

Identification des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses dans la zone agroécologique 5 du Bénin (Afrique de l'ouest)

[Identification of the start and end dates of the rainy seasons in agroecological zone 5 of Benin (West Africa)]

E. Gbaguidi Hippolyte¹, F. Avahounlin Ringo¹⁻², Kéломé C. Nelly³, and Vissin W. Expédit⁴⁻⁵

¹Chaire Internationale de Physique Mathématique et Applications (CIPMA-CHAIRE-UNESCO), Benin

²Ecole Normale Supérieure de Natitingou (ENS, UNSTIM), Benin

³Département des Sciences de la Terre (DST, FAST, UAC), Benin

⁴Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi, Benin

⁵Laboratoire Pierre PAGNEY: Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In agroecological zone 5 of Benin, agriculture is mainly rainfed and is closely linked to the evolution of the characteristics of the rainy season. This is intended to be a scientific contribution to the determination of the annual agricultural period linked to the rainy season at the scale of agroecological zone 5 of Benin. A reliable prediction of the start and end date of the rainy season would effectively help the preparation of fields, the mobilization of seeds, labor and equipment and also reduce the risk of sow too early or too late. The model of the cumulative percentage of average rainfall and the hydrological criterion, methods based on the analysis of rainfall at the scale of the study area, made it possible to identify the periods determining the rainy season in the study area. We observe greater instabilities at the start of the seasons than at the end. This trend differs according to climatic regimes.

KEYWORDS: Agriculture, agroecological zone 5 of Benin, start date, end date, rainy seasons.

RESUME: Dans la zone agroécologique 5 du Bénin, l'agriculture est essentiellement pluviale et est étroitement liée à l'évolution des caractéristiques de la saison des pluies. La présente se veut être une contribution scientifique à la détermination de la période agricole annuelle liée à la saison pluvieuse à l'échelle de la zone agroécologique 5 du Bénin. Une prédiction fiable de la date de démarrage et de la fin de la saison des pluies permettrait d'aider efficacement la préparation des champs, la mobilisation des graines, de la main d'œuvre et de l'équipement et aussi de réduire les risques de semer trop tôt ou trop tard. Le modèle du pourcentage cumulé des pluies moyennes et le critère hydrologique, méthodes basées l'analyse des précipitations à l'échelle du secteur d'étude ont permis de dégager les périodes déterminants la saison des pluies dans le secteur d'étude. On observe des instabilités plus fortes dans le démarrage des saisons qu'à la fin. Cette tendance diffère suivant les régimes climatiques.

MOTS-CLEFS: Agriculture, zone agroécologique 5 du Bénin, date de démarrage, date de fin, saisons des pluies.

1 INTRODUCTION

La disponibilité des ressources en eau est capitale pour la production alimentaire végétale et/ou animale. Au Bénin l'économie est essentiellement basée sur la production Agricole. Dans le pays, l'agriculture reste essentiellement pluviale. Les calendriers agricoles étant calés sur les rythmes des événements pluvieux et sont très tributaires des incertitudes climatiques (Boko, 1988; Afouda, 1990 et Yabi *et al.*, 2011). Les irrégularités pluviométriques constatées depuis les années 1970 ont tôt fait de perturber les cycles cultureux, de bouleverser le calendrier agricole traditionnel et de rendre non opérationnelles les normes culturelles en vigueur chez les populations paysannes (Ogouwalé, 2006). Face à ce constat, l'identification de la date de début et de la fin des saisons pluvieuses permettrait de mieux ajuster la durée du cycle cultureux à celle de la pluviométrie actuelle. Aussi cette étude permet de déterminer la période d'irrigation, les dates de semis et de moissons, la période de rationnement en eau ainsi que la quantification des besoins en eau, la sélection des espèces culturelles adaptées et le choix des zones cultivables adaptées (Camberlin *et al.*, 2003; Adewi *et al.*, 2010; Traboulsi *et al.*, 2012, Kouassi et al, 2018). A l'échelle des différentes zones agro écologiques du Bénin, plusieurs études ont abordé la problématique de l'incidence des changements climatiques sur la production agricole. Parmi ces études les quelques-unes qui ont porté les calendriers cultureux n'ont jusqu'à pas défini une méthode précise d'identification des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses. Pour ce faire la présente étude a pour objectif la détermination des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses dans la zone agro écologique 5 du Bénin en vue d'une meilleure adaptation des populations agricoles aux aléas climatiques

2 CADRE D'ÉTUDE

D'une superficie de 31.722 km² (INSAE, 2013), la zone agro écologique 5 du Bénin est le siège de la production de certaines cultures non négligeables dont l'igname, le maïs et le coton qui contribuent à l'accroissement de la production agricole nationale. Elle est limitée au Nord-Est par la commune de Nikki, au Nord-Ouest par la commune de Natitingou, à l'Est par le Nigéria, à l'ouest par le Togo, Sud-Est par la commune de Pobè et au Sud-Ouest par la commune de Lokossa (figure 1). La zone agro écologique 5 du Bénin dont les fondements physiques et socio-économiques différents du Nord au Sud couvre cinq départements du Bénin pour 13 communes. Le régime climatique est caractérisé par un climat de type soudano-guinéen à deux saisons pluvieuses difficilement remarquables dans les communes de Bassila, de Parakou et de Tchaourou Il s'agit d'une alternance de deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches (une petite et une grande saison de chaque type) au sud et une saison pluvieuse et une saison sèche au nord.

