

## Research Article

### MESURES ENDOGENES ET SYSTEME D'ALERTE PRECOCE DANS LA COMMUNE DE SEME KPODJI AU BENIN

<sup>1,2</sup> \* AKAKPO EVELYNE, <sup>1,2</sup> AVALIGBE Rock, <sup>1,2</sup> ZINSOU CODJOSEIGNON Magloire, <sup>1,2</sup> ANATO Nicolas, <sup>1,2</sup> VISSIN Expédit W

<sup>1</sup>Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement.

<sup>2</sup>Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526, Cotonou 01.

Received 17<sup>th</sup> January 2026; Accepted 18<sup>th</sup> February 2026; Published online 30<sup>th</sup> March 2026

#### RÉSUMÉ

La Commune de Sèmè-Kpodji est durement impacté par les inondations qui ont des conséquences souvent catastrophiques sur les secteurs d'activités telles que l'agriculture, l'élevage et la pêche. Cette étude a permis de faire ressortir d'une part les mesures endogène de prévention des risques hydro-climatiques et d'autre part de déterminer les seuils et niveaux d'alerte pour le risque inondation. La méthodologie utilisée pour l'aspect hydrologique est basée dans un premier temps sur l'analyse hydrologique statistique des débits de crue et du temps de propagation des ondes de crue ; ce qui a conduit à une analyse fréquentielles des débits collectés Au niveau de l'analyse de l'impact des risques par la classification hiérarchique ascendante on note que les crues du fleuve Ouémé représentent le risque majeur. Dans le registre des stratégies d'adaptation, on note des stratégies endogène axé sur le cri des crapauds dans la brousse, la sortie des fourmis magnant dans le village, la montée des escargots sur les arbres, le cri de certains oiseaux et la pose des balises comme Système Intégré d'Aide à la Décision pour anticiper et amoindrir les risques hydro-climatiques.

**Mots clés:** Système d'alerte précoce, stratégies d'adaptations, la Commune de Sèmè-Kpodji.

#### INTRODUCTION

Les changements climatiques constituent l'un des plus grands défis auxquels l'humanité est confrontée au cours du 21<sup>e</sup> siècle (D. Stern, 2006, p. 12). Ils se manifestent sur des événements extrêmes précis, à l'instar des ouragans, ainsi qu'à travers des changements progressifs s'installant sur plusieurs décennies tels que l'augmentation du niveau de la mer, le dérèglement des saisons et la permanence des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (GIEC, 2014, p. 80). Ces phénomènes peuvent s'entremêler sur ces deux niveaux entraînant des inondations dues aux tempêtes plus intenses ainsi qu'à une multiplication d'îlots de chaleur urbain (A. Sebbar *et al.*, 2021, p.6). En Afrique, la plupart des gouvernements nationaux mettent en place des systèmes de gouvernance pour l'adaptation aux changements climatiques. Dans ce continent, la gestion des risques de catastrophe, l'adaptation des technologies et des infrastructures, les démarches écosystémiques, les mesures de santé publique de base et les diversifications des modes de subsistance contribuent à réduire la vulnérabilité des populations bien que les efforts déployés à ce jour tendent à être isolés (GIEC, 2014, p. Face à ces changements, diverses options endogènes, agronomiques, institutionnelles et technologiques d'adaptation sont régulièrement mises en œuvre et souvent intégrées dans les programmes existants comme la gestion des risques de catastrophes et de l'eau (GIEC, 2014, p. 107).118). Ainsi, les études conduites aux États-Unis révèlent-elles que les pertes en vies humaines occasionnées dans ce pays en zone côtière par les ouragans de 1900 à 1990 ont diminué bien que la population ait beaucoup augmenté durant cette période (M. Robin, 2002 p. 30). À l'inverse, les dommages matériels sont en augmentation du fait de l'accroissement des pressions sur les côtes et aux alentours des bassins. Dans cet ordre d'idées, les inondations

