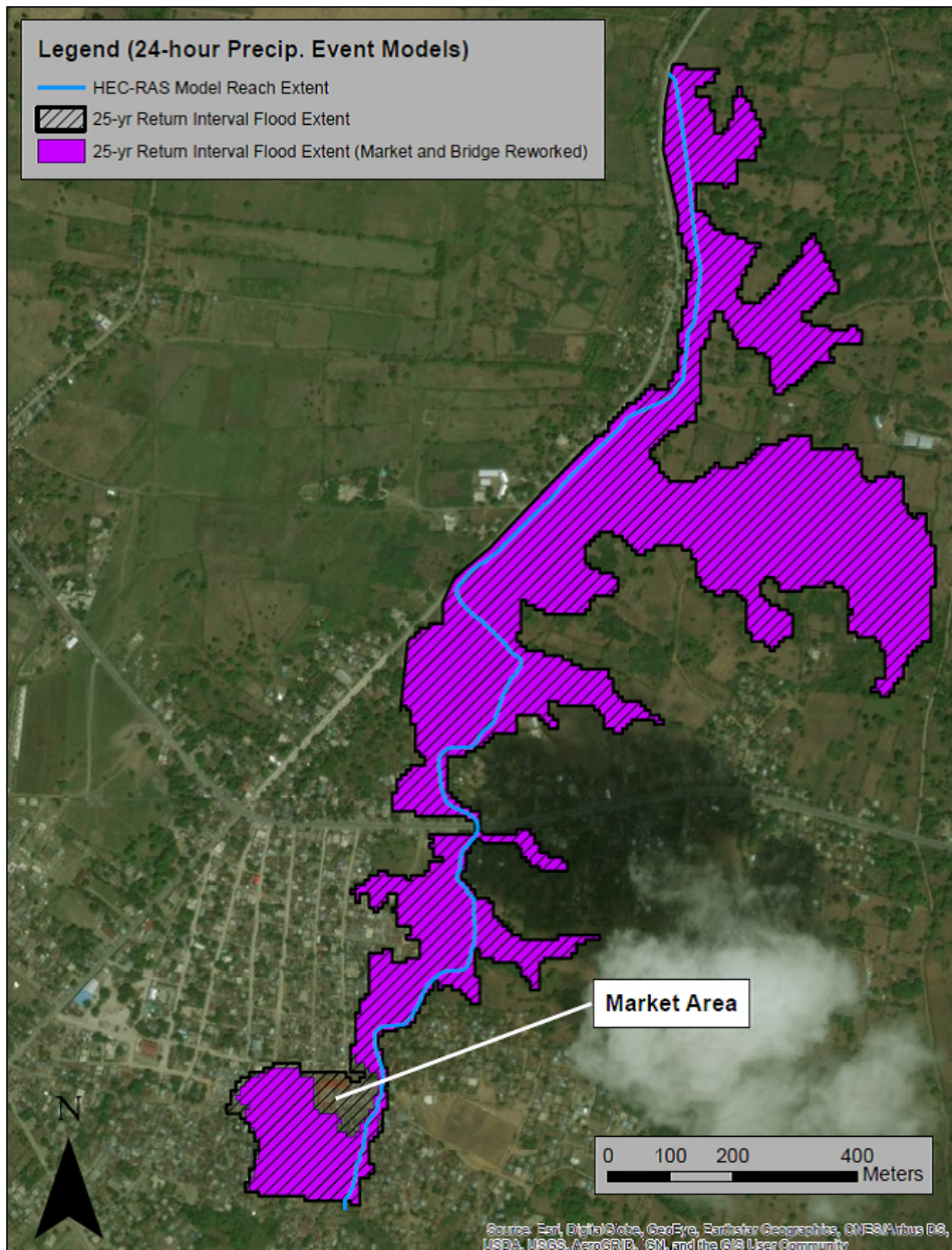


Figure 2.14: 25- year return event with market elevated and bridge raised



Furthermore, different scenarios of land use/land cover were run to identify if additional reduction in flood extents could be achieved through storm water capture via “urban BMPs” (e.g., rain barrels, cisterns capturing roof runoff) and/or “agricultural BMPs” (e.g., different land cover and tillage practices, or smaller ‘farm ponds’ strategically located throughout the rural watershed). See figure 2.15 for impacts from these types of practices on model outputs.

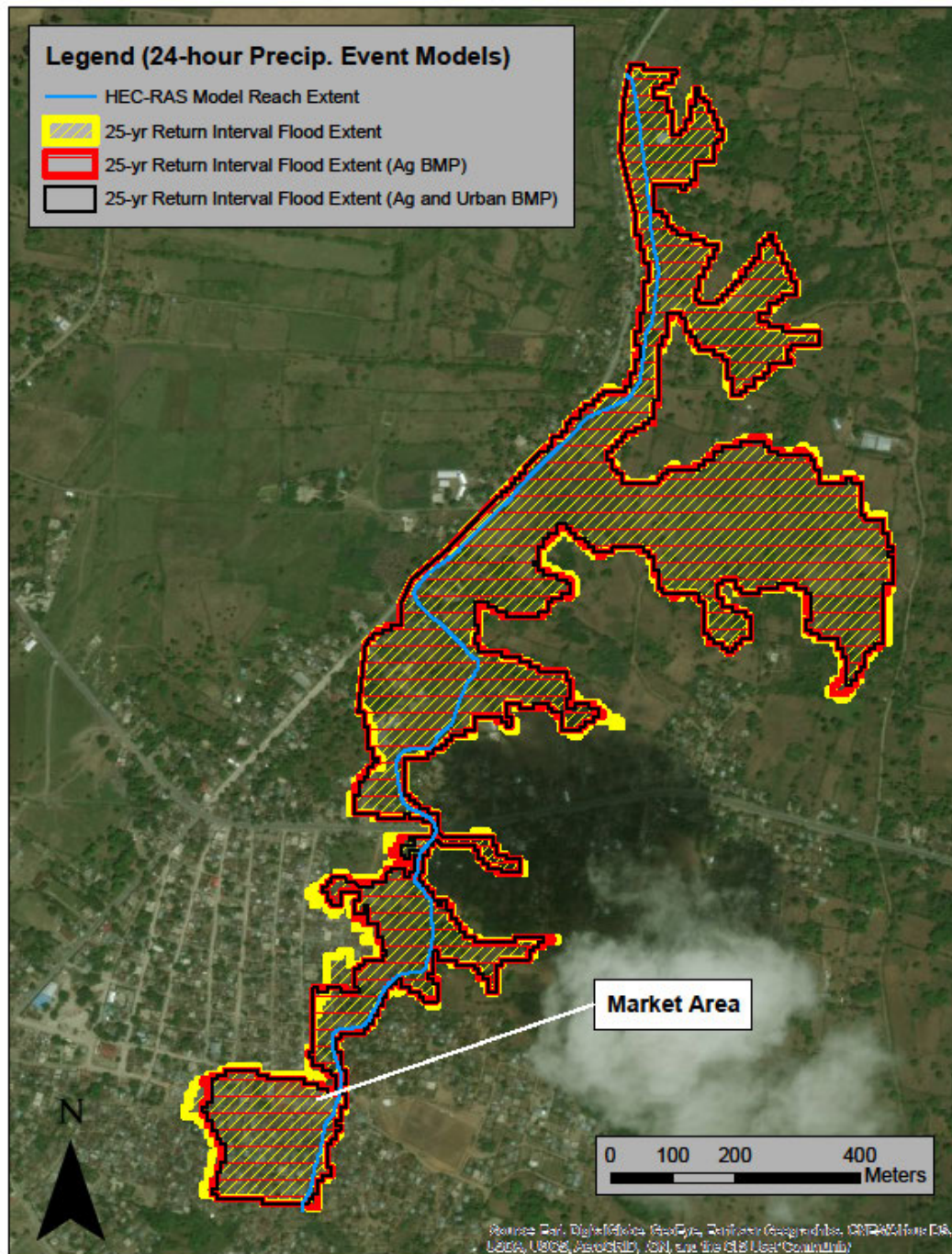


Figure 2.15: 25- year return event with urban and agricultural BMPs

Finally, different scenarios of “climate change” were run to identify if an increase in storm magnitude (i.e., increase amount of rain, but with same temporal length of storm, e.g., 24-hour storm) under future climate conditions would significantly impact flood extents (Figure 2.17). We also ran a scenario of future climate with the market and market bridge re-designs being implemented as proposed by WE Architects (Figure 2.18).

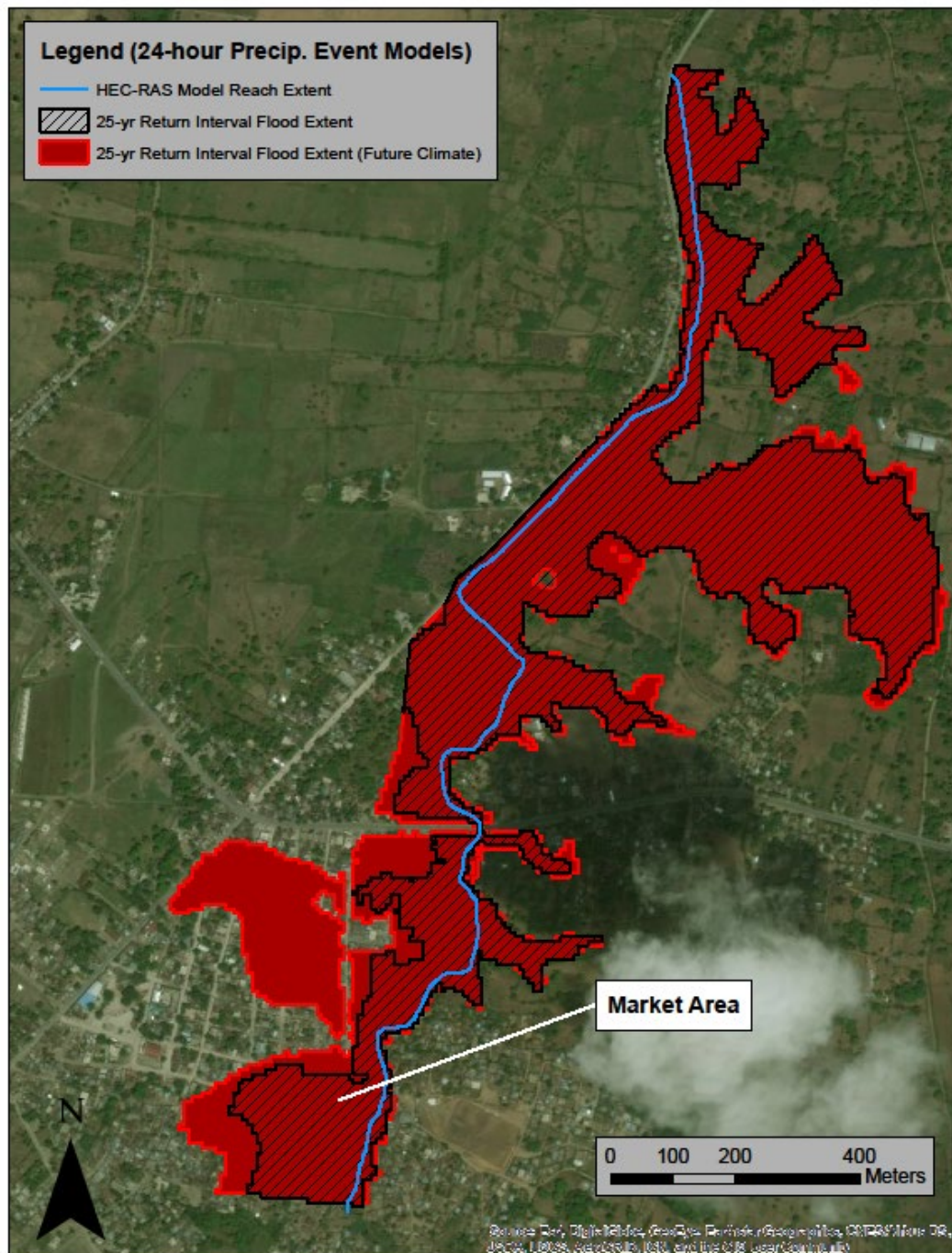


Figure 2.17: 25- year return event for current and future conditions



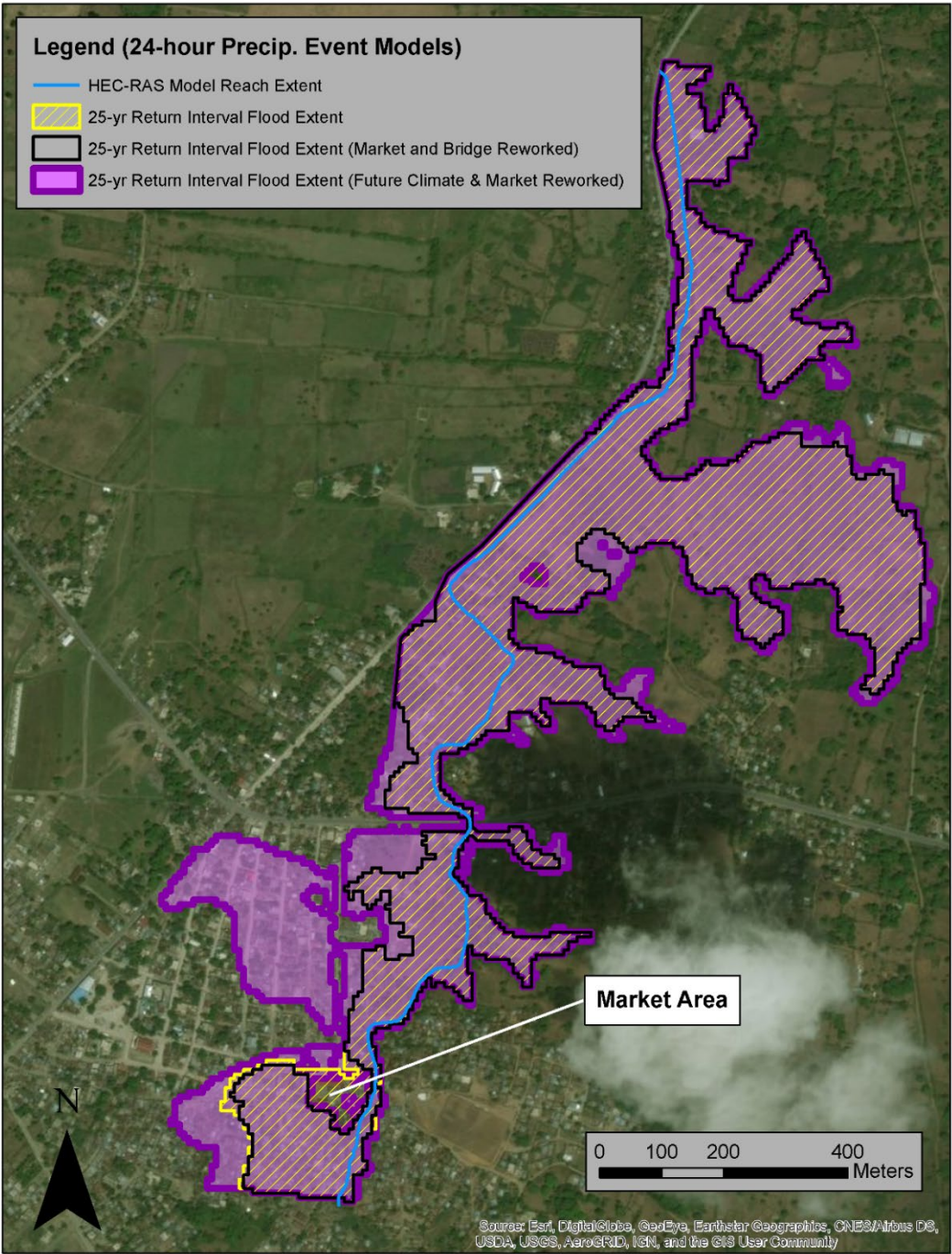


Figure 2.18: 25- year return event for future climate, with market elevated and bridge reworked

### 2.4.1.1 Preliminary Conclusions

Based on the model scenarios that were run it appears that the flood risk relative to the current market location and its surrounding areas can only be mitigated by providing additional storage upstream of the city or by increasing channel conveyance capacity through and quite a ways downstream of the market. Due to project resource constraints these mitigation options were not modeled; however, either of these options could significantly reduce flooding based on best professional judgement. The potential resettlement impacts from straightening and deepening the river were determined to be potentially significant, thus this option was determined to be untenable. Development of a stormwater retention basin to reduce the flow in the river could provide significant flood reduction benefits. However, this was not considered as an initial element for assessment in the project and there are many key data gaps with this option. Geotechnical investigations, additional watershed modeling, and preliminary design would need to be conducted to further explore this option. There are also potential environmental and social issues associated with this mitigation measure. In particular, effective operation and maintenance is important for stormwater retention basins; if not managed properly (kept clean and clear, signage maintained, etc.) then basins can pose health and safety hazards to local population. It is unclear which municipal entity would be responsible for operations and maintenance and there is a question of the capacity of such an entity to properly maintain a basin. Thus, this option has not moved forward for further analysis although is considered a potential risk mitigation measure.

Moving the market outside of the floodplain is another possibility; however, this was identified as untenable in the ESA process due to local sentiment of keeping the market in the current location.

Based on an assessment of the mitigation options, two of the most promising were identified for cost benefit analysis: redesign of the market area and bridge, and development of a flood warning system.

### 2.4.2 Project Alternatives Benefit Analysis

Once some of the more promising mitigation actions have been identified, the next step is to do a more detailed analysis based on losses avoided. The AAL values developed in Section 2.3 will be used with additional loss information modeled after mitigation. Once the mitigation cost is identified, the present worth factor and present value coefficient are identified using the discount factor, and finally the benefit is compared to the cost as a ratio. The larger the benefit cost ratio, the more cost effective the strategy.

In addition to looking at the economic benefits of different mitigation strategies, other characteristics should also be considered such as environment impact, social impact, legality, administration requirements, technical feasibility, and political will. These characteristics are not explored in this detailed economic benefit analysis but should be undertaken before anything is implemented.

#### Option 1: Redesign of Market Area and Bridge

A HEC-RAS model was created after discussions with the project Architect and additional floodplains were developed for present and future conditions. Figure 2.19 shows the new 100-year floodplain for current and future conditions.



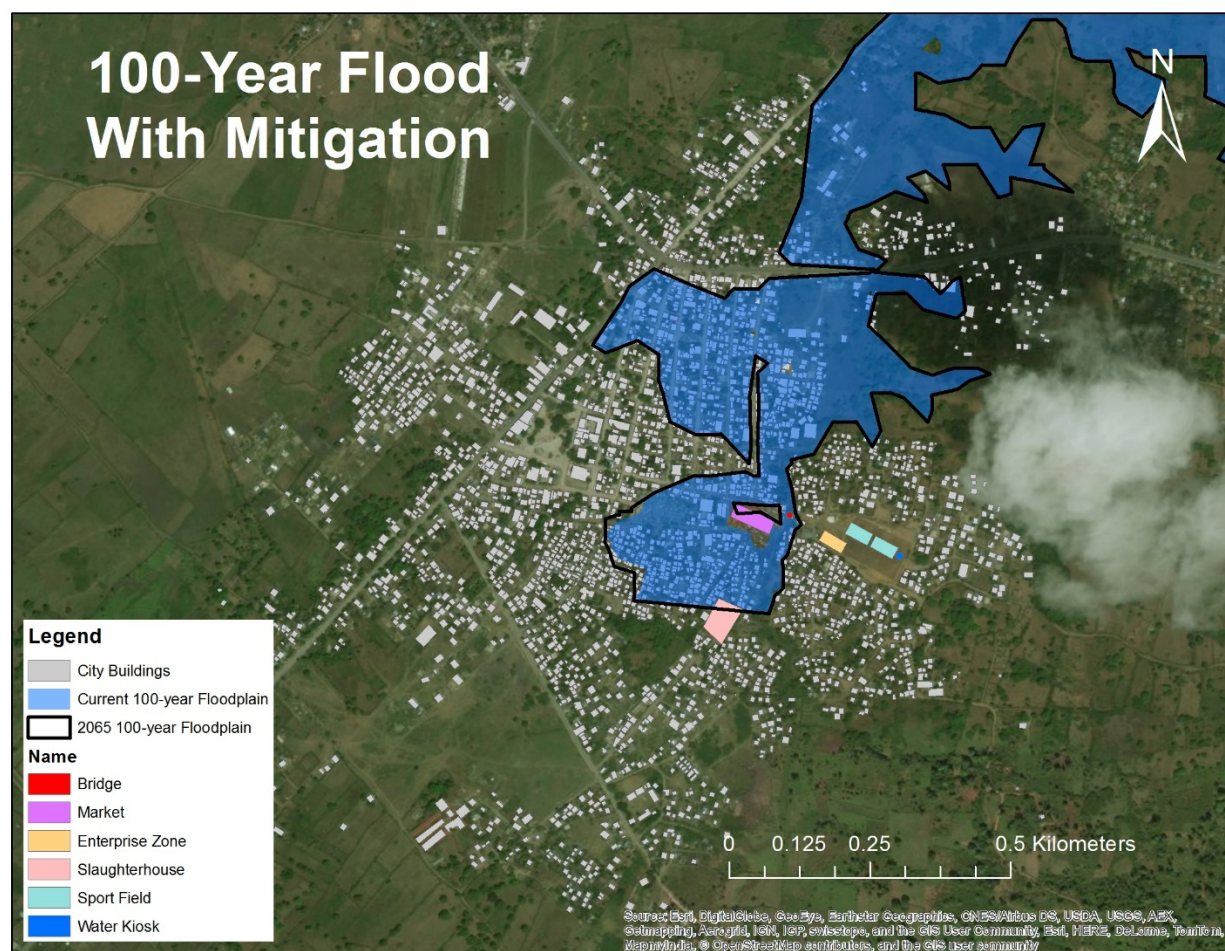


Figure 2.19: 100-year floodplain for current and future conditions

Table 2.18: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD)

Name	25-Year Loss	50-Year Loss	100-Year Loss	AAL
Market Area	0	0	17023	255
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	35626	45025	45835	1719
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
Enterprise Zone	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>35626</b>	<b>45025</b>	<b>62858</b>	<b>1974</b>

The new AAL is much lower with mitigation than without it. By comparing the two tables, the losses avoided can be calculated which becomes our benefit in the benefit cost analysis. Table 2.19 provides these results.