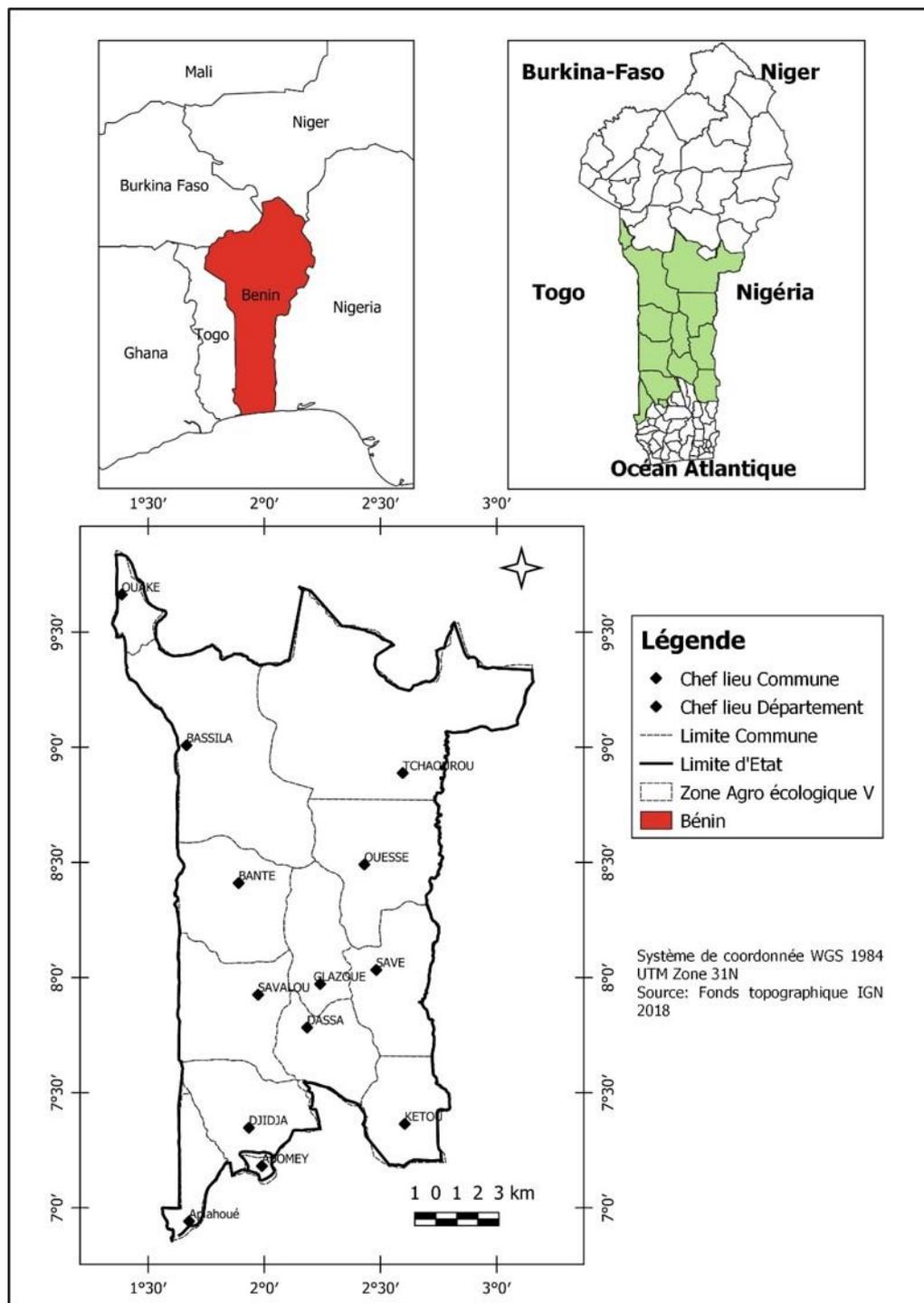


Fig. 1. Situation géographique de la zone Agro écologique 5 au Bénin

3 DONNÉES ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Les données utilisées pour cette étude concernent les séries de pluies journalières (1971-2016) observées à l'échelle de la zone d'étude. A partir de ces séries deux des méthodes analytiques de détermination des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses ont été appliquées. En effet, différents critères basés sur des données pluviométriques ou des variables édaphiques sont utilisés pour définir la date de démarrage et de fin de la saison des pluies. Il s'agit de deux critères ponctuels (critère «hydrologique » et critère « agronomique ») et d'un troisième critère spatial (critère « climatique »). Les critères

hydrologique et agronomique sont définis pour chaque station séparément alors le critère climatique s'applique globalement à toute une zone d'étude. Pour une année donnée, on a donc plusieurs dates de démarrage agronomique et hydrologique possibles sur la zone d'étude mais une seule date climatique. Le critère « climatique » prend comme dates de démarrage et de fin de la saison des pluies les dates du premier et dernier événement pluvieux, indiquant l'apparition puis la disparition d'une convection organisée. Il s'inspire du modèle de pourcentage cumulé des pluies moyennes, une méthode basée sur l'analyse des précipitations à l'échelle du secteur d'étude (Ilesanmi, 1972b; Adejuwon et al, 1990). La première étape de la méthode consiste à extraire sur la série annuelle des précipitations journalières les moyennes sur chaque cinq jours consécutifs soit une série de 72 jeux de données de pluies moyennes par année. A partir de ces jeux de données on détermine les pourcentages cumulés des valeurs moyennes obtenues sur la série constituée. La deuxième étape de la méthode consiste à reporter sur un graphe les pourcentages cumulés des valeurs moyennes obtenues en fonction des jours de l'année. On détermine donc à partir de ce graphe les dates de démarrage et de fin de saison pluvieuse. Ces dates correspondant respectivement au premier point et dernier point d'inflexion de la courbe représentative de l'évolution des pourcentages cumulés en fonction des dates de l'année (figure 2).

