

HaïtiWater

Développement d'une application web pour gérer la distribution de l'eau en Haïti

Mémoire présenté par
Céline DEKNOP, Adrien HALLET, Sébastien STREBELLE

en vue de l'obtention du grade de Master
Sciences Informatiques

Promoteur(s)
Kim MENS, Sandra SOARES FRAZAO

Lecteur(s)
Benoît DUHOUX, Olivier CARLIER

Année académique 2018-2019

Table des matières

Abstract	3
1 Introduction	4
2 Contexte	8
2.1 Situation de l'eau à Haïti	8
2.2 Gestion actuelle	10
2.3 Comparaison avec d'autres pays	10
2.4 Comparaison avec des outils existants	12
3 Approche	13
3.1 Organisation du travail	13
3.2 Répartition des tâches	13
3.3 Méthodologie	13
4 Analyse des besoins	14
4.1 Besoins fonctionnels	14
4.2 Besoins non-fonctionnels	14
4.3 Cahier des charges	14
4.4 Structure des données	14
5 Implémentation	15
5.1 Choix technologiques	15
5.2 Structure hiérarchique des utilisateurs	15
5.3 Interface utilisateur	16
5.4 Procédure d'utilisation	16
5.5 Client	16
5.6 Serveur	16
6 Validation	17
6.1 Performances	17
6.2 Vérifications automatiques	17
6.3 Vérifications utilisateurs réels	17
7 Améliorations futures	18
7.1 Suite du projet	18
7.2 Défis rencontrés	18
7.3 Propositions	18
8 Conclusion	19
Bibliographie	20
A Cahier des charges complet	22
B Base de données	23
C Wireframes	24

D Diagrammes d'activité	25
E Documents de validation	26

Abstract

Page : 1

Chapitre 1

Introduction

Contexte

Ce mémoire se place dans le cadre d'un projet de développement lancé par l'ONG Protos¹. Protos a pour objectif, entre autres, d'améliorer l'accès à l'eau potable en milieu rural afin d'aider le développement de plusieurs pays du monde. Un des pays dans lesquels Protos s'est engagée est Haïti.

Une succession de crises politiques et catastrophes naturelles ces dernières décennies ont rendu l'accès à l'eau potable, entre autres, particulièrement complexe dans ce pays des Antilles. En 2010, un violent séisme a laissé le pays en ruine, détruisant beaucoup d'infrastructures, y compris de distribution d'eau. Des incertitudes politiques entravent la reconstruction de ces installations et les populations ne sont pas toujours aidées par le pouvoir politique pour assurer la distribution de l'eau, particulièrement dans les zones rurales. C'est une des raisons pour lesquelles l'ONG Protos est active dans le pays.

Protos a contacté l'UCL afin de l'aider dans un projet de développement en Haïti. L'objectif est de réaliser un système pilote pour la gestion de la distribution d'eau potable en zone rurale. En effet, aucune gestion centralisée organisée par l'Etat n'existe pour les zones rurales. 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. Dès lors, les organismes locaux (CAEPA, etc.) en charge de ces réseaux en assurent la gestion de manière indépendante, en se s'appuyant comme ils le peuvent sur les moyens et les acteurs locaux.

L'ONG Protos intervient dans ce cadre, pour proposer un appui à ces organismes locaux afin de mieux organiser cette distribution. Grâce à une meilleure organisation, il sera possible d'améliorer le taux de recouvrement des factures liées à la distribution d'eau, ce qui permettra d'assurer des rentrées financières à ces organismes qui sont également en charge de la maintenance physique des réseaux, mais sans recevoir de réels moyens de la part de l'Etat.

Ce projet est prévu sur trois ans, une première année pour la conception d'un prototype, une deuxième année pour finaliser le système et une troisième année pour déployer le système sur place. Ce mémoire constitue la première partie de ce projet.

1. www.protos.ngo

Problématiques

La structure hiérarchique des différents acteurs de la distribution de l'eau, gouvernementaux ou non, est assez complexe. Ces acteurs doivent s'organiser, individuellement et en groupes, pour arriver à une gestion efficace des ressources. Dans ce mémoire, nous nous concentrons sur trois axes afin d'améliorer leur coordination.

