

Etude et conception d'une station météo locale avec des capteurs intelligents

Bourama COULIBALY^{1*}, Awa Soronfé DOUMBIA¹, Kya Abraham BERTHE²
et Marie Bernard SIDIBE³

¹ *Centre de Recherche et de Formation pour l'Industrie Textile (CERFITEX), Département Electricité, Electronique et Automatique (EEA), Ségou, Mali*

² *Université des Sciences Techniques et Technologiques, Faculté des Sciences Techniques, Département physique, Bamako, Mali*

³ *Ecole Nationale d'Ingénieurs, Département de Génie Industriel, Bamako, Mali*

* Correspondance, courriel : bcoulibaly28@yahoo.fr

Résumé

La recherche de solution optimale afin d'améliorer la résilience face au changement climatique est un challenge pour la population et surtout les pays pauvres. Ce projet de recherche porte sur l'étude et la conception d'une plateforme de station météo locale basée sur la technologie des capteurs intelligents Arduino. Ces capteurs récupéreront les informations météorologiques comme : la température et l'humidité de l'air, du sol, la force du vent, le degré d'ensoleillement, la quantité de pluie etc. La méthode utilisée consiste à mesurer la température et l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, vitesse du vent, et la présence de la pluie et envoyer toutes ces informations vers une base de données Firebase par un Wi-Fi Shield. Les capteurs d'humidité, de température, de détection du jour et la nuit, de détection de la présence de la pluie utilisent les lois de la dynamique des fluides et de la chimie de l'atmosphère pour assimiler les données météorologiques disponibles sur une grille de calcul et projeter leur évolution dans le temps. Une application mobile a été développée sur Ionic qui nous permet d'assurer l'accès aux informations en temps réel. La plate-forme météorologique réalisée prend les mesures et les envoie à l'aide de WIFI-Shield, lorsque les données sont reçues, elles sont stockées dans la base de données et, finalement, ces mesures peuvent être consultées à partir de n'importe quel endroit dans le monde utilisant une application Web compatible sur n'importe quel smartphone. Cet article contribue à l'amélioration d'une station de météo locale en utilisant les capteurs intelligents. De plus l'utilisateur a accès à ces informations partout à faible coût par rapport aux stations classiques.

Mots-clés : *changement climatique, capteurs intelligents, données météorologiques.*

Abstract

Study and design of a local weather station with smart sensors

Finding an optimal solution to improve resilience to climate change is a challenge for people and especially poor countries. This research project involves the study and design of a local weather station platform based on Arduino smart sensor technology. These sensors will collect meteorological information such as: temperature and humidity of air, soil, wind strength, degree of sunshine, amount of rain etc. The method used is to measure air temperature and humidity, atmospheric pressure, wind speed, and

the presence of rain and send all this information to a Firebase database by a Wi-Fi Shield. Humidity, temperature, day and night detection, rain detection sensors use the laws of fluid dynamics and atmospheric chemistry to assimilate the meteorological data available on a grid of calculation and project their evolution over time. A mobile application has been developed on Ionic which allows us to provide access to information in real time. The realized meteorological platform takes the measurements and sends them using WIFI-Shield, when the data is received, it is stored in the database and, ultimately, these measurements can be viewed from anywhere. Which place in the world using a compact web application on any smartphone. This article contributes to the improvement of a local weather station using smart sensors. In addition, the user has access to this information everywhere at low cost by adding to conventional stations.