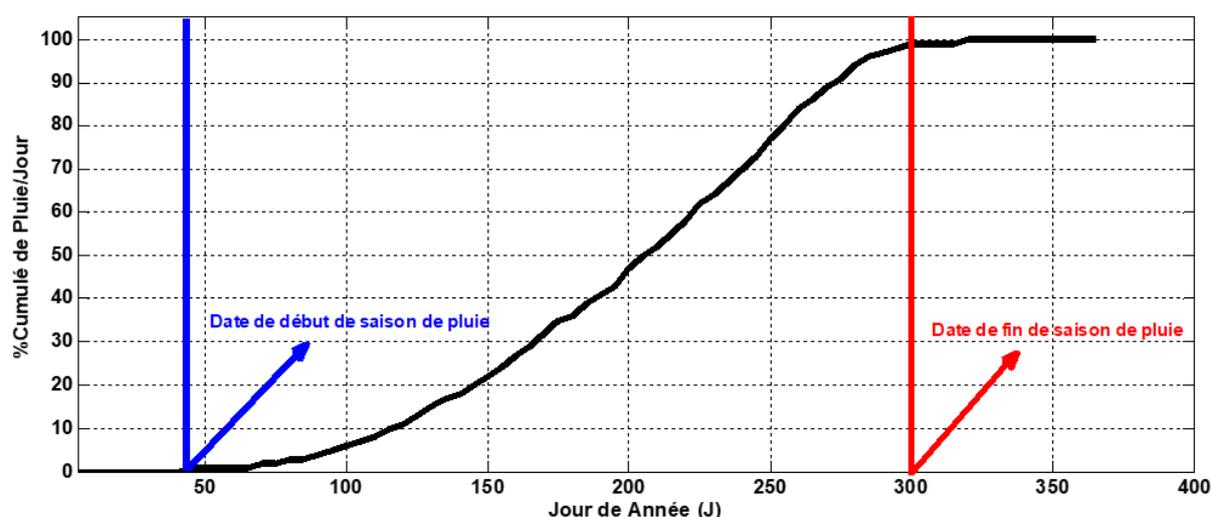


Fig. 2. Courbe cumulative de détermination des dates de début et de fin de saison de pluie observée à Savè

Les dates de début de saison de pluie sont équivalentes au jour correspondant à un pourcentage cumulé de 7% à 8% (premier point de courbure) contre un pourcentage de 90% (deuxième point de courbure) pour les dates de fin de saison. Toutefois compte tenu des difficultés à déterminer de manière exacte les valeurs des pourcentages cumulés correspondants, les dates ont été graphiquement identifiées en considérant les jours correspondants au point de courbure positive et négative. Le critère « hydrologique » fait commencer la saison en chaque station à la première pluie enregistrée supérieure ou égale à un seuil (0.5 mm, 2.5 mm ou 5 mm), et l'arrête à la dernière pluie supérieure ou égale au seuil. La gamme de seuils explorés correspond au minimum enregistré par les pluviographes (0.5 mm) et à un seuil de 5 mm susceptible de générer un écoulement dans cette région (Peugeot, 1995). Une programmation sous le langage mathématique MatLab des critères climatique et hydrologique a permis d'obtenir les résultats portant les dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses aux différents postes pluviométriques considérés.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

STATISTIQUE RELATIVE À LA DATE DE DÉMARRAGE ET DE FINS DES SAISONS PLUVIEUSES

La connaissance des dates probables des saisons pluvieuses impacte positivement à travers ces services les secteurs dont les activités dépendent du temps. Ainsi l'imprécision à partir des données de neuf (09) postes pluviométriques, les critères climatique et hydrologique ont été appliqués pour déterminer les dates probables de démarrage et de fin des saisons pluvieuses. Les tableaux 1 et 2 suivantes récapitulent les dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses à Agouna, Aklankpa, Aplahoué, Bohicon, Ouèssè, Dassa, Parakou, Savè et Tchaourou.

VARIABILITÉ INTERANNUELLE DES DATES DE DÉMARRAGE ET DE FINS DES SAISONS PLUVIEUSES

La figure 3 présente la variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses obtenues suivant le critère climatique aux trois stations synoptique du secteur d'étude (Bohicon, Savè et Parakou). De l'analyse de ces graphes, il ressort qu'à Bohicon, le démarrage des saisons pluvieuses d'une année à une autre s'étalent sur environ trois mois (18 Janvier - 06 Avril) où la date moyenne (probable) se fixe au 10 février. Dans cette zone climatique, la saison débute probablement après le quatrième décennie de l'année civile. La fin de la saison pluvieuse se situe entre 10 Octobre - 31 Décembre, en moyenne le 12 Août. A Savè, le démarrage de la saison est comprise entre janvier et le 23 Mars. La date moyenne est fixée au 16 Février. Dans ce secteur, la fin de la saison se situe entre le 17 Octobre et le 10 Décembre pour une date moyenne fixée au 06 Novembre. A Parakou, la saison pluvieuse s'étale en moyenne entre le 01 Mars et le 01 Novembre avec des écarts moyens 20 jours au démarrage de la saison ainsi qu'à la fin de cette dernière.