Table 2.19: Losses Avoided (USD)

Name	25-Year Loss Avoided	50-Year Loss Avoided	100-Year Loss Avoided	AAL Avoided
Market Area	164962	192704	212888	7733
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	3723	0	4309	102
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	10000	30000	30000	1000
Enterprise Zone	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>178685</b>	<b>222704</b>	<b>247197</b>	<b>8835</b>

Next, the benefits over the entire project lifespan need to be calculate using the discount rate and the lifespan of the mitigation project. In this case, IDB has a discount rate of 12 percent and the project has a useful lifespan of 50 years.

$$\text{Total Benefits} = \text{Annual Net Benefits} \times (1 - (1 + r)^{-\text{Lifespan}}) / r = \$8835 \times ((1 - (1 + 0.12)^{-50}) / 0.12) = \$73,370$$

This means that the cost of the redesign and bridge reconfiguration should cost less than the total project benefits to be cost effective.

The same procedure may be undertaken with the future conditions. Calculating the losses after mitigation for future scenarios is provided in Table 2.20 while the losses avoided are provided in Table 2.21.

Table 2.20: AAL Calculations for Project Area after Mitigation for 2065 (USD)

Name	25-Year Loss	50-Year Loss	100-Year Loss	AAL
Market Area	19005	30082	47758	1358
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	46359	51082	54468	2047
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
Enterprise Zone	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>65364</b>	<b>81164</b>	<b>102226</b>	<b>3405</b>

Table 2.21: Losses Avoided for 2065 (USD)

Name	25-Year Loss Avoided	50-Year Loss Avoided	100-Year Loss Avoided	AAL Avoided
Market Area	190246	223551	258981	9140
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	2119	5697	7613	221
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	25000	30000	30000	1150
Enterprise Zone	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>217365</b>	<b>259248</b>	<b>296594</b>	<b>10511</b>

Again using the total benefits equation results in \$87,289 of potential benefits, with increase of over \$15,000 by using future conditions.

Additionally, a benefit cost analysis could be undertaken for the entire city to determine if the mitigation option would provide additional benefits. This may show the value in mitigation is much higher.

### Option 2: Add a Warning System

This mitigation option would involve designing and implementing a flood early warning system for the market area or the City as a whole. Studies have shown that giving people warning allows them to move building contents and business inventory from harm's way before the flooding occurs. To help model the impacts of evacuation, the U.S. Army Corps of Engineers developed the Day Curve which is provided in Figure 2.20. The research showed that no matter how much time people had to prepare for a flood event, there was on average a 35 percent reduction in damages.

To analyze a warning system, one takes the total damages modeled and reduces them by 35 percent. This is a quick way to do the assessment and determine if a warning system is cost effective. Reducing the AAL for present conditions and future conditions would result in an annual loss avoided of \$3,783 and \$4,871 respectively. The total project benefits would be \$31,416 and \$40,468. However, if the warning system was developed for the entire city, an annual loss avoided of \$28,119 (present) and \$45,015 (2065) could be seen. This would mean total mitigation benefits of \$233,611 (present) and \$373,982 (2065).

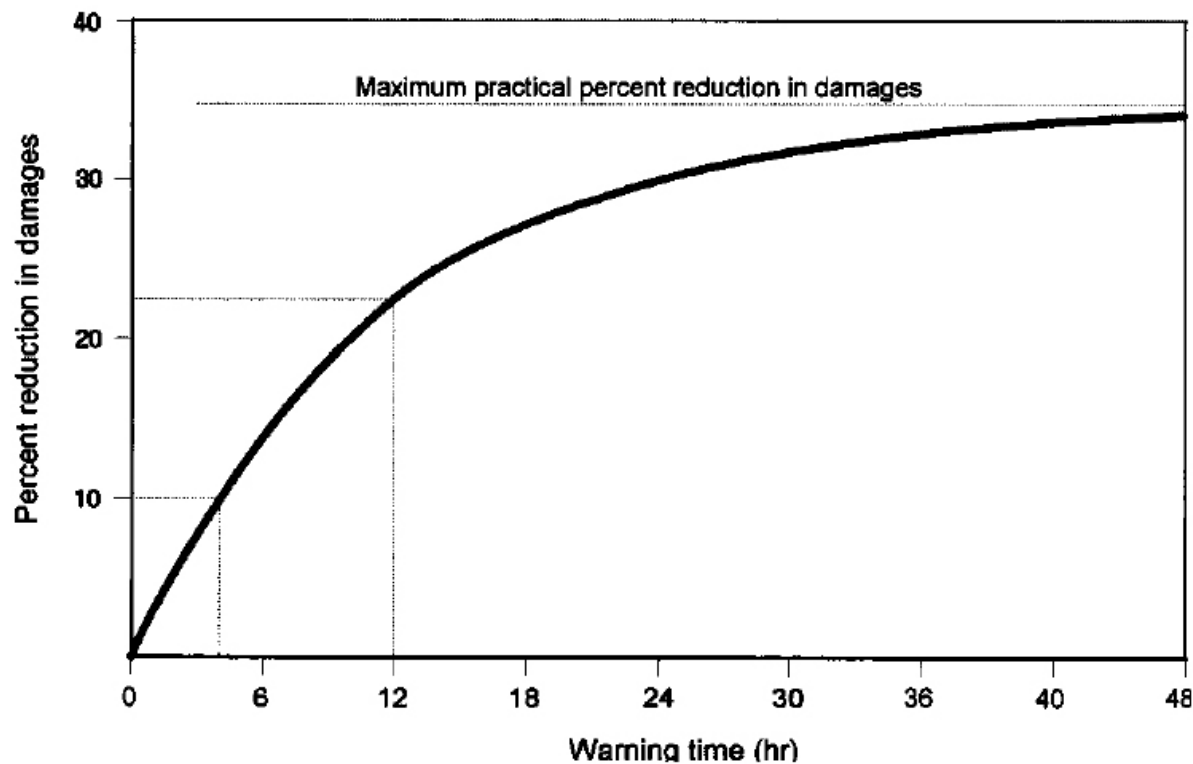


Figure 2.20: Day Curve for Evacuation Modeling

## 2.5 DATA LIMITATIONS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE STUDIES

For future projects, it would increase accuracy and precision of the model by obtaining terrain data using a drone. For instance, this might be appropriate for higher risk projects or where the design budget might be used to perform modeling. The highest expense with this level of detail is the cost of getting a drone pilot to the area of interest, followed by the post-processing of the data, but it would provide approximately 15-cm resolution data. But, it is important to consider that the drone data capture will also give you structure and roof information which can be used in other analyses considered as a part of the larger objectives/assessment.

Other ways to improve the model would be to perform field experiments to determine an average time of travel over the different upper drainage areas that confluence at the start (upper end) of the HEC-RAS Model extent (currently just upstream of the animal slaughter location).

Finally, the IDB could decide to further assess the mitigation measures not modeled here: providing additional storage upstream of the city or increasing channel conveyance capacity.



### 3.0 DROUGHT HAZARD

Drought Risk Overview - Current and (Mid-Century)	
Risk to Site: Moderate (Major)	<b>Findings:</b> Due to the nature of the items sold at the markets (fresh produce), the athletic field maintenance, and water usage at the slaughterhouse, this risk has been ranked moderate. If climate change increases the frequency of this hazard, this risk could become major.
Risk to Operations: Moderate (Major)	
Risk to Surrounding Environment and Communities: Moderate (Major)	
Project Impacts to Hazard: Moderate (Moderate)	
Risk Mitigation Measures and Ability to Mitigate Risk (High, Moderate, Low): <ul style="list-style-type: none"><li>• Water Catchment and Retention System (Moderate)</li><li>• Drought Plan (Moderate)</li></ul>	

Drought is a contributing factor to the health of watershed systems, resulting in accelerated vegetation loss and increased soil loss. These impacts can lead to lowered general local food production on which many workers rely and could have negative implications for nutrition and health in general. Water availability also impacts production and operation for many businesses.

To assess the drought risk and potential impacts to the project, the following process was undertaken: (1) understand the project vulnerabilities, (2) characterize the hazard, (3) quantify the risk, and (4) assess mitigation options.

### 3.1 VULNERABILITY ASSESSMENT

The vulnerability assessment involved (1) assessing the overall project vulnerability by answering subsector questions (see introduction), (2) detailed project vulnerability, and (3) citywide vulnerability.

#### 3.1.1 Subsector Impact Characterization

To help assess the project's vulnerability, a series of questions was developed based on the subsector. The project characteristics help determine the potential for minor, moderate, or major vulnerability. The assessment provided in the introduction shows a potential for major vulnerability.

#### 3.1.2 Project Vulnerability

The next step was to identify the different components of the proposed project and better understand the project vulnerability. These included (1) a market area, (2) athletic field, (3) slaughterhouse, (4) water kiosk, (5) bridge, and (6) enterprise zone. These components may be seen in Figure 1.2 provided in the introduction.

Each of these components has a potential need for water for their products. To better understand the products sold at the market, a vendor survey was conducted. Table 3.1 shows the products sold by the businesses and whether water is required. The water kiosk will require groundwater, the slaughter house will require water, the athletic field will have water requirements to maintain grass, and the enterprise zone may require water in the future.

Table 3.1: Products Sold and Water Requirements

Name	Products Sold	Water Required?
Market Area	Grains, beans, clothes, shoes, plantain, manioc, oil, butter, gas, juice, drinks, fruit, eggs, rice, corn, oil, sugar, milk, charcoal, cosmetics, books, cigarettes, alcohol, cement, rebar, wheelbarrows, buckets, bags, jewelry, spaghetti, cabbage, plates, dishes	Yes, Some
Athletic Field		Yes
Slaughterhouse	Meats	Yes
Water Kiosk	Water	Yes
Bridge		No
Enterprise Zone	Unknown	Potentially

According to the survey, 100 of the 116 vendors sell products which would require water to grow or make. The survey also was used to identify the inventory and monthly income from the vendors for the market area.

Table 3.2: Economic Parameters and (At Risk Values) - USD

Name	Structure Value	Content Value	Inventory Value	Monthly Income
Market Area	480,000 (0)	90,000	108,214	69,368 (59,800)
Athletic Field	5,000 (5,000)			
Slaughterhouse	100,000 (0)	40,000	6,177	6,434 (6,434)
Water Kiosk	8,000 (8,000)			
Bridge	30,000 (0)			
Enterprise Zone	5,000 (0)	1,000	9,018	5,781 (5,781)

The economic parameters were developed using consultants familiar with the value per square foot for buildings in this region and a detailed survey of the vendors at the market. Of the 116 vendors in the market, 9 provided a monthly income which ranged from 5,000 to 80,000 gourde (79 to 1269 USD). The monthly average for these 9 vendors was calculated to be 598 USD and multiplying this value by the number of total vendors (116) resulted in a total monthly income of 69,368 USD for the market area. The monthly income for a slaughterhouse is usually 2.78 times that of a retail business (Dunn and Bradstreet, 2015) but the slaughterhouse in Limonade is mostly unused and in disrepair. It was estimated that only about 10 percent of the area is in use. To calculate monthly income for the slaughterhouse, the market area monthly income was divided by the structure square footage ( $69,368/1,200$ ) to get 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> for the market area, then this value was multiplied by the area of the slaughterhouse which was used (40m<sup>2</sup>) and the 2.78 value identified from D&B; resulting in a monthly income of 6,434 for the slaughterhouse. The Enterprise Zone monthly income was calculated by taking the 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> value and multiplying it by 100m<sup>2</sup>, the size of the Enterprise Zone, since the type of commerce is similar to that of the market. This resulted in a monthly income of 5,781 USD/month.

The inventory values for the commercial sector are typically calculated as a percentage of the annual gross sales. Retail trade has an inventory at any one time of 13 percent of the total annual gross sales while the slaughterhouse would have an inventory of 8 percent (Dunn and Bradstreet, 2015). For the market area,

slaughterhouse, and enterprise zone, the monthly income was multiplied by 12 months and the percent (13 or 8) was applied to the value with the results shown in Table 3.2.

Without a consistent source of clean water, production and operations will be severely impacted; which could ultimately result in loss of businesses if duration is prolonged. Groundwater levels should be monitored during this most recent drought period to help determine how the conditions impact the local water availability. If water restrictions are undertaken, business interruption losses should be recorded for future predictions.

### 3.1.3 City Vulnerability

In terms of impacting agriculture, drought has severely affected the dry hills in the northern (Nord-Ouest, Nord, and Nord-Est) and central (Centre and Artibonite) regions. The vulnerable areas lack irrigation systems and are concentrated on the plains of Artibonite, Cul de Sac (Ouest), Torbeck (Sud), and Maribahoux (Nord-Est) (FEWS NET 2011). Drought is neither a new nor infrequent event for Nord-Est Haiti and will be a continuing concern into the future. Drought directly affects agriculture production. Decreased production and crop yields impacts food availability for local populations, including for the workers at the Limonade Development Site. The World Food Program's Haiti Country Office produced the February 2016 Haiti Emergency Food Security Assessment Report, which describes the changing conditions as a result of continuing drought conditions. The WFP reported that the majority of households have currently employed one or more food consumption-based coping strategies. These strategies include: "eating less preferred or cheaper food products (83 percent), reducing the size of meal portions (81 percent) and reducing the number of meals per day (78 percent) are the most prevailing food consumption based coping strategies." Approximately 65 percent of male and 55 percent of female-headed households reported having their main source of income completely or significantly affected by the drought (World Food Program 2016).

Haiti has experienced several back-to-back poor harvests in the past 3 years, causing households to employ stress, crisis, and emergency livelihood coping mechanisms. Often, these coping mechanisms have negative and irreversible effects over time as they involve the depletion of assets and compromise the capacity to cope with future crisis (World Food Program 2016).

Drought affects people most directly through reduced food production, affecting 3.8 million food-insecure people in the country (HEOS 2015). The inevitable loss of crops resulting from severe drought puts Haiti's population into a highly vulnerable situation. According to the bulletin of the National Food Security Coordination (CNSA), from July to December 2015, agricultural production in Haiti had dropped by 50 percent (FAO 2015-16). An emergency food security assessment conducted by the World Food Program (WFP) and the Haitian National Coordination for Food Security Office (CNSA), estimated that country-wide, about 3.6 million persons (700,000 households) are food insecure. Approximately 1.5 million persons (300,000 households) are severely food insecure (World Food Program 2016). A recent map created by the European Commission Humanitarian Aid Office and Emergency Response Coordination Center (ERCC) on 2/25/2016 (shown below) provides a current view on drought from a rough scale (Figure 3.1). The Limonade Development Site is in the orange shaded area.

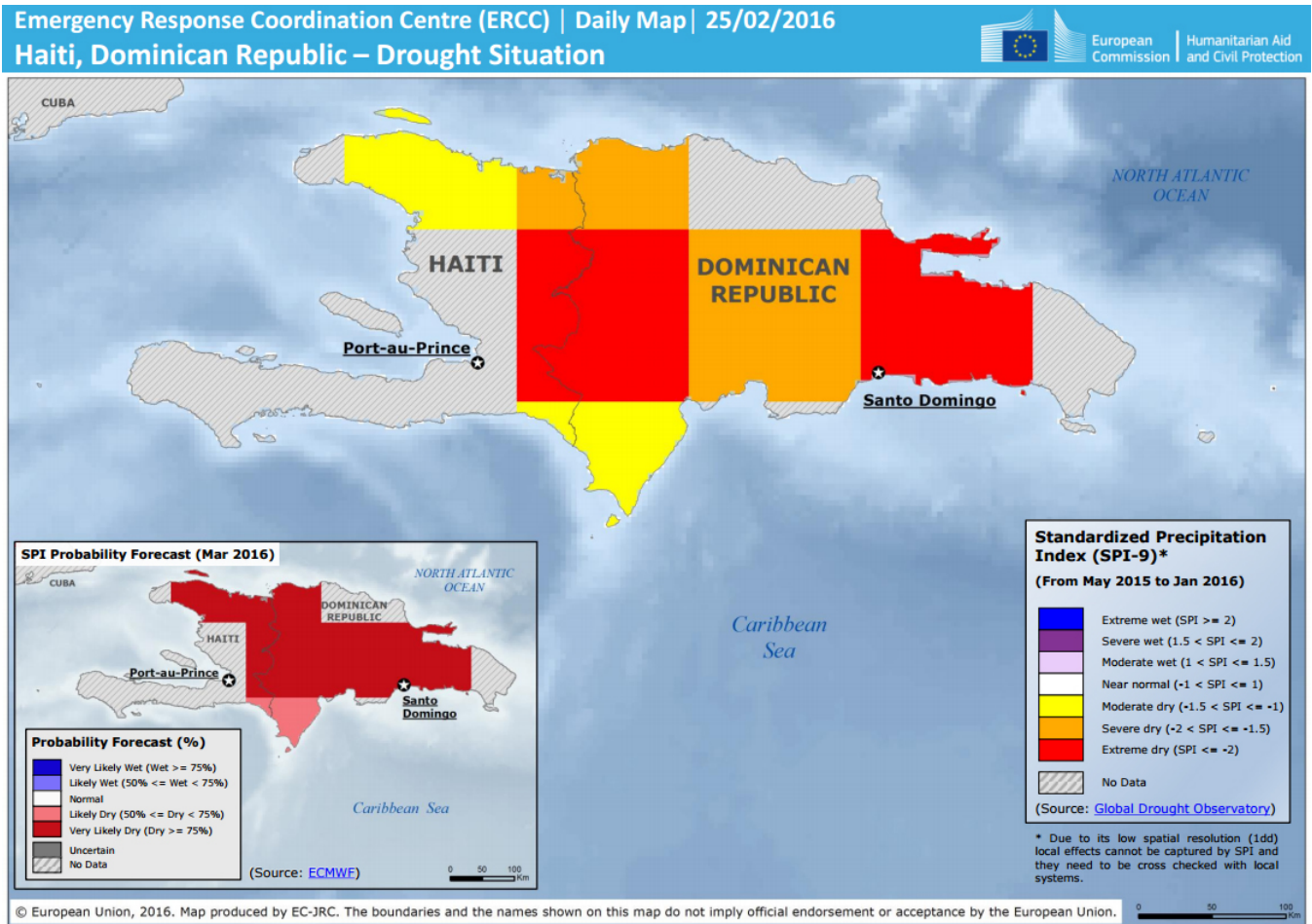


Figure 3.1: ERCC drought situation map created 2/25/2016

### 3.2 HAZARD CHARACTERIZATION

Drought is an increasing concern for many countries in the Caribbean and Latin America, especially Haiti. Haiti suffers from harsh environmental degradation, such as decreases in forest coverage as well as the general impairment of the watersheds. This degradation has mostly been a result of land conversion and deforestation for agriculture and livestock production.

