

---

**INTEGRATION D'UNE APPLICATION MOBILE AU SYSTEME DE REGULATION  
DU NIVEAU D'EAU D'UN RESERVOIR**

**Kalema Josue Djamba<sup>1</sup>, Baraka Ntawanga Irene<sup>2</sup>**

\*Chef de Travaux aux Universités et Doyen de Faculté en Sciences et Technologies à  
Université Adventiste de Goma, josuekalema@gmail.com

\*Masterant à l'Université Adventiste de Goma dans la Faculté de Sciences et Technologies

doi: <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0388>

Published January 08, 2023

---

**Citation** : Kalema Josue Djamba and Baraka Ntawanga Irene (2024) Integration D'une Application Mobile Au Systeme De Regulation Du Niveau D'eau D'un Reservoir, British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies: *Engineering and Technology*, 5(1),8-22

---

**RÉSUMÉ** - *La qualité et la quantité d'eau fournie par le réservoir d'eau affectent directement la vie quotidienne des gens. La plupart des réservoirs d'eau traditionnels utilisent une détection manuelle, ce qui entraîne une faible précision des informations qui aideront les utilisateurs à prendre des décisions éclairées sur la régulation du niveau d'eau. Afin d'assurer la sécurité et la continuité de l'approvisionnement en eau des réservoirs, cet article propose un système de surveillance du niveau d'un réservoir d'eau basés utilisant un microcontrôleur pour détecter automatiquement les niveaux d'eau. Les outils utilisés sont le capteur ultrasons pour surveiller respectivement le niveau d'eau du réservoir d'eau, un nodeMCU pour transmettre les données au afin d'afficher le niveau d'eau sur L'écran LCD et à distance via un smartphone. Le système peut contrôler automatiquement le niveau d'eau et déclencher une alarme lorsque le niveau d'eau est élevé.*

**MOTS CLES** : système, nodemcu, smartphone, capteur, ultrason, lcd, microcontrôleur

---

## **INTRODUCTION**

*Les deux éléments qui rendent la vie sur Terre sont l'eau et l'oxygène. La surface est couverte à 70 % par de l'eau. Il y a trois types de substances présentes à la surface de la Terre : liquide (comme les mers, les océans, les lacs et les rivières), solide (comme les glaciers et les calottes glaciaires) et gazeux (comme la vapeur d'eau) (Terre, 1993). Puisque l'eau est essentielle pour les animaux et les plantes et de nombreuses activités humaines (évidemment dans l'agriculture, mais aussi largement utilisée dans l'industrie), elle apparaît comme une ressource essentielle pour la vie et la société humaine. (Karima, 2016).*

---

Published by the European Centre for Research Training and Development UK

*Cependant, la gestion des réservoirs est cruciale dans de nombreux domaines, tels que l'agriculture, les usines de transformation industrielle et alimentaire. Le niveau d'eau du réservoir utilisé dans les systèmes d'irrigation ou de production est une considération importante (Smith, 2023).*

*Pour répondre aux besoins particuliers du consommateur, le plus important est de contrôler le niveau d'eau. De nombreuses études et techniques d'automatismes ont été réalisées dans ce but. Les techniques de collecte de données ont considérablement progressé en termes de rapidité, de fiabilité et de précision. Premièrement, les capteurs bénéficiant des nouvelles technologies sont de plus en plus performants, deuxièmement, l'arrivée des ordinateurs et des microcontrôleurs, qui permettent l'automatisation et la numérisation des systèmes, offrent des avantages importants dans le traitement des données (FADI, 2022).*

*La régulation du niveau d'eau dans le réservoir permet d'assurer un approvisionnement continu et uniforme en eau, en évitant les débordements et les pénuries et en économisant de l'eau. En raison des difficultés de contrôle du niveau d'eau, une solution simple et efficace a dû être trouvée pour résoudre ce problème. Par conséquent, il est utile d'implémenter un capteur pour le contrôle automatique du niveau d'eau, qui offre des avantages significatifs en informatique.*

*Les systèmes industriels devenant de plus en plus complexes, le contrôle automatisé des processus de régulation d'eau est nécessaire pour maintenir une bonne qualité de service (Nicolas, 2000). Mesurer des niveaux de liquide dans les réservoirs pour surveiller et/ou contrôler l'eau est nécessaire dans l'industrie et domicile pour éviter le gaspillage et également pour réduire les coûts (Bertrand, 2023).*