Les dates déterminées suivant le critère hydrologique sont fonction de trois seuils 0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm. A Bohicon (Figure 4), la date de démarrage se situe respectivement dans l'intervalle [21 Janvier - 11 Mai]; [13 Janvier - 04 Avril] et [13 Janvier - 06 Avril] pour les seuils 0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm. Les dates de fin de la saison sont comprise entre [28 Avril - 19 Octobre] au seuil 0,5 mm et entre [02 Novembre - 08 Novembre] pour les seuils 2,5 mm et 5 mm. La figure 5 présente la variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Savè suivant le critère hydrologique à différents seuils (0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm). En considérant le seuil 0,5 mm, les dates de démarrage des saisons pluvieuses sont comprises entre [08 Février - 22 Avril]. La saison débute en moyenne le 28 Mars avec un écart de 19 jours. Les dates de fin de la saison quant à elle s'étalent entre [12 Septembre - 06 Novembre]. La saison prend fin en moyenne le 06 Novembre avec un écart de 40 jours. Au seuil de 2,5 mm et de 5 mm les dates de démarrage sont comprises entre [03 Janvier - 13 Mars]. En moyenne la saison des pluies démarre le 08 Février ou le 12 Février avec un écart de 22 jours. La fin des saisons pluvieuses s'étalent sur la période allant du 11 Octobre au 31 Décembre, en moyenne autour du 08 - 12 Novembre avec un écart de 22 jours pour les deux seuils.

La figure 6 présente la variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Parakou suivant le critère hydrologique à différents seuils (0,5 mm; 2,5 mm et 5 mm). L'analyse des graphes montre qu'au seuil 0,5 mm, les dates de démarrage des saisons sont comprises entre [28 Janvier - 14 Avril]. La saison débute probablement le 16 Avril avec un écart de 23 jours pour finir le 11 Septembre avec un écart de 61 jours. Au seuil 2,5 mm la saison débute entre [20 Janvier - 04 Avril] et entre [17 Janvier - 09 avril] pour le seuil 5 mm. La fin de saison pluvieuse est du même ordre pour les deux seuils, respectivement [18 Octobre - 31 Décembre] et [03 Octobre - 31 Décembre].

En s'appuyant sur l'analyse des écarts-types, la caractérisation de la variabilité interannuelle montre quel que soit le critère considéré, on note une grande instabilité dans le démarrage et la fin des saisons climatiques. Cette instabilité ne permet pas de tirer des conclusions définitives sur la plus ou moins grande variabilité des dates de démarrage et de fin de saisons pluvieuses. Néanmoins à l'exception de quelques années où on observe des disparités dans les dates moyennes enregistrées, les dates de fin de saison de pluies notées aux différentes stations présentent une meilleure stabilité que les dates de démarrage des saisons. Cette différence de stabilité est signalée à travers le calcul de l'écart-type. En effet les écarts-types des dates de fin de saison des pluies sont plus faibles que ceux des dates de démarrage confirmant que la fin de la saison des pluies est mieux définie que son démarrage et moins variable d'une année à l'autre.

Les dates de démarrage et de fin de saison pluvieuse obtenues sont fonctions de la méthode et des critères obtenues et du régime climatique déterminant le secteur d'étude. L'analyse des dates de démarrages et de fin des saisons observées dans la zone agroécologique 5 du Bénin montre pour toutes les stations un démarrage précoce pour le critère climatique contre un démarrage tardif et raisonnable pour le critère hydrologique. Quant à la fin des saisons, la prédétermination signale une fin tardive pour le critère climatique et précoce pour le critère hydrologique. La variabilité des saisons observées dans le secteur est identique aux réalités de tout le Bénin et de l'Afrique de l'Ouest. Cette situation a notamment des répercussions sur les activités agro pastorales menées dans la zone d'étude. Sur l'ensemble du pays, des résultats similaires ont été obtenus par Chédé *et al*, 2020 qui a constaté que la saison des pluies connaît une forte instabilité. Cette instabilité se traduirait non seulement par une forte variation des dates de début et de fin de la saison mais également par une diminution du nombre de jour de pluie et du cumule pluviométrique. Aussi Zakari *et al*, (2012) et Yabi (2013), avaient déjà constaté la dégradation de la qualité des saisons agricoles depuis quelques décennies dans la mesure où les longueurs des saisons raccourcissent de plus en plus sans oublier les faux départs et les interruptions de pluies au cœur de la saison.