Keywords : *climate change, smart sensors, weather data.*

1. Introduction

Les observations météorologiques débutent au XX^e siècle avec le progrès en matière de prévision [1, 6]. Dès 1960, les observations se font à partir des satellites [1, 2]. Et les données météorologiques sont archivées et stockées dans des bases de données [7, 8]. Afin d'être utilisées dans les modèles numériques de prévision du temps ou d'évolution du climat. La station météorologique est donc un ensemble d'appareils (capteurs) qui enregistrent et fournissent des mesures physiques et des paramètres météorologiques liés aux variations du climat [4, 5]. Les stations météorologiques sont utilisées dans les domaines de l'agriculture pour la surveillance des paramètres climatiques favorables aux cultures, de la sécurité routière pour la surveillance des conditions d'adhérence des véhicules sur la chaussée, des obstacles météorologiques à la circulation [1, 3], etc. Elle permet de quantifier le cycle de l'eau, de prévoir le temps, de simuler des processus environnementaux complexes et de prédire les dangers naturels comme les ouragans et les tornades [2, 3]. La nécessité d'obtenir des informations en temps réel sur les paramètres environnementaux locaux est très importante [9, 10]. Avec cet article nous fournissons ces informations de manière simple à toutes les personnes qui veulent être informé sur la situation météorologique d'une manière régulière dans les champs. Cet article commence par une description de la zone d'étude, les matériels et méthodes sont décrits, une conception de la station et des bases de données sont réalisées et les données reçus par la station locale sont traitées et analysées, les résultats obtenus par le traitement et analyse des données sont discutés et nous terminerons par une conclusion.

2. Description de la zone d'étude aussi le lieu des tests

Le Mali-Sud (*Figure 1*) ou zone cotonnière est la principale région agricole au Mali. Il couvre la région administrative de Sikasso, le sud des régions de Ségou et Koulikoro, le sud-est de la région de Kayes sur environ 150 000 km². Le Mali-sud est sous encadrement agricole de la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT) et de l'Office de la Haute Vallée du Niger (OHVN) depuis les années 1970 [11].

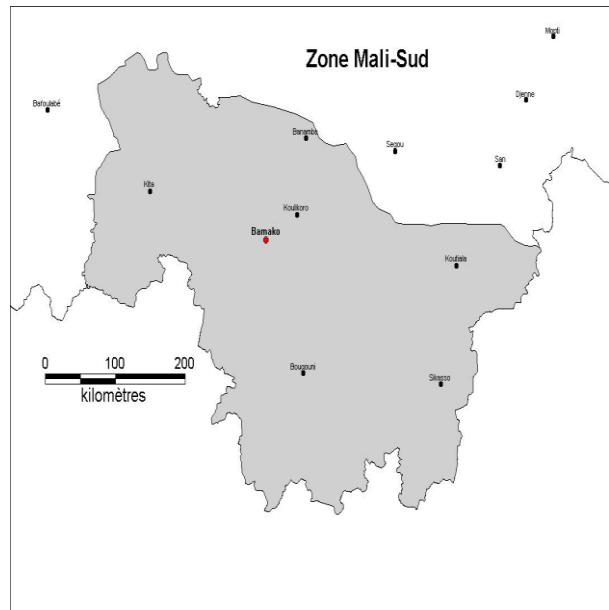


Figure 1 : *Zone Mali-Sud (Source CIRAD (fevrier2012) "Un rapport de l'Observatoire des Agricultures du Monde" p.12)*

Nous avons choisi Sikasso la troisième région administrative du Mali et Avec une superficie de 71790 km² soit 5.8 % du territoire national [11]. Sikasso est la première région productrice du coton au Mali plus précisément cercle de Yorosso premier producteur du coton de Sikasso en 2019 la station locale donne une précision sur les périodes d'utilisation de l'herbicide car elle nous renseigne sur l'état d'humidité du sol. La classe des pesticides la plus importante est de loin celle des herbicides. Leur élimination dans l'agriculture causerait des pertes de culture qui résulteraient en de graves problèmes économiques et humains. Tout programme de réduction de l'utilisation des herbicides doit donc assurer la protection de l'environnement agricole tout en maintenant la productivité des cultures, deux priorités de notre société.