*Il est donc très important de vérifier le niveau de liquide dans le réservoir pour plusieurs raisons :*

- ✚ Si le niveau d'eau est trop élevé, des débordements peuvent se produire, causant des inondations et des dommages matériels ;*
- ✚ Si le niveau d'eau est trop bas, cela peut endommager les pompes et autres équipements qui nécessitent un niveau d'eau adéquat pour fonctionner correctement ;*

---

Published by the European Centre for Research Training and Development UK

- ✚ *Des niveaux d'eau instables peuvent également affecter la qualité de l'eau du réseau, ce qui peut entraîner des problèmes de santé pour les usagers ;*
- ✚ *Des fluctuations importantes des niveaux d'eau peuvent également affecter la pression du réseau, ce qui peut entraîner une sur- ou une sous-utilisation des équipements. Le contrôle du niveau d'eau dans le réseau est essentiel pour un fonctionnement efficace et sûr.*

*Dans cet article nous nous sommes posées une question : Comment concevoir et mettre en œuvre une application mobile capable d'interagir de manière efficace et en temps réel avec le système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir, tout en garantissant la précision des données, la sécurité des communications et la convivialité de l'interface utilisateur ?*

*L'intégration d'une application mobile au système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir est un projet qui vise à améliorer la surveillance et la gestion de ce type de système. L'application mobile permet aux utilisateurs d'accéder à distance aux données du système, telles que le niveau d'eau actuel, les alarmes actives et l'historique des mesures. Cela permet aux utilisateurs de prendre des décisions plus éclairées sur la gestion du système, tels que le réglage des vannes de contrôle ou le déclenchement d'alarmes.*

*L'application mobile sera connectée au système de régulation via une connexion Wi-Fi ; Elle utilisera une interface graphique pour afficher les données du système et permettre aux utilisateurs d'interagir avec celui-ci. Les avantages de l'intégration d'une application mobile au système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir sont les suivants :*

- **Amélioration de la surveillance** : *l'utilisateur peut accéder aux données du système à tout moment et de n'importe où.*
- **Amélioration de la gestion** : *l'utilisateur peut prendre des décisions plus éclairées sur la base des données du système.*

*L'intégration d'une application mobile au système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir est une solution prometteuse pour améliorer la surveillance et la gestion de ce type de système. Elle offre des avantages significatifs en termes de flexibilité, de fiabilité et de coût.*

## **REVUE DE LA LITTERATURE**

### **A. REVUE DE LA LITTERATURE EMPIRIQUE**

*Toute recherche scientifique, même originale, ne commence pas par rien ; elle part toujours de la connaissance, un point de départ. Nous avons pensé qu'il était important de tracer une ligne entre les travaux d'autres chercheurs et notre thème de recherche car nous n'étions pas les premiers à aborder le sujet de contrôle du niveau d'eau dans un réservoir.*

- ❖ *(Bennacer & Ferkha, 2017) Dans ce travail, ces auteurs ont proposés un régulateur de contrôle de niveau d'eau basé sur un modèle dynamique du réservoir. Le modèle dynamique est utilisé pour prédire l'évolution du niveau d'eau en fonction des entrées du régulateur. Le régulateur utilise ensuite ces prédictions pour calculer la quantité d'eau à relâcher ou à injecter dans le réservoir. Les résultats des simulations ont montré que le régulateur proposé est efficace pour maintenir le niveau d'eau à un niveau optimal. Le régulateur a également montré une bonne robustesse aux perturbations des entrées.*
- ❖ *Une étude réalisée en 2017 par Chen et Zhang a comparé l'efficacité de deux systèmes informatiques de régulation du niveau d'eau, l'un basé sur un modèle de régression linéaire et l'autre basé sur un modèle de renforcement. Les résultats ont montré que le modèle de renforcement était plus efficace que le modèle de régression linéaire dans la régulation du niveau d'eau dans des conditions hydrolog (Chen & Zhang, 2017)*
- ❖ *(Ilyes & TEMMAM Zoubir, 2028), dans leur travail, ces auteurs ont appliqué les méthodes théoriques de régulation pour la réalisation d'un régulateur industriel de niveau du procédé qui nous a permis d'obtenir une meilleure régulation avec des caractéristiques optimales telles que le temps de réponse, la stabilité et le dépassement. Ils ont réalisé un régulateur de niveau du procédé auquel ils ont appliqué toutes les phases de processus de la conception des régulateurs commençant par la réalisation du procédé par la maquette « Feedback PIT 38-023 ».*  
*Pour le calcul des paramètres nécessaires pour la mise en œuvre d'un régulateur PID, cette*