Accommodating the population's needs for food, energy and income demands has proceeded with little or no regard to sustainable practices. The increased stress in the system has reduced the land's ability to use and filter the water, leading to increased erosion (GFDRR 2012). The severity of the effect of drought is shown below in Figures 3.2 and 3.3 below. The percent of the Haitian population affected by drought has increased by 187.5 percent over a two-year period between 2009 and 2011.

However, drought is not a recent problem. A historical view of the most destructive natural disasters in Haiti since the 18th century, displayed in Table 3.3, shows that droughts have been a significant risk for the country.

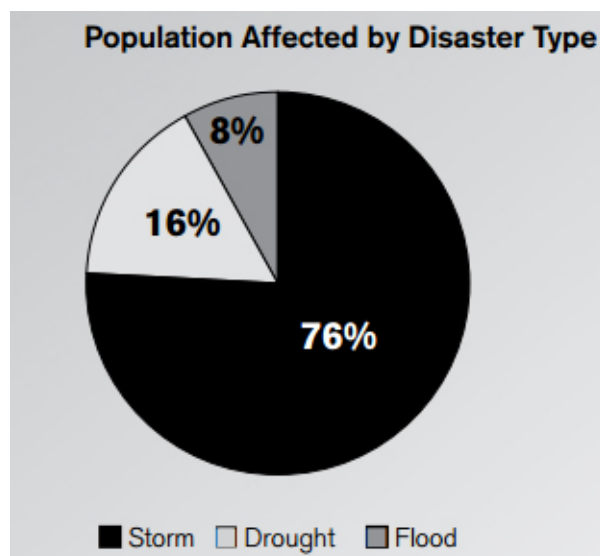


Figure 3.2: 2010 (GFDRR 2010) Report Showing the Population Affected by Disaster Type with Drought at 16 percent, chart cited to UN (2009).

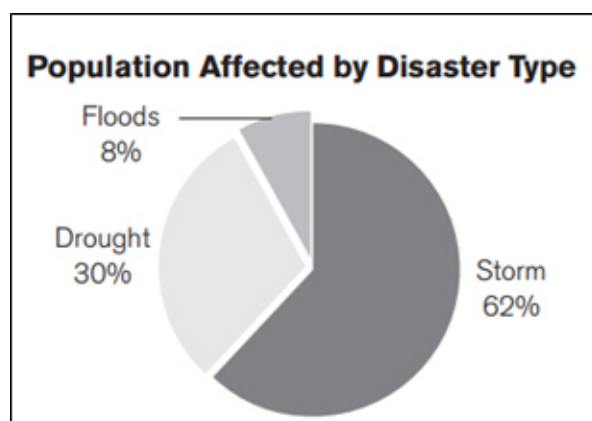


Figure 3.3: 2012 Report Showing the Population Affected by Disaster Type with Drought at 30 percent. (Source: GFDR 2012) chart cited to EM-DAT: OFDA/CRED International Disaster Database, Catholic University of Louvain, Brussels, Belgium, online at: [www.emdat.net](http://www.emdat.net).

Table 3.3: Most Destructive Natural Hazards in Haiti Since 18<sup>th</sup> Century (Sources Listed Below)

Hazards	No. Events	%	Fatalities	%	Affected	%
Hydrometeorological	97	69.29	19,262	7.53	5,363,876	45.60
Droughts	20	14.29	-	-	2,668,000	22.68
Earthquakes and tsunamis	13	9.29	235,952	92.22	3,721,730	31.64
Landslides and torrential debris flows	10	7.14	635	0.25	10,509	0.09
<b>TOTAL</b>	<b>140</b>	<b>100.00</b>	<b>255,849</b>	<b>100.00</b>	<b>11,764,115</b>	<b>100.00</b>

Sources: Observatoire du Petit Séminaire Saint-Martial (1701-1963; in Mora 1986); Haitian Red Cross (1968-1985); OPDES (1983-1997); DPC (2000-2010); CRED (2002-2008).

Period lacking or without complete/reliable information: 15<sup>th</sup> to 19<sup>th</sup> centuries; September 1997 to October 2000; October 2002 to April 2003.

### 3.2.1 Climate Change Impacts to Hazard

Drought has historically been a significant issue in the Northeastern region of Haiti with a long, recorded history of dry spells or drought (Charles 2016), as noted in the cited references below. In 1990, the Centers for Disease Control (CDC) performed a nutritional assessment of children in drought-affected areas of Haiti. The nutrition survey was conducted within the most affected five departments (regions): Nord-Ouest, Nord, Nord-Est, Artibonite, and Centre (CDC 1991). Table 3.4 below shows the severity of climate risk in Haiti for natural disasters (Lifeline / FOE Haiti 2006). The results have the Nord-Est department (region) ranked as the second highest department (region) in climate risk for drought.

Table 3.4: Severity of Climate Risk in Haiti's Departments (1 = maximum risk, 10 = minimum risk)

Department (Province)	Hurricanes	Floods	Drought
Artibonite	10	2	3
Centre	9	9	6
Grande Anse	2	7	9
Nippes	5	8	8
Nord	7	5	7
Nord-Est	8	10	2
Nord-Ouest	6	4	1
Ouest	4	1	4
Sud	1	3	10
Sud-Est	3	6	5

Drought risk in the region is projected to increase in the future. Increased drought conditions, along with growing agricultural and industrial needs, will stress the aquifer and surface water availability for the future, which will lower food availability and nutrition for the workforce.

Climate change and changing sea level conditions will further increase stress on the system as well as the population supporting food production and infrastructure. Extreme climatic conditions, ranging from drought to excess rain, have become common. Since 2000, the following climate changes have been observed: increased episodes of hurricanes, as well as increased frequency and intensity of localized drought. The weather has become highly variable, changing from one extreme to the next. Currently, the rainy season begins up to three months later than it did in the past. Rains arrive in May and even June rather than in March, thereby extending the dry season. Also, in response to drought during the dry season, rivers are almost dry; but they flood during the wet season—due to excessive and intense rainfalls (Cohen and Singh, 2014).

### 3.3 RISK ASSESSMENT

The vulnerability and hazard information found in Sections 3.2 and 3.3 was then assessed to determine overall risk to the project and surrounding areas. The results are provided in the following sections: (3.4.1) Risk to the Project, (3.4.2) Risk to Operations, (3.4.3) Risk to Surrounding Environment and Communities, and (3.4.4) Risk Exacerbation due to Project.



### 3.3.1 Risk to the Project

The region in and around Limonade is at moderate to high-risk to drought, with consideration to precipitation and above groundwater sources. The region surrounding the Limonade Development Site has some relief due to a large aquifer located underneath the project area that is not taken into consideration in larger drought studies. The aquifer is believed to run along the whole northern corridor, but its extent is unconfirmed at this point with more information is still needed. Drought risk is slightly reduced with this information but still affects much of the population that is not wealthy enough to reach this source.

To better understand who is at risk with the project, the data provided in the vulnerability section was used to identify potential losses. For the return period, the data over the last 300 years was used. There was a complete drought record from 1701 to 2010 with five years of data missing in between those dates. Over those 305 years, 20 droughts have been recorded, resulting in a return period of one drought every 15 years or a 6.7% annual chance event. Detailed data concerning each drought event including the specific economic impacts was unavailable so drought magnitude was not taken into consideration.

The AAL expresses how much the project would lose every year due to droughts. This value allows for a comparison between hazards which may have very different frequencies and impacts. For example, a flood may happen very often but create little damage while an earthquake may occur much less often but create massive loss. By calculating the AAL for each, a comparison can be made between hazards. Also, the AAL will support the mitigation analysis conducted in Section 3.5.

Since a detailed drought model was not used in this analysis, the AAL calculation is fairly simplistic:

$$AAL = f_{15} * L_{15}$$

Where the f values are frequency (e.g.  $f_{15}$  is 1/15) and the L value is the loss.

For the Limonade Development Site, the loss and AAL calculations are shown in Table 3.5.

Table 3.5: AAL Calculations for Project Area (USD)

Name	15-Year Loss	AAL
Market Area	59,800	3,987
Athletic Field	5,000	333
Slaughterhouse	6,434	429
Water Kiosk	8,000	533
Bridge	0	0
Enterprise Zone	5,781	385
<b>TOTAL</b>	<b>85,015</b>	<b>5,667</b>

The losses were developed after reviewing which commodities would be susceptible to drought. That percentage of commodities was multiplied by the total monthly income generated and then multiplied by the typical duration of a drought event. If the frequency of droughts increases in the future, the AAL will also increase. For this report, the frequency of the 15-year event will become a 10-year event in future climate scenarios (as discussed in the hazard section). For the Limonade project, the AAL calculations for future risk are shown in Table 3.6.

Table 3.6: AAL Calculations for Project Area in Future Time Horizon (USD)

Name	10-Year Loss	AAL
Market Area	59,800	5,980
Athletic Field	5,000	500
Slaughterhouse	6,434	643
Water Kiosk	8,000	800
Bridge	0	0
Enterprise Zone	5,781	578
<b>TOTAL</b>	<b>85,015</b>	<b>8,501</b>

Calculating the AAL using the losses from the climate change scenarios shows an AAL increase of nearly 50 percent. This will help justify spending additional funds on hazard mitigation and climate adaptation solutions.

To determine the level of risk to the project, an annualized loss ratio is calculated for each project component. A threshold has been identified for minor (<0.1 percent) moderate (0.1 – 1 percent) and major (>1 percent) risk projects. Table 3.7 provides the average annualized loss ratios for this project. The present day ratios show some of the project components as major risks while the market itself is a moderate risk. The future ratios show that the moderate risk may become a major risk over time.

Table 3.7: Average Annualized Loss Ratio

Name	Value	Present Day		2065	
		AAL	Loss Ratio	AAL	Loss Ratio
Market Area	480000	3,987	0.83%	5,980	1.25%
Athletic Field	5000	333	6.66%	500	10.00%
Slaughterhouse	100000	429	0.43%	643	0.64%
Water Kiosk	8000	533	6.66%	800	10.00%
Bridge	30000	0	0.00%	0	0.00%
Enterprise Zone	5000	385	7.70%	578	11.56%
<b>TOTAL</b>	<b>628000</b>	<b>5,667</b>	<b>0.90%</b>	<b>8,501</b>	<b>1.35%</b>

### 3.3.2 Risk to Operations

The risk to the project components due to drought is primarily due to operational issues. If products become scarce at the market and enterprise zone, an athletic field neglected, and a water kiosk unusable for long periods of time, operations will come to a stop.

### 3.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities

Haiti's agricultural production has dropped by 50 percent (FAO 2015-16) with the most severe areas in the South, the Northwest, Northeast, Northern Artibonite, and Southeast regions (Haiti HP 2015). Other areas are rapidly approaching their tipping point (Haiti HP 2015). In order to get a more detailed picture of drought risk near the Limonade Site, the Team utilized data found through the Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA) Haiti. OCHA is the part of the United Nations Secretariat that is responsible for bringing together humanitarian actors to ensure a coherent response to emergencies. The Team reproduced a section of a 2014

map (Figure 3.4) developed by OCHA<sup>6</sup> to illustrate the Site's location in terms of drought risk. OCHA stated that, "The World Food Program and OCHA have used the most valid datasets available on hazards and recommended that additional field verification and data collection are undertaken to improve the accuracy of the NATHAT data source." Currently the OCHA data is the best-available description of the current state of drought in regards to the Haiti and the Limonade Development Site.

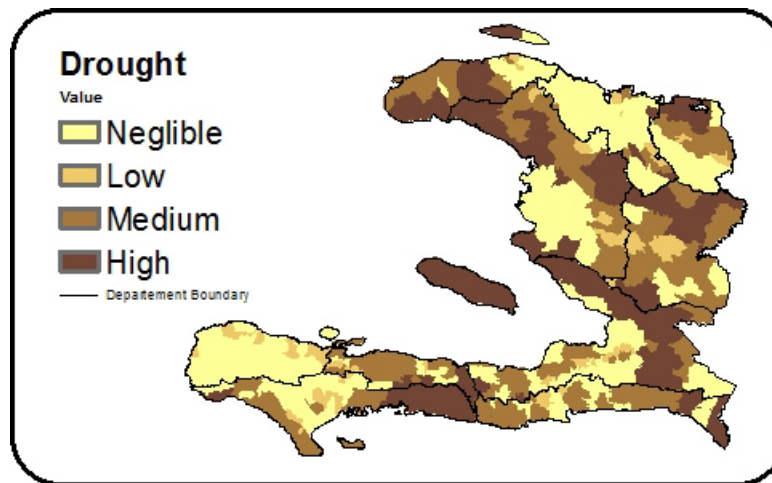


Figure 3.4: Most recent drought map data from OCHA created in 2014. Full map containing this data and more was retrieved from [http://www.redhum.org/documento\\_detail/ocha-haiti-mapa-multi-peligros-del-pais](http://www.redhum.org/documento_detail/ocha-haiti-mapa-multi-peligros-del-pais).

Potential impacts outside the Limonade project site include:

- Without a source of drinking water, people will move resulting in mass migration or other technologies (many of which are costly) will need to be explored (e.g. deeper wells to reach aquifer, desalinization).
- Without precipitation, natural vegetation sites and agriculture will be severely impacted.

### 3.3.4 Risk Exacerbation due to Project

The maintenance of the athletic field may require scarce water resources which may be in demand from the population. Design considerations should be investigated to ensure the field itself if low maintenance.

## 3.4 MITIGATION OPTIONS

This section will provide a few recommendations for drought mitigation which will reduce the economic, environmental, and social losses. To help understand the impacts of the mitigation options, a basic benefit cost analysis will also be undertaken for two of the options.

Two mitigation measures have been identified for this report: (1) Develop a water catchment and retention system, and (2) Develop a plan to mitigate drought impacts.

<sup>6</sup> OCHA relied on data from NATHAT, CNIGS, CNSA, NOAA and WFP for the original figure.

### Option 1: Water Catchment and Retention System

In the flood section, additional flood storage is investigated as a mitigation option for floods. This same flood mitigation option may be used for drought mitigation as well. Even if the water is not potable, it could be used to clean the slaughterhouse or maintain the athletic fields. Running the loss calculations assuming the mitigation could reduce the loss to the athletic field and slaughterhouse, shows a reduced AAL provided in Table 3.8.

Table 3.8: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD)

Name	15-Year Loss	AAL
Market Area	59,800	3,987
Athletic Field	0	0
Slaughterhouse	0	0
Water Kiosk	8,000	533
Bridge	0	0
Enterprise Zone	5,781	385
<b>TOTAL</b>	<b>73,581</b>	<b>4,905</b>

The new AAL is lower with mitigation than without it. By comparing the two tables, the losses avoided can be calculated which becomes our benefit in the benefit cost analysis. Table 3.9 provides these results.

Table 3.9: Losses Avoided (USD)

Name	15-Year Loss Avoided	AAL Avoided
Market Area	0	0
Athletic Field	5,000	333
Slaughterhouse	6,434	429
Water Kiosk	0	0
Bridge	0	0
Enterprise Zone	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>11,434</b>	<b>762</b>

Next, the benefits over the entire project lifespan need to be calculate using the discount rate and the lifespan of the mitigation project. In this case, IDB has a discount rate of 12 percent and the project has a useful lifespan of 50 years.

$$\text{Total Benefits} = \text{Annual Net Benefits} \times (1 - (1 + r)^{-\text{Lifespan}}) / r = \$762 \times ((1 - (1 + 0.12)^{-50}) / 0.12) \\ = \$6,328$$

This is not a lot of funds but it can be added to the flood benefits since it is the same project and has multiple benefits.

The same procedure may be undertaken with the future conditions which would result in total benefits of 9,492.

Additionally, a benefit cost analysis could be undertaken for the entire city to determine if the mitigation option would provide additional benefits. This may show the value in mitigation is much higher.

### **Option 2: Drought Plan**

A plan which has been developed and implemented could help reduce drought losses. This plan could include working with the market vendors and enterprise zone vendors to sell foods and other products which are drought resistant. This may mean discussing these potential issues with their suppliers and educating them on the risk. The potential losses to the market place and enterprise zone are estimated to be 4,372 USD. If the Plan were to eliminate this loss, the total benefits would be \$36,307 USD.

## **3.5 DATA LIMITATIONS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE STUDIES**

It is recommended that the technical capacity be increased and a more robust network of groundwater and precipitation observational points should be established. Real-time information on groundwater level conditions will become increasingly important as changes in precipitation patterns and rising sea levels associated with climate change cause fluctuating groundwater levels.

## 4.0 EARTHQUAKE RISK

Earthquake Risk Overview	
Risk to Site: Moderate	<b>Findings:</b> The cost to seismically design the market and other project elements may be cost prohibitive based on an economic analysis. However, this may be offset by the reduced number of casualties in the market place after a catastrophic event.
Risk to Operations: Moderate	
Risk to Surrounding Environment and Communities: Moderate	
Project Impacts to Hazard: Minor	
Risk Mitigation Measures (type of assessment) and Ability to Mitigate Risk (High, Moderate, Low): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use seismic design for project elements (cost benefit) - Moderate</li> </ul>	

Haiti is vulnerable to earthquakes and has been impacted by three events (magnitude 5.0 or greater) this century, one in 1952, one in 1994, and the 2010 earthquake. The hazard has caused more deaths, damage, and impacted more lives than all other natural hazards combined in the country (EM\_DAT 2016). Building practices and poverty exacerbate the impacts. Other hazards caused by earthquakes include tsunamis and landslides.

To assess the earthquake risk for the Limonade project the following process was undertaken: (1) understand the project vulnerabilities, (2) characterize the hazard, (3) quantify the risk, and (4) assess mitigation options.

### 4.1 VULNERABILITY ASSESSMENT

The vulnerability assessment involved (1) assessing the overall project vulnerability by answering subsector questions (see introduction), (2) detailed project vulnerability, and (3) citywide vulnerability.

#### 4.1.1 Subsector Impact Characterization

To help assess the project's vulnerability to natural hazards, a series of questions was developed based on the subsector. The project characteristics help determine the potential for minor, moderate, or major vulnerability. The assessment provided in the introduction shows a potential for major vulnerability.

#### 4.1.2 Project Vulnerability

The next step was to identify the different components of the proposed project and better understand the project vulnerability. These included (1) a market area, (2) athletic field, (3) slaughterhouse, (4) water kiosk, (5) bridge, and (6) enterprise zone. These components may be seen in Figure 1.2 provided in the introduction. It is important to note that the project design has not been finalized; these elements and their placement are considered conceptual, although the project team has been in close coordination with the design team to represent latest thinking in the design process.

Each of these components has structural characteristics and economic parameters specific to the earthquake hazard which need to be identified. Table 4.1 shows the structural characteristics while Table 4.2 shows the economic parameters.



Table 4.1: Structural and Non-Structural Parameters

Name	Construction Type	Size (m <sup>2</sup> )	# of Stories	Design Level
Market Area	Reinforced Masonry Bearing Walls with Precast Concrete Diaphragms	1200	1	Standard
Athletic Field				
Slaughterhouse	Concrete Moment Frame	400	1	Substandard
Water Kiosk	Well			Standard
Bridge	Small (<20m) Concrete			Standard
Enterprise Zone	Unreinforced Masonry Bearing Walls	100	1	Standard

Structural characteristics (Table 4.1) were developed based on preliminary designs (WE 2017) and ongoing consultation with the project architect, as well as in coordination with Tetra Tech field team members familiar with the site and building characteristics. The structural characteristics were used to determine how vulnerable the exposed infrastructure is to an earthquake. Structures made out of wood allow the building to sway and deform without major damage, while a material like unreinforced masonry cracks and fails instead of deforming. Other characteristics which help determine vulnerability include non-engineered buildings experiencing structural failures due to a lack of engineering design considering seismic hazards, substandard and uncontrolled construction, and poor building material quality. Other vulnerability characteristics include the height of the building, the existence of a substructure, and which building codes and seismic designs were followed during construction.

Table 4.2: Economic Parameters (Values in USD)

Name	Structure Value	Content Value	Inventory Value	Monthly Income
Market Area	480,000	90,000	108,214	69,368
Athletic Field	5,000			
Slaughterhouse	100,000	40,000	6,177	6,434
Water Kiosk	8,000			
Bridge	30,000			
Enterprise Zone	5,000	1,000	9,018	5,781

The economic parameters were developed using consultants familiar with the value per square foot for buildings in this region and a detailed survey of the vendors at the market. Of the 116 vendors in the market, 9 provided a monthly income which ranged from 5,000 to 80,000 gourde (79 to 1269 USD). The monthly average for these 9 vendors was calculated to be 598 USD and multiplying this value by the number of total vendors (116) resulted in a total monthly income of 69,368 USD for the market area. The monthly income for a slaughterhouse is usually 2.78 times that of a retail business (Dunn and Bradstreet, 2015) but the slaughterhouse in Limonade is mostly unused and in disrepair. It was estimated that only about 10 percent of the area is in use. To calculate monthly income for the slaughterhouse, the market area monthly income was divided by the structure square footage (69,368/1,200) to get 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> for the market area. Then, this value was multiplied by the area of the slaughterhouse which is used (40m<sup>2</sup>) and the 2.78 value identified from D&B; resulting in a monthly income of 6,434 for the slaughterhouse. The Enterprise Zone monthly income was calculated by taking the 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> value and multiplying it by 100m<sup>2</sup>, the size of the Enterprise Zone, since the type of commerce is similar to that of the market. This resulted in a monthly income of 5,781 USD/month.

