

**École polytechnique de Louvain**

# **HaïtiWater 2.0**

Evolution de l'application HaïtiWater vers une application entière fonctionnelle hors-ligne

Auteur: **Vincent GRADZIELEWSKI**

Promoteurs: **Kim MENS, Sandra SOARES-FRAZÃO**

Lecteurs: ,

Année académique 2020-2021

Master [120] en sciences informatiques

# Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>3</b>
<b>Remerciements</b>	<b>4</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>5</b>
<b>2 Contexte</b>	<b>7</b>
2.1 La gestion de l'eau en Haïti . . . . .	7
2.2 Introduction à l'application . . . . .	8
2.2.1 Utilisateurs . . . . .	8
2.2.2 Accueil . . . . .	9
2.2.3 Réseau . . . . .	9
2.2.4 Carte . . . . .	10
2.2.5 Gestion de zone . . . . .	11
2.2.6 Historique . . . . .	12
2.2.7 Rapports . . . . .	12
2.2.8 Consommateurs . . . . .	13
2.2.9 Finances . . . . .	14
2.3 Problèmes réseaux . . . . .	16
<b>3 Organisation</b>	<b>17</b>
3.1 Approche de travail . . . . .	17
3.2 Méthodologie . . . . .	18
<b>4 Analyse des besoins</b>	<b>19</b>
4.1 Besoins fonctionnels . . . . .	19
4.2 Besoins non-fonctionnels . . . . .	19
4.3 Structure modulaire . . . . .	19
4.4 Structure des données hors-ligne . . . . .	19
<b>5 Implémentation</b>	<b>20</b>
5.1 Description de l'app de base . . . . .	21
5.2 Choix technologiques . . . . .	21
5.2.1 Stratégie de synchronisation des pages . . . . .	21
5.2.2 Stratégie de synchronisation de la DB . . . . .	21
5.2.3 Gestion des changements d'utilisateurs . . . . .	21
5.2.4 Système de notification . . . . .	21
5.3 La hiérarchie dans l'application . . . . .	21
5.4 Interface utilisateur . . . . .	21
5.5 Client . . . . .	21
5.6 Serveur . . . . .	22
<b>6 Validation</b>	<b>22</b>

<b>7</b>	<b>Améliorations futures</b>	<b>24</b>
7.1	Suite du projet . . . . .	24
7.2	Défis rencontrés . . . . .	24
7.3	Propositions . . . . .	24
<b>8</b>	<b>Conclusion</b>	<b>25</b>
8.1	Métriques . . . . .	25
	<b>Bibliographie</b>	<b>25</b>

# Résumé

Ce travail de fin d'études a été réalisé dans le cadre de mon Master en Sciences Informatiques à l'École Polytechnique de Louvain-la-neuve durant l'année académique 2020-2021.

Dans ce mémoire je vais présenter mon travail qui consistait à reprendre l'application HaïtiWater développée précédemment par Adrien Hallet, Céline Deknop et Sebastien Strebelle qui a pour but "La gestion du réseau de distribution d'eau potable en Haïti". Le but étant de faire évoluer cette application pour que celle-ci soit entièrement

afin de la faire évoluer vers une application web qui serait entièrement utilisable **hors-ligne**.

Cette application a pour but "La gestion du réseau de distribution d'eau potable en Haïti". Je commencerai par une brève introduction sur le contexte Haïtien et sur les raisons pour lesquels l'évolution de cette application était nécessaire. Ensuite je présenterai le principe des progressive web app et pourquoi j'ai choisi d'utiliser cette technologie plutôt qu'une autre. Je présenterai ensuite la validation de l'application et les feedbacks que j'ai reçu des utilisateurs ainsi que les conséquences de cette validation sur l'application finale. Puis je conclurai par une liste des améliorations possibles.

Tout le travail réalisé est disponible ici :

- Github : <https://github.com/exavince/HaitiWater>
- Par l'UCL : <https://haitiwater.sipr.ucl.ac.be>
- En Haïti : unknown

Si vous désirez tester l'application, il suffit de vous rendre sur un des liens cités précédemment et de vous connecter à l'aide de l'utilisateur qui vous sera communiqué si vous en faites la demande. Ces données ne seront pas révélées ici car les données ne peuvent pas être modifiées aléatoirement.