*Fonction a été soumise à plusieurs méthodes dont la méthode Ziegler-Nichols qui était prise comme*

*référence de comparaison avec les méthodes modernes utilisant les algorithmes génétiques.*

*Les résultats de simulation ont montré que la méthode d'algorithme générique « ITSE » est la*

*méthode qui a donné les facteurs de performance les plus équilibrées en terme de : dépassements,*

*temps de réponse et stabilité, contrairement aux autres méthodes qui ont amélioré deux paramètres*

*de plus et manque un équilibre total des performances.*

- ❖ *une étude réalisée en 2022 par Chen et al. a comparé la performance d'un système de régulation du niveau d'eau avec et sans application mobile. Les résultats de l'étude ont montré que le système avec application mobile était plus efficace pour maintenir le niveau d'eau à un niveau optimal (Chen, Wang, & Xu, 2022).*
- ❖ *Une dernière étude, réalisée en 2023 par Zhang et al., a examiné l'impact de l'utilisation d'une application mobile sur la communication entre les différents acteurs impliqués dans la gestion d'un réservoir. Les résultats de l'étude ont montré que l'application mobile a facilité la communication et a amélioré la collaboration entre les acteurs (H., Li, & Chen, 2023).*

*Quant à nous, nous allons concevoir une application mobile de surveillance d'un système de régulation de niveau d'eau pour un réservoir avec la carte NodeMCU comme microcontrôleur utilisant capteur Ulistrason pour le niveau d'eau dans le réservoir dans le cadre d'une recherche appliquée.*

## **B. REVUE DE LA LITTERATURE THEORIQUE**

### **B.1 APPLICATION MOBILE**

*Une application mobile est un logiciel applicatif développé pour être installé sur un appareil électronique mobile, comme un Smartphone, une tablette ou un baladeur numérique. Une application mobile peut être soit installée directement sur l'appareil dès sa fabrication en usine soit téléchargée depuis un magasin d'applications dit « application store » telle que Google Play, l'App Store ou encore le Windows Phone Store. (Kozak, 2023).*

### **B.2 DEVELOPPEMENT MOBILE**

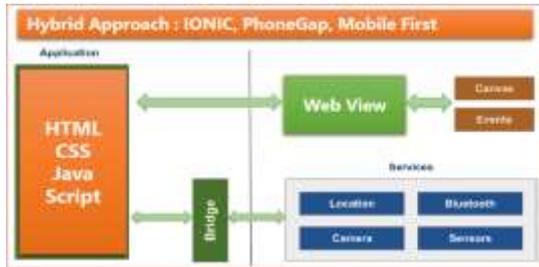
*Selon le prof Mohamed Youssfi, il existe deux manières de développer une application mobile (Youssfi, 2021) :*

- **Développement mobile Natif** : Ces applications sont écrites spécifiquement pour le système d'exploitation des appareils mobiles, tels qu'Android ou iOS. Le code est généralement destiné au processeur et au système d'exploitation d'un appareil spécifique, il ne fonctionnera donc que sur ce mobile. Les applications natives, par définition, sont considérées comme plus stables et plus rapides que les applications hybrides ou web. De plus, ils offrent des performances infiniment meilleures car ils peuvent fonctionner avec toutes les capacités des appareils natifs tels que la caméra, la géolocalisation, l'accéléromètre, etc. Ainsi, ils ont besoin de moins de mémoire pour fonctionner efficacement (Andromo, 2022).  
*Par exemple, une application iPhone est écrite en Objective-C ou Swift tandis qu'une application Android est écrite en Java ou Kotlin.*
- **Développement mobile Cross Platform** (Youssfi, 2021) : Le développement mobile cross-platform permet de créer une application mobile ayant un code unique, et de pouvoir la déployer sur toutes les plateformes : iOS, Android et même Web.  
*Qui dit développement cross-platform, dit utilisation d'un langage de développement et d'un framework intermédiaire entre l'appareil cible et le développement. Ceci engendre bien évidemment un certain nombre de points négatifs dont une performance moindre et une dépendance au framework.*

*A ce niveau on peut développer aussi de deux manières :*

1. **Hybride cross-Platform** : Développée comme une application "full web" avec des langages de développement web, l'application hybride se consulte comme un site classique dans un navigateur et fait appel à des technologies natives mobiles pour utiliser certaines fonctionnalités (GPS, appareil photo, galerie d'images, notifications...) des appareils mobiles Smartphones et tablettes (imagine-developpement, 2021).