The inventory values for the commercial sector are typically calculated as a percentage of the annual gross sales. Retail trade has an inventory at any one time of 13 percent of the total annual gross sales while the slaughterhouse would have an inventory of 8 percent (Dunn and Bradstreet, 2015). For the market area, slaughterhouse, and enterprise zone, the monthly income was multiplied by 12 months and the percent (13 or 8) was applied to the value with the results shown in Table 4.2.

### 4.1.3 City Vulnerability

The next step involved assessing the vulnerability of the existing structures in Limonade. To do this, a local consultant characterized the local building stock adjacent to the city and within the city itself. The structural characteristics help determine how vulnerable the exposed infrastructure is to an earthquake. Structures built to code with standard or superior materials will be less vulnerable to earthquakes, as well as those that are shorter (e.g., one story versus two story).

The area outside the city is made up of low cost houses that are built with light concrete materials with sheet metal and sometimes with no concrete at all. These buildings are often damaged during natural disasters.

The buildings in the City fall into three major categories: (1) colonial, (2) modern, and (3) contemporary. In downtown Limonade, the most common building types consist of low-rise (one or two story) structures with non-engineered, lightly reinforced concrete frames and unreinforced concrete masonry block infill. Concrete blocks are the prevailing masonry unit utilized although some historic structures use fire clay brick. There are small buildings in the southeast of the market whose floors are sheet metal and that have non-concrete walls. For many buildings, but not all of them, floors and roofs are reinforced concrete slabs, typically 15 cm to 25 cm thick with a single layer of bi-directional reinforcement. In some cases, concrete blocks are cast into the slab to minimize the use of concrete. Corrugated steel spanning over wood or steel trusses is found in the roofs.

Like everywhere in Haiti the most common construction is a type of infill masonry. A typical structure's vertical-load-resisting system consists of reinforced concrete columns, beams, and slabs. Unreinforced concrete masonry blocks are used to infill the frame. Moreover, the materials used to build in Limonade are typically substandard and never guarantee good resistance when the region faces an earthquake or flood. The few buildings whose roofs are concrete have no connection between the masonry wall panel and the columns, floor, or roof slabs. This is why walls fall under any pressure (wind, floods)—because they are constructed directly on top of a finished foundation or floor slab. The two primary roof systems observed are flat slabs and trusses. Slab roofs are sometimes solid reinforced concrete, and in other cases are voided. The lighter roof trusses are constructed of either timber or steel with a light-gauge corrugated metal sheathing. Roof and floor slabs are commonly poured after the wall panels are constructed.

In addition to the structures at the development site, there are approximately 3,500 structures in Limonade. These structures are modeled with the characteristics found in Tables 4.3 and 4.4 based on satellite imagery, photographs, and local knowledge concerning building construction practices. The building areas are derived from the building footprint area and number of stories. To determine values, a consultant knowledgeable about local replacement costs provided information on the value/m<sup>2</sup> for different types of structures. These values are provided in Table 4.5. Building content values are derived by structure values and occupancy type. It should be noted that these values have not been formally reviewed by a locally certified assessor but are considered illustrative and based on best professional judgement for the purposes of understanding project vulnerability.

Table 4.3: Building Characteristics in Limonade

% Buildings	Building Type	# of Stories
10	Unreinforced Masonry	1 - 2
1	Unreinforced Masonry	3+
87	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	1 - 3
2	Steel Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	1 - 3

Table 4.4: Building Design Levels in Limonade

% Buildings	Design Levels
70	Substandard
30	Standard

Table 4.5: Building Stock Values by Occupancy

Occupancy	Value/m <sup>2</sup>
Residential	200
Commercial	400
Industrial	300
Educational	400
Religious	400

## 4.2 HAZARD CHARACTERIZATION

Haiti lies in the western part of the island of Hispaniola, one of the Greater Antilles islands, situated between Puerto Rico and Cuba. The Caribbean and North American plates are partitioned between two major east-west trending, strike-slip fault systems: the Septentrional fault system in northern Haiti and the Enriquillo-Plantain Garden fault system in southern Haiti. The overall Enriquillo-Plantain Garden (EPGFZ) fault system accommodates about 7 mm/y of motion, nearly half of the total oblique convergence between the Caribbean and North America plates. The EPGFZ fault system has not produced a major earthquake in recent decades. However, the EPGFZ is the likely source of historical large earthquakes in 1860, 1770, and 1751; though none of these earthquakes has been confirmed in the field as associated with this fault (Singh 2010).

To help understand what impacts could potentially occur at the Limonade development site; the IDB's Northern Corridor Study (2015) was reviewed and the only two probabilistic earthquake scenarios (the 475-year event and the 2500-year event) were selected to assess the impact at the Limonade project area. One of the ground motion parameters, Peak Ground Acceleration (PGA), can be seen in the two figures below. PGA is equal to the maximum ground acceleration that occurred during earthquake shaking at a location. Unlike the Richter and moment magnitude scales, it is not a measure of the total energy of an earthquake, but rather of how hard the earth shakes at a given geographic point. The PGA for these different return period events is developed after reviewing all the earthquakes that have occurred in the region and determining how often a particular ground motion occurs. These ground motion parameters will be used in Section 4.4 to help determine impacts. For the 475-year event, the PGA was identified as 0.33g - 0.34g for the different proposed structures on the site while the

2500-year event had values between 0.61g – 0.62g as the PGA. The gravitational constant, g, is the unit of measure and is equal to 9.81 meters per second<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>). Figure 4-1 shows the peak ground acceleration (PGA) for a 475-year event at the site while Figure 4-2 shows the PGA for a 2500-year event.

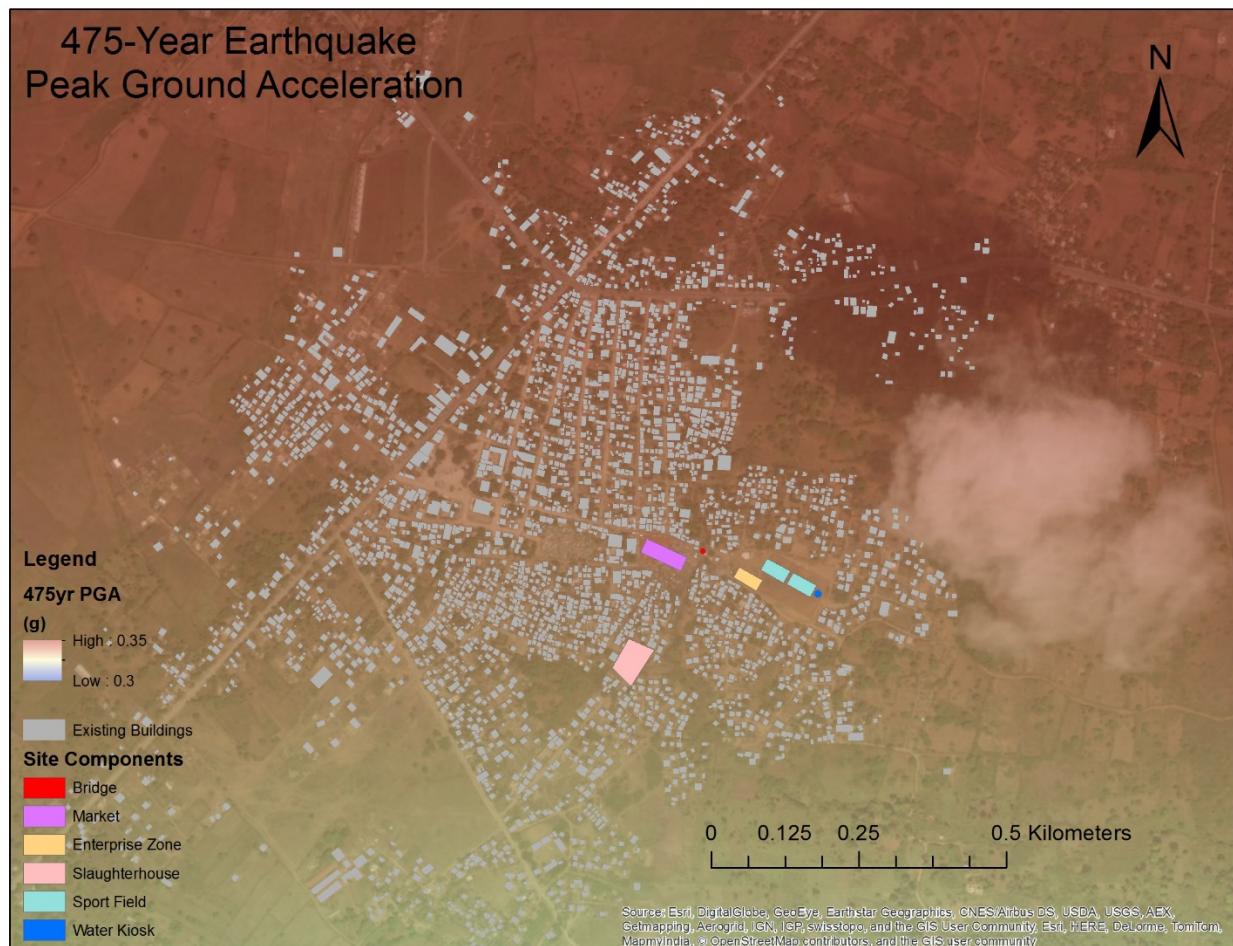


Figure 4.1: 475-Year Earthquake Peak Ground Acceleration



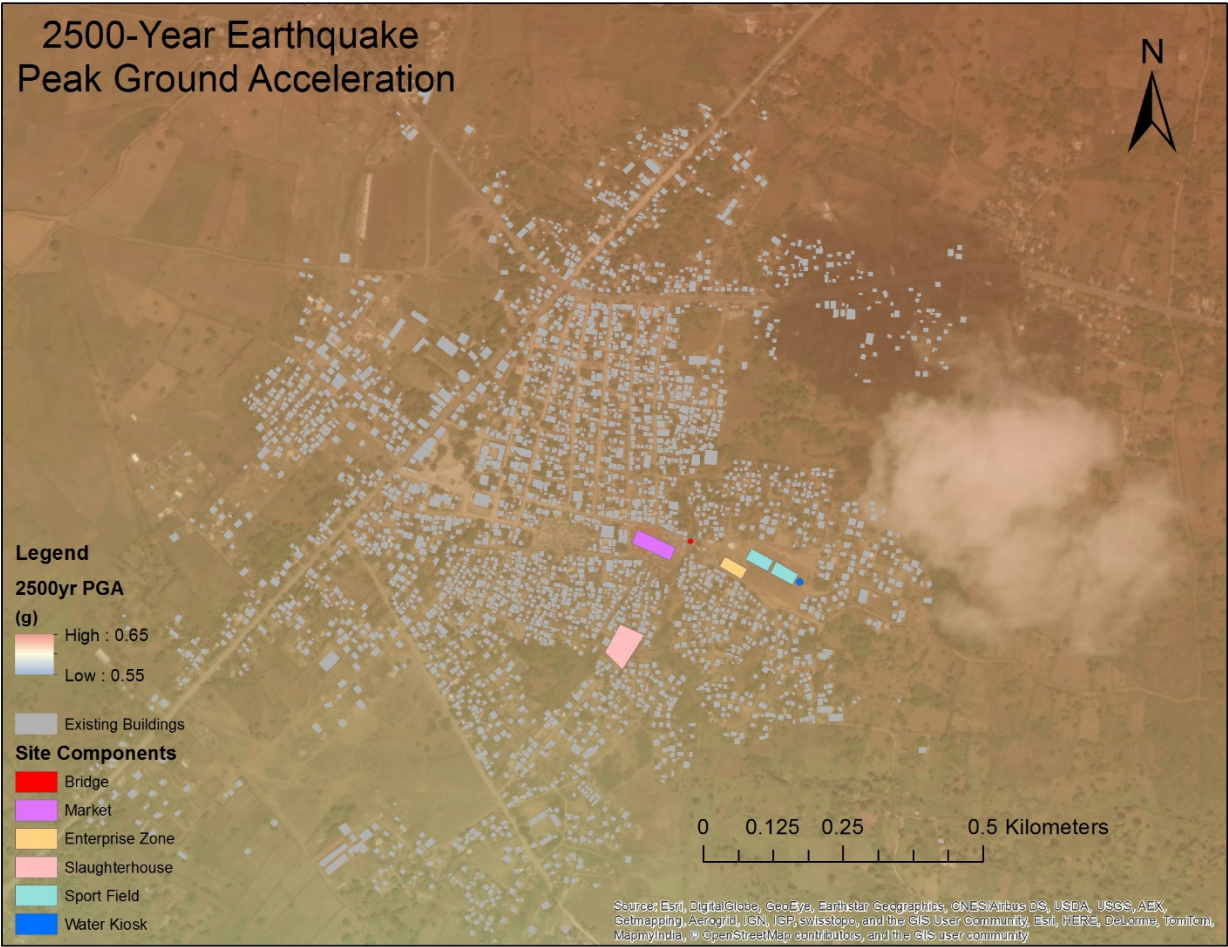


Figure 4.2: 2500-Year Earthquake Peak Ground Acceleration

Additional contributing factors that are needed to determine the impacts of an earthquake hazard are the soil and rock properties which the physical development is built upon. The shear wave velocity ( $V_s$ ) is an indicator of these dynamic properties due to the wave's relationship with the shear response of geomaterials at various levels of strain. Figure 4.3 below presents the  $V_s$  for the region—values of 315-365 m/s are identified for the Limonade Development Site. In section 4.4, Hazus, a risk assessment tool developed by the U.S. Federal Emergency Management Agency, was used to quantify the impacts to the Development Site. The soil condition values identified below were included as an input to Hazus.

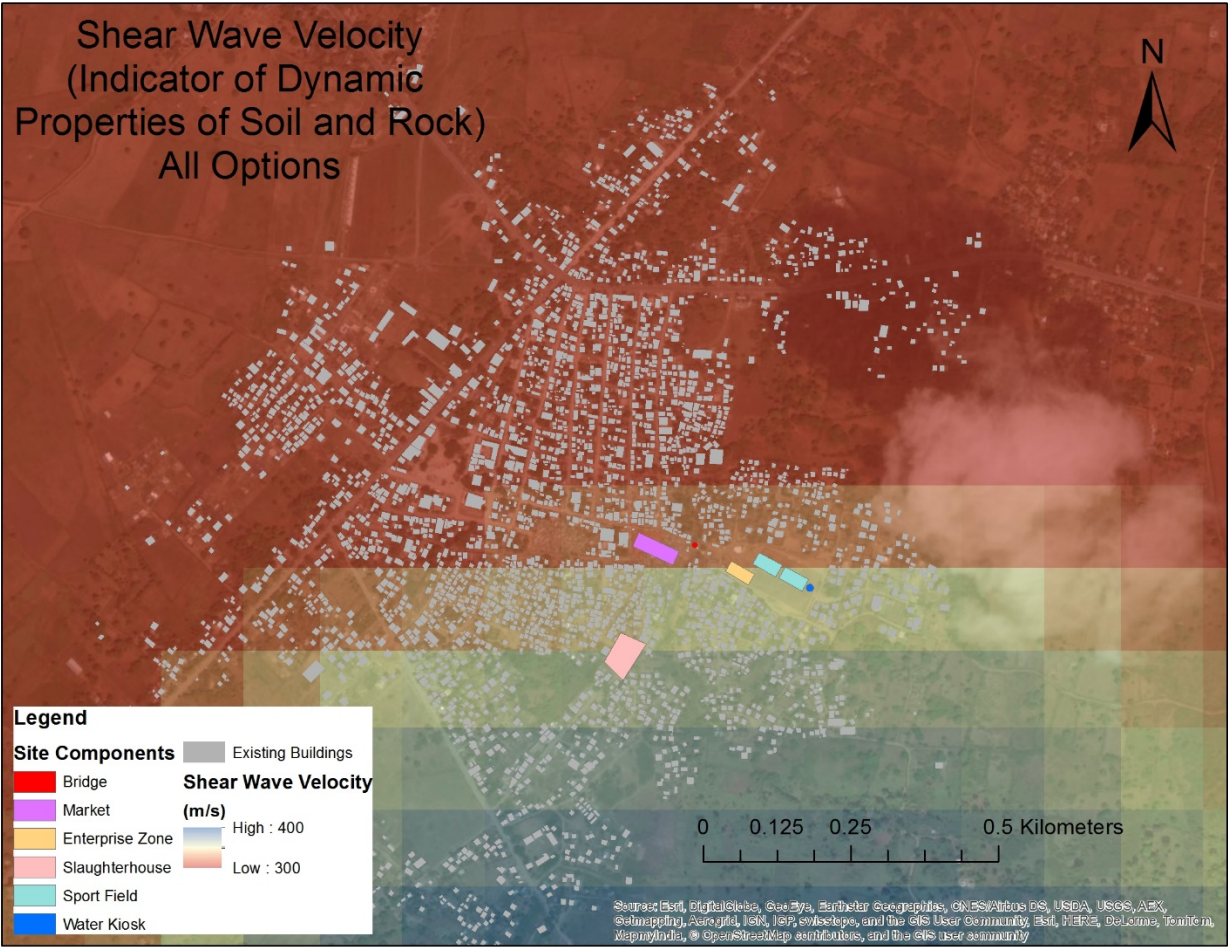


Figure 4.3: Shear Wave Velocity

Figure 4.4 provides a chart which converts the shear wave velocity into a site class description. For the Limonade project, a classification of C and D was assigned based on the soil conditions below the proposed structures. Soil type D indicates stiff soils with a shear wave velocity of 180 to 360 m/s while soil type C indicates very dense soil and soft rock with a shear wave velocity of 360 to 760 m/s. The looser the soils at the site, the more potential damage may occur, therefore stiff and soft soils (as opposed to rock and hard rock) exacerbate the damage caused by the ground shaking. The site soil conditions amplified the PGA with the values in Table 4.6.

Table 4.6: Soil Amplification Factors

PGA (g)	Soil Type A	Soil Type B	Soil Type C	Soil Type D	Soil Type E
0.1	0.8	0.9	1.3	1.6	2.4
0.2	0.8	0.9	1.2	1.4	1.9
0.3	0.8	0.9	1.2	1.3	1.6
0.4	0.8	0.9	1.2	1.2	1.4
0.5	0.8	0.9	1.2	1.1	1.2



Site Class	Site Class Description	Shear Wave Velocity (m/sec)	
		Minimum	Maximum
<b>A</b>	<b>HARD ROCK</b> Eastern United States sites only	1500	
<b>B</b>	<b>ROCK</b>	760	1500
<b>C</b>	<b>VERY DENSE SOIL AND SOFT ROCK</b> Untrained shear strength $u_s \geq 2000$ psf ( $u_s \geq 100$ kPa) or $N \geq 50$ blows/ft	360	760
<b>D</b>	<b>STIFF SOILS</b> Stiff soil with undrained shear strength $1000 \text{ psf} \leq u_s \leq 2000 \text{ psf}$ ( $50 \text{ kPa} \leq u_s \leq 100 \text{ kPa}$ ) or $15 \leq N \leq 50$ blows/ft	180	360
<b>E</b>	<b>SOFT SOILS</b> Profile with more than 10 ft (3 m) of soft clay defined as soil with plasticity index $PI > 20$ , moisture content $w > 40\%$ and undrained shear strength $u_s < 1000 \text{ psf}$ (50 kPa) ( $N < 15$ blows/ft)		180

Figure 4.4: Site Classification

The last dataset which was collected and used for this analysis is liquefaction susceptibility. Liquefaction is a phenomenon where saturated sand and silt take on the characteristics of a liquid during the intense shaking of an earthquake. The highest hazard areas are concentrated in regions of man-made fill and current/former stream channels, which produce the loose young soils that are particularly susceptible to liquefaction. The liquefaction data identified during the Northern Corridor Study was fairly coarse (~410m x 420m) and did not pick up the soils in the City's floodplain. To account for this change in soils and corresponding change in liquefaction potential, the current 100-year floodplain was added as a highly susceptible liquefaction area (assigned a value of 8). The coarse data shows that the Limonade project area has areas of low liquefaction susceptibility (2 or 3 on a 10 point scale). Although steps should be taken to mitigate potential damage from liquefaction during building construction, the factor will still be applied to the models. Figure 4.5 show liquefaction susceptibility.