de 2019 ont touché les communes de Dangbo, de Bonou et de Sèmè-Kpodji dans le Bassin de l'Ouémé. Avec comme conséquences beaucoup de boue observée sur les terres argileuses au cœur du bassin avec au total 38 localités affectées selon l'ANPC. Cette même source fait état de 31.482 personnes affectées avec 9258 ménages sinistrés. Plus de 1851 femmes enceintes et 2.367 enfants de moins de cinq ans qui ont été aussi affectés par ces inondations. Incarnant une partie de la frontière Nigeria-Bénin, l'Ouémé draine un bassin-versant d'environ 30000 km<sup>2</sup>, se jette 3 dans l'océan Atlantique et dans un vaste système lagunaire. L'analyse de l'état d'occupation du sol a montré une modification marquée des unités d'occupation du sol sur plusieurs années, avec une régression sensible de la plage, des formations végétales naturelles (forêt et savane) et une progression des formations anthropisées (mosaïques de cultures et jachère sous palmeraies, plantations et agglomérations) liée à la croissance démographique qui génère une pression foncière (Y. Amoussou *et al.*, 2021, p. 9). Des stratégies d'adaptation collectives et individuelles peuvent être employé d'où le développement d'un système intégré d'aide à la décision pour la gestion des risques hydroclimatiques (E. Amoussou, 2014, p. 209). Située dans le département de l'Ouémé, entre les parallèles 6°22' et 6° 28' de latitude Nord et les méridiens 2°28' et 2°43' de longitude Est. Elle s'étend sur une superficie de 250 Km<sup>2</sup>, soit 0,19% de la superficie de la République du Bénin. La Commune de Sèmè-Kpodji est limitée au Nord par la ville de Porto-Novo et les Aguégus, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par la République Fédérale du Nigeria et à l'Ouest par la ville de Cotonou. Entre le complexe mer, lac et lagune, Sèmè-Kpodji est le siège d'un réseau hydrographique très humide. Il s'agit de la lagune de Cotonou qui en s'élargissant forme le lac Nokoué (14 000ha). Elle communique par le canal de Toché avec la lagune de Porto-Novo qui se prolonge à l'Est jusqu'à Lagos au Nigeria créant ainsi une forme de réservoir d'eau. Sèmè-Kpodji compte 55 villages et quartiers de ville répartis dans six (06) Arrondissements à savoir: Agblangandan, Aholouyèmè, Djèrègbé, Ekpè, Sèmè-Kpodji et Tohoué (figure 1).

\*Corresponding Author: AKAKPO EVELYNE,

1Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement.

2Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526, Cotonou 01.

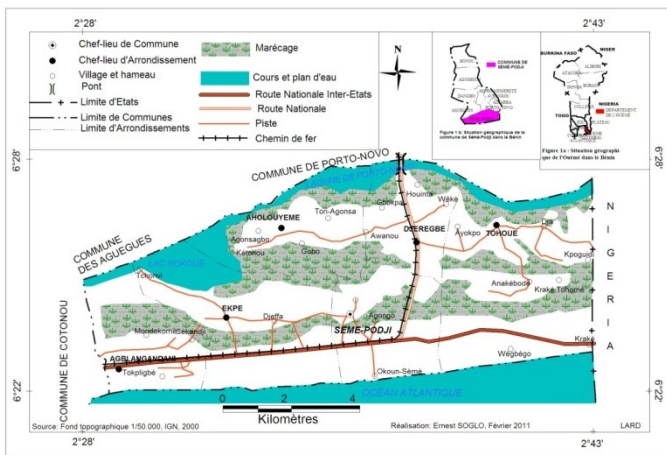


Figure 1: Carte montrant la Commune de Sèmè-Kpodji

La dynamique de notre zone d'étude est subordonnée aux apports d'eau pluvieux, fluviaux et à l'intrusion marine. Ce bassin versant comporte un bassin sédimentaire côtier au sud, modelé en plaine littorale et plateaux et des plus hauts reliefs au nord comprenant les monts Atacora et leurs prolongements méridionaux. Le bassin inférieur de l'Ouémé a une topographie adoucie du fait de son recouvrement partiel par les alluvions sablo-argileuses.