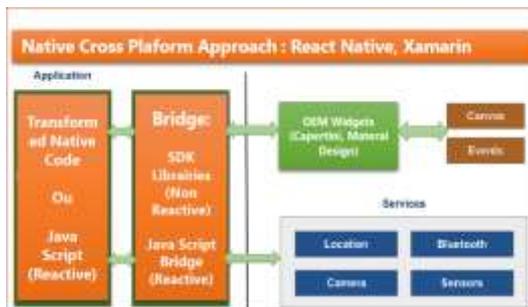
**Figure 1 : Architecture d'IONIC (Youssfi, 2021)**



- Utilise le moteur de rendu HTML, CSS du Web View pour la logique présentation
- Utilise du Java Script pour exécuter les traitements
- Pour accéder aux fonctionnalités natives de l'appareil mobile, il utilise un Bridge (PlugingsCORDOVA)

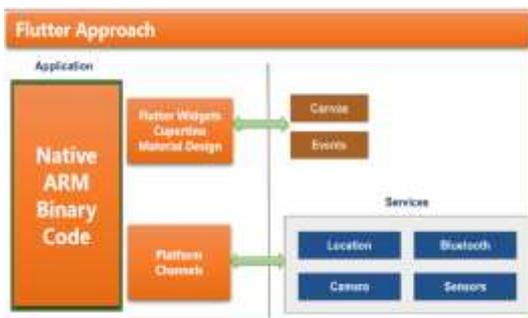
**2. Native cross-Platform :** Le développement mobile multiplateforme est la création d'applications mobiles qui peuvent être exécutées sur plusieurs systèmes d'exploitation mobiles. Les applications multiplateformes sont généralement écrites dans un langage de programmation multiplateforme, tel que React Native, Xamarin ou Flutter (Youssfi, 2021)

**Figure 2 : Architecture de React Native (Youssfi, 2021)**



- Utilise le moteur de rendu HTML, CSS du Web View pour la logique présentation
- Utilise du Java Script pour exécuter les traitements
- Pour accéder aux fonctionnalités natives de l'appareil mobile, il utilise un Bridge (PlugingsCORDOVA)

**Figure 3 : : Architecture de Flutter (Youssfi, 2021)**

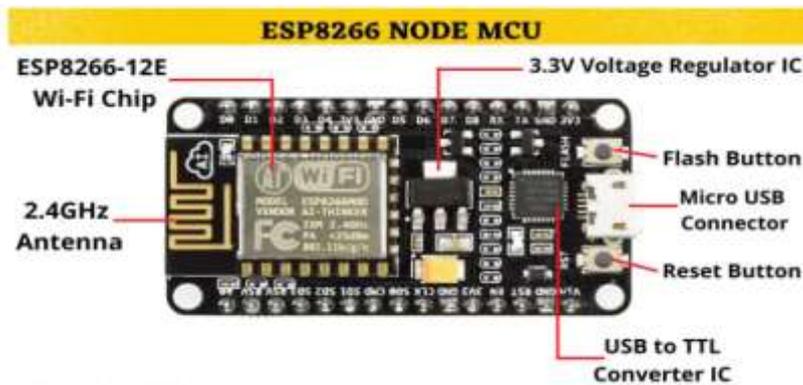


- Utilise ses propres composants natifs pour la logique présentation. Flutter utilise son propre moteur de rendu SKIA pour dessiner les éléments de l'interface.
- Utilise Native ARM Binary Code pour la logique applicative
- Utilise un Channel pour la transmission de message aux fonctionnalités natives

### **B.3 NODEMCU**

*NodeMCU est un module IoT basé sur le module de puce wifi ESP8266. NodeMCU utilise le langage de script Lua et est une plate-forme de ressources Internet (IoT) open source. La carte ESP8266 NodeMCU CP2102 est dotée de l'ESP8266, une puce hautement intégrée conçue pour les besoins du nouveau monde connecté à l'IoT. Fournit une solution complète et contient un réseau Wi-Fi, lui permettant d'héberger une application ou de télécharger toutes les activités de communication Wi-Fi à partir d'un autre processeur d'application. (jackon, 2021)*

