



Université d'Abomey-Calavi
Institut national de l'Eau

CENTRE D'EXCELLENCE D'AFRIQUE POUR L'EAU ET L'ASSAINISSEMENT



CEA-IMPACT BENIN

RAPPORT

SÉMINAIRE MENSUEL SUR
L'INNOVATION/ENTREPRENEURIAT AU PROFIT DES
ÉTUDIANTS ET CHERCHEURS DU C2EA

NOVEMBRE 2023



Association of
African Universities
Association des universités africaines
مؤسسة كبرى في أفريقيا لتعاون الجامعات



WORLD BANK GROUP



AFD
AGENCE FRANÇAISE
DE DÉVELOPPEMENT

1 Introduction

Dans le cadre de la mise en œuvre des activités du programme postdoctoral du Centre d'Excellence pour l'Eau et l'Assainissement (C2EA), plusieurs initiatives visant à promouvoir la science sont planifiées au sein de l'Institut National de l'Eau. Le séminaire mensuel constitue l'une des missions attribuées aux post-doctorants, ayant pour objectif d'animer les activités scientifiques au sein de l'institut National de l'Eau. Dans cet esprit, les post-doctorants ont élaboré un programme de séminaires mensuels sur 10 mois. Le deuxième séminaire s'est tenu le mercredi 29 novembre 2023 à l'INE, précisément dans la salle B1, de 9h à 11h. Il est à noter que le séminaire mensuel est organisé chaque dernier mercredi du mois. Ce séminaire se caractérise par un format hybride, étant orchestré à la fois en présentiel et en ligne. La participation était ouverte aux post-doctorants, aux doctorants, aux étudiants, ainsi qu'à quelques acteurs influents du secteur de l'eau. Le thème de ce séminaire était « Prévission des extrêmes hydroclimatiques ». Au cours de cet événement, trois présentations ont été réalisées. La première portait sur la « Prédiction des hauteurs d'eau journalières du lac Nokoué basée sur une mémoire à long terme à court terme », présentée par Namwinwelbere DABIRE. La deuxième présentation a été animée par Luc P. SOSSOU sur la « Prévission des risques de crues de l'Ouémé avec un modèle neuronal d'apprentissage supervisé », et la dernière présentation portait sur « l'Optimisation des systèmes de prévission des crues GloFAS et FANFAR sur le bassin de l'Ouémé au Bénin, en Afrique de l'Ouest », présentée par le Dr. Jean HOUNKPE.

2 Cérémonie d'ouverture du séminaire

Le séminaire mensuel a effectivement débuté le mercredi 29 novembre 2023 à 9h15. La journée a commencé par une cérémonie d'ouverture au cours de laquelle le Dr. DJIOUESSI Belfrid, post-doctorant à l'Institut National de l'Eau dans le cadre du CE2A, a prononcé des mots de bienvenue, suivis du lancement des activités par le Dr. BOSSA Aymar, assistant en gestion de projets au C2EA et enseignant chercheur à l'Institut National de l'Eau, au sein du département Eau pour l'Agriculture et la Société (EAS).

Dans son discours introductif, le Dr. BOSSA a exprimé sa gratitude envers tous les participants présents dans la salle et en ligne pour avoir répondu à l'invitation. Il a souligné que ce séminaire constitue un espace propice pour renforcer la synergie entre les doctorants, les étudiants en master et les post-doctorants, dans le but de favoriser une animation scientifique au sein de l'INE. Il a félicité l'initiative et formulé le vœu que des programmes de webinaires similaires se développent au niveau national et international, contribuant ainsi à valoriser l'expertise des enseignants de l'INE dans le domaine de l'eau, en relevant les défis tant au niveau national qu'international. Il a souligné que c'est un creuset qui favorisera l'émergence de thématiques de recherche au niveau des étudiants.

3 Présentation 1

La première présentation a été assurée par Namwinwelbere DABIRE. Il disposait de 15 minutes pour exposer les principaux résultats de ses travaux de recherche sur le thème "Prédiction des hauteurs d'eau journalières du lac Nokoué basée sur une longue mémoire à court terme". La structure de sa présentation comprenait une introduction, les matériaux et méthodes, les résultats et la discussion, et enfin, la conclusion et les perspectives.