# Remerciements

# Chapitre 1

## Introduction

### Contexte

Ce mémoire appartient à un projet de développement financé par ARES-CCD avec quelques partenaires tels que Protos<sup>1</sup>, l’UCL et l’UEH.

protos est une ONG qui vise à améliorer l’accès à l’eau potable dans plusieurs pays du monde afin de les aider à se développer.

Suite à de nombreuses crises politiques et catastrophes naturelles qui ont détruit beaucoup d’infrastructures locales, l’accès à l’eau potables est devenu difficile en Haïti. De plus, des incertitudes politiques entravent la reconstruction de ces installations et les populations ne sont pas toujours aidées par les services publics pour assurer la distribution de l’eau.

Il y a quelques années Protos est entré en contact avec l’UCL afin de réaliser un système logiciel pilote pour la gestion de la distribution d’eau potable en zone rurale. C’est pour cette raison que l’ONG Protos est active dans le pays depuis quelques années et a permis aux anciens mémorants de créer l’application HaïtiWater.

En effet, aucune gestion centralisée organisée par l’Etat n’existe pour ces zones, éloignées des grandes agglomérations. Des réseaux existent, constitués de points de prélèvement d’eau, de conduites de distribution d’eau et de fontaines situées dans les villages, mais la gestion publique de ceux-ci n’est pas opérationnelle.

L’application créée précédemment propose un appui à ces organismes locaux afin de mieux organiser cette distribution.

---

1. [www.protos.ngo](http://www.protos.ngo)

## **Problématiques**

Actuellement l'application HaïtiWater est prévue pour fonctionner uniquement lorsque le réseau est stable et fonctionnel. Malheureusement en Haïti le réseau est assez instable et par endroit ce réseau n'est même pas disponible. La suite du développement de l'application va donc devoir porter sur le fonctionnement hors-ligne de celle-ci.

## **Motivation**

## **Objectifs**

## **Approche**

## **Contribution**

## **Plan**

# Chapitre 2

## Contexte

### 2.1 La gestion de l'eau en Haïti

Haïti est l'un des pays les plus pauvres au monde. Le pays est situé dans une zone géographique où les risques de catastrophe naturelle sont très élevés. Ces catastrophes détruisent les infrastructures et empêchent le bon développement des réseaux de distribution. Il y a quelques années, en 2010, le pays a subi un énorme séisme qui a ravagé une bonne partie du pays. Parmi tous les défis à relever vient celui de la gestion et de la distribution de l'eau potable sur le territoire, surtout dans les zones les plus rurales. Le climat de la région rendant excessivement difficile l'exploitation des cours d'eau, il faut beaucoup d'infrastructure afin de pouvoir exploiter l'eau potable.

En raison de la grande pauvreté et de gros problèmes organisationnels qui règnent sur la plupart de l'île, il est très difficile de maintenir et de développer le réseau de distribution d'eau potable. Il y a un gros manque de collaboration entre les entités haïtiennes ou entre les villages dû en partie à la communication qui n'est pas du tout optimisée voir inexistante dans certains cas. Dans les zones les plus rurales de l'île, le taux de recouvrement des factures est excessivement faible, jusqu'à 11%.

Pour toutes ces raisons, l'ONG Protos vient donc en aide à Haïti afin d'aider le service national des eaux à gérer la gestion des infrastructures et la facturation des clients surtout dans les zones rurales.



Si vous désirez plus d'informations sur les problèmes environnementaux, politiques, sociaux ou organisationnels du contexte haïtiens, je vous invite à aller consulter le mémoire d'Adrien Hallet, Céline Deknop et Sébastien Strebelle intitulé : "HaïtiWater, développement d'une application web pour gérer la distribution de l'eau en Haïti".