3. Matériel et méthodes

3-1. Matériel

Le choix de matériels pour une station météo dépend de son caractère manuel ou automatique [12]. Une station automatique comporte un certain nombre d'instruments reliés à un processeur central préprogrammé. Ce dernier stocke les données soit dans un enregistreur de données, soit en fait la transmission par câble ou par ondes radio vers un ou plusieurs lieux d'exploitation plus ou moins éloignés. Le nombre de capteurs varie selon les besoins. les Capteurs Intelligents sont des dispositifs matériels dans lesquels coexistent les capteurs et les circuits de traitement, et leurs relations avec des couches de traitement supérieures vont bien au-delà qu'une simple "transduction de signal" [13]. Les capteurs intelligents rendent l'intégration des systèmes logiques a rendre plus compacts (réduction de volumes et de poids), plus fiables, mieux répartis (possibilité de communication numérique ou non) et aussi meilleurs marchés [14]. Pour réaliser notre plateforme automatique, nous avons utilisé :

- une carte ArduinoUno,
- un module wifi,
- un module horloge RTC,

- un capteur de température et d'humidité d'air
- un capteur de détection de pluie,
- un capteur d'humidité du sol,
- une photorésistance.
- DHT11: Ce capteur nous permet de récupérer les informations concernant la température et l'humidité atmosphérique.
- MH-RD : Capteur qui nous permet de détecter la présence de pluie.
- YL : Ce capteur nous permet de tester l'humidité du sol. Il nous permet de savoir le degré d'humidité du sol.
- LDR : qui est une photorésistance nous permettant déduire si le ciel est nuageux, ensoleillé ou s'il fait nuit.
- Module RTC permet de renvoyer l'heure du lieu où se trouve la station de base.

3-2. Méthode

La méthodologie utilisée consiste à mesurer les cinq (5) paramètres clés pour déterminer le climat en temps réelles. Les données recueillies sont stockées dans une base de données Firebase via un WIFI Shield. En fin une application téléphonique est développée sur Ionic, qui affiche l'information à temps réel. Les cinq (5) paramètres clés à mesurer sont :

✓ *La température de l'air*

La température est la grandeur physique qui caractérise de façon objective la sensation subjective de chaleur ou de froid laissée par le contact de l'air.

✓ *L'humidité*

L'humidité c'est le rapport de la pression effective de la vapeur d'eau à la pression maximale.

✓ *La pression atmosphérique*

✓ *Les précipitations*

Les précipitations désignent tous les météores qui tombent dans une atmosphère et il peut s'agir de solides (neige, grêle) ou de liquides (pluie) selon la composition et la température de ces derniers

✓ *L'ensoleillement*

L'ensoleillement est la mesure du rayonnement solaire que reçoit une surface au cours d'une période donnée

4. Résultats

Après la mise en place de notre base de données et les différents tests réalisés, nous obtenons la maquette suivante :