**DONNÉE ET MÉTHODE**

**Types de données et matériels de collecte**

Le type de donnée utilisé est la cote qui marque la hauteur de l'eau par rapport à la section mouillée en un point. L'obtention de la cote se fait à partir des enregistreurs automatiques et des personnes physiques qui prennent des valeurs dans des carnets. L'enregistrement de la cote se fait à pas de temps horaire pour l'enregistrement automatique et à pas de temps journalier pour les personnes physiques. Le débit est la deuxième donnée. Elle peut s'obtenir à l'aide d'un débitmètre ou de la courbe de tarage en des points bien précis. Les débits ainsi obtenus sont transformés en volume à l'aide d'Excel. Ainsi on a :

- les volumes cumulent des apports en m<sup>3</sup>,
- les apports de mai à décembre en m<sup>3</sup>/s, • les apports moyens de mai à décembre en m<sup>3</sup>/s,
- le débit apport (qab) et débit total aval (qta).

Pour finir, nous avons la fréquence du retour de crue qui est déterminé par la période annuelle d'ouverture du barrage annoncée par les cellules de communication de la plateforme de reduction des risques hydroclimatique et les média locaux. Notons que dans la zone d'étude il y a 6 stations dotées d'enregistreur automatique que sont les stations de Dangbo, de Bonou, d'Adjohoun, d'Aguégué, de Porto-Novo et de Sèmè-Kpodji, retenues dans notre étude.

**Traitement des données et modèle d'analyse**

Bilan hydrologique des du barrage s'appuyant sur les travaux de Triboulet *et al.* (2015) Nous avons procédé au calcul du bilan hydrologique selon les formules sont les suivantes :

**VDV:** Volume total déversé (évacuateurs et jet creux).

VAB · VDR · VTT · VDV · VFR · VFC · VEI · VEV. (2.7)

En valeurs comparées, VFC, VEI, VFR sont négligeables devant les autres termes de la relation. VTA sera le volume total aval qui sera la somme des volumes turbinés et déversés. La relation s'écrit alors:

VAB · VDR · VTA · VEV. (2.8)

La variation de réserve est une valeur algébrique (VDR). C'est la différence entre le volume d'eau contenu dans le lac en fin de période et celui en début de période : une valeur positive signifie une augmentation de la réserve. Le volume total aval (VTA) est la somme des volumes turbinés et déversés à l'aval immédiat de la centrale.

Hev est la hauteur d'évaporation de la journée. Ces valeurs moyennes sont déterminées durant le projet. smoy est la surface de la retenue correspondant à la cote moyenne de la journée.

**Modèle d'analyse des crues**

Le modèle d'analyse ici associe des débits journaliers et leurs quantiles à chaque date mais aussi des grandeurs «hybrides» que sont le débit moyen journalier le plus fort mois, ces quantiles et ces valeurs remarquables. On associe donc ici un pas de temps journalier et le pas mensuel pour l'analyse fréquentielle des débits journaliers regroupés mois par mois. pour la période du retour de crue

**Méthode de cartographie des risques d'inondation**

La cartographie des risques d'inondation prend en compte beaucoup de paramètres comme le souligne l'équation du risque (Harding *et al.*, 2001 et Henry 2006).

**R = f (A, E, V, I, t, s)**

A= aléa, E= enjeu ou élément à risque, V= vulnérabilité, I= résilience, t et s=dimensions spatio-temporelles.

Le risque est exprimé selon l'UNDRO (United Nations Disaster Relief Office) par le produit d'un aléa et d'une vulnérabilité.