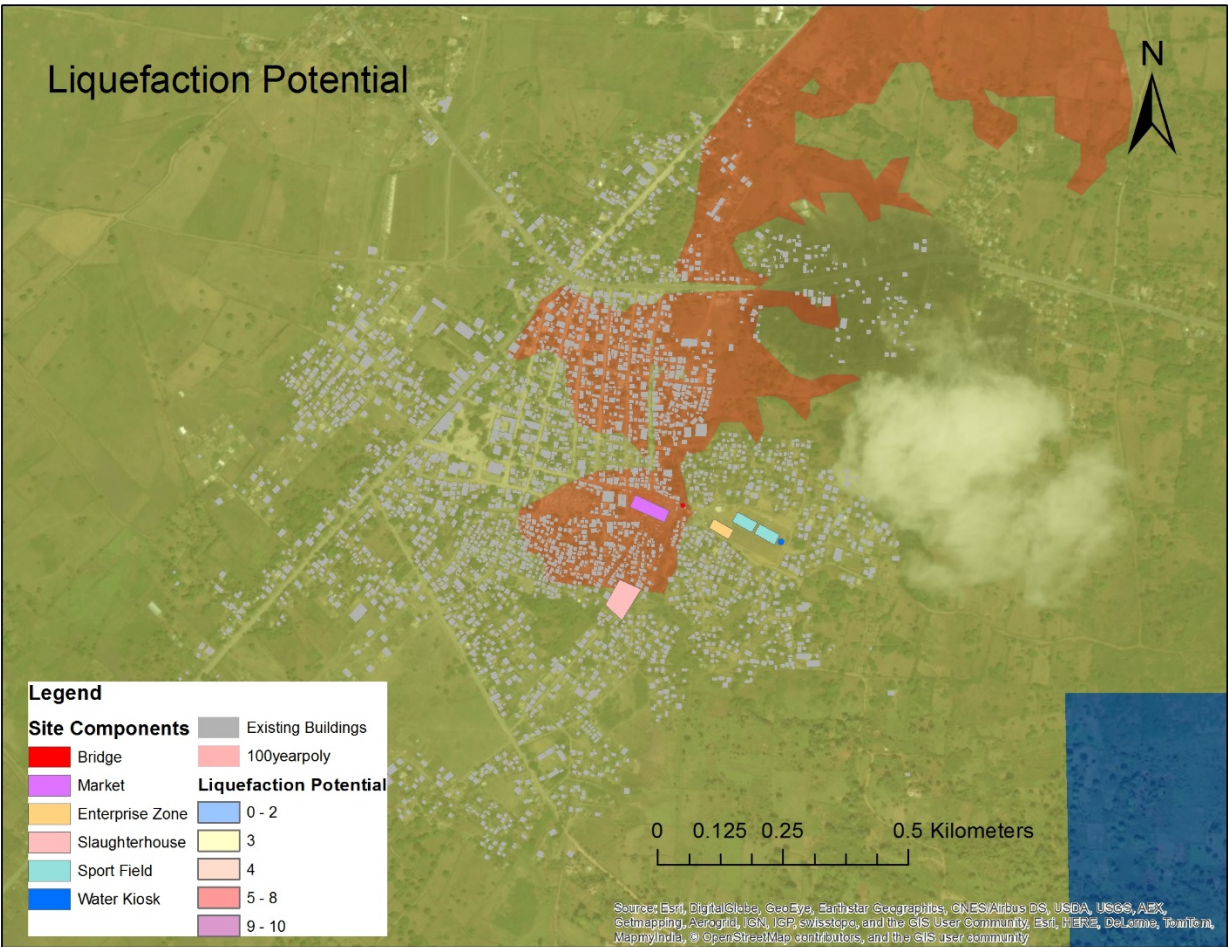


Figure 4.5: Liquefaction Susceptibility

The likelihood of experiencing liquefaction at a specific location is primarily influenced by the susceptibility of the soil, the amplitude and duration of ground shaking and the depth of groundwater. The relative susceptibility of soils within a particular geologic unit is assigned as previously discussed. It is recognized that in reality, natural geologic deposits as well as fills encompass a range of liquefaction susceptibilities due to variations of soil type, relative density, etc. Therefore, portions of a geologic map unit may not be susceptible to liquefaction, and this should be considered in assessing the probability of liquefaction at any given location within the unit. In general, non-susceptible portions should be smaller for higher susceptibilities. This reality is incorporated by a probability factor that quantifies the proportion of a geologic map unit deemed susceptible to liquefaction (i.e., the likelihood of susceptible conditions existing at any given location within the unit). For the various susceptibility categories, suggested default values are provided in Table 4.7.

Table 4.7: Proportion of Area Deemed Susceptible to Liquefaction

Susceptibility	Class	Proportion
0	None	0
1-2	Very Low	0.02
3-4	Low	0.05
5-6	Moderate	0.1
7-8	High	0.2
9-10	Very High	0.25

The values in Table 4.7 reflect judgments developed based on preliminary examination of soil properties data sets compiled for geologic map units characterized for various regional liquefaction studies (e.g., Power, et. al. 1982). Relationships between liquefaction probability and PGA are represented graphically in Figure 4.6. These relationships have been defined based on the state-of-practice empirical procedures, as well as the statistical modeling of the empirical liquefaction catalog presented by Liao, et. al. (1988) for representative penetration resistance characteristics of soils within each susceptibility category.

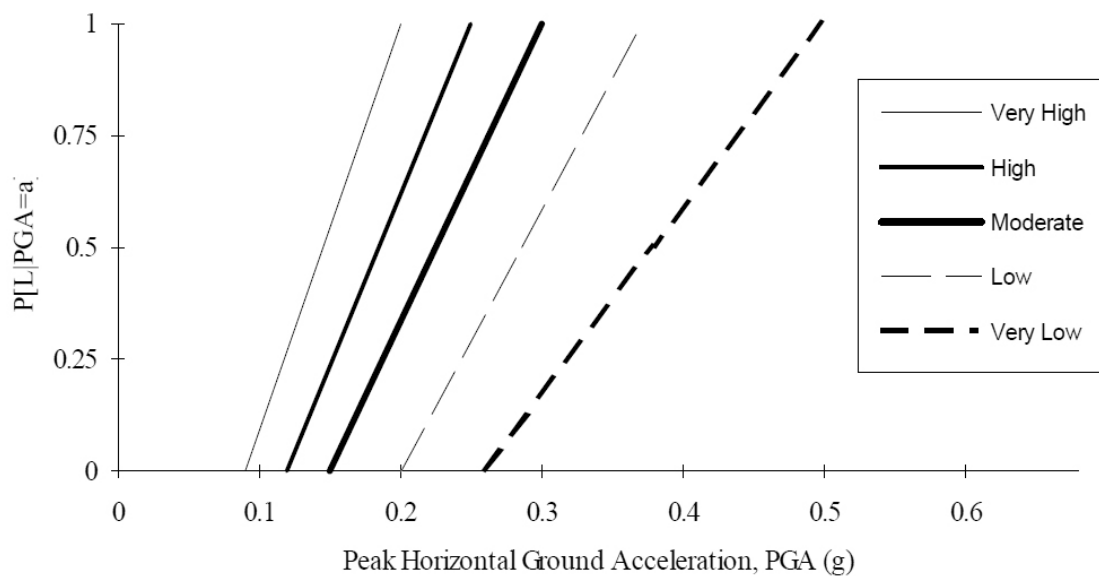


Figure 4.6: Relationship between PGA and Liquefaction Probability

### Future Hazard

Due to the nature of the earthquake hazard (not influenced by temperature or precipitation changes), the probability of the future hazard will be considered equal to the current probability.

## 4.3 RISK ASSESSMENT

The vulnerability and hazard information found in Sections 4.2 and 4.3 was then integrated into a risk model and run for the different return period events. This produced functionality and loss estimates for current and future conditions. The results are provided in the following sections: (4.4.1) Risk to the Project, (4.4.2) Risk to Operations, (4.4.3) Risk to Surrounding Environment and Communities, and (4.4.4) Risk Exacerbation due to Project.

### 4.3.1 Risk to the Project

In order to assess the risk to the project, a standardized risk assessment was performed which calculated losses in USD. By quantifying the loss in terms of USD, instead of using a ranking system or other, similar exercise, the loss becomes very straight forward and easy to compare across projects and countries. Losses were generated for the proposed project areas for the 475- and 2500-year events and then an average annualized loss value was calculated.

The Hazus fragility curves used for the analysis are based on the Limonade construction types, the building codes used, quality of construction, and number of stories. An example of a fragility curve may be seen in Figure 4.7 below. The spectral displacement comes from the ground shaking at the site and includes the soil type and liquefaction susceptibility. In the example, spectral displacement (in inches) runs along the x-axis while the building damage state probability runs along the y-axis. An earthquake which produces ten inches of spectral displacement would have a  $(0.2-0.0) = 20$  percent probability of sustaining complete damage, a  $(0.5-0.2) = 30$  percent probability of sustaining extensive damage, a  $(0.8-0.5) = 30$  percent probability of sustaining moderate damage, a  $(0.95-0.8) = 15$  percent probability of sustaining slight damage, and a  $(1.00-0.95) = 5$  percent probability of sustaining no damage.

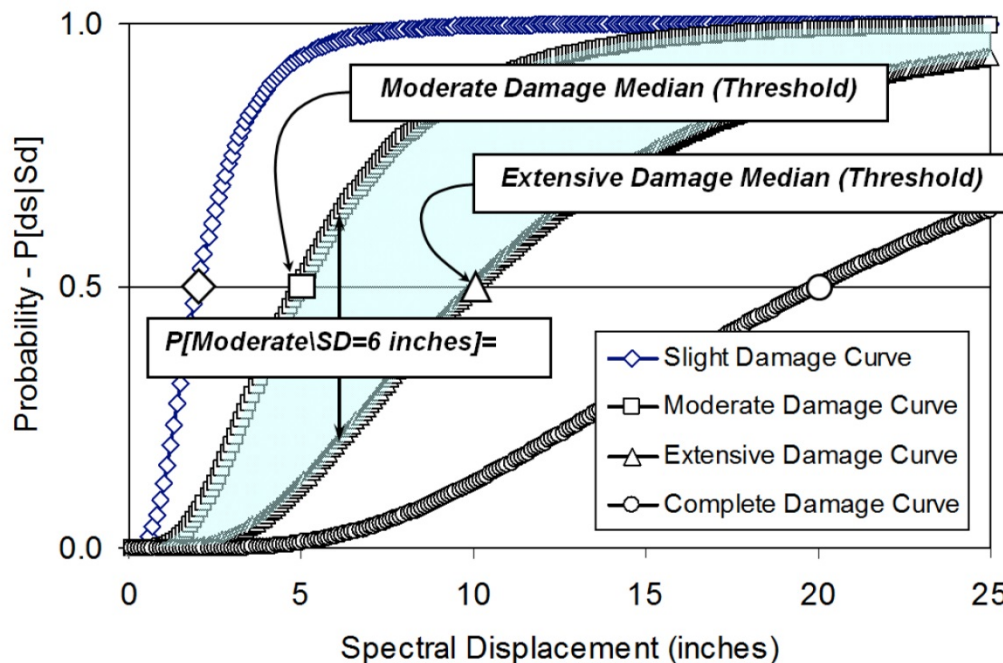


Figure 4.7: Hazus Fragility Curve

The losses calculated for the proposed project areas for the 475- and 2500-year events are provided in Tables 4.8 and 4.9.

Table 4.8: 475-Year Losses to Project Site (USD)

Name	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	290,042	54,383	34,388	48,558	<b>427,371</b>
Athletic Field	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	63,180	25,272	2,036	4,504	<b>94,992</b>
Water Kiosk	4,000	0	0	0	<b>4,000</b>
Bridge	8,000	0	0	0	<b>8,000</b>
Enterprise Zone	2,486	497	2,503	5,781	<b>11,267</b>
<b>TOTAL</b>	<b>367,708</b>	<b>80,152</b>	<b>38,927</b>	<b>58,843</b>	<b>545,630</b>

Table 4.9: 2500-Year Losses to Project Site (USD)

Name	Structural Loss	Content Loss	Inventory Loss	Bus. Inter. Loss	Total
Market Area	455,899	85481.1	54,091	69,368	<b>664,839</b>
Athletic Field	0	0	0	0	<b>0</b>
Slaughterhouse	94,958	37983.2	3,087	6,434	<b>142,462</b>
Water Kiosk	8,000	0	0	0	<b>8,000</b>
Bridge	28,000	0	0	0	<b>28,000</b>
Enterprise Zone	4,585	917	4,344	5,781	<b>15,627</b>
<b>TOTAL</b>	<b>591,442</b>	<b>124,381</b>	<b>61,522</b>	<b>81,583</b>	<b>858,928</b>

The market area, slaughterhouse, water kiosk, bridge, and enterprise zone are all impacted from each of the return period events. The average annualized loss is calculated by plotting each return period loss with the return period and then calculating the area under the curve.

For the Limonade project, the earthquake AAL calculations are shown in Table 4.10.

Table 4.10: AAL Calculations for Project Area (USD)

Name	475-Year Loss	2500-Year Loss	AAL
Market Area	427,371	664,839	630
Athletic Field	0	0	0
Slaughterhouse	94,992	142,462	138
Water Kiosk	4,000	8,000	7
Bridge	8,000	28,000	18
Enterprise Zone	11,267	15,627	16
<b>TOTAL</b>	<b>545,630</b>	<b>858,928</b>	<b>809</b>



The AAL expresses how much the community would lose every year due to earthquakes. This value allows for a comparison between hazards which may have very different frequencies and impacts. For example, a flood may happen very often but create little damage while an earthquake may occur much less often but create massive loss. By calculating the AAL for each, a comparison can be made between hazards. Also, the AAL will support the mitigation analysis conducted in Section 4.5.

To determine the level of risk to the project, an annualized loss ratio is calculated for each project component. A threshold has been identified for minor (<0.1 percent) moderate (0.1 – 1 percent) and major (>1 percent) risk projects. Table 4.11 provides the average annualized loss ratios for this project. The loss ratio indicates a moderate earthquake risk.

Table 4.11: Average Annualized Loss Ratio

Name	Value	AAL	Loss Ratio
Market Area	480,000	630	0.13%
Athletic Field	5,000	0	0.00%
Slaughterhouse	100,000	138	0.14%
Water Kiosk	8,000	7	0.09%
Bridge	30,000	18	0.06%
Enterprise Zone	5,000	16	0.32%
<b>TOTAL</b>	<b>628,000</b>	<b>809</b>	<b>0.13%</b>

### 4.3.2 Risk to Operations

During an earthquake event, there are significant risks to operational activities at all the project components. Debris will block roads and vendor stalls and major earthquakes will cause significant damage to the market area itself. Part of vendor inventory could be recovered and sold and the vendors could set up elsewhere while cleanup efforts are underway. There is a moderate risk to operations.

### 4.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities

Nearby communities could experience loss of life and/or infrastructure damage during an earthquake event. Even a minor earthquake event could devastate nearby communities, as many structures are not built to an appropriate earthquake code. The definition of disaster is “a serious disruption of the functioning of a community or a society involving widespread human, material, economic or environmental losses and impacts, which exceeds the ability of the affected community or society to cope using its own resources.”<sup>7</sup> As identified in the Northern Corridor Development Report, the northern corridor, as well as Haiti as a whole, is subject to disaster risk from earthquakes, which could cause wide-spread impacts to the region.

To understand the earthquake risk to Limonade, a risk model was used to quantify the losses from the three return period events using the same methodology as Section 4.4.1. The fragility curves were selected based on the vulnerability section concerning the general building stock in section 4.2. Building footprints were used and attributed with number of stories, building type, design level, specific occupancy type, area, and value per square foot for structure and contents. The losses modeled for the two return periods and the AAL are provided in Table

<sup>7</sup> <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology>



4.12. The loss ratio for the city indicate a moderate earthquake risk. Figure 4.8 provides a map of the loss to the City from the 475-year event.

Table 4.12: City Earthquake Loss

	475-year	2500-year	AAL
Buildings Impacted (#)	3,551	3,551	
Total Loss (USD)	12,620,946	19,983,165	18,754

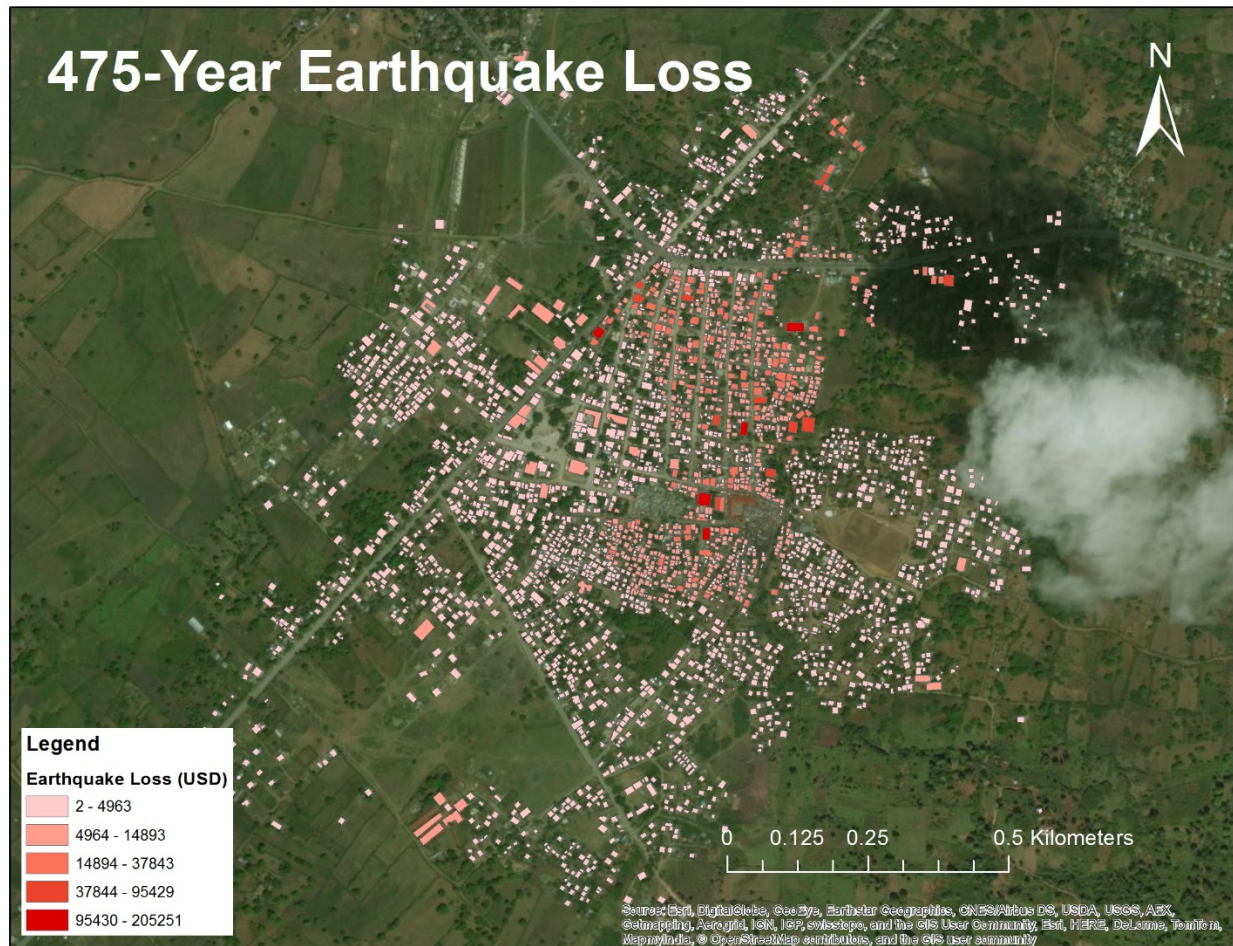


Figure 4.8: 475 year earthquake loss for Limonade

### Risk to People

Earthquakes pose direct risk to employees, customers, and residents, who could be killed or injured during an earthquake event from ground-shaking and movement, falling debris, or compromised/failed infrastructure. Earthquakes present hazardous conditions for workers both during and after an event (until all structures have been repaired, debris cleared, hazardous materials cleaned or remediated, etc.). People located in unreinforced masonry structures during an earthquake event are at the highest risk of injury and death.