**Figure 4: NODE MCU** (jackon, 2021)



### **B.4 Le capteur Ultrason**

*Les capteurs d'ultrasons fonctionnent en émettant des ondes sonores et en mesurant le temps qu'il faut pour que ces ondes rebondissent sur la surface de l'eau et reviennent au capteur. En utilisant cette mesure, il est possible de déterminer avec précision la distance entre le capteur et la surface de l'eau, ce qui permet de calculer le niveau d'eau dans le réservoir. (lyon, 2018)*

**Figure 5: Capteur ultrason** (lyon, 2018)



### **METHODOLOGIE**

*Dans cette étude, nous avons utilisée deux approches dont :*

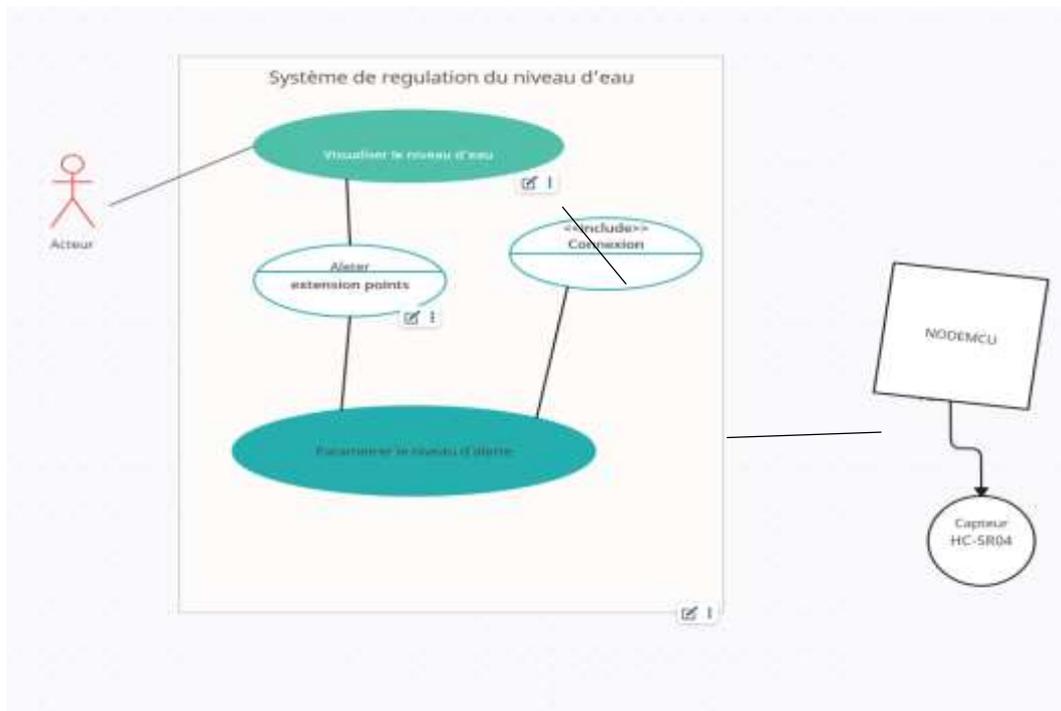
- A. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une **recherche appliquée** visant à développer une nouvelle méthode de régulation du niveau d'eau d'un réservoir, plus précisément une **recherche-action**.

La recherche appliquée est un type de recherche qui vise à résoudre un problème ou à répondre à une question spécifique. Elle est souvent qualifiée de « processus scientifique » parce qu'elle utilise les outils scientifiques disponibles et les met en œuvre pour trouver des réponses (Liza, 2018).