## 2.2 Introduction à l'application

Dans le cadre de la situation décrite dans la section "Gestion de l'eau à Haïti, Protos a fait appel à l'UCL afin de créer une application d'aide à la gestion et la distribution de l'eau potable en Haïti. Une première version de l'application a été développée en 2018-2019 par 3 personnes dans le cadre de leur mémoire, elle comprend différents modules permettant de faciliter la gestion des infrastructures et les clients qui vont y chercher de l'eau.

### 2.2.1 Utilisateurs

Il y a 2 types d'utilisateurs qui peuvent se connecter à l'application : les gestionnaires de zone et les gestionnaires de fontaine. Ceux-ci ont des privilèges différents et peuvent donc interagir différemment avec les données.

Permission	Gestionnaire de	
	fontaine	zone
Ajouter/modifier/supprimer un consommateur	✓	✓
Ajouter/modifier/supprimer un élément du réseau de distribution	✓	✓
Ajouter/modifier/supprimer un rapport mensuel	✓	✓
Ajouter/modifier/supprimer un paiement	✓	✓
Ajouter/modifier/supprimer un ticket de support	✓	✓
Ajouter/modifier/supprimer une zone	✗	✓
Ajouter/modifier/supprimer un gestionnaire	✗	✓*
Accepter/refuser un changement dans l'historique	✗	✓

\* : Un gestionnaire de zone ne peut pas modifier les informations personnelles (mot de passe, courriel, nom, prénom) d'un gestionnaire existant

TABLE 2.1 – Permissions dans l'application, par type d'utilisateur

## 2.2.2 Accueil

Ce module contient les informations condensées de la zone qui est attribuée à l'utilisateur. Il peut y retrouver le nombre de fontaines, de kiosques, de point de prises individuelles et de conduites que contient sa zone mais aussi le nombre de foyers et de consommateurs individuels de celle-ci.

Ce module n'est présent qu'à titre de présentation et de page d'accueil.

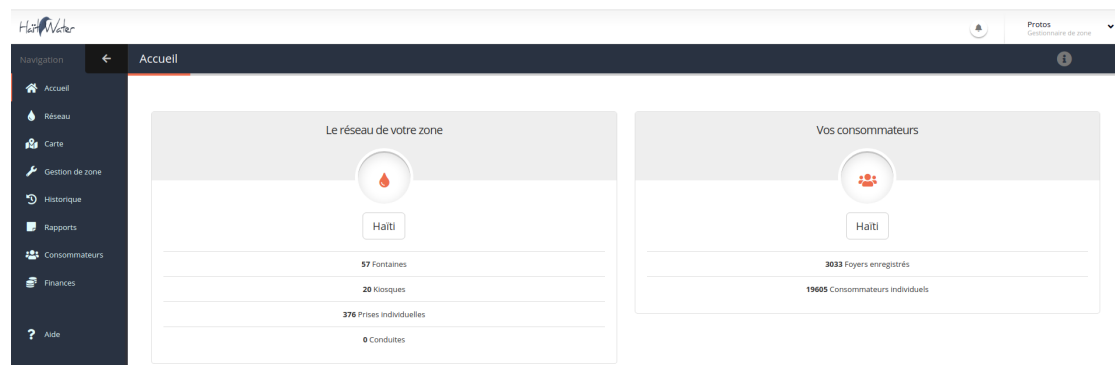


FIGURE 2.1 – Module accueil

## 2.2.3 Réseau

Dans ce module, l'utilisateur peut retrouver 3 éléments différents :

- En haut à gauche, une partie où il peut consulter le schéma de répartition des consommateurs par genre ou le volume d'eau mensuel distribué dans chaque zone. Il peut sélectionner le schéma à voir grâce à une liste déroulante.
- En haut à droite, une partie où il peut voir un résumé de sa zone géographique contenant le nombre de consommateurs et de points d'eau présent ainsi que le volume d'eau distribué dans celle-ci.
- En bas, un tableau interactif qui contient tous les différents éléments du réseau. Dans cette partie en fonction des privilèges de l'utilisateur, celui-ci peut supprimer, modifier ou ajouter des éléments du réseau. Il peut également faire des recherches ou encore trier ce tableau selon ses besoins.