Communication afin de permettre aux différents acteurs de s'informer à partir de la même plateforme.

Collaboration pour uniformiser le format des données et donner un rôle défini à chacun.

Stockage de manière à rassembler l'information sous forme numérique, permettant une meilleure sauvegarde des données, et à terme de les traiter en large volume de manière statistique.

Motivation

Nous réalisons ce travail dans le cadre de nos études de Master en Sciences Informatiques. Le but de ce travail est de conclure celles-ci, et de nous permettre de mettre tous nos apprentissages en application dans un projet à grande échelle.

De plus, il s'agit d'un projet réel, avec de véritables acteurs, enjeux et un objectif d'utilisation à long terme. Cela entraîne de nouvelles problématiques pour nous, qui ne sont pas abordées dans le reste de notre formation.

Ce mémoire nous permet d'avoir une première expérience de développement d'une application web, partant de rien sauf des attentes de nos clients, et intégrant toutes les parties et les étapes de son développement.

Non contents de parfaire notre formation, nous avons pour objectif d'être utiles à Haïti. Nous espérons que l'application développée dans le cadre de ce mémoire pourra être utilisée sur place et avoir un réel impact positif, aidant la distribution de l'eau à Haïti et son développement.

Objectif

Le but final de ce mémoire est de délivrer une application à l'ONG Protos et aux acteurs de la distribution de l'eau à Haïti. Nous visons un déploiement de cette base applicative sur le terrain, et que les futures équipes de développement pourront travailler à sa maintenance et évolution.

Nous espérons également que cette application leur permettra d'avoir un bon exemple de solution logicielle. Cela pourrait leur aider à voir comment un logiciel peut les aider dans leur gestion, et les aider à bien repenser leurs besoins lors de projets futurs.

Approche

Avant de commencer le développement de l'application, nous avons effectué une longue phase de recherches. Cette phase est séparée en deux.

Durant la première partie, nous avons observé ce qu'il se faisait dans les systèmes existants de la gestion de l'eau en Europe pour avoir une meilleure vue d'ensemble du travail à accomplir et des possibilités. En seconde partie, nous avons analysé les documents fournis par l'ONG Protos afin d'avoir une idée de la solution actuellement déployée en Haïti et des améliorations possibles.

La phase de développement suivante fut l'analyse fonctionnelle et la conception. Nous avons établi nos propositions en terme de fonctionnalités pour l'application, ainsi qu'en terme de fenêtres et contrôles pour les présenter à Protos sous forme d'un cahier des charges.

Après validation de l'interface et des fonctionnalités, nous sommes passés à la phase de réalisation, durant laquelle nous avons implémenté ces fonctionnalités et les systèmes nécessaires à leur bon fonctionnement. Cette phase a été la plus longue étant donné le nombre de fonctionnalités à implémenter et la nécessité de documenter à la fois le code pour les équipes de développement ainsi que l'interface pour nos futurs utilisateurs.

Enfin, la validation. Nous avons présenté l'application et les fonctionnalités que nous avons implémentées à des utilisateurs, afin d'obtenir des retours et de nous assurer que l'application que nous avons développée répondait aux attentes. *Note ; phase pas encore effectuée*

Au cours de la phase de réalisation, nous avons pu collaborer avec un stagiaire venant d'Haïti. Cela nous a permis de comprendre plus directement les besoins sur place, complétant ainsi les informations plus théoriques que nous avions obtenues des documents de Protos. Cette vision plus pratique nous a permis d'avoir une meilleure idée de la réalité du terrain.

Contribution

Grâce à notre travail de fin d'études, nous avons permis à l'ONG Protos ainsi qu'aux acteurs de terrain à Haïti d'avoir un premier contact avec le monde du développement logiciel. Nous espérons que celui-ci les aidera à comprendre les problématiques liées à la création de logiciels informatiques pour leurs projets futurs.

Nous avons également proposé une application pour la gestion de l'eau potable à Haïti. Nous espérons qu'elle pourra servir de base de travail, permettant aux acteurs de terrain d'avoir un jour un outil les aidant dans leur travail quotidien et apportant une aide au développement national.