Le milieu d'étude choisi était le lac Nokoué, avec une superficie de 150 à 170 km². L'objectif de l'étude était de contribuer à la prédiction des variations des hauteurs d'eau du lac Nokoué et de fournir un modèle d'apprentissage automatique efficace et fiable pour simuler ces variations. Les données collectées comprenaient des données de pluie journalière de 1996 à 2022 et des données de hauteurs d'eau du lac de 2015 à 2022. Les outils de traitement des données utilisés étaient Python et QGIS. La méthodologie adoptée par l'étudiant pour atteindre ces objectifs comprenait les étapes suivantes :

- Construction d'un modèle d'apprentissage automatique ;

- Mise en place de l'architecture du modèle LSTM ;
- Analyse des critères d'efficacité en utilisant les formules de NASH, RMSE, MAE et le R2.

Grâce à cette démarche méthodologique, l'étudiant a analysé la variation spatio-temporelle des pluies et des hauteurs d'eau du lac Nokoué. Il a présenté un tableau avec les valeurs des critères de performance pour les différentes phases de modélisation LSTM en fonction du temps de prédiction. En conclusion, l'utilisation de la technique du réseau neuronal récurrent, notamment le LSTM, sur des données hydroclimatiques journalières du lac Nokoué, a permis de créer un modèle exprimant la non-linéarité de la relation (pluie-hauteur d'eau) pour la prédiction des hauteurs du lac Nokoué. Il a démontré, sur des événements historiques utilisés comme base d'apprentissage et de test, sa capacité à résoudre la non-linéarité et à surpasser la qualité de la base de données collectée, même avec des événements non calés, ce qui montre son importance pour notre zone d'étude.

En perspective, nous avons débuté son expérimentation sur les données futures NetCDF de la NOAA afin de mieux comprendre son efficacité dans la prédiction des données. Nous cherchons à rechercher une matrice d'impact afin de définir des seuils d'alerte raisonnables ou, à défaut, compléter l'étude par une analyse fréquentielle avec des seuils d'alerte de 10, 50 et 100

4 Présentation 2

La deuxième présentation a été animée par le doctorant Luc SOSSOU sur le thème "Prévision des risques de crues de l'Ouémé avec un modèle neuronal d'apprentissage supervisé". La structure de sa présentation comprenait le contexte de l'étude, la zone d'étude, la méthodologie, les résultats et la discussion, et enfin, la conclusion et les perspectives. L'objectif de l'étude était de prévoir le risque d'inondation à Zagnanado et Bonou à partir des informations recueillies quelques jours auparavant dans le passé en développant des modèles basés sur les réseaux de neurones artificiels (RNA). Pour atteindre cet objectif, une méthodologie a été adoptée. Les données collectées concernent les débits journaliers de 1986 à 2021 à Zagnanado et de 1952 à 2021 à Bonou à DG-Eau, avec l'utilisation des données de test de 2018-2021. Une méthode probabiliste (CDEN) d'estimation des paramètres de la densité conditionnelle du débit a été utilisée, suivie d'un modèle de neurone pour l'apprentissage supervisé. Les résultats ont permis de montrer que le meilleur indicateur (en termes de débit) pour la prévision des risques liés aux inondations à Bonou est le débit à Bonou. En utilisant uniquement le débit à Bonou, il a pu réaliser une prévision efficace des risques d'inondation à Bonou aux différents horizons de prévisions. En revanche, en utilisant le

débit à Zagnanando en amont de Bonou, on peut prévoir les dépassements de seuil d'alerte à Bonou, mais moins efficacement que lorsqu'on utilise le débit à Bonou directement. L'importance d'un tel modèle réside dans sa capacité à dépanner lorsque, pour une raison quelconque, l'information sur le débit à Bonou ne serait pas disponible. L'association de tous ces modèles permettra une meilleure prévision des risques liés aux crues du fleuve Ouémé au Bénin.

5 Présentation 3

La présentation a été dirigée par le Dr. HOUNKPE Jean sur " l'optimisation des systèmes de prévision des crues GloFAS et FANFAR dans le bassin de l'Ouémé au Bénin, en Afrique de l'Ouest". Le plan de la présentation comprenait la description des deux systèmes de prévision, les réussites (cas de succès), la méthode d'évaluation des performances et d'optimisation, ainsi que les résultats des analyses de performances. Le système GloFAS est un système utilisé à l'échelle mondiale qui permet la collecte des données de pluie journalière n'importe où dans le monde une fois que les coordonnées ont été précisées. Le système a connu des cas de succès dans plusieurs pays tels que le Bangladesh, le Pakistan et le Niger. Le modèle FANFAR, conçu pour l'Afrique de l'Ouest, a également montré des résultats très intéressants au Niger. Pour l'évaluation des performances des deux systèmes, deux méthodes ont été utilisées : l'évaluation de la performance hydrologique en simulation simple des débits et l'évaluation de la qualité prévisionnelle des inondations. Concernant l'optimisation des prévisions hydrologiques, sept méthodes ont été évaluées, à savoir la cartographie des quantiles (Qmap), la correction de la variance (cor_var), la correction de l'échelle (cor_scale), le quantile mapping généralisé (EQmap), les modèles linéaires de régression polynomiales d'ordre 1, 2 et 3, ainsi que la méthode de mise à jour des prévisions. Les résultats obtenus démontrent que le système GloFAS présente les meilleures performances hydrologiques en fonction du temps de prévision. De plus, les courbes d'observations et de prévisions passées à Bonou du système GloFAS s'ajustent parfaitement à la réalité. En revanche, des résultats moins concluants ont été observés avec le système FANFAR en utilisant les données de la station Ahlan. Il est à noter qu'actuellement, au sein du SAP, le système de prévision des inondations est GloFAS.