Tableau 1. Récapitulatif des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses à Agouna, Aklankpa, Aplahoué, Bohicon et Ouèssè

	Critère climatique	Critère hydrologique			
		Seuil 0,5 mm	Seuil 2,5 mm	Seuil 5 mm	
Agouna	Date démarrage	[1 Janvier -26 avr.]	[29 Janvier -20 avr.]	[1 Janvier -8 mars]	[1 Janvier -26 avr.]
	Date moyenne démarrage	18 Février	22 mars	08 févr	15 févr
	Écart type 1	23	21	19	22
	Date de fin	[24 juin -23 déc.]	[29 Janvier-24 oct.]	[24 juin -27 déc.]	[24 juin -23 déc.]
	Date moyenne fin	29 oct	27 août	04 nov	30 oct
	Ecart type 2	33	77	35	33
	Longueur moyenne de la saison (jours)	253	158	269	257
Aklankpa	Date de démarrage	[12-Janvier- 11-juil]	[2-Janvier-12-juin]	[12-Janvier-3-avr.]	[12-Janvier-30-avr.]
	Date moyenne démarrage	23 févr	16 mars	18 Fev	21 févr
	Écart type 1	33	39	21	25
	Date de fin	[28-avr. -13-déc.]	[2-Janvier-11-déc.]	[28-avr. -13-déc.]	[28-avr. -13-déc.]
	Date moyenne fin	08 oct	23 juil	13 oct	12 oct
	Ecart type 2	49	110	48	48
	Longueur moyenne de la saison (jours)	224	129	237	233
Aplahoué	Date de démarrage	[1-Janvier-2-juil.]	[2-Janvier-14-avr.]	[1-Janvier-1-juil.]	[1-Janvier-2-juil.]
	Date moyenne démarrage	16 févr	28 févr	12 févr	21 févr
	Écart type 1	32	35	32	25
	Date de fin	[20-oct. -31-déc.]	[2-Janvier-9-déc.]	[24-oct. -31-déc.]	[24-oct. -31-déc.]
	Date moyenne fin	23 nov	26 juil	29 nov	12 oct
	Ecart type 2	20	123	18	48
	Longueur moyenne de la saison (jours)	280	148	290	233
Bohicon	Date de démarrage	[18 Janvier- 06 Avril]	[08 Février -22 Avril]	[13 Janvier -04 Avril]	[03 Janvier- 13 Mars]
	Date moyenne démarrage	10 Février	24 mars	04 févr	08 févr
	Écart type 1	19	21	21	19
	Date de fin	[10 Octobre -31 Décembre]	[12 Septembre 06 - Novembre]	[02 Novembre 08 - Novembre]	[02 Novembre 08 - Novembre]
	Date moyenne fin	12 août	06 oct	26 nov	21 nov
	Ecart type 2	21	20	20	20
	Longueur moyenne de la saison (jours)	183	196	295	286
Ouèssè	Date de démarrage	[1-Janvier-5-avr.]	[21-Janvier-10-mai]	[1-Janvier-3-avr.]	[1-Janvier-5-avr.]
	Date moyenne démarrage	18 févr	06 avr	14 févr	16 févr
	Écart type 1	22	24	22	24
	Date de fin	[9-oct.-30-déc.]	[27-avr.-18-oct.]	[17-oct. -30-déc.]	[9-oct. -30-déc.]
	Date moyenne fin	05 nov	18 sept	08 nov	06 nov
	Ecart type 2	21	44	19	21
	Longueur moyenne de la saison (jours)	260	165	267	263

Tableau 2. Récapitulatif des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses à Dassa, Parakou, Savè et Tchaourou

		Critère hydrologique			
		Critère Climatique	Seuil 0,5 mm	Seuil 2,5 mm	Seuil 5 mm
Dassa	Date de démarrage	[1-Janvier-2-oct.]	[2-Janvier-21-avr.]	[1-Janvier-2-oct.]	[1-Janvier-2-oct.]
	Date moyenne démarrage	16 fev	16 mars	07 fev	12 fev
	Écart type 1	40	27	39	39
	Date de fin	[30-mai-30-déc.]	[2-Janvier-25-nov.]	[30-mai - 30-déc.]	[30-mai - 30-déc.]
	Date moyenne fin	05 nov	22 août	08 nov	06 nov
	Ecart type 2	32	90	31	31
	Longueur moyenne de la saison (jours)	262	159	274	267
Parakou	Date de démarrage	[07 Janvier- 14 Avril]	[28 Janvier -18 Mai]	[01 Janvier - 04 Avril]	[07 Janvier-07 Avril]
	Date moyenne démarrage	01 mars	16 avr	12 févr	24 févr
	Écart type 1	23	22	23	23
	Date de fin	[03 Octobre -30 Décembre]	[28 Janvier -21 Octobre]	[18 Octobre -30 Décembre]	[03 Octobre -30 Décembre]
	Date moyenne fin	01 nov	11 sept	08 nov	07 nov
	Ecart type 2	22	61	19	24
	Longueur moyenne de la saison (jours)	245	149	269	256
Savè	Date de démarrage	[01 Janvier -23 Mars]	[08 Février- 22 Avril]	[03 Janvier-13 Mars]	[03 Janvier- 13 Mars]
	Date moyenne démarrage	16 févr	28 mars	06 févr	10 févr
	Écart type 1	22	19	19	19
	Date de fin	[17 Octobre -10 Décembre]	[12 Septembre 06- Novembre]	[11 Octobre-31 Décembre]	[11 Octobre-31 Décembre]
	Date moyenne fin	06 nov	06 nov.	08 nov	12 nov
	Ecart type 2	21	40	22	22
	Longueur moyenne de la saison (jours)	263	223	275	275
Tchaourou	Date de démarrage	[11-Janvier-9-mai]	[2-Janvier-29-mai]	[4-Janvier-2-mai]	[4-Janvier-2-mai]
	Date moyenne démarrage	16 fev	05 avr	24 févr	27 févr
	Écart type 1	27	26	27	27
	Date moyenne fin	24 oct	26 août	06 nov	27 oct
	Date de fin	[28-févr. -30-déc.]	[2-Janvier- 21-oct.]	[28-févr.-30-déc.]	[28-févr.-30-déc.]
	Ecart type 2	51	77	56	52
	Longueur moyenne de la saison (jours)	250	143	255	242