Nous espérons avoir contribué à l'amélioration de la gestion de l'eau en Haïti, mais ce travail a assurément contribué au développement de nos compétences ; en tant que développeurs, de par l'utilisation de bibliothèques et frameworks peu ou pas connus, en tant qu'analystes grâce au problème réel posé et la nécessité de comprendre les besoins. La coordination du groupe, la planification du travail et la communication avec les clients ont également beaucoup apporté à notre développement professionnel.

Plan

Dans ce document, nous allons exposer le déroulement de notre travail de fin d'études. Tout d'abord, nous allons revenir sur le contexte de ce travail. Nous allons ensuite détailler notre approche pour sa réalisation. Après cela, nous étayerons notre analyse des besoins de l'ONG Protos et des acteurs haïtiens. Ensuite, nous expliquerons toutes les étapes et décisions de notre implémentation. Nous reviendrons sur les techniques que nous avons utilisées afin de valider notre implémentation. Nous clôturerons ce mémoire par une rétrospective sur le travail et une ouverture aux possibilités futures.

Chapitre 2

Contexte

Total des pages : 6 à 10

2.1 Situation de l'eau à Haïti

Haïti est un pays qui doit actuellement faire face à une situation difficile. L'éducation, économie, habitat, etc, sont autant de défis que le pays devra relever. L'eau potable, son assainissement, sa gestion et sa distribution font partie de ces défis, en particulier dans les zones rurales. Les zones d'action de l'ONG Protos sont particulièrement touchées. La majorité des familles s'approvisionne en eau à des fontaines publiques (96% des foyers) et effectue un trajet de plus de 30 minutes (58% des foyers). Il est de plus extrêmement difficile de maintenir et développer le réseau de distribution d'eau potable dans certaines régions en raison de la pauvreté extrême d'une grande partie de l'île. La zone étudiée de *Passe Catabois* (au nord du pays), par exemple, a un taux de recouvrement des factures de 11% seulement. Si la situation est complexe, il est toutefois possible d'identifier des facteurs expliquant l'état, entre autres, des infrastructures d'eau potable.

Problèmes environnementaux

Située dans les Caraïbes au sud-est de la République de Cuba et des États-Unis d'Amérique, la République d'Haïti occupe un territoire de $27.750km^2$ sur la partie ouest de l'île d'Hispaniola. Le pays entier souffre de sa position géographique [3] qui le place dans un risque permanent de catastrophes naturelles. La proximité de failles tectoniques et de courants aériens et marins favorisant la formation de tempêtes tropicales produisent une succession de cataclysmes. De multiples tempêtes et séismes frappent l'île fréquemment. Le tristement célèbre tremblement de terre du 12 janvier 2010, dont le nombre de victimes est approximé à 250.000 morts et autant de blessés, a, à lui seul, causé des dégâts estimés de 8 à 14 milliards USD. [1]. Ces catastrophes périodiques détruisent les infrastructures et mettent à mal l'économie du pays, empêchant un développement du réseau d'eau potable, entre autres, suffisant pour répondre aux besoins.

Le climat haïtien n'aide pas la situation. Météorologiquement parlant, Haïti affronte une alternance entre saison très chaude et saison moins chaude, les deux provoquant fréquemment des sécheresses. Les différentes régions du pays ont des climats variés, obligeant l'adoption de plusieurs

mesures pour sauvegarder la population et rend difficile une politique commune de gestion des ressources. Il convient de noter que l'aridité qui résulte de ce climat est accentuée par les activités humaines. La déforestation massive et rapide du pays, à des fins principalement énergétiques, empêche une rétention correcte des eaux dans les sols. Seuls 2% à 3% du territoire sont occupés par des forêts (venant de plus de 60% il y a un siècle). La sécheresse se trouve ainsi aggravée, et le ruissellement des eaux accélère l'érosion des sols [5]. Les terres sont ainsi progressivement emportées vers la mer. En 2008, un rapport des Nations Unies estimait cette perte à 37 millions de tonnes par an [4]. Les cours d'eaux ont donc un débit accéléré, parfois torrentiel, rendant difficile l'exploitation de l'écoulement naturel et nécessitant plus d'infrastructures humaines.