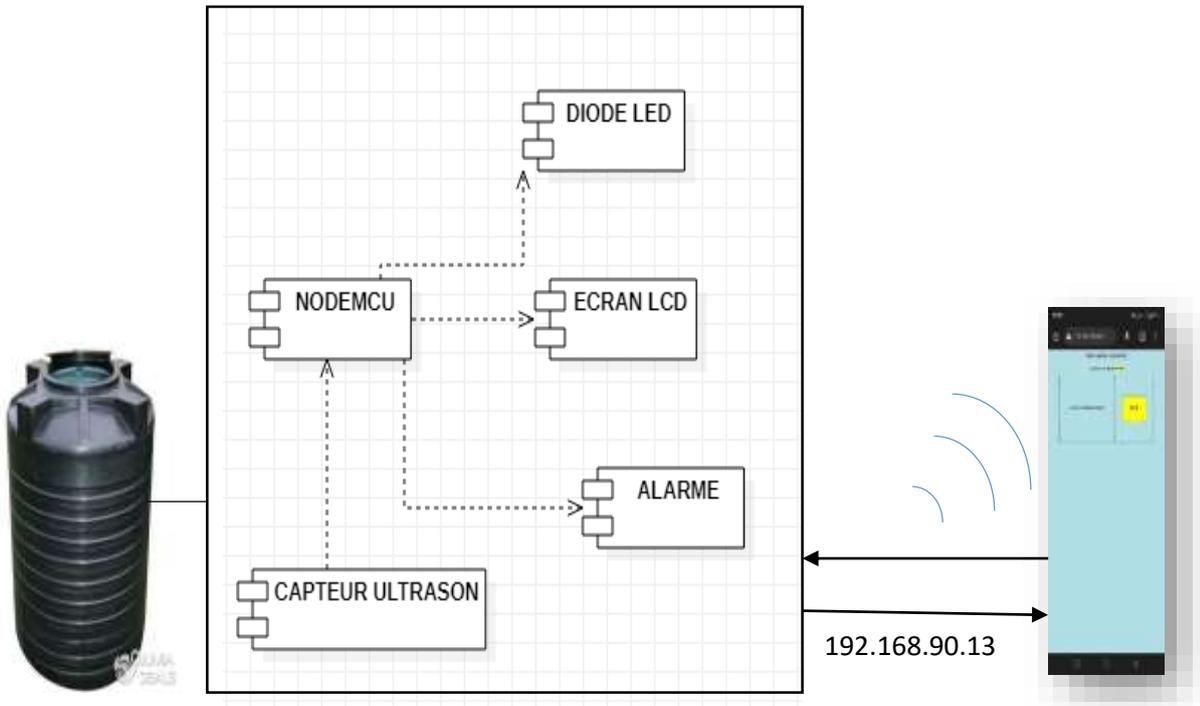
- B. **La méthode RAD** (Développement Rapide d'Application) : de James Martin est l'une des toutes premières méthodes agiles formalisée par James Martin en 1991. La méthode RAD est une méthode de développement agile orientée projet informatique et dont les ressources sont régulièrement actualisées (Fernandez, 2022).

Ainsi pour présenter les différentes fonctionnalités de notre système, nous allons utiliser le langage de modélisation UML en représentant quelque diagramme clé.

**Figure 6 : Diagramme Cas d'Utilisation**



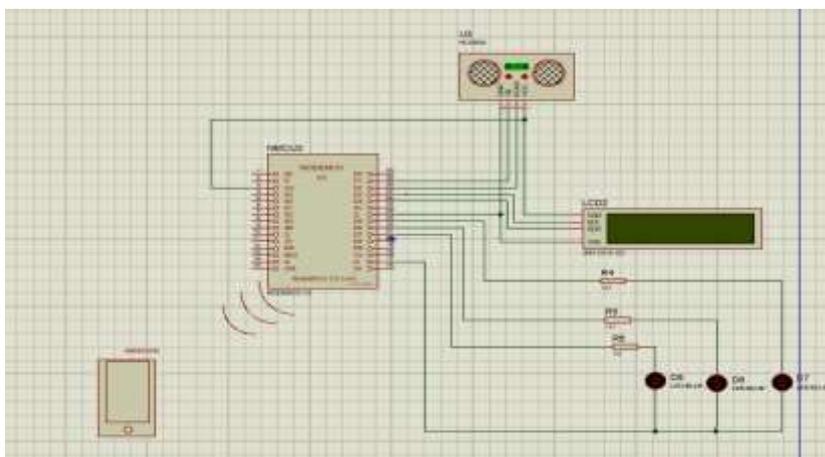
**Figure7** :Diagrammes de déploiement



## RESULTATS

### 1. Architecture globale

Pour réaliser notre système, nous avons connecté nos composants à partir de l'architecture ci-de**Figure 8** : architecture du système