6 Séance de questions pour les présentations

6.1 Présentation 1

Après la présentation, des questions ont été posées par l'assistance pour une meilleure compréhension du sujet :

- À la diapositive 12, avons-nous des hauteurs d'eau ou l'intensité de pluie ?
- Pourquoi le choix des 80 et 20 % pour les données ? Sur quelle base le choix de ces valeurs ?
- Pourquoi le modèle sélectionne les jeux de données de façon aléatoire ?
- Au niveau des résultats, il y a une période plate, est-ce une donnée manquante ?
- Quel a été le traitement au niveau des données manquantes ?
- En quoi consiste la mise à l'échelle ?

6.2 Présentation 2

Après la présentation des questions ont été posés par l'assistance pour une meilleure compréhension du sujet :

- Qu'est-ce que le modèle apporte de nouveau ?
- Concernant l'utilisation des données de Zagnanando pour Bonou, est-ce qu'il y a des réflexions pour améliorer la méthode ?
- La zone d'étude, le réseau hydrographique en dehors du Benin, est-ce qu'il y a une information à montrer ?

6.3 Présentation 3

Après la présentation des questions ont été posés par l'assistance pour une meilleure compréhension du sujet :

- Pourquoi les performances de GloFas sont si faibles à Atcherigbe et Dome ?
- Qu'est-ce qui explique les écarts entre les deux modèles ?
- Comment peut-on apprécier l'occurrence des inondations ?
- Plus de détails sur comment obtenir les données avec le système GloFas ?
- Pourquoi les prévisions de FANFAR sont moins bonnes que ceux de GloFas, malgré qu'il soit un modèle spécialement créé pour l'Afrique de l'Ouest ?

- Pourquoi le modèle FANFAR était-il meilleur au Niger ?
- Quel est le lien entre le modèle utilisé par le Dr HOUNKPE et le modèle du doctorant Luc ?
- Pourrait-on créer des cartes qui montrent les zones à risques d'inondation à partir des modèles de prévision ?

7 Les réponses de chaque présentation

7.1 Présentation 1

Le choix des valeurs de 20% et 80% découle de la littérature, impliquant l'utilisation d'une grille et de la validation croisée. La validation s'opère séquence par séquence. Lors de la division des données, la décision a été prise en faveur de 80%, car l'algorithme nécessite 75% pour l'entraînement du modèle.

Les données manquantes ont été exclues. Pendant la période de 1998 à 2015, où un grand nombre de données manquantes étaient présentes, la série de données manquantes a été retirée.

La descente linéaire s'explique par le fait qu'une même valeur a été obtenue sur une période de 10 jours, avec un écart très faible entre les données.

La station de pluie de Cotonou, plus proche de notre zone d'étude, n'a pas pris en compte toutes les données de la série, car le modèle ne peut pas les intégrer entièrement.

En ce qui concerne la mise à l'échelle, compte tenu de la variabilité des données avec des valeurs faibles, une moyenne est effectuée avec un accent particulier sur l'écart. Les valeurs de pluie sont ensuite ajustées aux valeurs de hauteur d'eau.

7.2 Présentation 2

En comparaison au modèle de Bonou qui existe déjà, en fonction des données disponibles faire des prévisions fixe et intéressant, utiliser les données de la station concernée pour avoir les prévisions de la station.

La carte est là juste pour montrer le bassin du Bénin.

Sous réserve d'avoir une base de données raisonnable, il y a d'autres modèles de prévisions qui utilisent peu de données c'est le cas du modèle à neurone. IL faut soit une longue série de données ou il faut prendre différents types de données.

IL y a des travaux en cours pour pouvoir parfaire l'utilisation du modèle, Il faut pouvoir apporter une amélioration à l'existant.

7.3 Présentation 3

Cela est dû à la faible superficie du bassin, plus le bassin est grand, meilleure est la prévision.