Problèmes politiques

Pays colonisé français devenu indépendant en 1804, la République d'Haïti est passée au travers de profondes réformes politiques. Le pays oscille politiquement jusqu'à une instabilité contemporaine relative (on dénombre 15 présidents et 22 premiers ministres depuis 1986 alors que le mandat est constitutionnellement valable 5 ans) et des tensions internes continuent de perturber le pays. Cela entraîne une difficulté à adopter des politiques de long terme, ou même une politique commune aux différents gouvernements.

La scène internationale s'est très largement mobilisée pour Haïti et tout particulièrement après le séisme de 2010. De nombreuses organisations humanitaires et non-gouvernementales sont arrivées, mais les aides financières sont soupçonnées de détournement par ces mêmes organisations [2]. Ces aides sont parfois décriées dans la dépendance qu'elles créent et le manque de vision à long terme. La population s'est également déjà retournée contre les aides et notamment contre les casques bleus venu aider après le séisme. Le *Center for Disease Control and Prevention (CDC)*, un service du département de la santé des États-Unis d'Amérique, a confirmé cette hypothèse et les Nations Unies ont reconnu leur responsabilité en décembre 2016. L'épidémie a causé 10.000 morts pour 800.000 cas dans les Caraïbes, majoritairement en Haïti. Cette maladie a été introduite par des rejets d'eaux usées dans un cours d'eau, par négligence et manque d'installations permettant d'évacuer les eaux usées dans un campement d'aide humanitaire.

La République d'Haïti entretient également des relations conflictuelles avec la République Dominicaine, avec laquelle elle partage l'île d'Hispaniola. Les raisons sont multiples (travailleurs étrangers, tensions ethniques, etc) et un lourd passé pèse sur la relation entre les deux pays.

Nous voyons donc que la situation politique intérieure et internationale haïtienne est un cas complexe. Les diverses tensions et soupçons de corruption ne donnant certainement pas à la problématique de l'eau toute l'attention, ni tous les fonds, nécessaires.

Problèmes sociaux

De ces conditions environnementales et politiques émane une population pauvre, voire abandonnée dans les zones rurales où des conseils de village tentent de pallier aux problèmes au quotidien. Là où les villes et principalement la capitale profitent des avantages de la mondialisation, la campagne haïtienne peine à bénéficier de l'aide nationale et repose essentiellement sur les organisations locales et externes au pays. L'éducation y est difficilement accessible et la population est très majoritairement endettée (81% des foyers haïtiens), situation aggravée depuis 2015 lorsque la monnaie locale, la Gourde (HTG) a cessé d'être maintenue à un taux d'échange fixe avec

le Dollar (USD). La Gourde continue depuis sa dépréciation (1 Euro vaut 93,5445 Gourdes¹). La société haïtienne est donc pauvre et les inégalités nombreuses. La campagne en particulier, qui semble déjà oubliée financièrement, manque de techniciens et ingénieurs aptes à créer et maintenir un réseau de distribution d'eau potable avancé.

Problèmes organisationnels

Le modèle politique et organisationnel d'Haïti se calque sur la théorie occidentale. Cependant les profondes différences résultent en une mise en pratique des concepts qui ne sont pas toujours efficaces. On constate notamment un manque de collaboration entre les entités haïtiennes ou même entre villages. Particulièrement dans les zones rurales, les croyances locales (religions, magie) sont parfois consultées pour des décisions importantes au détriment de la rationalité. La communication entre les différentes parties du pays n'est pas optimale. Les entités gouvernementales sont parfois nommées sans moyens financiers ni même bureaux et se retrouvent désœuvrées. Les fréquentes crises détournent l'attention des problèmes de fond tels que l'éducation, les infrastructures, ...

2.2 Gestion actuelle

Pages : 2 à 3

Organisation du pays

Structure organisationnelle

Procédures actuelles

2.3 Comparaison avec d'autres pays

La situation de l'eau dans d'autres pays, en particulier les pays occidentaux, est différente. Le contexte d'Haïti est évidemment particulier, comme nous avons pu le voir dans les sections précédents. Cette différence de contexte amène des différences dans les solutions appliquées pour gérer la distribution d'eau entre ces pays. Néanmoins, une analyse de la situation d'autres pays peut être utile afin de découvrir d'autres idées, de comparer par rapport à la situation d'Haïti et de voir ce qu'il peut y être apporté.