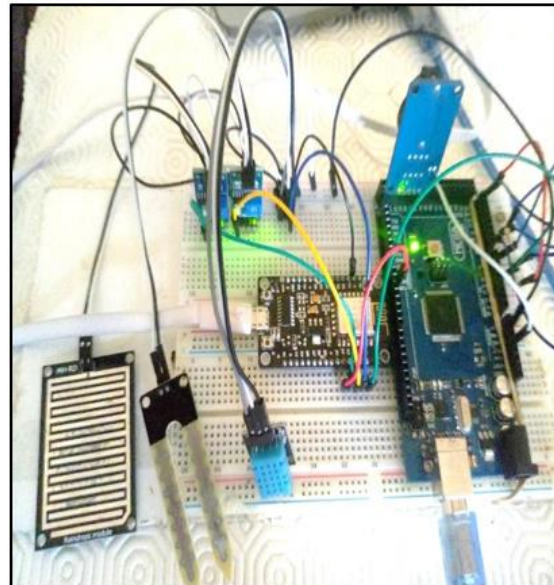
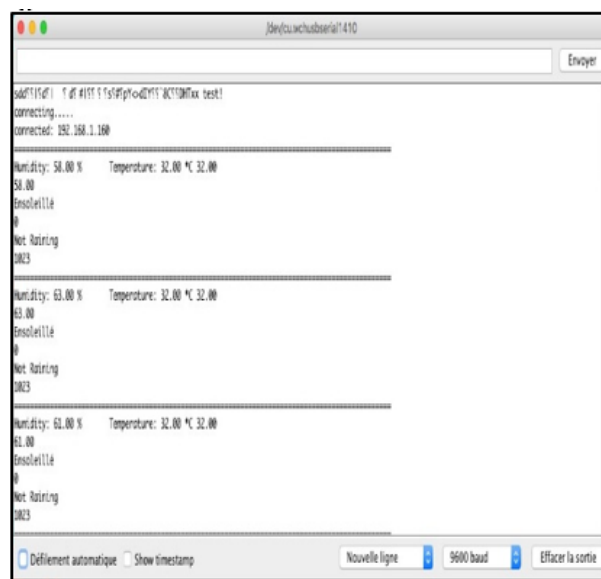
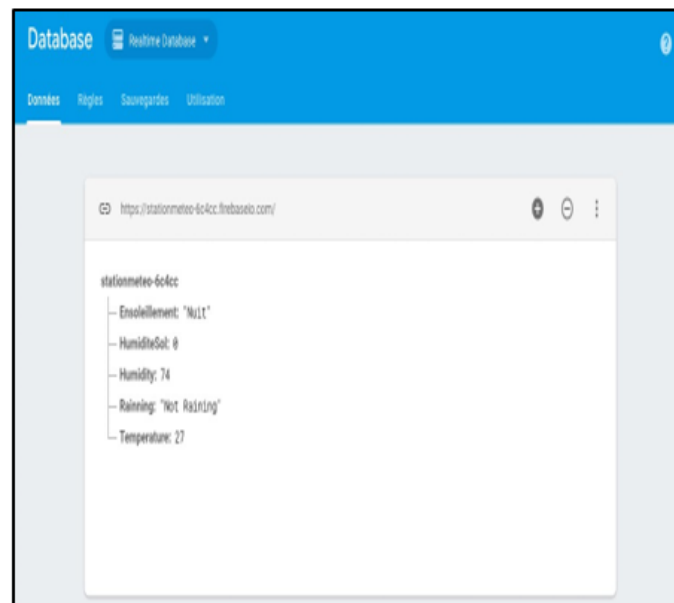


Figure 2 : Prototype de la station météo locale

La carte ESP grâce aux capteurs récupère les informations.



Et les envoie dans la base de données Firebase en se connectant via un point d'accès. Les informations sont hébergées sous la forme de données brutes déstructurées (base de données NoSQL)



Et une fois ces informations stockées dans Firebase, l'application mobile y a accès. Une carte ArduinoUno alimentée par une batterie externe assure l'alimentation des capteurs et de la carte ESP.

4-1. Réalisation de l'application par les utilisateurs en temps réel

L'accès à la plate-forme en temps réel étant une nécessité, nous avons développé une application mobile, qui donne à l'utilisateur l'accès aux informations que fournit la plateforme en temps réel [3].



Figure 3 : Interface de l'application mobile

5. Discussion

5-1. Force de la plate-forme par rapport à la station météo classique

✓ *Coût de réalisation faible*

Pour la réalisation de notre station, les composants essentiels étant la carte ESP et les capteurs nous ont coûté environ 25 €.

D'après le site une station météo basique coûte entre 40 € et 50 €.

✓ *Maintenance facile*

Notre station est conçue grâce à des cartes et capteur Arduino qui sont simples d'utilisation.

✓ *Données accessibles partout et en temps réel.*

Les mesures relevées par les capteurs dès qu'ils sont stockées dans la base de données sont consultables à tout moment de la journée depuis un smartphone, une tablette ou un ordinateur, même à distance. L'accès aux données s'effectue en mode offline grâce à Firebase.

✓ *Accepte l'intégration de nouveaux composants.*

L'ajout des nouveaux composants (capteurs) ne nécessite pas de modifications majeurs.

✓ *Interaction avec d'autres objets connectés dans la maison.*

Comme toute Station Météo Connectée, notre station peut aussi s'intégrer dans une installation domotique existante. Cela ouvre des possibilités de scénarios comme l'interaction avec des fenêtres électriques qui s'ouvrent quand la température monte ou que la qualité de l'air intérieur est médiocre, etc.

✓ *Pas de nécessité d'infrastructure supplémentaire*

Nous n'avons pas besoin d'acheter des serveurs pour le stockage et la sécurité des données.