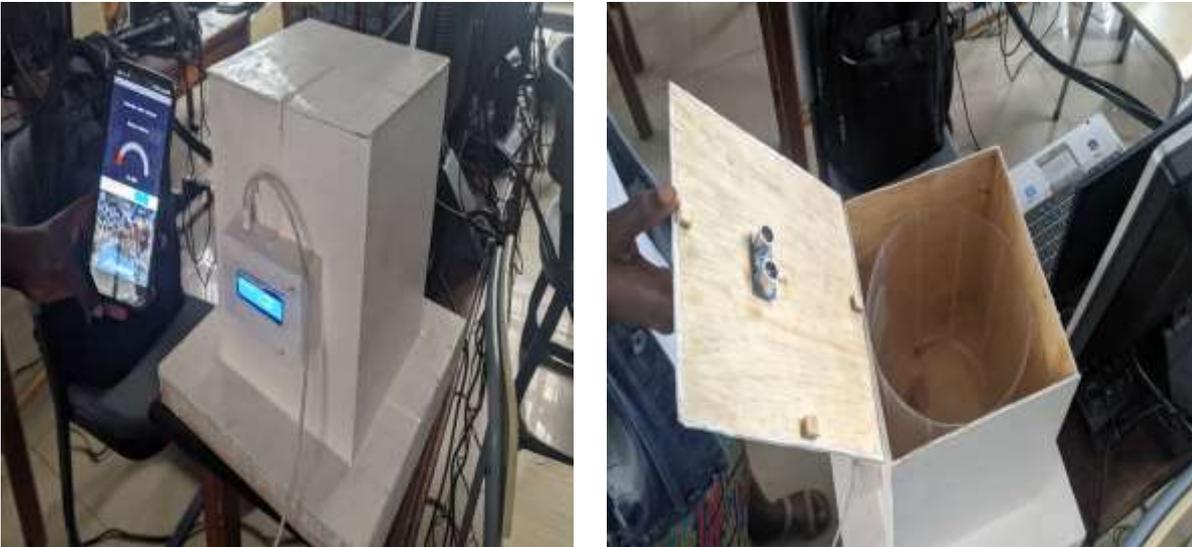


## **2. Présentation des interfaces**

### **A) Du citerne**

*Le réservoir connecté et qui peut aussi afficher le niveau d'eau du réservoir via l'écran LCD et le smartphone à distance.*

**Figure 9 :** *Prototype d'un réservoir connecté*



### **B) Afficher le niveau d'eau dans sur smartphone**

**Figure10 :** *Ici le téléphone affiche le niveau d'eau sur base de la quantité qui se trouver dans le réservoir .*



## CONCLUSION

*Les études empiriques menées à ce jour ont montré que l'intégration d'une application mobile au système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir peut apporter plusieurs avantages, notamment : Une meilleure surveillance du niveau d'eau, Une meilleure prise de décision, Une meilleure communication.*

*Ces avantages peuvent se traduire par une amélioration de l'efficacité et de la précision de la régulation du niveau d'eau. L'intégration d'une application mobile peut également permettre de réduire les coûts de gestion du réservoir et d'améliorer la sécurité.*

*Néanmoins, il est important de noter que l'intégration d'une application mobile à un système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir nécessite une planification et une mise en œuvre minutieuses. Il est également important de tenir compte des besoins des utilisateurs et des contraintes du système.*

*En conclusion, l'intégration d'une application mobile au système de régulation du niveau d'eau d'un réservoir est une approche prometteuse qui peut apporter des avantages significatifs.*