Les données sont disponibles en ligne. Il suffit de fournir les coordonnées, et le réseau pourra vous fournir les données du site.

Pour évaluer l'occurrence des inondations, on se base sur les différentes bandes colorées. Chaque couleur exprime un niveau de vulnérabilité, et dans le cas de l'orange, cela signifie qu'il est temps de prévenir la population. L'utilisation de l'analyse fréquentielle prend en compte les périodes de retour à court terme.

Le modèle FANFAR n'a pas été calé sur les données de tous les bassins de l'Afrique de l'Ouest.

Il était efficace au Niger, car le concepteur du modèle était présent dans le projet. Pour le bassin au Bénin, bien qu'il ait été invité à collaborer, malheureusement, il n'était pas disponible.

Le doctorant cherche déjà à intégrer ces résultats dans le modèle du Dr. HOUNKPE pour améliorer les prévisions. De plus, le modèle pourrait être intégré dans le SAP.

La création d'une carte à partir des données nécessite la collaboration de nombreux spécialistes et la mise en place d'un projet afin de déterminer des cartes plus utiles pour la population. De nombreux paramètres doivent être pris en compte pour la réalisation de telles cartes.

8 Mot de fin

Le séminaire a été clôturé par le Dr. BOSSA Aymar, qui a une fois de plus remercié tous les participants à la séance. Il a partagé son avis global sur le séminaire, soulignant son excellente organisation et le bon déroulement de l'événement. Il a également exprimé sa gratitude envers l'équipe d'organisation. Enfin, il a encouragé les étudiants à être toujours présents et nombreux lors des prochains séminaires. Ces occasions leur permettront d'explorer des sujets de recherche pertinents pour la conclusion de leurs études.
























9 Annexes

Annexe 1 : liste de présence physique

①

Liste de présence.

Seminaire mensuel du mois de Novembre
dans le cadre des activités du C2EA.

Noms et Prénoms	Contacts / Formation/Poste	Signature.
1- AFPEWE Jules	66570469 / Hydrologie / Doctorant	
2- HOUNKPEATE Modéran	61875693 / Hydrologie / Masterant	
3- GLOWJO ERIC	64922521 / Ecohydrologie / Masterant	
4- KPEKEREKOU Gabin	61426725 / Ecohydrologie / Masterant	
5- TOTIN M. Samuel	65740725 Hydro-Géo / Masterant	
6- KOBZO Blévine	97632770 Hydro-Géo / Masterant	
7- DSSOU Yovo Lérandia	67080223 Ecohydrologie / Masterant	
8- DJASSOU Eximidit	64936561 Hydroinfo / Masterant	
9- DJAGLE Carmelle	66673551 Ecohydrologie / Masterant	
10- MATCHÉ Danielle Audrey	50504857 / Hydrologie / Masterant	
11- KONE ZIKANI KRÉDUMI	50489249 / Hydrogéologie / Masterant	
12- KOUDEGNAN Mariello	67886954 / Hydrologie Quantitative / Masterant	
13- NDIKI Esther Lise	58766130 / Hydro-Informatique / Masterant	
14- CHIAMBOLA Mouchichah Amali	62525439 / Hydrogéologie / Masterant	
15- HOUNFIE Ginette	61400158 / Hydroquant / Masterant	
16- AHOUANTO Maxime Tagnon	66977648 / Hydroquant / Masterant	
17- TISSOU FARRALA	67663480 / Ecohydrologie / Masterant	
18- CISEDRAO Mariam	50739025 / GRME / Masterant	
19- VOJUNGBO Eliès	61275927 / Hydro-Géo / Masterant	
20- TCHATHOM N. N'nié	58720717 / Hydro-Info / Masterant	
21- AKPINFA A. Carlos	97931100 / Hydro-Info / Master 2	
22- OURO-LOWAN Ilyame	50203406 / Ecohydrologie / Masterante	
23- ATAKOUN Cypel	94533844 / GRME / Masterant	
24- AZAGDUN Vinasse Y.A	66223220 / CERVOA/UL / Doctorant	
25- BOKOUNGOU Benjamin	56053540 / Hydrologie / Doctorant	
26- WOBAGUI Allassane	64712352 / Eco-hydrologie	

Nom et Prénoms	Formation / Poste / Contact	Signature. ^②
Jean HOUNKPE Luc SOSSOU	Post Doc / 96754683 Docteurant / 95 3138 02	Signature
ATHOUAN DOGBO Centia DJIHOUESSI 07. Belfrid	post-Doc / 9604 9785 Post Doc / 97381845	Signature Signature