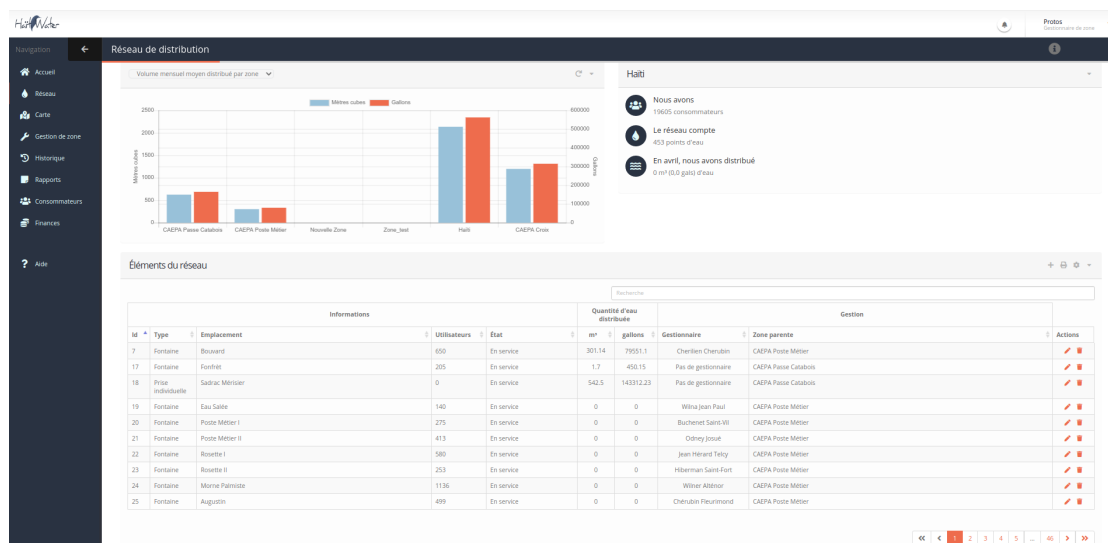


FIGURE 2.2 – Module réseau

## 2.2.4 Carte

Ce module comprend un tableau réduit des éléments du réseau ainsi qu'une carte interactive qui permet à l'utilisateur de voir où sont situés les différents éléments du réseau et de connaître ou d'encoder les coordonnées géographiques de ceux-ci. Comme dans le module "réseau", il est également possible d'ajouter, modifier ou supprimer des éléments du réseau.

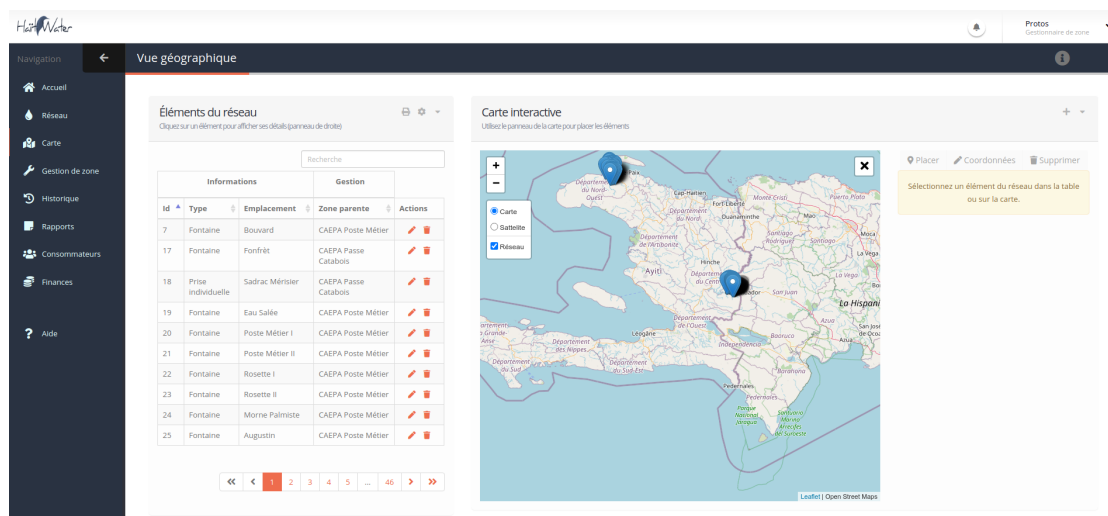


FIGURE 2.3 – Mordule carte

## 2.2.5 Gestion de zone

Ce module comprend 3 tableaux permettent à l'utilisateur de gérer sa zone :