Any operational impacts to the commercial development (from infrastructure impacts, employee travel and housing impacts) could also mean lost or reduced wages for workers.

For the 475- and 2500-year events, the modeled casualties are shown in Table 4-13 below. Casualty type one refers to injury, no hospitalization required; type two refers to injury, hospitalization required; type three refers to critical injury, hospitalization required; and type four refers to death. Hazus was used to model the expected casualties.

Table 4.13: 2500-Year Earthquake Casualties

Interval	Casualty 1	Casualty 2	Casualty 3	Casualty 4	Total
475-year	3,236	816	94	176	4,322
2500-year	4,872	1,440	222	414	6,948

## Risk to Environment

Few vendors sell hazardous materials. There are a few who may sell gas or oil, but 97 percent of the vendors do not sell hazardous materials. The release of hazardous materials would pose potentially serious health and safety risks to workers and buyers. Hazardous materials could also pose impacts to the environment, including water, air, and soil quality depending on the material released.

## 4.4 MITIGATION RECOMMENDATIONS

This section will provide a recommendation for earthquake mitigation which will reduce the economic, environmental, and social losses. To help understand the impacts of the mitigation options, a basic project alternatives benefit analysis was undertaken. The first step in this analysis is to calculate the Average Annualized Loss (AAL) for the mitigated and unmitigated scenario, then the mitigation cost is identified, the present worth factor and present value coefficient are identified using the discount factor, and finally the benefit is compared to the cost as a ratio. Due to the low average annualized loss values, only one mitigation option will be analyzed.

### Option 1: Integrate Seismic Design

One way to reduce earthquake damage would be to integrate seismic design into the construction. For this example, we will add a market place that is designed to withstand seismic activity. This would be more cost effective than trying to seismically retrofit it after construction.

Table 4.14: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD)

Name	475-Year Loss	2500-Year Loss	AAL
Market Area	82,719	276,894	181
Athletic Field	0	0	0
Slaughterhouse	94,992	142,462	138
Water Kiosk	4,000	8,000	7
Bridge	8,000	28,000	18
Enterprise Zone	11,267	15,627	16
<b>TOTAL</b>	<b>545,630</b>	<b>858,928</b>	<b>809</b>

The new AAL is much lower for the market place with mitigation than without it. By comparing the two tables, the losses avoided can be calculated which becomes our benefit in the benefit cost analysis. Table 4.15 provides these results.

Table 4.15: Losses Avoided (USD)

Name	475-Year Loss Avoided	2500-Year Loss Avoided	AAL Avoided
Market Area	344,652	387,945	449
Athletic Field	0	0	0
Slaughterhouse	0	0	0
Water Kiosk	0	0	0
Bridge	0	0	0
Enterprise Zone	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>344,652</b>	<b>387,945</b>	<b>449</b>

Next, the benefits over the entire project lifespan need to be calculate using the discount rate and the lifespan of the mitigation project. In this case, IDB has a discount rate of 12 percent and the project has a useful lifespan of 50 years.

$$\text{Total Benefits} = \text{Annual Net Benefits} \times (1 - (1 + r)^{-\text{Lifespan}}) / r = \$449 \times ((1 - (1 + 0.12)^{-50}) / 0.12) = \$3,729$$

The results show a relatively low benefit, while using a seismic design (e.g., California building codes) could significantly increase the construction costs. However, the number of potential lives saved could be used to offset the low economic benefit estimated here. While additional analysis would be needed to formally make that determination, it is safe to assume that there will be additional benefit from lives saved.

## 4.5 DATA LIMITATIONS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE STUDIES

The Team used the earthquake data which had been developed for the region and included two different probabilistic events. A more detailed study could be undertaken to include additional return periods for a more accurate calculation of average annualized loss.

## 5.0 HURRICANE WIND HAZARD

Hurricane Risk Overview - Current and (Mid-Century)	
Risk to Site: Moderate (Moderate)	<b>Findings:</b> Although the hurricane wind hazard is a moderate and not a major hazard of concern, there are some cost effective mitigation measure which should be integrated during construction. The open concept market design is susceptible to wind damage if a catastrophic event occurs. The project location is outside the surge zone.
Risk to Operations: Moderate (Moderate)	
Risk to Surrounding Environment and Communities: Moderate (Moderate)	
Project Impacts to Hazard: Minor	
Risk Mitigation Measures (type of assessment) and Ability to Mitigate Risk (High, Moderate, Low): <ul style="list-style-type: none"><li>Add Hurricane Straps to the Design (cost benefit) - Moderate</li></ul>	

Haiti, as a whole, is vulnerable to the effects of tropical cyclones. This is mainly due to its current land use conditions—spurred by deforestation—and its geography that could allow severe rainfall to rush down the high terrain and wash out areas in its path and cause loss of life, livestock, homes, and crops.

To assess the hurricane risk and potential impacts to the Limonade project, the following process was undertaken: (1) understand the project vulnerabilities, (2) characterize the hazard, (3) quantify the risk, and (4) assess mitigation options.

## 5.1 VULNERABILITY ASSESSMENT

The vulnerability assessment involved (1) assessing the overall project vulnerability by answering subsector questions (see introduction), (2) detailed project vulnerability, and (3) citywide vulnerability.

### 5.1.1 Subsector Impact Characterization

To help assess the project's vulnerability to natural hazards, a series of questions was developed based on the subsector. The project characteristics help determine the potential for minor, moderate, or major vulnerability. The assessment provided in the introduction shows a potential for major vulnerability.

### 5.1.2 Project Vulnerability

The next step was to identify the different components of the proposed project and better understand the project vulnerability. These included (1) a market area, (2) athletic field, (3) slaughterhouse, (4) water kiosk, (5) bridge, and (6) enterprise zone. These components may be seen in Figure 1.2 provided in the introduction.

Each of these components has structural characteristics and economic parameters specific to the hurricane hazard which need to be identified. Table 5.1 shows the structural characteristics while Table 5.2 shows the economic parameters.

Table 5.1: Structural and Non-Structural Parameters

Name	Construction Type	Size (m <sup>2</sup> )	# of Stories	Roof Type	Shutters?
Market Area	Reinforced Masonry Bearing Walls with Precast Concrete Diaphragms	1200	1	Hip	No
Athletic Field					
Slaughterhouse	Concrete Moment Frame	400	1	Hip	No
Water Kiosk	Well				
Bridge	Small (<20m) Concrete				
Enterprise Zone	Unreinforced Masonry Bearing Walls	100	1	Hip	No

Structural characteristics (Table 5.1) were developed based on preliminary designs (WE 2017) and ongoing consultation with the project architect, as well as in coordination with Tetra Tech field team members familiar with the site and building characteristics.

Table 5.2: Economic Parameters (Values in USD)

Name	Structure Value	Content Value	Inventory Value	Monthly Income
Market Area	480,000	90,000	108,214	69,368
Athletic Field	5,000			
Slaughterhouse	100,000	40,000	6,177	6,434
Water Kiosk	8,000			
Bridge	30,000			
Enterprise Zone	5,000	1,000	9,018	5,781

The economic parameters (Table 5.2) were developed using consultants familiar with the value per square foot for buildings in this region and a detailed survey of the vendors at the market. Of the 116 vendors in the market, 9 provided a monthly income which ranged from 5,000 to 80,000 gourde (79 to 1269 USD). The monthly average for these 9 vendors was calculated to be 598 USD and multiplying this value by the number of total vendors (116) resulted in a total monthly income of 69,368 USD for the market area. The monthly income for a slaughterhouse is usually 2.78 times that of a retail business (Dunn and Bradstreet, 2015) but the slaughterhouse in Limonade is mostly unused and in disrepair. It was estimated that only about 10 percent of the area is in use. To calculate monthly income for the slaughterhouse, the market area monthly income was divided by the structure square footage (69,368/1,200) to get 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> for the market area, then this value was multiplied by the area of the slaughterhouse which was used (40m<sup>2</sup>) and the 2.78 value identified from D&B; resulting in a monthly income of 6,434 for the slaughterhouse. The Enterprise Zone monthly income was calculated by taking the 57.8 USD/month/m<sup>2</sup> value and multiplying it by 100m<sup>2</sup>, the size of the Enterprise Zone, since the type of commerce is similar to that of the market. This resulted in a monthly income of 5,781 USD/month.

The inventory values for the commercial sector are typically calculated as a percentage of the annual gross sales. Retail trade has an inventory at any one time of 13 percent of the total annual gross sales while the slaughterhouse would have an inventory of 8 percent (Dunn and Bradstreet, 2015). For the market area, slaughterhouse, and enterprise zone, the monthly income was multiplied by 12 months and the percent (13 or 8) was applied to the value, with the results shown in Table 5.2.



### 5.1.3 City Vulnerability

The next step involved assessing the vulnerability of the existing structures in Limonade. To do this, a local consultant characterized the local building stock adjacent to the city along the Zangui Ravine and within the city itself. The structural characteristics help determine how vulnerable the exposed infrastructure is to a hurricane. Structures with shutters, hurricane straps, or built with a hip roof perform better in wind events.

The area outside the city is made up of low cost houses that are built with light concrete materials with sheet metal and sometimes with no concrete at all. These buildings are often damaged during natural disasters.

The buildings in the City fall into three major categories: (1) colonial, (2) modern, and (3) contemporary. In downtown Limonade, the most common building types consist of low-rise (one or two story) structures with non-engineered, lightly reinforced concrete frames and unreinforced concrete masonry block infill. Concrete blocks are the prevailing masonry unit utilized although some historic structures use fire clay brick. There are little buildings in the southeast of the market whose floors are sheet metal and have non-concrete walls. For many buildings, but not all of them, floors and roofs are reinforced concrete slabs, typically 15 cm to 25 cm thick with a single layer of bi-directional reinforcement. In some cases, concrete blocks are cast into the slab to minimize the use of concrete. Corrugated steel spanning over wood or steel trusses is found in the roofs.

In Limonade, like everywhere in Haiti, the most common construction is a type of infill masonry. A typical structure's vertical-load-resisting system consists of reinforced concrete columns, beams, and slabs. Unreinforced concrete masonry blocks are used to infill the frame. Moreover, the materials used to build in Limonade are typically substandard and never guarantee good resistance when the region faces an earthquake or flood. The few buildings whose roofs are concrete have no connection between the masonry wall panel and the columns, floor, or roof slabs. This is why walls fall under any pressure (wind, floods) because they are constructed directly on top of a finished foundation or floor slab. The two primary roof systems observed are flat slabs and trusses. Slab roofs are sometimes solid reinforced concrete, and in other cases are voided. The lighter roof trusses are constructed of either timber or steel with a light-gauge corrugated metal sheathing. Roof and floor slabs are commonly poured after the wall panels are constructed.

In addition to the structures at the development site, there are approximately 3,500 structures in Limonade. These structures are modeled with the characteristics found in Tables 5.3 and 5.4 based on satellite imagery, photographs, and local knowledge concerning building construction practices. The building areas are derived from the building footprint area and number of stories. To determine values, a consultant knowledgeable about local replacement costs provided information on the value/m<sup>2</sup> for different types of structures. These values are provided in Table 5.5. Building content values are derived by structure values and occupancy type. It should be noted that these values have not been formally reviewed by a locally certified assessor but are considered illustrative and based on best professional judgement for the purposes of understanding project vulnerability.

Table 5.3: Building Characteristics in Limonade

% Buildings	Building Type	# of Stories
10	Unreinforced Masonry	1 - 2
1	Unreinforced Masonry	3+
87	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	1 - 3
2	Steel Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	1 - 3



Table 5.4: Building Roof Types in Limonade

% Buildings	Roof Type
60	Hip Roofs
10	Gable Roofs
30	Flat Roofs

Table 5.5: Building Stock Values by Occupancy

Occupancy	Value/m <sup>2</sup>
Residential	200
Commercial	400
Industrial	300
Educational	400
Religious	400

## 5.2 HAZARD CHARACTERIZATION

Haiti is situated on the island of Hispaniola, which is located in the Caribbean Sea of the Atlantic Ocean. As a result of its location, the country is highly prone to impacts from hurricanes. While the country as a whole is highly prone to hurricanes, the regions of the island vary in terms of exposure to hurricane tracks. Limonade is located in the northern region of Haiti, which has only experienced eleven (11) tropical cyclones landfalls between 1850 and 2009 (Klose 2011). Mathieu et al., found that this region has one of the lowest risks of being directly impacted from a hurricane, in relation to the rest of the Island. This is because most hurricanes in the region track from the east and travel west across the Island, which helps to dissipate the impact to the northeast. Unlike the northern region, the southern regions (Sud and Sud-Est) have endured thirty tropical cyclone landfalls between 1850 and 2009 (Klose, 2011).

Another aspect that makes Haiti vulnerable to the effects of hurricanes is the human-induced changes in land use. Deforestation results in flash flooding events in which stormwater from severe rainfall flows at a very high velocity from areas of high terrain and rapidly inundates all areas in its path. Soil erosion and deforestation are endemic in Haiti due to centuries of agricultural exploitation, first under the colonial plantation system and later by the widespread harvest of timber for export markets (McClintock 2015). In 2008, Haiti experienced one of its worst hurricane seasons on record when four tropical cyclones hit the island in successive order. In comparison, the Dominican Republic shares the island of Hispaniola with Haiti but tends to experience significantly less damage from the same tropical cyclones than Haiti. This was due to the extensive forest cover in the Dominican Republic (Swarup 2009). Overall, since 1851, Haiti has only been impacted by six (6) major hurricanes (category 3 and stronger), but has not experienced impacts from a direct landfall from a category 5 storm. Within the same timeframe, there have only been two category 4 storms that have struck the southern part of Haiti (Masters 2016).

Storm surge is not widely documented in Haiti—leading to very little historical insight from its effects. The coastline and bathymetric (ocean depth) topography of North Haiti is characterized by a steep gradient which minimizes storm surge-related wave heights. Furthermore, the geographic composition of Hispaniola, at the border between the northeastern region of Haiti and the Dominican Republic, helps minimize major storm surge heights. However, decreased storm surge heights do not necessarily mean that coastal towns in northern Haiti, do not see significant storm surge-related damages. Most large towns in the northern region are situated on the coast, putting them at major risk to inundation from any type of storm surge (IDB 2015).

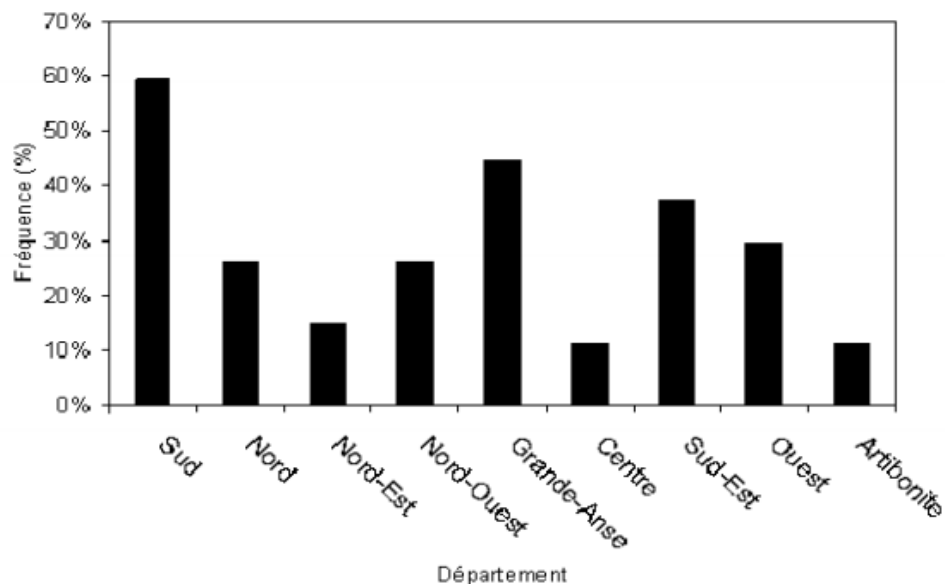


Figure 5.1: Frequency of tropical cyclones in the different regions of Haiti (Mathieu-mde)

The storm surge and windspeed values identified in the Atlas of Probable Storm Effects for Haiti was used to assess the hurricane hazard (OAS/USAID 2002). The Atlas of Probable Storm Effects lists Cap Haitien as the location for the North; with corresponding values to the 10, 25, 50 and 100-year return periods. The information from that atlas may be found in Table 5.6.

Table 5.6: Hurricane Surge and Windspeeds for Corresponding Return Periods

Return Period	Surge (m)	Wind (m/s)
10-year	0.3	23
25-year	0.6	29
50-year	0.8	34
100-year	1.1	38

The storm surge values were mapped for the current risk (2016) for each return period. The 100-year surge for present and 2065 conditions is shown in Figure 5-2.

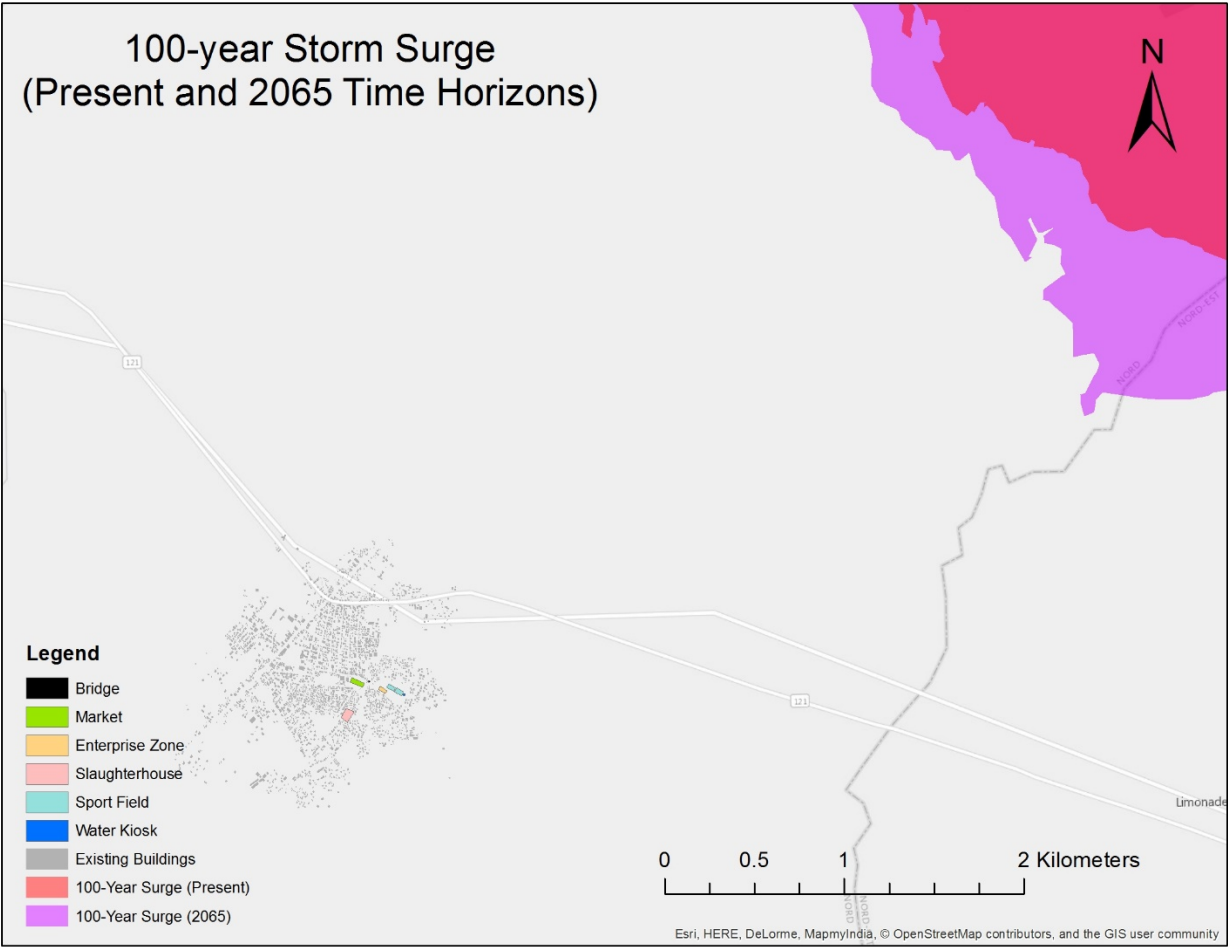


Figure 5.2: 100-Year Storm Surge Inundation

### Climate Change Considerations

In order to analyze future storm surge risk in northern Haiti, accurate SLR projections for the area are needed to enhance the probable storm surge heights. However, Haiti tide gauges lack sufficient historical data to make meaningful local SLR projections because they have only been in operation for a few years. For example, the nearest tide gauge to the Limonade Development Site is the Cap-Haitien tide gauge, which is a part of the UNESCO and IOC Sea Level Station Monitoring Facility. According to the station's web page, this tide gauge is currently operational but has only been part of the system since 2011.<sup>8</sup>

The SLR projections used in this analysis came from the global projections of the IPCC AR5, citing 0.17-0.38 m for the period of 2046-2065. However, more regional projections are available through NOAA tide gauges, which show higher SLR projections for 2065 than used in that study. As shown in Table 5.7, the projections for SLR in 2066 (50-year timeframe) are quite similar amongst the three tide gauges. For the storm surge risk layers, the Team used the upper bound of the IPCC projections (0.38 m) and the upper bound of the NOAA projections (0.85 m) as the SLR scenarios.