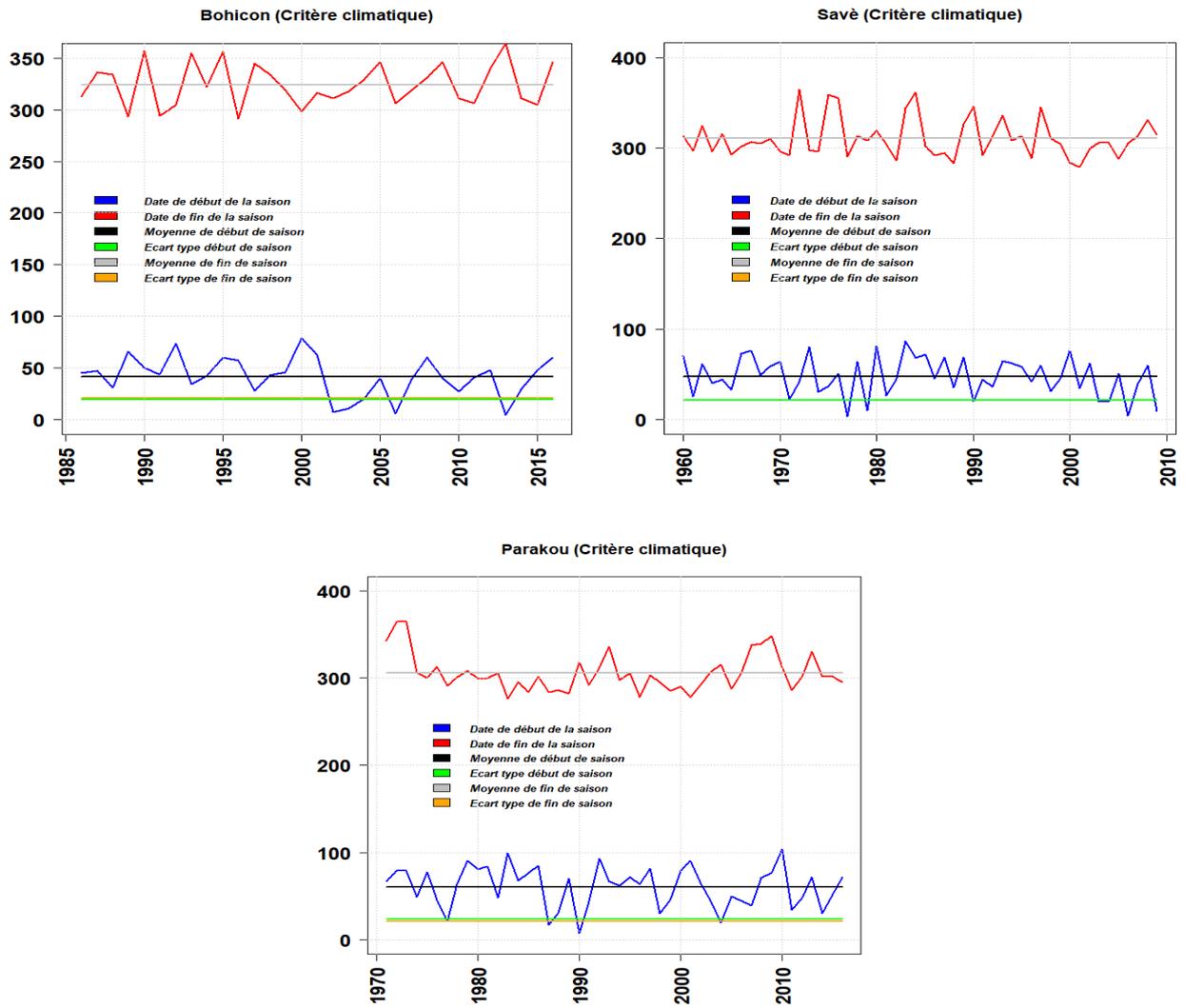


Fig. 3. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Bohicon, de Savè et de Parakou suivant le critère climatique

