

Toilettes connectées

Une solution pour économiser l'eau



Étude sur la création d'un prototype de toilettes connectées, réalisée par Nicolas MARINHO, Hedi TURKI SANEKLI & Alexis YVON dans le cadre du cours d'IoT en M2 MIAGE (2022-2023).

Lien Github : https://github.com/hediturki123/projet_iot

Sommaire

Sommaire	2
Contexte	3
Introduction	3
Choix de la thématique	3
Objectif	3
Principe & fonctionnement	4
Principe général	4
Fonctionnement	4
Traitement des données	5
Collecte des données	5
Communication entre les parties	5
Cibles	6
Les particuliers	6
Les entreprises	6
Viabilité du projet	7
Faisabilité économique	7
Acceptation sociale	8
Évolutions possibles	9
Industrialisation	9
Ajout de nouvelles fonctionnalités	9
Adaptation à d'autres produits	9
Sources	10

Contexte

Introduction

À l'aune d'un changement climatique majeur, la problématique de la gestion des ressources hydrauliques occupe de plus en plus une place majeure parmi les préoccupations internationales. C'est la raison pour laquelle, dans le cadre de notre cours d'IoT, nous avons décidé d'adresser l'un des aléas liés à la problématique évoquée précédemment. Plus particulièrement, pour être sûr en phase avec le domaine de l'IoT, nous nous sommes concentrés sur les usages hydrauliques domestiques communs, à savoir les usages liés à la salle de bain (douche, bain, lavabo...), à la cuisine (évier...), à l'électroménager (lave-vaisselle, lave-linge...) et aux toilettes.

Choix de la thématique

Après une brève analyse, c'est finalement sur la thématique des toilettes connectées que nous avons décidé de lancer notre projet de prototype. Nous avons fait ce choix car, dans un premier temps, il s'agit d'un sujet très peu traité dans l'industrie en terme d'innovation et, dans un second temps, parce que la consommation d'eau liée à l'utilisation des toilettes est non négligeable ; de fait, d'après le Centre d'Information sur l'Eau (CIEau), en moyenne 20% de la consommation d'eau des ménages concerne uniquement les toilettes.

Objectif

L'objectif primaire de notre prototype de toilettes connectées est de pouvoir permettre de faire des économies d'eau. La manière dont ces économies seront effectuées seront détaillées dans la suite de ce rapport, et seront également discutées la viabilité du projet d'un point de vue économique et social.

Principe & fonctionnement

Principe général

Le principe général de ces toilettes connectées est basé sur l'analyse des selles effectuées après un passage aux toilettes. Le système va avoir pour but d'analyser le type et la quantité de selles afin d'adapter au plus possible le litrage envoyé dans la cuvette. Mais aussi avoir une partie de monitoring pour les grosses structures, et déceler certains problèmes tels que la surpression dans les toilettes.