1. Taux de change du marché au 28 mars 2019

Gestion de l'eau en Belgique

Nous avons d'abord étudié la situation de l'eau en Belgique, puisque c'est là que nous faisons nos études et que nous développons ce mémoire. La première chose importante est que l'eau est une compétence régionale en Belgique, ce qui signifie que chaque région (Flandre, Wallonie et Bruxelles) développe sa propre politique à propos de l'eau.

En Wallonie, la gestion de l'eau est déléguée par le gouvernement wallon à la SPGE, Société Publique de la Gestion de l'Eau. Il s'agit d'une société publique, dont le fonctionnement est décrit par un contrat de gestion établi par le gouvernement. Elle travaille avec différentes intercommunales, sociétés publiques également, pour s'assurer de la distribution d'eau potable, ainsi que de l'égouttage et l'assainissement des eaux usées. Ces différentes intercommunales sont mandatées par la SPGE via des contrats de gestion sur des parties spécifiques du territoire wallon.

Visite d'un centre opérationnel en France

Afin d'avoir une meilleure vision de ce qu'implique la gestion de l'eau sur le terrain, ainsi que le quotidien d'une société impliquée dans cette gestion, nous sommes allés visiter le groupe Saur, un groupe d'entreprise travaillant dans le secteur de l'eau principalement en France.

Nous avons visité le Centre de Pilotage Opérationnel de Serris. Il s'agit du centre d'où sont dirigées les activités de Saur pour la région d'Île-de-France. Ce centre permet un suivi en temps réel des activités sur toute la région par des ordonnanceurs, employés se chargeant de la planification du travail des opérateurs et de la communication avec eux.

Les activités de ce centre sont principalement orientées autour de l'analyse des données reçues à travers tout les capteurs du réseau, ainsi que les décisions et la planification des opérations à apporter sur celui-ci.

Tout le centre fonctionne de manière informatisée. Le système informatique se base sur EPANET (voir section suivante) et propose un véritable ERP² intégrant toutes activités du centre, afin d'augmenter la productivité de ses employés. Dans ce logiciel, l'eau n'est au final plus qu'une ressource de l'entreprise et l'important est la gestion du quotidien de celle-ci.

Ce système informatique ne détermine pas le réseau de distribution. Celui-ci s'est développé historiquement et le système informatique vient plutôt se greffer par dessus. Il permet une collecte des données de ce réseau et de déterminer les opérations à effectuer en fonction de ces données.

2. Enterprise Resource Planning, logiciel de gestion intégrée

2.4 Comparaison avec des outils existants

Afin d'avoir une meilleure idée de ce à quoi devrait ressembler un logiciel de gestion de distribution d'eau, nous avons recherché des logiciels existant afin de pouvoir les comparer entre eux. Le but de cette démarche est de retrouver les points communs entre tous ces logiciels, certainement important pour tout logiciel de gestion dont le nôtre, ainsi que leurs différences.

EPANET est un logiciel open source, développé par l'*Environment Protection Agency* aux États-Unis. Ce logiciel est une véritable référence dans le milieu, et se retrouve souvent utilisé derrière d'autres logiciels. WaterCAD s'inspire de suites logicielles connues afin d'apporter une interface moderne et des visuels avancés. KY Pipe se base sur EPANET pour proposer une analyse hydraulique avancée et pour permettre de modéliser de nombreux contenus. Beaucoup d'autres logiciels existent, généralement basés sur EPANET ou AutoCAD.