- Le tableau en haut à gauche contient les différentes zones géographiques encodées dans le système. Cliquer sur un des éléments du tableau permet de filtrer les éléments des deux autres tableaux qui seront décrits plus bas afin de ne garder que les éléments de la zone concernée. Ce tableau permet également si l'utilisateur a les privilèges requis d'ajouter, supprimer ou modifier une zone.
- Le tableau en haut à droite contient la liste de tous les gestionnaires. Cliquer sur un gestionnaire permet à l'utilisateur de filtrer les éléments réseaux qui sont gérés par ce gestionnaire. De nouveau si l'utilisateur possède les privilèges nécessaires vous pourrez ajouter, modifier ou supprimer des gestionnaires.
- Le dernier tableau contient le même tableau que la section réseau. L'utilisateur peut y faire tout ce qui a été décrit dans la section "Réseau".

**Zones**

ID	Nom	Actions
1	Hail	
3	CAEFA Poste Mitter	
5	CAEFA Poste Castillon	
15	CAEFA Cross	
32	Nouvelle Zone	
33	Zone_Hail	

**Gestionnaires et Techniciens**

ID	Nom	Prénom	Téléphone	Courriel	Rôle	Zone	Actions
Artus Lolo	Yonide	Arlette	4548735	log.10.kag@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Cross	
Artus Miliou	Delaud	Bernard	48110877	log.10.kag@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Cross	
Augustin	Reuchmond	Charlène	Non spécifiée	francesca@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Poste Mitter	
BOLVARD	Charlène	Charlène	Non spécifiée	meaweb@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Poste Mitter	
Bou Mitter	Mentus	Cadot	Non spécifiée	francesca@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Poste Mitter	
CADACE	Durand	Thony	Non spécifiée	francesca@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Poste Mitter	
CARDINAL	Jean	Hertius	Non spécifiée	francesca@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Poste Mitter	
CROIX-ROSE	Boucard	Romer	Non spécifiée	francesca@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Cross	
Delaud	Jean	Bernard	4548735	log.10.kag@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Cross	
Eau Sable	Jean Paul	Wino	Non spécifiée	francesca@gmail.com	Gestionnaire de fontaine	CAEFA Poste Mitter	

**Éléments du réseau**

ID	Type	Emplacement	Quantité d'eau distribuée	État	réf	paliers	Gestionnaire	Zone parente	Actions
7	Fontaine	Boucard	650	En service	305.14	7055.1	Charlène Chardon	CAEFA Poste Mitter	
17	Fontaine	Fontaine	205	En service	1.7	450.15	Pas de gestionnaire	CAEFA Poste Castillon	
18	Pipe	Sabot Mitter	0	En service	542.5	14312.23	Pas de gestionnaire	CAEFA Poste Castillon	
19	Fontaine	Eau Sable	140	En service	0	0	Wino/Jean Paul	CAEFA Poste Mitter	
20	Fontaine	Poste Mitter I	275	En service	0	0	Buchard Saint W	CAEFA Poste Mitter	
21	Fontaine	Poste Mitter II	413	En service	0	0	Chardon	CAEFA Poste Mitter	
22	Fontaine	Rosette I	580	En service	0	0	Jean-Henri Telly	CAEFA Poste Mitter	
23	Fontaine	Rosette II	233	En service	0	0	Wino/Jean Paul	CAEFA Poste Mitter	
24	Fontaine	Morne Patiste	1136	En service	0	0	Wino/Jean Paul	CAEFA Poste Mitter	
25	Fontaine	Augustin	489	En service	0	0	Charlène Reuchmond	CAEFA Poste Mitter	