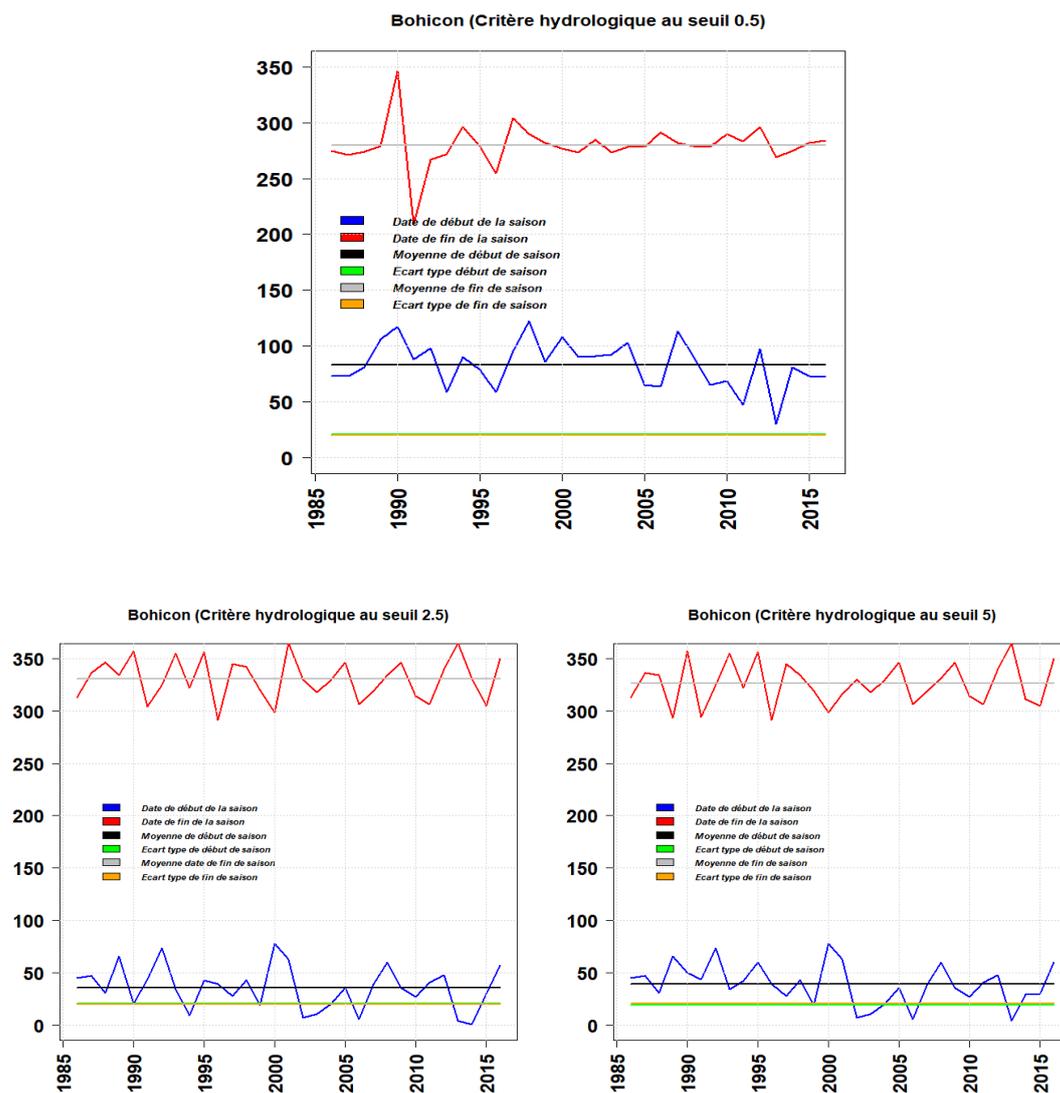


Fig. 4. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Bohicon suivant le critère hydrologique