Fonctionnement

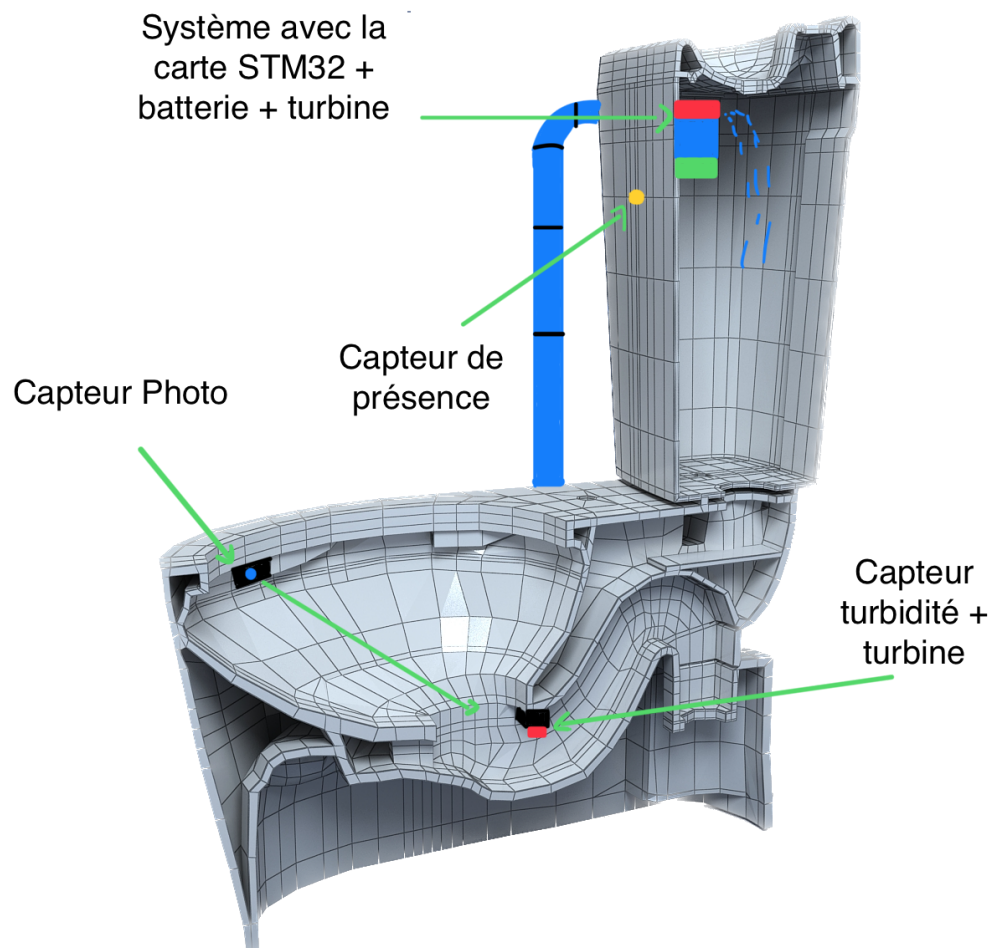


Schéma 1 : Découpe d'un toilette avec notre système

Notre système est composé de deux parties : nous allons avoir la partie “traitement des données” qui va se trouver vers le haut des toilettes, et la partie “collecte des données” qui se trouve dans la cuvette.

Traitement des données

Une contrainte notable sur la batterie du système est le fait qu'elle ne doit pas se décharger. Pour pallier ce problème, la partie système contient une turbine qui est branchée sur l'arrivée d'eau des toilettes (cf. schéma 1 couleur rouge en haut) afin de recharger la batterie à chaque utilisation. Afin de ne pas consommer la batterie lorsque personne n'utilise les toilettes, nous utilisons également un capteur de présence (cf. schéma 1), qui mettra alors tout le système en attente.

Collecte des données

La partie “collecte des données” est composée de trois principaux capteurs : un de présence (cf. schéma 1) comme cité précédemment, celui de turbidité (cf. schéma 1), et enfin un capteur photo (cf. schéma 1). Une seconde turbine (cf. schéma 1) se trouve également au niveau de cette partie, en dessous du capteur de turbidité, qui va elle aussi, permettre de recharger la batterie pendant l'usage. Le capteur de présence va nous permettre de lancer les analyses, mais aussi de les stopper au départ de l'utilisateur (avec un temps de 5 secondes) afin de pouvoir calculer le moment propice pour tirer la chasse. Les données de consommation sont traitées et envoyées en parallèle. Le rôle du capteur de turbidité est de déterminer si l'eau est trouble ou non (en calculant la diffusion d'un rayonnement lumineux), c'est-à-dire la teneur des selles dans la cuvette. Enfin, le capteur photo nous permet de compléter l'analyse effectuée par le capteur de turbidité via de l'analyse d'image.

Communication entre les parties

Pour la communication entre les éléments physiques, la connexion filaire entre eux est privilégiée du fait du rechargement de la batterie via les turbines, et de la simplicité d'avoir une seule batterie. Cependant, le software des toilettes doit quand même extraire les données vers l'extérieur, cela afin de pouvoir compléter les analyses avec le capteur photo mais aussi de faire le monitoring des toilettes. C'est pour cela que le software des toilettes utilise des communications de type BLE, dans le but de pouvoir transmettre les données à une gateway qui se chargera d'envoyer les données sur le réseau.

Cibles

Les particuliers

Les premières cibles de ces toilettes connectées sont les particuliers, plus particulièrement les particuliers ayant des aptitudes en bricolage. À l'aide du kit documenté qui serait fourni, presque n'importe qui pourrait être à même de mettre en place ce système pour économiser l'eau des toilettes de son domicile. L'avantage d'une telle cible est que notre produit, dans le cas où celui-ci rencontrerait un franc succès, pourrait toucher un très grand nombre de personnes et avoir un impact loin d'être négligeable sur la consommation des ménages. À l'inverse, rendre accessible notre produit d'un point de vue financier ne signifie pas que celui-ci l'est de manière générale, vis-à-vis de sa complexité de mise en place entre autres.

Les entreprises

Les entreprises, notamment celles de taille importante, constituent la seconde cible de notre solution. Cette dernière devra alors se conformer non plus à des installations ponctuelles et différentes mais à un format plus industriel à la chaîne. La pertinence de cette cible réside, hormis les économies d'eau colossales qu'impliquerait la mise en place de notre système, réside dans le fait qu'une entreprise est friande de monitoring et qu'elle de pouvoir contrôler au mieux sa consommation et prendre des décisions en conséquence.