FIGURE 2.4 – Module gestion de zone

## 2.2.6 Historique

Ce module contient les actions ayant été effectuées par des utilisateurs n'ayant pas tous les privilèges. Ces actions doivent être validées ou refusées par un gestionnaire plus haut placé. On peut y retrouver deux tableaux :

- Le tableau du haut contient les éléments devant être validés. Ici si l'utilisateur a les privilèges requis, vous pouvez choisir de confirmer ou non un action qui été encodée.
- Le tableau du bas contient les éléments qui ont été validés ou refusés dans les 3 dernières semaines. Il s'agit simplement d'un historique récent

Id	Horodateur	Type	Utilisateur	Modification	Actions
3808	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3809	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3843	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3837	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3842	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3838	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3839	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3834	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3841	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	
3840	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	

Id	Horodateur	Type	Utilisateur	Modification	Action choisie
3836	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	Refusé
3833	2019-05-03	Ajouter	PC	Rapport mensuel	Validé

FIGURE 2.5 – Module historique

## 2.2.7 Rapports

Dans ce module, l'utilisateur peut signaler les différents problèmes qu'il rencontre avec les infrastructures de distribution d'eau. Une fois le problème signaler, celui-ci peut consulter ce qu'il a encodé dans le tableau juste en dessous et modifier ou supprimer son signalement. Si ses privilèges sont suffisamment élevés, il pourra également gérer les signalements des autres personnes.

C'est également ici que l'utilisateur va pouvoir encoder les rapports mensuels. Si jamais le réseau n'est plus présent, il peut simplement enregistrer le formulaire avec les données qu'il a encodées afin de l'envoyer plus tard lorsque le réseau sera de nouveau accessible.

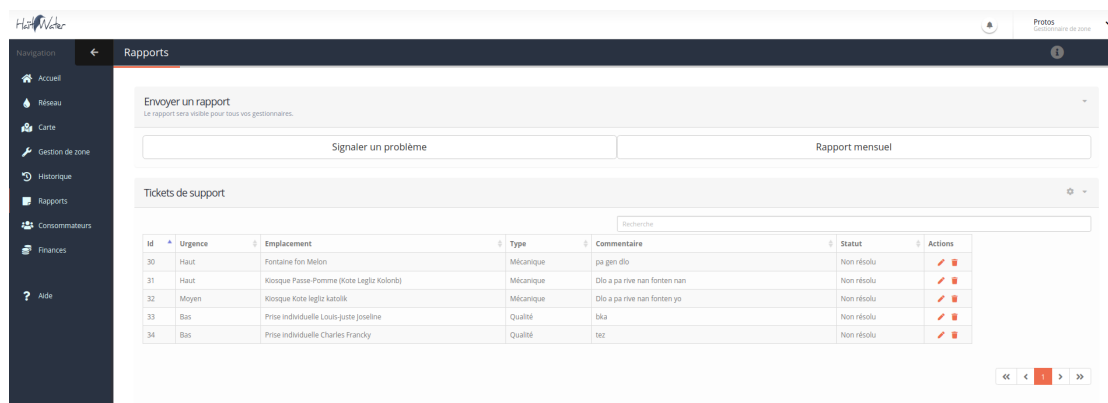


FIGURE 2.6 – Module rapport

## 2.2.8 Consommateurs

Dans ce module, l'utilisateur retrouve 3 parties différentes :

- En haut à gauche vous pouvez afficher les mêmes schémas que ceux disponible dans la section "réseau".
- La partie en haut à droite contient un résumé de la situation de votre zone (nombre de foyer consommant de l'eau, nombre de consommateur, nombre de foyer n'ayant pas payé leur facture).
- Dans le bas on retrouve un tableau qui reprend tous les consommateurs auxquels l'utilisateur à accès. Avec les bons privilèges, celui-ci peut ajouter, modifier ou supprimer des consommateurs. Ou bien il peut également juste consulter tous les détails sur les différents consommateurs.