**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**Signes annonciateurs locaux et mesures endogènes de gestion des inondations dans la Commune de Sèmè-Kpodji**

Dans la Commune de Sèmè-Kpodji, plusieurs signes locaux donnent l'alerte des inondations aux communautés. Ces différents signes locaux permettent aux communautés de prendre déjà des dispositions nécessaires pour faire face aux effets néfastes des inondations. Ces différents signes annonciateurs sont pratiquement les mêmes dans les trois Communes : i) le vol des oiseaux en colonie sur le fleuve Ouémé de façon répété traduit que ces oiseaux vont à la rencontre de l'Ouémé (donc il aura inondation) ; ii) le cri des crapauds dans la brousse ; iii) la sortie des fourmis magnant dans le village ; iv) la montée des escargots sur les arbres, v) la sortie de l'arc-en-ciel sur le fleuve pendant les périodes de survenance des crues, vi) la montée des rats sur les supports en hauteurs, vii) l'éclosion des œufs des crapauds, viii) le tarissement considérable des eaux du fleuve Ouémé annonce une saison d'inondation intense, iv) la pique des moucherons appelés en langue vernaculaire (Doucloui) sont autant d'indicateurs locaux qui annonce les inondations dans le bassin du fleuve Ouémé. La planche 1 montre les photos de quelques oiseaux aquatiques typiques annonciateurs des pluies dans les différentes localités parcourues

**Planche 1:** Photo de quelques oiseaux typiques annonciateur de pluie

**Prise de vue:** AKAKPO Evelyne , mai 2024



Les mesures endogènes de prévention des risques d'inondations sont de plusieurs ordres. Ces mesures sont adoptées pour pallier aux manques d'information de prévision et d'annonce de crue. Une fois à l'apparition de ces signes, les populations adoptent plusieurs mesures de réponse.

Les mesures adoptées sont entre autres le renforcement des murs par des digues de sables, de tronc d'arbres, l'évacuation des eaux dans les chambres par la création des tranchées, la transformation des tables en lit de couchage dans les chambres, le déplacement des populations dans des tentes installées pendant la période, l'utilisation des écoles construites en hauteur et en matériaux définitifs pour servir les lieux d'habitation temporaire pour les populations. Ces techniques peu efficaces occasionnent parfois des morts des enfants par noyade car la hauteur atteint par l'eau pendant l'inondation est de 0.5-1.5m parfois 2m dans les trois Communes.

### Besoins des communautés vulnérables en cas d'inondation et les organisations de soutien

Les périodes d'inondation sont des moments qui accentuent la vulnérabilité des communautés. Les activités économiques sont détruites par l'eau, les communautés sont délogées de leurs maisons, la famine, les maladies et la misère s'installent davantage dans ces villages sinistrés. Ces communautés vulnérables ont souvent besoin des matériels et outils nécessaires afin de renforcer leurs résiliences pendant la période. Ces besoins des communautés dans la Commune de Sèmè-Kpodji se présentent comme suit : des bottes ; des médicaments; des vivres ; des pirogues motorisées pour faciliter les déplacements; des engins de pêche durables, des tentes entreposées sur les lieux en hauteur, les moustiquaires imprégnés.

Ces besoins sont pratiquement les mêmes dans les trois Communes. En dehors déjà des besoins cités, la Commune de Sèmè-Kpodji souhaite également la construction des sites d'accueils servant de relogement des sinistrés et la Commune de Lokossa sollicite la construction des digues de protections.

Pour éviter les inondations dans les écoles et réduire les risques de mort des écoliers par noyades, les communautés des trois Communes d'intervention ont suggéré la construction des écoles en hauteurs afin d'éviter la fermeture systématique de ces dernières pendant les crues. Ces écoles construites en hauteur pouvaient également servir des lieux de relogement des communautés pendant ces moments difficiles. La photo 1 montre la construction d'une école en hauteur à Tohoué dans la Commune de Sèmè-Kpodji.

**Photo 1:** La construction d'une école en hauteur à Tohoué

**Prise de vue:** AKAKPO Evelyne , mai 2022



De même au cours de ces moments souvent difficiles pour la communauté, plusieurs organisations leur viennent en aide pour les soutenir matériellement et financièrement. Il s'agit des organisations comme : Croix Rouge ; Caritas ; ANPC ; la mairie ; l'ONG Dair et les personnes de bonne volonté.