Viabilité du projet

Faisabilité économique

En ce qui concerne le prix de notre produit, nous avons étudié le prix des composants à mettre en place :

- **STM Nucleo WB-55** : environ 42€
- **Capteur de turbidité** : environ 11€
- **Capteur photo** : environ 15€
- **Capteur de présence** : environ 1€
- **Turbine** : environ 21€
- **Batterie** : environ 5€

Ce qui nous fait un total qui avoisine les 100€ et un coût d'installation estimé à 100€. Cela nous fait un prix de vente qui avoisine les 200€. Dans le cas d'un foyer composé de 4 personnes, la consommation moyenne destinée aux toilettes équivaut à 24 m³.

$$\text{Prix d'1 m}^3 \text{ d'eau} = 4.14\text{€}$$

Ce qui nous fait une dépense annuelle pour les toilettes qui est d'environ 100€. Il faut donc 2 années pour un foyer de 4 personnes pour rentabiliser cet investissement. La mise en place de ce système dans des grandes institutions comme des universités, grandes entreprises, ministères, etc. peut représenter un enjeu économique et environnemental important.

Acceptation sociale

Dans le cadre de ce projet, nous avons trouvé judicieux de faire une analyse SWOT de notre système :

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none">• Enjeu actuel : l'économie de l'eau potable	<ul style="list-style-type: none">• Pas évident à mettre en place.• Penser à la maintenance du système (éviter l'obsolescence programmée, et permettre aux clients de changer des composants au lieu de racheter le produit).
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none">• Raréfaction de l'eau potable.• Augmentation du prix de l'eau.	<ul style="list-style-type: none">• Émergence dans le marché de certains concurrents comme Xiaomi.• Problèmes de sécurité : peut servir comme porte d'entrée dans d'autres systèmes, et peut faire des dégâts matériels importants (Ex: lancer des chasses d'eau en continue dans un bâtiment pour faire des dégâts).

Comme dit précédemment, nous pouvons observer l'émergence de certains concurrents comme Xiaomi, qui ont une place très importante dans le marché mondial de l'électronique et des objets connectés. Les toilettes connectées que propose Xiaomi sont pour l'instant un "gadget", comme l'ensemble des produits qu'on a trouvé sur internet, aucun d'eux ne propose une alternative pour économiser de l'eau efficacement, tout en proposant un prix abordable.

Cependant, nous pourrions nous poser la question : est-il vraiment intéressant de faire des toilettes connectées pour réduire la consommation d'eau tandis qu'il y a des alternatives telles que les toilettes sèches ?

Nous pouvons répondre “oui” à la question précédent pour les trois raisons suivantes :

1. Parce que cela pourrait avoir un coût financier important : remplacer des toilettes peut avoir un coût financier important pour des grandes institutions. Cela à pour conséquence qu'elles peuvent être découragées dans l'investissement pour réduire la consommation d'eau parce que ça implique qu'il faut faire des travaux assez importants, et aussi avoir de la sciure à disposition tout le temps. L'avantage de notre système est qu'il s'adapte le plus possible aux toilettes existantes d'une part, et d'autre part son coût reste intéressant.
2. Permet de détecter des fuites plus rapidement. En monitorant l'activité des toilettes connectées, il est possible de détecter très rapidement une fuite d'eau, et ainsi intervenir le plus vite possible.
3. Enfin, à l'aube d'une période où l'eau va commencer à se raréfier de plus en plus, vu que notre système permet de faire du monitoring de la consommation d'eau, les grandes institutions comme l'université, peuvent choisir comment orienter les flux d'eau en fonction de la fréquentation des bâtiments afin d'allouer de la ressources là où il y en a le plus besoin.

Évolutions possibles

Industrialisation

Dans le cas où ce produit serait une réussite, il pourrait être envisageable d'en faire une version industrialisée dans l'optique de le rendre davantage accessible à nos cibles, plus facile à installer et utiliser, ainsi que plus adaptable aux différentes installations. Industrialiser notre produit signifie également améliorer ses composants pour une meilleure efficacité, tout en gardant nos objectifs d'origine intacts.

Ajout de nouvelles fonctionnalités

Implémenter de nouvelles fonctionnalités à notre produit peut être un bon moyen à la fois de capter l'intérêt d'un public plus large, mais également d'améliorer les performances et d'affiner les mesures et les analyses effectuées. Nous pourrions par exemple ajouter des capteurs supplémentaires pour mesurer de manière plus performante et détaillée la consommation d'eau.

Adaptation à d'autres produits

Il peut être intéressant de réfléchir pour adapter le concept de consommation adaptative à d'autres appareils et machines consommateurs d'eau, tels que les baignoires, les douches, les lavabos et les éviers.

Sources

- [Voici les toilettes connectées de Xiaomi](#)
- [Bientôt des toilettes intelligentes pour détecter des maladies - WE DEMAIN](#)
- [Guide des prix pour des toilettes connectées](#)
- [Centre d'information sur l'eau](#)
- [WC connectés, pour ne plus jamais quitter le trône](#)