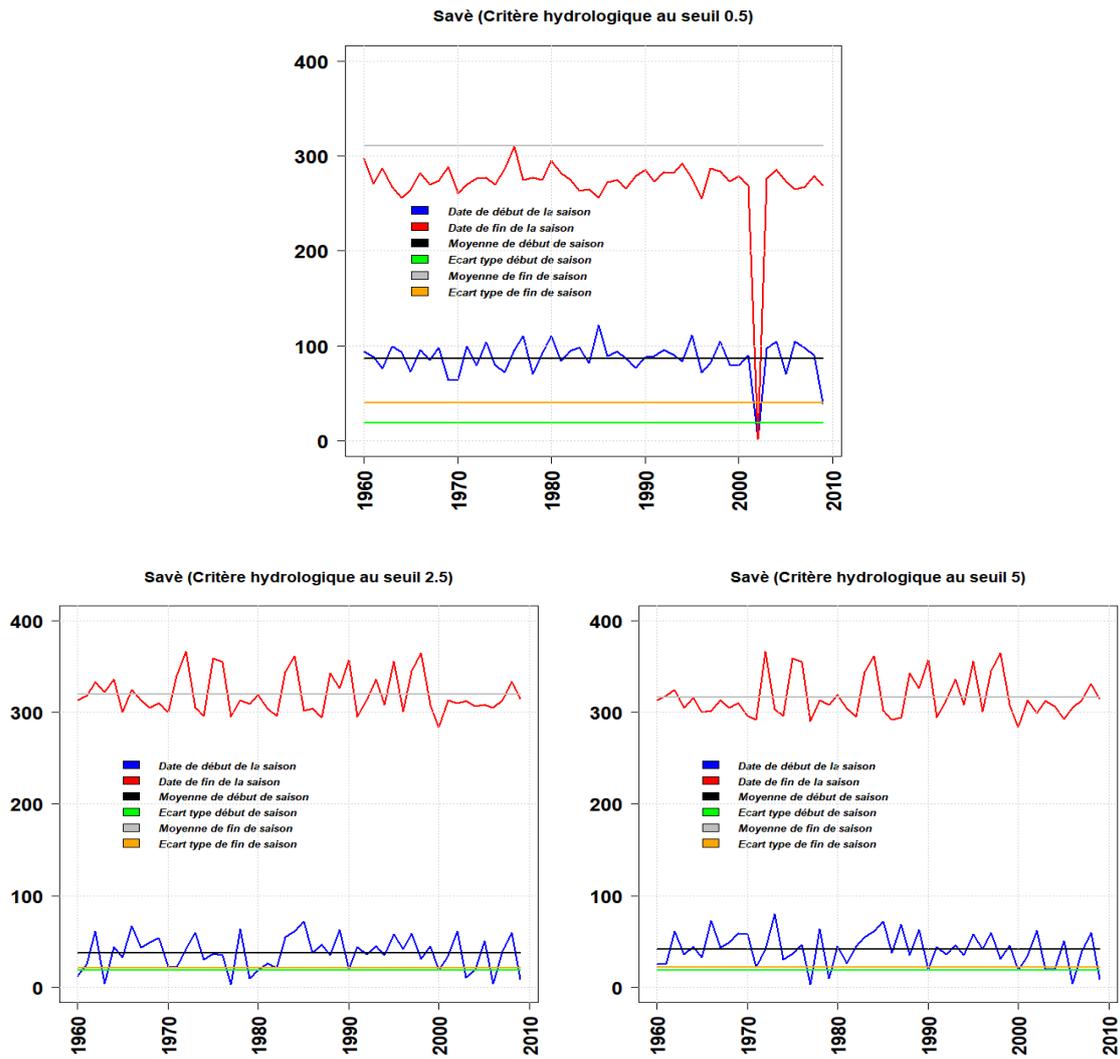


Fig. 5. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et les statistiques afférentes à la station synoptique de Savè suivant le critère hydrologique



Fig. 6. Variabilité interannuelle des dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses et des statistiques afférentes au niveau de la station synoptique de Parakou selon le critère hydrologique

5 CONCLUSION

Cette étude a apporté une contribution à l'analyse des modifications en cours des régimes des saisons pluviométriques dans la zone agroécologique 5 du Bénin. Diverses méthodes sont utilisées pour la détermination des dates de démarrage ou de cessation des saisons de pluies. Le modèle du pourcentage cumulé des pluies moyennes, méthode basée l'analyse des précipitations à l'échelle du secteur d'étude et les critères hydrologique ont permis de dégager les périodes déterminants la saison des pluies dans le secteur d'étude. En effet les variabilités observées dans le climat ne sont pas restées sans impact sur les saisons pluvieuses. Plusieurs instabilités sont notées dans le démarrage et la fin des saisons de pluies. Cette variabilité observée est plus forte dans le démarrage des saisons qu'à la fin de celle-ci. Le raccourcissement général identifié dans les saisons pluvieuses annuelles est étroitement lié à la diminution de la pluviométrie.

REFERENCES

- [1] Adewi E, Badameli KMS, Dubreuil V. (2010): Évolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000. *Climatologie*, 7: 89-107. DOI: 10.4267/climatologie.489.
- [2] Afouda F. (1990): L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional: étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat nouveau régime, Univ. Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie. 428p.
- [3] Boko M., (1988): Climats et communautés rurales du Bénin: Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. Université de Bourgogne, Dijon. 2 volumes, 608 p.
- [4] Camberlin P., Okoola R., Diop M., Valimba P., (2003): Identification des dates de démarrage et de fin de saison des pluies: Applications à l'Afrique de l'Est et au Sénégal. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, Vol. 15, 295-303 pp.
- [5] Chédé D. F., Yabi I, Houndénou C., (2020): Variabilité Intra-saisonnière de La Grande Saison pluvieuse dans le Sud-Benin, *European Scientific Journal* February 2020 edition Vol.16, No.6 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 pp 301-317.
- [6] Ilesanmi, O. O. (1972b): An empirical formulation of the onset, advance and retreat of rainfall in Nigeria. *J. Trop. Geog.* 34, 17–24.
- [7] INSAE (2013): Résultats provisoires du quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. 88 p.
- [8] J. O. Adejuwon, E. E. Balogun, S. A. Adejuwon, (1990): On the annual and seasonal patterns of rainfall fluctuations in subsaharan West Africa, Volume10, Issue8 December 1990, 839-848pp.
- [9] kouassi A.M., R.A.K. Nassa, Y.B. Koffi, K.F. Kouame et J. Biemi (2018): Modélisation statistique des pluies maximales annuelles dans le District d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire). *Rev. Sci. Eau*, 31, 147-160.
- [10] Ogouwale E. (2006): Changements climatiques dans le Bénin méridional et central: Indicateurs, scénarios et perspectives de la sécurité alimentaire. Thèse de doctorat unique de géographie, EDP/FLASH/UAC, 299 p.
- [11] Peugeot C., (1995): Influence de l'encroûtement superficiel du sol sur le fonctionnement hydrologique d'un bassin-versant sahélien (Niger). Expérimentation in situ et modélisation. Thèse de Doctorat. Université de Grenoble 1, 305 p + annexes.
- [12] Traboulsi M. (2012): La saison pluvieuse au Proche-Orient: une tendance au raccourcissement. *Revue Climatologie*, 9, 9-29.
- [13] Yabi Ibouaïma, Ogouwale Euloge, Boko Michel, (2011): Contraintes climatiques et développement agricole au Bénin, *Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaine (FLASH) de l'Université d'Abomey-Calavi*, Vol. 2, 13-30pp.
- [14] Zakari S., Yabi I. Ogouwalé E. et Boko M. (2012): Analyse de quelques caractéristiques de la saison des pluies dans le Département du Borgou (Bénin, Afrique de l'Ouest). Actes du XXVème Colloque de l'AIC, Grenoble, France, pp. 693-698.