<sup>8</sup> The NHC has been contacted by the Team in order to inquire about obtaining such data and the details of this conversation are outlined below in the Limitations and Recommendations for Future Studies section of this report.

Table 5.7: Local SLR projections for the region. These projections are relative SLR projections from 2016 to 2066. (Values are shown in meters.)

Tide Gauge Locations	USACE High	NOAA High
Guantanamo, Cuba	0.64	0.85
San Juan, Puerto Rico	0.64	0.85
Mageyes Island, Puerto Rico	0.62	0.83

Former studies also confirm that sufficient tide gauge records are sparse in the Caribbean region to provide meaningful SLR projections. These studies found, with the existing data, that past SLR in Haiti has generally mimicked the global mean (Table 5.8), therefore justifying the use of global SLR projections during regional climate risk assessments. A summary of SLR projections utilized in relevant studies is given below in Table 5.9.

Table 5.8: Summary of SLR rates for stations in the Caribbean (Climate Studies Group, Mona, 2012)

Relevant Study	SLR Projection (m)	Year	Projection Source	Notes
The Northern Development Corridor, Haiti Urban Development and Climate Change Study, 2015	0.17-0.38	2045-2065	IPCC (AR5)	Relative to 1986-2005, utilized 0.35 m SLR for 2040s risk map (A1B Scenario)
Modelling the Transformational Impacts and Costs of SLR in the Caribbean, 2010	1.00-2.00	2100	Multiple sources, see Table A1	
Analyse Climatique Haiti, 2014	0.26-0.82	2100	IPCC (AR5)	Relative to 1986-2005, used 0.2, 0.4, and 0.6 m for late 2050s, 2070, and 2090 projections respectively for analysis
Caribsave Climate Change Risk Atlas, 2012	0.13-0.43	2100	IPCC (AR4) B1	Relative to 1980-1999 and +/- 0.05m relative to the global mean
Caribsave Climate Change Risk Atlas, 2012	0.16-0.53	2100	IPCC (AR4) A1B	Relative to 1980-1999 and +/- 0.05m relative to the global mean
Caribsave Climate Change Risk Atlas, 2012	0.18-0.56	2100	IPCC (AR4) A2	Relative to 1980-1999 and +/- 0.05m relative to the global mean
Caribsave Climate Change Risk Atlas, 2012	up to 1.45	2100	Rahmstorf, 2007	Relative to 1980-1999 and +/- 0.05m relative to the global mean

Table 5.9: Summary of SLR projections used in relevant climate change studies

Tidal Gauge Station	Observation Period	Rates (mm/yr)
Bermuda	1932-2006	2.04 ± 0.47
San Juan, Puerto Rico	1962-2006	1.65 ± 0.52
Guantanamo Bay, Cuba	1973-1971	1.64 ± 0.80
Miami Beach, Florida	1931-1981	2.39 ± 0.43
Vaca Key, Florida	1971-2006	2.78 ± 0.60

While utilizing global projections is acceptable, global projections lack important local processes such as vertical land movement, wind patterns, or ocean circulation. Therefore, if available, local or regional projections should be used in lieu of the global estimates. Two credible sources of local and global SLR projections in the United States are the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) and the United States Army Corps of Engineers (USACE). Local projections from both of these agencies can be viewed for numerous tide gauges using the USACE Sea-Level Change Curve Calculator Application. While SLR projections are not available for any of the tide gauges in Haiti, NOAA and the USACE have a few projections for the Caribbean region.

The nearest tide gauges to the study area that have NOAA and USACE localized projections are Guantanamo, Cuba; Magueyes Island, Puerto Rico; and San Juan, Puerto Rico (Figure 5.3). The Guantanamo tide gauge is the closest in absolute distance, however, has a tidal record that is less than 40 years and does not have established datums. San Juan and Magueyes Island both have fairly established records, but the San Juan tide gauge references the North American Vertical Datum of 1988 while the other two do not. A summary of the relative SLR projections for these three tide gauges is shown below in Table 5-10.

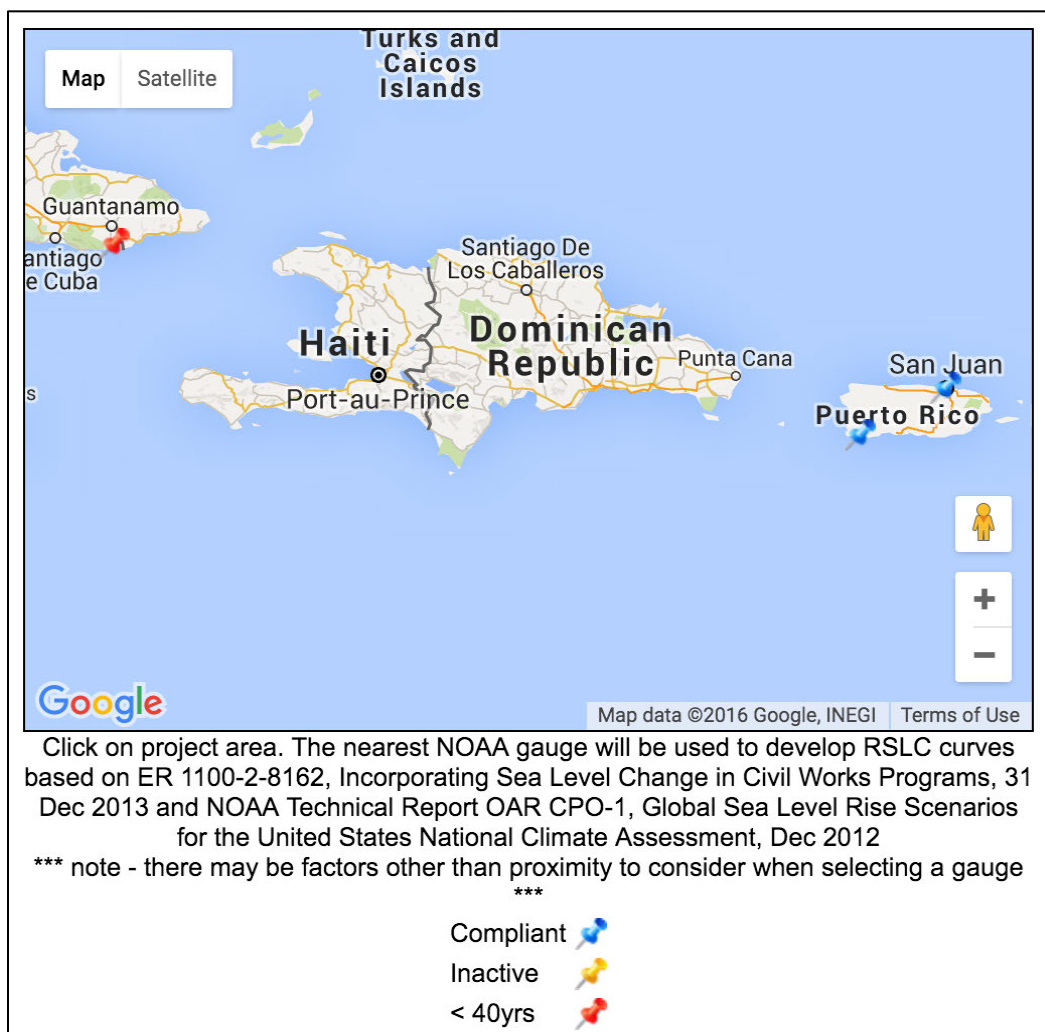


Figure 5.3: Screenshot of nearest tide gauges with NOAA and USACE SLR projections on the USACE Sea-Level Change Curve Calculator Application

Table 5.10: Summary of the NOAA and USACE SLR projections for 2100 for three nearby tide gauges. Projections are relative to 2016 water levels.

Projection	Guantanamo, Cuba	San Juan, Puerto Rico	Magueyes Island, Puerto Rico
NOAA Low	0.14 m	0.14 m	0.11 m
USACE Low	0.14 m	0.14 m	0.11 m
NOAA Int Low	0.44 m	0.44 m	0.41 m
USACE Int	0.44 m	0.44 m	0.41 m
NOAA Int High	1.10 m	1.10 m	1.08 m
USACE High	1.39 m	1.39 m	1.37 m
NOAA High	1.86 m	1.87 m	1.84 m

## Wind

The future intensity and frequency of hurricanes in the Atlantic are still a subject of research, but according to the US Climate Change Science Program, increases in hurricane rainfall and wind speeds are likely, with simulations showing that for each 1°C increase in sea surface temperatures, core rainfall may increase by 6-17 percent and surface wind speeds of the strongest hurricanes will increase between 1-8 percent. With an expected sea surface temperature to increase by 1°C by 2060, 8 percent was added to the current 100-year hurricane windspeed for the impact analysis presented in the next section.

## 5.3 RISK ASSESSMENT

The vulnerability and hazard information found in Sections 5.2 and 5.3 was then integrated into a risk model and run for the different return period events. This produced functionality and loss estimates for current and future conditions. The results are provided in the following sections: (5.4.1) Risk to the Project, (5.4.2) Risk to Operations, (5.4.3) Risk to Surrounding Environment and Communities, and (5.4.4) Risk Exacerbation due to Project.

### 5.3.1 Risk to the Project

In order to assess the risk to the project, a standardized risk assessment was performed which calculated losses in USD. By quantifying the loss in terms of USD, instead of using a ranking system or other, similar exercise, the loss becomes very straight forward and easy to compare across projects and countries. Losses were generated for the proposed project areas for the 10-, 25-, 50-, and 100-year events and then an average annualized loss value was calculated.

The wind hazard and vulnerability information discussed in Sections 5-2 and 5-3 was integrated into the Hazus software and run for all the return period events (10-, 25-, 50-, and 100-year). This produced functionality and loss estimates for current and future conditions.

Table 5.11, 5.12, 5.13, and 5.14 provides the results of the analysis. The infrastructure losses and loss of use were developed using loss functions shown in Figures 5.4 (example without shutters) and 5.5 (example with shutters). There is a major difference in losses between the two figures which shows how important shuttering is to a structure. Thus, the damage to the Limonade Development Site infrastructure could be substantially reduced if shutters are added.



Table 5.11: 10-Year Hurricane Wind Impacts for the Site

Building Name	Current Loss	Future Loss	Current Loss of Use	Future Loss of Use
Market Area	0	0	0	0
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	0	0	0	0
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
Enterprise Zone	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Table 5.12: 25-Year Hurricane Wind Impacts for the Site

Building Name	Current Loss	Future Loss	Current Loss of Use	Future Loss of Use
Market Area	4,800	9,600	0	0
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	1,000	2,000	0	0
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
Enterprise Zone	50	100	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>5,850</b>	<b>11,700</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Table 5.13: 50-Year Hurricane Wind Impacts for the Site

Building Name	Current Loss	Future Loss	Current Loss of Use	Future Loss of Use
Market Area	15300	21000	1	1
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	3400	4800	1	1
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
Enterprise Zone	160	220	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>18,860</b>	<b>26,020</b>		

Table 5.14: 100-Year Hurricane Wind Impacts for the Site

Building Name	Current Loss	Future Loss	Current Loss of Use	Future Loss of Use
Market Area	31500	36300	2	2
Athletic Field	0	0	0	0
Slaughterhouse	7200	8200	2	2
Water Kiosk	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
Enterprise Zone	330	380	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>39,030</b>	<b>44,880</b>		

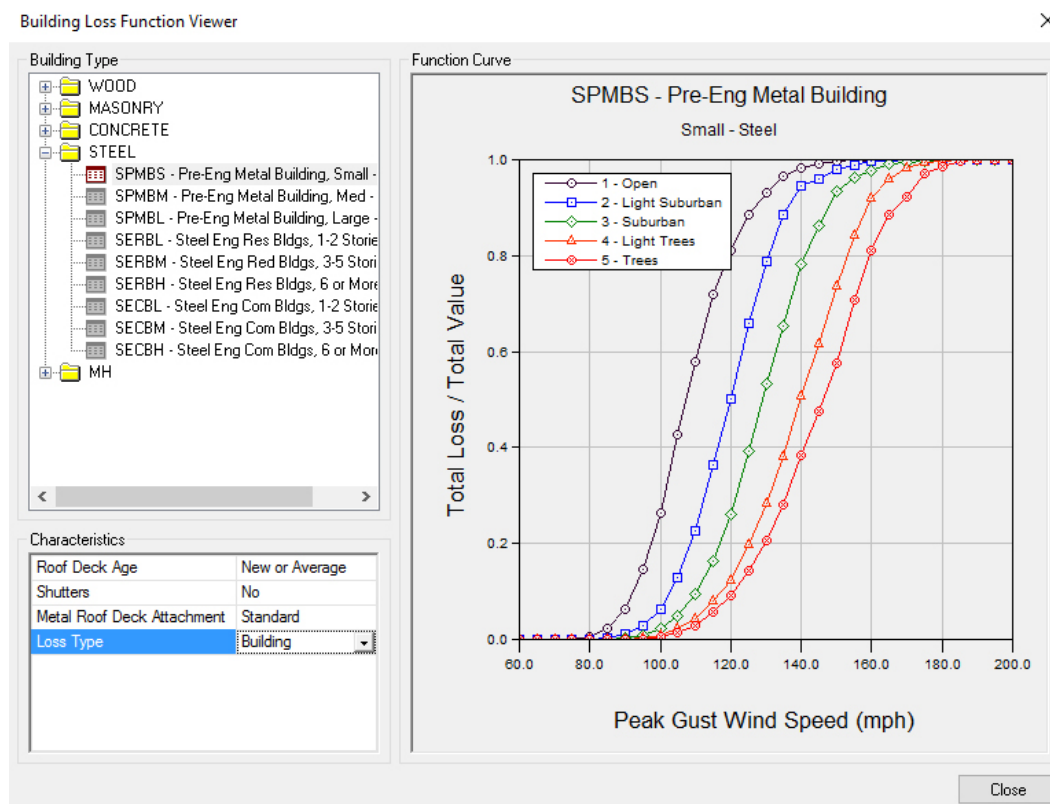


Figure 5.4: Hazus Wind Building Loss Function (Without Shutters)

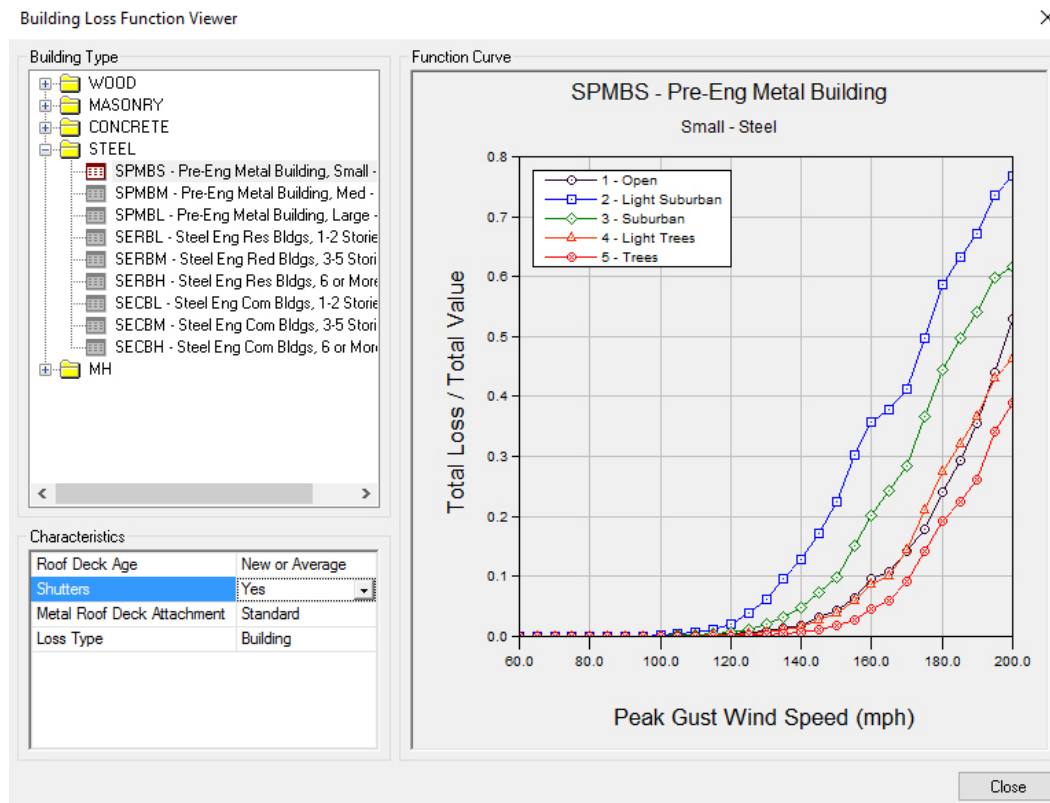


Figure 5.5: Hazus Wind Building Loss Function (With Shutters)

The market area, slaughterhouse, and enterprise zone are all impacted from three of the four return period events. Hurricane wind damage is governed by the building envelope and ensuring this envelope is not breached. However, the proposed market place has no walls making it particularly susceptible to wind damage. Other characteristics which change the vulnerability of a structure include roof type, quality of construction, window and door quality, and structural design. The average annualized loss is calculated by plotting each return period loss with the return period and then calculating the area under the curve.

For the Limonade Development Site, the hurricane AAL calculations for the present day are shown in Table 5.15. The hurricane AAL calculations for the mid-century time horizon are shown in Table 5.16.

Table 5.15: AAL Calculations for Project Area (USD)

Name	10-Year Loss	25-Year Loss	50-Year Loss	100-Year Loss	AAL
Market Area	0	4,800	15,300	31,500	1,386
Athletic Field	0	0	0	0	0
Slaughterhouse	0	1,000	3,400	7,200	310
Water Kiosk	0	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0	0
Enterprise Zone	0	50	160	330	15
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>5,850</b>	<b>18,860</b>	<b>39,030</b>	<b>1,711</b>

Table 5.16: AAL Calculations for Project Area (Mid-Century) (USD)

Name	10-Year Loss	25-Year Loss	50-Year Loss	100-Year Loss	AAL
Market Area	0	9,600	21,000	36,300	1,854
Athletic Field	0	0	0	0	0
Slaughterhouse	0	2,000	4,800	8,200	416
Water Kiosk	0	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0	0
Enterprise Zone	0	100	220	380	19
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>11,700</b>	<b>26,020</b>	<b>44,880</b>	<b>2,289</b>

The AAL expresses how much the community would lose every year due to hurricanes. This value allows for a comparison between hazards which may have very different frequencies and impacts. For example, a flood may happen very often but create little damage while an earthquake may occur much less often but create massive loss. By calculating the AAL for each, a comparison can be made between hazards. Also, the AAL will support the mitigation analysis conducted in Section 5.5.

To determine the level of risk to the project, an annualized loss ratio is calculated for each project component. A threshold has been identified for minor (<0.1 percent) moderate (0.1 – 1 percent) and major (>1 percent) risk projects. Table 5.17 provides the average annualized loss ratios for this project. The loss ratio indicates a moderate hurricane risk.

Table 5.17: Average Annualized Loss Ratio

Name	Value	Present		2065	
		AAL	Loss Ratio	AAL	Loss Ratio
Market Area	480,000	1,386	0.29%	1,854	0.39%
Athletic Field	5,000	0	0.00%	0	0.00%
Slaughterhouse	100,000	310	0.31%	416	0.42%
Water Kiosk	8,000	0	0.00%	0	0.00%
Bridge	30,000	0	0.00%	0	0.00%
Enterprise Zone	5,000	15	0.30%	19	0.38%
<b>TOTAL</b>	<b>628,000</b>	<b>1,711</b>	<b>0.27%</b>	<b>2,289</b>	<b>0.36%</b>

### 5.3.2 Risk to Operations

While the Limonade project area is not exposed to storm surge, hurricanes have high winds that can pose direct and indirect risks to employees. Employees could be killed or injured during a hurricane event from debris or compromised/failed infrastructure. Hurricanes present hazardous conditions for workers both during and after an event (until all structures have been repaired, debris cleared, hazardous materials cleaned or remediated, etc.).