## **1. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Adnene TLILI, S. K. (2014/2015). *Asservissement et régulation. Cours Département Génie mécanique. Université de Iset: Nabeul.*
- Ali, D. (2020). *Réservoirs de stockage et. Institut des Sciences de la Terre et de l'univers.*
- Andromo. (2022, 02 14). *native-app-development-all-you-need-to-know. Récupéré sur andromo: <https://www.andromo.com/fr/blog/native-app-development-all-you-need-to-know/>*
- Anonyme. (2021, 08 01). *Curiosités électroniq. Récupéré sur Spécifications de la carte MCU du nœud ESP8266 et descriptions des broches. Questions fréquemment posées concernant la carte WI-FI esp8266 node MCU: <https://www.electronicscuriosities.com/2021/08/esp8266-node-mcu-board-specifications.html>*
- Bennacer, A., & Ferkha, M. (2017). *etude et simulsation d'un régulateur de controle de niveau d'eau. Revue des Energies Renouvelables, Vol. 17, No. 2, pp. 157-164, 2018.*
- Bertrand, P. (2023, 11 19). *mesure-niveau-hydrostatique. Récupéré sur [blog.wika.fr: https://blog.wika.fr/savoir-faire/mesure-niveau-hydrostatique/?doing\\_wp\\_cron=1700385786.9699590206146240234375](https://blog.wika.fr/savoir-faire/mesure-niveau-hydrostatique/?doing_wp_cron=1700385786.9699590206146240234375)*
- Chen, H., Wang, Y., & Xu, Y. (2022). *The impact of mobile application integration on the performance of reservoir level control system. Water Resources Research, 58(10), e2022WR03078.*
- Chen, J., & Zhang, Y. (2017). *Reservoir operation optimization using reinforcement learning. Water Resources Research, 53(1), 350-364.*
- Fernandez, A. (2022, aout 29). *Les méthodes agiles. Récupéré sur [piloter: https://www.piloter.org/projet/methode/rad.htm](https://www.piloter.org/projet/methode/rad.htm)*
- Gérard. (2022, Avrir 28). *systeme de mesure de niveau d'eau bas sur arduino. Récupéré sur [robotique.tech: http://www.robotique.tech](http://www.robotique.tech)*
- H., Z., Li , J., & Chen, H. (2023). *The impact of mobile application integration on communication and collaboration in reservoir management. Water Resources Management, 37(14), 4803-4818.*
- Hinddans, C. M. (2020). *Controle et supervision d'un reseau de distribution d'eau potable.*
- Ilyes, G., & TEMMAM Zoubir. (2028, juillet). *Etude et identification d'un procédé de. Memoire de master professionnel. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, Algérie: UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA.*

- imagine-developpement*. (2021, 09 11). *application-hybride*. Récupéré sur *.imagine-developpement.net*: <https://www.imagine-developpement.net/developpement-logiciel/application-hybride>
- jackon*. (2021, 08 01). *Curiosités électronique*. Récupéré sur *Spécifications de la carte MCU du nœud ESP8266 et descriptions des broches*. Questions fréquemment posées concernant la carte WI-FI esp8266 node MCU: <https://www.electronicscuriosities.com/2021/08/esp8266-node-mcu-board-specifications.html>
- LE CAM Quentin, T. M.* (2012). *Interface Android pour la consultation de données envoyées par un capteur*. université de Bretagne occidentale: UFR Sciences.
- Liza, U.* (2018). *recherche-appliquee*. Récupéré sur *questionpro*: <https://www.questionpro.com/blog/fr/recherche-appliquee/>
- lyon*. (2018). *Objet ou système technique Capteur ultrasons*. LODRE: Pôle des Sciences et de la Technologie au collège.
- Marie, T. B.* (2021). *MISE EN PLACE D'UN CLUSTER DE HAUTE DISPONIBILITE DANS UN LAN POUR L'OPTIMISATION DES CHARGE DANS UN RESEAU*. goma.
- PMTIC-labSET-Ulège*. (2017). *PMTIC*. Récupéré sur *environnement numerique mobile*.
- R. Bieda, M. B.* (2017). *Nouveau regard sur les systèmes de réservoirs d'eau comme outils pédagogiques de contrôle*. paris: IFAC-PapersOnLine.
- ROBESTON*. (2023, 08 24). *GENIE CIVIL PDF*. Récupéré sur *Les réservoirs d'eau potable*: <https://geniecivilpdf.com/les-reservoirs-deau-potable/>
- ROQUES, P.* (2011). *UML 2 modéliser une application web*. paris: 4 trieme édition Eyrolles Paris.
- Smith, J.* (2023). *Gestion des réservoirs dans l'agriculture et l'industrie*. *Journal de l'eau*, 10(1), 1-10.
- Vickoff, J.-P.* (2017). *Agile et Scrum en pratique : Une méthode complète pour mieux faire*. Paris en France: Eyrolles.
- Youssfi, M.* (2021, 16 05). *Part-1-Support-Developpement-Mobile-Natif-Android*. Récupéré sur *scribd*: <https://www.scribd.com/document/508082195/Part-1-Support-Developpement-Mobile-Natif-Android>

***AUTEURS***



KALEMA JOSUE DJAMBA.



NTAWANGA IRENE

British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies:

*Engineering and Technology, 5(1), 8-22, 2024*

Print ISSN: 2517-276X

Online ISSN: 2517-2778

<https://bjmas.org/index.php/bjmas/index>

---

Published by the European Centre for Research Training and Development UK