### Nivellement topographique et identification des sites devant abriter les balises

Après le marquage des laisses de crues sur des objets de référence, l'étape suivante dans la méthodologie de SAP-C est le nivellement topographique. Il est l'ensemble des opérations consistant à mesurer des différences de niveau pour déterminer des altitudes des différents points retenus pour abriter les balises. Ces différents points sont identifiés aux portes d'entrée de l'eau dans les villages. Il faut noter qu'au cours de cette opération une multitude de points a été retenus par les géomètres mais compte tenu de la cagnotte de ressource que nous disposons, 50 sont définitivement retenus pour abriter les balises dans les villages d'interventions des Communes de Sèmè-kpodji. La planche 2 montre le nivellement topographique et l'identification des points d'implantation des balises.

**Planche 2:** Nivellement topographique et point d'implantation des balises retenus



Après nivellement et confirmation par l'appareil automatique un piquet est positionné à tous les points d'entrée de l'eau retenu pour abriter 50 balises d'alertes dans 35 villages. Il faut mentionner que ces deux étapes sont conduites par les géomètres associés à la mise en œuvre du projet.

La figure 2 ci-dessous montre la répartition des 50 points devant abriter les balises

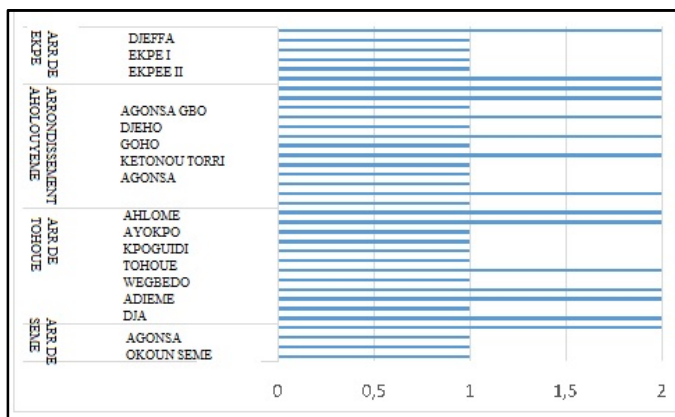


Figure 2: Répartition des balises à implanter par village

L'analyse de figure 2 montre qu'il existe plusieurs villages abritant les balises. Elle joue un rôle essentiel dans la mesure où elle apporte une contribution scientifique et technique spécialisée qui est censée aider les gouvernements et les collectivités à concevoir et améliorer les systèmes d'alerte précoce

## DISCUSSION

Le rapport de l'étude de faisabilité du système de prévision et d'alerte aux crues dans le bassin du fleuve Ouémé (Canal Eau / ISL 2011) montre qu'il est possible d'envisager la mise en place d'un système de prévision et d'alerte. Sur la base des données hydrologiques existantes, il est apparu que la connaissance des débits et de ceux enregistrés à Sèmè-Kpodji permettait d'envisager l'établissement de modèles de prévision à 3 jours. Par ailleurs, la connaissance des pluies en amont permettrait de prévoir les débits 3 jours avant, portant à 5 jours les possibilités de prévision. La traduction de la prévision en hauteur d'eau dans la plaine est un exercice difficile qui demandera des investigations supplémentaires et un équipement de suivi des niveaux d'eau adapté. La mise en œuvre d'un système de prévision est justifiée par l'ampleur des dégâts d'une part et les perspectives d'anticipation d'autre part. Le délai de 3 à 5 jours pourrait permettre aux populations de prendre les mesures les plus urgentes : récoltes précoces, vente des animaux, préparation de l'habitation et déplacement des personnes vulnérables en des lieux non inondés (PCC Ouinhi, 2013). La prévision doit s'accompagner d'une meilleure évaluation du risque. Cette évaluation n'est possible qu'à partir d'une topographie suffisamment précise car de faibles surélévations peuvent produire de très fortes différences dans l'extension de la crue. Les hauteurs atteintes en 2010 ne sont que de 50 cm à 1 m supérieures à celles de 2007 (Canal Eau / ISL 2011). La connaissance topographique permettra également d'améliorer la planification des actions d'urgence en fournissant des informations sur les côtes au droit des voies d'accès et des zones refuges. La réussite du système d'alerte outre les aspects techniques dépend du schéma d'organisation qui y sera lié et des compétences de chacun des acteurs (Lavoix, 2006). La communication entre les organismes chargés de la prévision et le terrain doit être suscitée. Le Système intégré d'aide à la décision vient renforcer le SAP avec un aspect encore plus préventif, favorisant la mise en œuvre des SAP Communautaires. Ces résultats sont en phase avec ceux de E. Domingo (1996), qui propose la superposition de la cartographie de la dégradation du bassin versant de l'Ouémé et celle des risques d'érosion.