On peut remarquer que tous ces logiciels proposent une modélisation géographique du réseau de distribution. Celle-ci permet un affichage du réseau sous forme de graphe avec des liens pour les conduites et des nœuds pour les différents points de traitement, ainsi qu'une superposition sur une carte géographique pour une meilleure visualisation. Un autre module commun à tous ces logiciels permet d'effectuer des analyses formelles sur le réseau, utilisant des modèles mathématiques afin de pouvoir poser une évaluation du système. Ces analyses permettent d'étudier les flux, les dépôts, la pression ou autres, que ce soit en un point ou sur toute une partie du réseau. Finalement un dernier module commun à tous ces logiciels permet d'obtenir des rapports sur l'état en temps réel du réseau de distribution.

La majeure différence entre ces différents logiciels est le modèle tarifaire. On passe d'un logiciel gratuit à d'autres dont le prix peut s'élever à 14.000 \$. Les autres différences sont plus d'ordre visuelles, avec des interfaces plus travaillées que d'autres et des visuels plus modernes que d'autres.

Chapitre 3

Approche

Total des pages : 3 à 6

3.1 Organisation du travail

Pages : 1 à 2

Planning

Réunions

3.2 Répartition des tâches

Pages : 1 à 2

Répartition des tâches quotidiennes

Répartition de l'analyse

Répartition de l'implémentation

Répartition de l'écriture

3.3 Méthodologie

Pages : 1 à 2

Méthodologie agile

Phases de développement

Chapitre 4

Analyse des besoins

Total des pages : 6 à 10

4.1 Besoins fonctionnels

Pages : 1 à 2

Gestion des données

Simplification des procédures

4.2 Besoins non-fonctionnels

Pages : 1 à 2

Sécurité des données

Connexions lentes et peu fiables

4.3 Cahier des charges

Pages : 2 à 3

Complet en annexe ?

4.4 Structure des données

Pages : 2 à 3

Complet en annexe ?

Chapitre 5

Implémentation

Total des pages : 16 à 22

La structure proposée n'est par conséquent pas définitive et dépendra des résultats obtenus.

5.1 Choix technologiques

Pages : 3 à 4

Web

Python

Django

PostGIS

DataTables

ChartJS

5.2 Structure hiérarchique des utilisateurs

Pages : 1 à 2

Structure

Permissions

5.3 Interface utilisateur

Pages : 2 à 3

Référence en annexe ?

5.4 Procédure d'utilisation

Pages : 2 à 3

Référence en annexe ?

5.5 Client

Pages : 4 à 5

Modularité et responsiveness

Gabarits

Accessibilité hors-ligne

...

5.6 Serveur

Pages : 4 à 5

Authentification

Requêtes

...

Chapitre 6

Validation

Total des pages : 8 à 11

6.1 Performances

Pages : 3 à 4

Temps

Poids

6.2 Vérifications automatiques

Pages : 2 à 3

Tests unitaires

Tests fonctionnels

6.3 Vérifications utilisateurs réels

Pages : 3 à 4

Méthodologie

Résultats obtenus

Modifications apportées

Chapitre 7

Améliorations futures

Total des pages : 4 à 7

7.1 Suite du projet

Pages : 2 à 3

7.2 Défis rencontrés

Pages : 1 à 2

7.3 Propositions

Pages : 1 à 2

Chapitre 8

Conclusion

Pages : 1 à 2

Bibliographie

Bibliographie

- [1] Andrew Powell et Oscar Becerra Eduardo A. Cavallo. Estimating the direct economic damage of the earthquake in haiti. *IDB Working Paper Series*, (IDB-WP-163), February 2010.
- [2] Greeet Schaumans et Katrien Van Hooydonk. Analyse commune de contexte haïti, Octobre 2015.
- [3] Evens Emmanuel et Per Lindskog. Regards sur la situation des ressources en eau de la république d'haïti, Octobre 2015.
- [4] Comission Économique pour l'Amérique Latine et les Caraïbes. Impact socioéconomique de la dégradation des terres en haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé, Janvier 2008.
- [5] Vereda Williams. A case study of the desertification of haiti. *Journal of Sustainable Development*, 4, Juin 2011.

Pages : 2 à 3

Annexe A

Cahier des charges complet

Pages : beaucoup

Annexe B

Base de données

Pages : beaucoup

Annexe C

Wireframes

Pages : beaucoup

Annexe D

Diagrammes d'activité

Pages : beaucoup

Annexe E

Documents de validation

Pages : 10 à 20