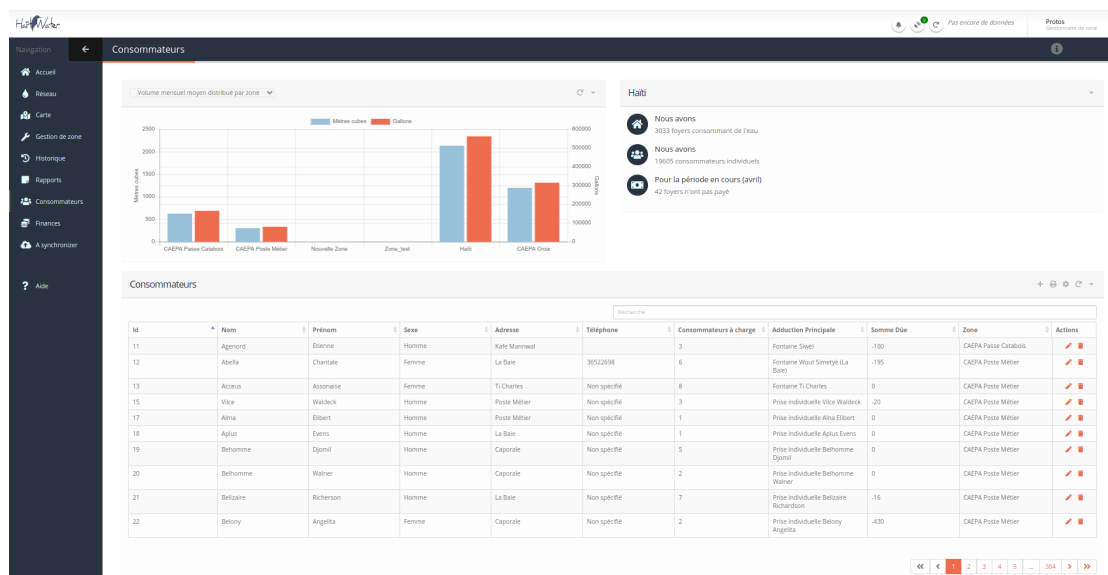


FIGURE 2.7 – Module consommateurs

## 2.2.9 Finances

Dans ce module, l'utilisateur a accès à 4 tableaux différents qui lui permettent de gérer les finances de ses consommateurs. En fonction de ses privilèges, celui-ci pourra modifier, supprimer ou ajouter des informations dans les différents tableaux

- En haut à gauche, un tableau contenant les différentes zones. Le fait de sélectionner une zone permet à l'utilisateur de filtrer les consommateurs en fonction de leur zone d'attribution.
- En haut à droite, un tableau contenant les consommateurs auxquels l'utilisateur a accès. Le fait de sélectionner un consommateur permet de faire apparaître les deux tableaux suivants.
- En bas à droite, un tableau contenant les coordonnées du consommateur sélectionné ainsi que la somme dûe par celui-ci. Il n'est pas possible de modifier des données manuellement dans ce tableau.
- En bas à gauche, s'affiche tous les paiements effectués par le consommateur sélectionné. Ici l'utilisateur peut ajouter, modifier ou supprimer des paiements.





## 2.3 Problèmes réseaux

L'application HaïtiWater est une application web classique. Cela signifie que pour fonctionner, il faut qu'il y ai nécessairement du réseau. Hors en Haïti, le réseau n'est pas très stable en ville et celui-ci peut aller jusqu'à être inexistant lorsque vous vous aventurez dans les zones les plus rurales.

Ces problèmes de connexions font que l'application est difficilement utilisable sur le terrain en toute sérénité car on ne sait jamais quand le réseau va devenir capricieux. Pour palier à ce problème, il a été décidé de transformer l'application web existante pour que celle-ci puisse fonctionner même lorsque le réseau est absent.

De part sa nature, une application web nécessite un connexion pour pouvoir fonctionner. Il a donc fallu étudier les différentes options qui pourrait permettre de faire fonctionner l'application hors-ligne. Parmi les ces options, les deux qui ont été retenues étaient de soit créer une **application mobile** séparée de l'application web, soit de transformer l'application web existante en **Progressive Web App**.