Any operational impacts to the Limonade project area (from infrastructure impacts, employee travel and housing impacts) could also mean lost or reduced wages for workers. Damage to roads and particularly bridges, as well as to modes of transportation, could cause vendors to be unable to travel to/from work. This could lead to short-term operational impacts and losses for the Limonade Development Site tenants until the roads and bridges are cleared of debris or repaired, or alternative means of transportation identified.

Employees' homes could be located in the storm surge inundation zone or could be impacted by high wind events, which could cause damage or loss of the structure. Serious damage or loss of their homes would place employees and their families at high stress, and cause increased social and economic vulnerability. Employees could choose to migrate or move in with family members outside of the area.

The infrastructure and public services of the communities where employees reside may also be impacted. For example, a hurricane could cause loss of community services such as utility infrastructure; schools, health care, and social services; and/or banks, businesses, and government function. There could also be a lack of affordable food options after a hurricane due to disruption. Lack of community services and affordable food options could significantly strain and employee and their family, and cause increased social and economic vulnerability.

### 5.3.3 Risk to Surrounding Environment and Communities

#### Risk to Surrounding Community

Due to the low wind speeds of the 100-year events, and with a review of the damage functions at that windspeed, a City wide assessment was not completed. The hurricane windspeed hazard will be considered moderate for the City. Any mitigation recommended will be conducted at the project level.

#### Risk to Environment

Few vendors sell hazardous materials. There are a few who may sell gas or oil, but 97 percent of the vendors do not sell hazardous materials. The release of hazardous materials would pose potentially serious health and safety risks to workers. Hazardous materials could also pose impacts to the environment, including water, air, and soil quality depending on the material released.

### 5.3.4 Exacerbation

The Limonade project should not exacerbate the wind hazard. Sometimes, urban structures can cause a wind tunnel affect impacting structures near it but in this case the large market structure will be without walls obstructing the flow.

## 5.4 MITIGATION RECOMMENDATIONS

This section will provide a recommendation for earthquake mitigation which will reduce the economic, environmental, and social losses. To help understand the impacts of the mitigation options, a basic project alternatives benefit analysis will be undertaken. The first step in this analysis is to calculate the Average Annualized Loss (AAL) for the mitigated and unmitigated scenario, then the mitigation cost is identified, the present worth factor and present value coefficient are identified using the discount factor, and finally the benefit is compared to the cost as a ratio. Due to the low average annualized loss values, only one mitigation option will be analyzed.

#### Option 1: Add Hurricane Straps to the Design

One way to reduce hurricane damage would be to integrate hurricane straps into the design of the buildings. Hurricane straps help support the roof wall connection and are a very cost effective measure for mitigation hurricane risk. This cost effectiveness is only available during construction and retrofits are much more expensive after the structure has been built. Figure 5.6 provides examples of different hurricane straps.

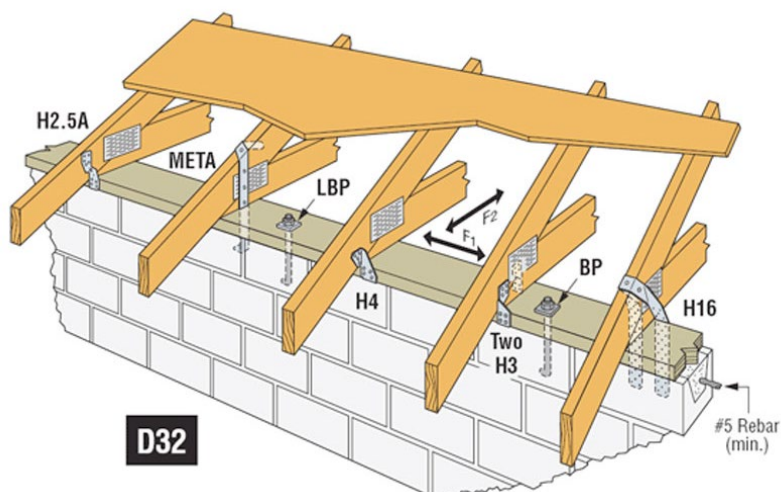


Figure 5.6: Examples of Hurricane Straps

Table 4.18: AAL Calculations for Project Area after Mitigation (USD)

Name	AAL (Present)	AAL (Mid-Century)
Market Area	96	192
Athletic Field	0	0
Slaughterhouse	310	416
Water Kiosk	0	0
Bridge	0	0
Enterprise Zone	15	19
<b>TOTAL</b>	<b>421</b>	<b>627</b>

The new AAL is much lower for the market place with mitigation than without it. By comparing the two tables, the losses avoided can be calculated which becomes our benefit in the benefit cost analysis. Table 4.19 provides these results.

Table 4.19: Losses Avoided (USD)

Name	AAL (Present)	AAL (Mid-Century)
Market Area	<b>1,290</b>	<b>1,662</b>
Athletic Field	<b>0</b>	<b>0</b>
Slaughterhouse	<b>0</b>	<b>0</b>
Water Kiosk	<b>0</b>	<b>0</b>
Bridge	<b>0</b>	<b>0</b>
Enterprise Zone	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,290</b>	<b>1,662</b>

Next, the benefits over the entire project lifespan need to be calculate using the discount rate and the lifespan of the mitigation project. In this case, IDB has a discount rate of 12 percent and the project has a useful lifespan of 50 years.



$$\begin{aligned}\text{Total Benefits} &= \text{Annual Net Benefits} \times (1 - (1 + r)^{-\text{Lifespan}})/r = \$1,290 \times ((1 - (1 + 0.12)^{-50})/0.12) \\ &= \$10,710\end{aligned}$$

This means that the cost of integrating hurricane straps into the project should cost under \$10,710. Since hurricane straps cost \$2-3/each, this mitigation action makes economic sense. Running the losses avoided using the climate change scenarios would only strengthen this number.

## 5.5 DATA LIMITATIONS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE STUDIES

As stated above, the limitations for the storm surge analysis comes from the lack of available data for storm surge in Haiti. The Atlas of Probable Storm Effects in the Caribbean was created to try and reduce loss by understanding how a storm could affect the different countries in the Caribbean. The biggest limitation in using this data is that it was produced almost 20 years ago and it is still currently used in vulnerability studies of Haiti. In addition to the age of the data, the model calculates storm surge values in a 1 km by 1 km grid for the entire Caribbean, which significantly lowers the accuracy of each storm surge value across a specific country (Caribbean Disaster Mitigation Project). A detailed probabilistic hurricane study of the region would provide more accurate results.

## 6.0 CONCLUSIONS

This report documents an extensive literature review and comprehensive analysis of specific hazards to the Limonade project. Four natural hazards were screened as high priority hazards, with the potential to pose significant risk to the project. These hazards included: flood, drought, earthquake, and hurricane; and were evaluated for present conditions and for mid-century conditions. A risk matrix was developed to summarize the results presented for each hazard (Table 6-1); the results are found in Table 6-2 (present risk) and Table 6-3 (mid-century risk).

Flooding is the primary hazard of concern for the project, although all have the potential to disrupt operations and pose health and safety risks to vendors and buyers, while three of these hazards (earthquake, hurricane, and flood) have the potential to impact the project's infrastructure.

Many of the impacts are similar between hazards (such as business interruption losses and impacts to transportation routes); thus, when strategies for reducing these impacts are identified, there should be benefits for mitigating several hazards concurrently.

As a cross-cutting recommendation, the municipal government of Limonade could use this report as the basis to develop a hazard mitigation plan, emergency response plan, and for future land use plans and development. While this recommendation is considered outside of the Limonade project scope, the IDB could provide this DRA to the municipality with this recommendation or develop a separate TC to support such activities. Proper hazard mitigation and emergency response plans are important elements of a resilient city; however, require capacity to be effective (development of protocols, regular training for municipal and government representatives, ongoing outreach and communication to citizens). The municipality currently has limited capacity to implement development planning, conduct training exercises, etc. But, this report can be an important first step for the municipality to identify vulnerabilities (e.g., via the vulnerability maps) in the city and could be used as a basis for planning and development.

The risk mitigation measures identified in this report are presented in Table 6-4 for each hazard, along with the mitigation impact potential, associated responsibilities, and cost range.

Table 6-1: Risk Matrix

Risk Component	Minor	Moderate	Severe
Likelihood	<b>Occurrence</b>		
	< every 30 years	>every 10 years & < every 30 years	>every 10 years
Geographic Scale	<b>Hazard Area Covers % of Project Site &amp; Surrounding Areas</b>		
	<5%	5%-50%	>50%
Impacts to the Project Site	<b>For 100-year event, AAL loss ratio</b>		
	AAL= <0.1%	AAL= 0.1 – 1%	AAL= >1%
Impacts to Operations	<b>#Days Business Interrupted (I)</b>		
	I = 0	I < 3	I > 3
Impacts to Community and Environment	<b>For 100-year event, AAL loss ratio or %Surrounding Communities Impacted (C), #Environmental Impact Types (groundwater, surface water, air, natural areas, etc.) (T)</b>		
	AAL=0, C = 0, T = 0	AAL= <1%, C < 20%, T = 1	AAL= > 3, C > 20%, T > 1
Project Impacts to Hazard	<b>Number of Risk Components Project Creates and/or Exacerbates</b>		
	0	1 - 2	>3

Table 6-2: Present Day Risk

Hazard	Likelihood	Scale	Impacts to Project Site	Impacts to Operations	Impacts to Community and Environment	Project Impacts to Hazard
Flooding	Severe	Severe	Severe: AAL loss ratio, 1.7% (market), 1.8% (slaughterhouse), 3.3% (bridge)	Severe: inventory loss (\$75k) and business interruption losses (\$35k)	Moderate: AAL loss ratio of 0.18%	Moderate: Potential debris and change of floodplain
Drought	Severe	Moderate	Moderate: AAL loss ratio 0.9%	Moderate: Majority of vendors sell water products that require water; athletic field requires water, but aquifer has good supply	Moderate: from OCHA 2014 drought risk, but aquifer has good supply	Moderate: maintenance of athletic field could use scarce resources
Earthquake	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio, 0.13%	Moderate: Business interruption from debris and infrastructure damage	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor
Hurricane	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio 0.27%	Moderate: Business interruption from debris and infrastructure damage	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor

Table 6-3: Mid-Century Risk

Hazard	Likelihood	Scale	Impacts to Project Site	Impacts to Operations	Impacts to Community and Environment	Project Impacts to Hazard
Flood	Severe	Severe	Severe: AAL loss ratio, 2.2% (market and slaughterhouse), 3.8% (bridge)	Severe: inventory loss (\$98k) and business interruption loss (\$53k)	Moderate: AAL loss ratio of 0.29%	Moderate: Potential debris and change of floodplain
Drought	Severe	Moderate	Severe: AAL loss ratio 1.35%	Severe: Majority of vendors sell water products that require water; athletic field requires water; aquifer could be compromised in future	Severe: from OCHA 2014 drought risk, aquifer could be impacted by saltwater intrusion and high use	Moderate: maintenance of athletic field could use scarce resources
Earthquake	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio, 0.13%	Moderate: Business interruption from debris	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor
Hurricane	Moderate	Severe	Moderate: AAL loss ratio 0.36%	Moderate: Business interruption from debris and infrastructure damage	Moderate: impacts to infrastructure and potential for injuries	Minor

Table 6-3: Hazard Mitigation Options and Assessment

Hazard	Mitigation Option	Mitigation Impact Potential/Method	Mitigation Benefits	Responsibility/Action	Comment
Flood	Development of Stormwater Retention Basin	High (best professional judgement)	n/a	IDB to decide if option is worth additional analysis; would require consultant to design	More study is needed; could pose new environmental and social risks
	Urban BMPs	Low (watershed model)	n/a	IDB and/or Municipality of Limonade would need to develop outreach strategy for citizens	Difficult to implement due to capacity
	Agriculture BMPs	Low (watershed model)	n/a	IDB and/or CIAT would need to develop outreach strategy for farmers	Difficult to implement due to capacity
	Redesign of Market Area and Bridge	Moderate (cost benefit)	\$87,289-current \$102,289-2065	IDB and Project Architects for final project design	Includes designing to 100-year 2065 event
	Design and Implement a Flood Early Warning System	High (cost benefit)	\$233,611-present \$373,982-2065	Municipality of Limonade, with support from CIAT	Difficult to implement due to capacity; IDB could consider additional support
Drought	Water Catchment and Retention System	Moderate (cost benefit)	\$6,328-present \$9,492-2065	IDB to decide if option is worth additional analysis; would require consultant to design	More study is needed; could pose new environmental and social risks
	Drought Plan	Moderate (cost benefit)	\$36,307-present and 2065	Municipality of Limonade, with support from CIAT	Difficult to implement due to capacity; IDB could consider additional support
Earthquake	Seismic Design (e.g., California building codes)	Moderate (cost benefit)	\$3,729- present and 2065	IDB and Project Architects for final project design	Will increase construction costs
Hurricane	Add Hurricane Straps to the Design	Moderate (cost benefit)	\$10,710-present and 2065	IDB and Project Architects for final project design	Low cost design option (\$2-3 per strap)

## 7.0 REFERENCES

Centers for Disease Control (CDC). (1991). Nutritional assessment of children in drought-affected areas--Haiti, 1990. MMWR. Morbidity and mortality weekly report, 40(13), 222.

Charles, Jacqueline (2016, February 9). Haiti faces worst food insecurity crisis since 2001. Miami Herald, Retrieved from <http://www.miamiherald.com/news/nation-world/world/americas/haiti/article59399683.html>

Climate Studies Group, Mona (CSGM). (2012). State of the Jamaican Climate 2012: Information for Resilience Building (Full Report). Produced for the Planning Institute of Jamaica (PIOJ), Kingston Jamaica. Retrieved from <https://www.mona.uwi.edu/physics/sites/default/files/physics/uploads/SOJC%20-%20Full%20Document%20-%20January%2024v2.pdf>

Cohen, M., & Singh, B. (2014). Climate Change Resilience: The case of Haiti. OXFAM Research Reports. Retrieved from [http://www.oxfamamerica.org/static/media/files/Haiti-Climate-Change-Research-Report\\_French-Final-2014.pdf](http://www.oxfamamerica.org/static/media/files/Haiti-Climate-Change-Research-Report_French-Final-2014.pdf)

Dun & Bradstreet, Business Population Report aggregated by Standard Industrial Classification (SIC), May 2015.

European Commission, Humanitarian Aid and Civil Protection, Emergency Response Coordination Centre (ERCC) daily map, February 25, 2016. Retrieved from <http://erccportal.jrc.ec.europa.eu/getdailymap/docId/1525>

EM-DAT: The Emergency Events Database - Université catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir - www.emdat.be, Brussels, Belgium

Food and Agricultural Organization (FAO) (2015–2016), El Niño Early action and response for agriculture, food security and nutrition report - Working Draft (26 January 2016) Update #5. Retrieved from <http://reliefweb.int/report/world/2015-2016-el-ni-o-early-action-and-response-agriculture-food-security-and-nutrition-1>.

Global Emergency Overview Snapshot (HEOS) (2015). Assessment Capacities Project, July. Retrieved from <http://reliefweb.int/report/world/global-emergency-overview-snapshot-15-21-july-2015>

Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR). (2010). Disaster Risk Management in Latin America and the Caribbean Region: GFDRR Country Notes. Retrieved from [http://www.gfdr.org/sites/gfdr.org/files/DRM\\_LAC\\_CountryPrograms.pdf](http://www.gfdr.org/sites/gfdr.org/files/DRM_LAC_CountryPrograms.pdf)

Haiti Humanitarian Bulletin Issue 53 (2015). UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. Issue 53, August. Retrieved March 23, 2016, from <http://reliefweb.int/report/haiti/haiti-humanitarian-bulletin-issue-53-august-2015>

Inter-American Development Bank (IDB). (2015). Emerging and Sustainable Cities Initiative, "The Northern Development Corridor, Haiti - Urban Development and Climate Change Study." ERM. <http://www.iris.edu/hq/files/workshops/2010/03/files/Dalia%20Kirschbaum.pdf>

Knowles, et al. (1999). Water Assessment of Haiti. Mobile, AL: US Army Corps of Engineers Mobile District and Topographic Engineering Center.

Liao, S. S. C., Veneziano, D., and Whitman, R. V. (1988). "Regression-Models for Evaluating Liquefaction Probability." Journal of Geotechnical Engineering-ASCE, 114(4), 389-411.

Masters, Jeffrey, Ph.D. (2016). "Hurricanes and Haiti: A Tragic History." Haiti's Hurricane History. Weather Underground, n.d. Web. 10 Mar. 2016. <https://www.wunderground.com/hurricane/haiti.asp?MR=1>

McClintock, Nathan C. (2015). Agroforestry and Sustainable Resource Conservation in Haiti: A Case Study; NC State University.

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2012). "Introduction to Storm Surge." Web. 5 Jul. 2016. [http://www.nws.noaa.gov/om/hurricane/resources/surge\\_intro.pdf](http://www.nws.noaa.gov/om/hurricane/resources/surge_intro.pdf)

Organization of Atlantic States. (2012). "Atlas of Probable Storm Effects in the Caribbean Sea." Caribbean Disaster Mitigation Project. N.p., 14 May 2002. Web. 23 Mar. 2016. <http://www.oas.org/CDMp/document/reglstrm/index.htm#viewer>

Power, M.S., A.W. Dawson, D.W. Strieff, R.C. Perman, and V. Berger (1982) Evaluation of Liquefaction Susceptibility in the San Diego, California, Urban Area, Final Technical Report to the U.S. Geological Survey, Woodward-Clyde Consultants, San Diego, California

Singh, Ramesh; Mehdi, Waseem; and Sharma, Manish; Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, 1299–1305, 2010. [www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/10/1299/2010/doi:10.5194/nhess-10-1299-2010](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/10/1299/2010/doi:10.5194/nhess-10-1299-2010)

Swarup, Anita. "Haiti: 'A Gathering Storm'" (2009): n. pag. Oxfam International. Web. 14 Mar. 2016. <https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/haiti-gathering-storm-en-0911.pdf>

WE Architects. (2017). Aménagement des quartiers de Limonade, Propositions préliminaires, Rapport, Livrable 1, février 2017, 21p.

World Bank, GFDRR. (2011). Vulnerability, Risk Reduction, and Adaptation to Climate Change: Haiti. Climate Risk and Adaptation Country Profile.

World Food Program. (2016, February). Haiti Emergency Food Security Assessment, Haiti Country Office. <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Haiti%20Emergency%20Food%20Security%20Assessment%20February%202016.pdf>.



## ANNEXE 5

### Bibliographie et références

Alterpresse, 2015. Haiti-décentralisation : inauguration de deux marchés publics au Nord, jeudi 15 octobre 2015.  
<http://www.alterpresse.org/spip.php?article19010#.WVuxbWaWzcs>

CIAT, 2010. Plan d'Aménagement du Nord/Nord-Est (2012).

Golder, 2015. Mise à jour de l'évaluation de l'impact cumulatif sur l'environnement du projet d'aménagement du parc industriel de Caracol , Étude d'impact environnemental cumulatif. 307p

IHSI, 2005. Enquête sur les Conditions de vie en Haïti (ECVH2001), Chapitre 7 - Économie des ménages, 114 p.

IHSI, 2009. Population totale, de 18 et plus – Ménages et densités estimés en 2015, mars 2009, 95 p.

IHSI, 2010. Enquête sur l'emploi et l'économie informelle (EEEI), juillet 2010. 136 p.

IHSI, 2015. Population totale, de 18 et plus – Ménages et densités estimés en 2015, mars 2015, 129 p.

<http://haitidata.org>, 2017.

Tetra Tech, 2017. Limonade site visit, février 2017, 27p.

Tetra Tech, 2017a. Interim Report – Stakeholder consultation, juillet 2017, 9p.

Tetra Tech, 2017b. Étude d'Impact Environnemental Programme de Sécurisation Foncière en Milieu Rural, 21 avril 2017, 169p.

Tetra Tech, 2017c. Memorandum: Limonade Watershed Modeling Approach and Results, juin 2017, 10p.

WE Architects, 2017. Aménagement des quartiers de Limonade, Propositions préliminaires, Rapport, Livrable 1, février 2017, 21p.

WE Architects, 2017a. Présentation aux parties prenantes, Atelier du 18 juillet 2017, 22p.

WE Architects, 2017b. Communication personnelle, juin 2017.

WE Architects, 2017c. Résumé courriel, 18 juillet 2017.