✓ *Multi-usage*

Cette station est multi-usage car son utilisation dépend de son utilisateur. Il peut l'installer dans la maison ou même dans le jardin.

5-2. Faiblesse par rapport à la station météo classique

✓ *Décalage au niveau de l'envoi des informations récupérées par les capteurs dans Firebase :*

Les cartes Arduino sont programmées en langage C (C++) qui s'exécute de manière séquentielle de plus dans le programme nous utilisons des temporisations pour donner le temps à la carte de lire chaque capteur.

✓ *Station locale limitée en termes de zone couverte :*

La zone de couverture est limitée à quelques mètres.

✓ *Connexion internet nécessaire :*

Le stockage étant assuré par Firebase qui est un ensemble de services d'hébergement en ligne alors l'utilisation de l'internet est nécessaire pour le stockage des données.

✓ *Alimentation non autonome*

6. Conclusion

La combinaison des informations discutées nous a aidé à développer la plate-forme métrologique. Nous avons réalisé un système de mesure en temps réel de l'ensemble des phénomènes physiques à base d'une carte Arduino UNO comme une station météo. Dans cet article, nous nous sommes concentrés sur la conception et la réalisation d'une station météo pour l'acquisition des données grâce à quatre capteurs : température /humidité, pression, quantité d'eau et vitesse du vent. Cet article présente une technologie plus moderne et

innovante dans le domaine météorologique écologique à moindre coût, et permet aux utilisateurs d'avoir une météo personnalisée plus efficace. Toute fois la présente solution a certaine faiblesse. Dans ce contexte, des perspectives d'améliorations peuvent être proposées afin de palier. A savoir :

- ✓ concevoir un système d'alimentation autonome ;
- ✓ utiliser le module GSM pour envoyer les données.
- ✓ créer des alertes personnalisées en cas de relevés météorologiques particuliers.
- ✓ changer langage de programmation en NodeJS.

Références

- [1] - library.wno.int, "guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques," chapitre OMM-N 8 ANNEXE 1.B Classification de sites pour les stations terrestre d'observation, (2014)
- [2] - SLG Instruments S.A.R.L. "Stations météo automatiques professionnelles" pp 5 et 6 www.slg-instruments.com
- [3] - Station météorologique automatique [Online]. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_m%C3%A9t%C3%A9orologique_automatique [Consulter en Juin2019]
- [4] - <http://gilles.thebault.free.fr/spip.php?article47>, (consulter le 05/05/2018)
- [5] - https://www.gotronic.fr/art-module-capteur-de-niveau-d-eau-st045-26116.htm#compte_desc, (consulter le 05/05/2018)
- [6] - Le Mag Web4. 10 Juillet 2015 <https://lemag.agenceweb4.ch/site/fr/lemag-web4?tag=1> (Consulter le 07/05/2018)
- [7] - <https://www.gotronic.fr/art-module-ethernet-shield-2-arduino-23299.htm> (consulter le 07/05/2018)
- [8] - KAREN ROSE, SCOTT SCOTT, LYMAN CHAPIN, «The internet of things An Overview», (Octobre 2015) 7 - 10 p.
- [9] - History of Home Weather Stations [Online]. Available:<https://www.acurite.com/learn/history-of-home-weather-stations>, (Accessed 09-06-2017)
- [10] - <http://gilles.thebault.free.fr/spip.php?article47>, (consulter le 05/05/2018)
- [11] - CIRAD, "Un rapport de l'Observatoire des Agricultures du Monde", (fevrier2012) 12 p.
- [12] - PIERRE GRÉGOIRE et MICHEL LEROY, "Technique de l'ingénieur, Mesure en météorologie" référence, 42540210-r3050
- [13] - VINCENT LUYET, HENRI BOSSERT et all " station météo ", (2015) 3 p.
- [14] - D. PLACKO et al. "Mesure et Instrumentation - Du composant élémentaire au système", Editions Hermès, Vol. 2, (2000) 264 - 280 p.
- [15] - J. M. FAVENNEC, " Smart sensors in industry", *J. Phys. E. : Sci. Instrum.*, 20 (1987) 1087 p.