L'avantage de créer une application dédiées aux mobiles est qu'il est très simple de gérer le fonctionnement hors-ligne de cette application. De plus on peut plus facilement utiliser les différentes capacités de l'appareil mobile comme la caméra, la localisation, ... L'inconvénient de cette solution est qu'il fallait du coup générer une nouvelle application de A à Z. De plus cela implique qu'il y aura deux codes différents dans deux langages différents à devoir maintenir.

L'avantage de la Progressive Web App est que tout se joue au niveau du navigateur. Il n'est donc pas nécessaire de devoir maintenir un deuxième code source. De plus aucune installation n'est nécessaire de la part de l'utilisateur et les mises à jour de l'application sont faites de manière transparente. L'inconvénient de cette solution est que la gestion du mode hors-ligne est un peu plus complexe, on ne peut pas profiter des capacités de l'appareil mobile aussi bien qu'avec une application native et cette technologie étant assez récente, il n'y a pas énormément de ressource d'aide en ligne et tous les navigateurs ne prennent pas en charge toutes les fonctionnalités proposées.

Au vu de la situation compliquée en Haïti et du temps qui sera alloué à ce mémoire, il a été décidé que la meilleure option était celle de la Progressive Web App. La raison principale est qu'il aurait difficile une fois le mémoire terminé d'avoir deux codes sources différents à maintenir et à mettre à jour.

# Chapitre 3

## Organisation

Etant le seul étudiant à réaliser ce mémoire, il n'a pas été nécessaire d'utiliser des outils de planification complets. Cette section contiendra surtout la planification des différentes tâches à accomplir permettant l'aboutissement de l'application ainsi que l'écriture de ce mémoire. Celles-ci ont été mises place grâce aux discussions avec mes deux promoteurs et une étudiante en informatique venue d'Haïti pour en apprendre plus sur l'application.

### 3.1 Approche de travail

Comprendre les enjeux et les différentes problématiques a été la première tâche à accomplir. Il a fallut décider du type de technologie à utiliser afin d'apporter les fonctionnalités nécessaires au bon fonctionnement de l'application.

La meilleure option aurait été de pouvoir en discuter avec la plupart des acteurs en Haïti afin d'avoir le plus d'avis possible sur la question. Mais vu le temps que cela aurait pris cette option n'était pas du tout envisageable. Pour pallier à se problème, nous avons étudié la question avec mes deux promoteurs et Nahomie l'étudiante venue d'Haïti. Celle-ci à pu nous apporter son expertise afin de choisir l'option idéale.

Une fois le choix technologique fait, nous avons effectuer la planification des tâches.

**Planification**

## **3.2 Méthodologie**

**Agile**

**Phases du mémoire**

# Chapitre 4

## Analyse des besoins

### 4.1 Besoins fonctionnels

Gestion des données

Affichage et accès

### 4.2 Besoins non-fonctionnels

Sécurité des données

Multi-plateforme

Technologies simples et populaires

### 4.3 Structure modulaire

### 4.4 Structure des données hors-ligne



# Chapitre 5

## Implémentation

### 5.1 Description de l'app de base

### 5.2 Choix technologiques

Progressive Web-App

5.2.1 Stratégie de synchronisation des pages

5.2.2 Stratégie de synchronisation de la DB

5.2.3 Gestion des changements d'utilisateurs

5.2.4 Système de notification

Service-worker

IndexedDB

Dexie.js

DataTables

Chart.JS

### 5.3 La hiérarchie dans l'application

Structure

Permissions

### 5.4 Interface utilisateur

Push des données hors-ligne

## 5.6 Serveur

Requêtes

Détails des requêtes API



# Chapitre 6

## Validation

### 6.1 Vérifications automatiques

Tests unitaires

### 6.2 Vérifications utilisateurs réels

Méthodologie

Résultats obtenus

Modifications apportées

# Chapitre 7

## Améliorations futures

### 7.1 Suite du projet

### 7.2 Défis rencontrés

### 7.3 Propositions

# Chapitre 8

## Conclusion

### 8.1 Métriques

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN  
École polytechnique de Louvain

Rue Archimède, 1 bte L6.11.01, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique | [www.uclouvain.be/epl](http://www.uclouvain.be/epl)