## CONCLUSION

L'opérationnalisation du système d'alerte précoce (SAP) et les services climatiques adossés au webmapping permet de prévenir et d'amoindrir les effets néfastes des changements climatiques. Tout en étant une opportunité ouverte à divers domaines de l'environnement. Le système intégré d'aide à la décision peut permettre une amélioration de la gestion du risque. Au niveau des options d'adaptation institutionnel, nous avons le projet SAP Bénin depuis 2014 qui améliore l'information sur le climat et le développement d'un système d'alerte précoce pour renforcer la prise de conscience des populations en général et des décideurs en particuliers sur la thématique des risques météorologiques et climatiques afin qu'elles se préparent en conséquence et apprennent à mieux gérer les risques liés aux changements climatiques à long terme ainsi que les incertitudes qui y sont rattachées. Dans le cadre du renforcement de l'information sur le climat et les systèmes d'alertes précoces en Afrique pour un développement résilient au climat et l'adaptation aux changements climatiques, le SAP Bénin a été mis en place avec pour objectif de renforcer les capacités de surveillance météorologique, climatique, hydrologique et océanologique en vue de répondre à des conditions météorologiques extrêmes et planifier l'adaptation au changement climatique.

## RÉFÉRENCES

- A. Sebbar. « Modélisation de l'îlot de chaleur (icu) sur la ville de casablanca », Actes du XXXIV<sup>ème</sup> colloque international de l'AIC, 2021.
- Amoussou, Y. L., Djaouga, M., Avahounlin, F., Toko Imorou, I., Vissin, W. E.,
- Thomas, O., Dossou, M. et Agbahoungba, A. G., « Utilisation d'un système d'information géographique (SIG) comme outil de gestion des risques hydroclimatiques de la Commune de Sèmè-Kpodji », Revue scientifique MIRD, vol. spécial, p. 155– 164, Juillet 2021.
- E. Amoussou, Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 2010. 313 p.
- GIEC, « Changements climatiques 2014, incidences, adaptation et vulnérabilité », Rapport technique, GIEC, 2014. 40 p.
- GIEC, « Office for climate education - rapport spécial du giec « réchauffement à 1,5° » », Rapport technique, GIEC, 2019. 23 p.
- G. Rossi, « Les conséquences des aménagements hydrauliques de la vallée du mono », 1995. 20 p.
- H. Koumassi, Risques hydroclimatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota à l'exutoire de Couberi. Thèse de Doctorat unique, Univ d'Abomey-Calavi, 2014. 308 p.
- Lemou, « Tendance climatiques et production agricole dans la baqque vallée du zio au sud togo (afrique de l'ouest) », in Actes du colloque des journées scientifiques internationales de l'institut scientifique de recherche appliquée pour le développement durable, (Abomey-calavi), 2021.
- M. Robin, « Étude des risques côtiers sous l'angle de la géomatique », 2002. 34 p. Vanhard, E. A., Les synergies de la télédétection optique par drone et satellite : changement d'échelle et application à la conservation des prairies humides. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 2, France, 2021.

Vissin E.W., 2007. Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Dijon, France, 280 p.

\*\*\*\*\*