IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES HYDROLOGIQUES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'AGNEBY

IMPACTS OF CLIMATE VARIABILITY ON HYDROLOGICAL RESOURCES IN THE AGNEBY WATERSHED

Attoungbré Jean-Philippe **DEGUY** : Assistant, Université NANGUI ABROGOUA
Email: deguyjean@gmail.com

*Joselito Carlos **YAO :** Assistant, Université Alassane Ouattara Bouaké
Email : jcarlosdeyao@gmail.com

Komenan Loukou Jacques **YAO :** Docteur, Université Félix Houphouët-Boigny
Email : komenanloukou@gmail.com

Koffi Moïse **KOUAME :** Docteur, Université Félix Houphouët-Boigny
Email : kouamekoffimoise@gmail.com

Agoh Pauline **DIBI-ANOH :** Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny
Email : line237@yahoo.com

RESUME
La variabilité climatique a des conséquences sur les ressources en eau. Cette étude est initiée en vue de caractériser les fluctuations hydrologiques liées aux variabilités climatiques dans le bassin versant de l'Agnéby. Les données sollicitées pour atteindre cet objectif sont d'ordre hydroclimatiques. La méthodologie repose essentiellement sur des analyses statistiques, spatiales et sur une évaluation des fluctuations hydrologiques. Les résultats révèlent que les températures sont excédentaires de 0,7°C entre 1980 et 2024. Le régime pluviométrique est excédentaire pour une moyenne de 1221 mm avec des isohyètes qui oscillent entre 1100 et 1500 mm entre 1980 et 2024. La pluviométrie a baissé de 10 % entre 1990 et1999. La variabilité climatique a affecté les ressources hydrologiques. La perte d'eau par ETP est à la hausse avec une moyenne de 1446,6 mm occasionnant un déficit hydrique de 208,6 avec une réserve utile (RU) de plus en plus insuffisante dans le nord du bassin.
Mots clés : Variabilité climatique, Ressource en eau, Déficit hydrique, Bassin versant, Agnéby

ABSTRACT
Climate variability has consequences for environmental resources. The aim of this study is to characterize hydrological fluctuations linked to climate variability in the Agnéby watershed. The data required to achieve this objective are hyrdoclimatic. The methodology is based essentially on statistical and spatial analyses, and on an assessment of hydrological fluctuations. The results show that temperatures will be 0.7°C higher between 1980 and 2024. Rainfall averages 1221 mm, with isohyets fluctuating between 1100 and 1500 mm between 1980 and 2024. Rainfall fell by 10% between 1990 and 1999. Climatic variability has affected hydrological resources. Water loss per PTE is on the rise, with an average of 1446.6 mm, resulting in a water deficit of 208.6 mm, with an increasingly insufficient useful reserve (UR) in the north of the basin.
Keywords: Climate variability, Water resource, Water deficit, Watershed, Agnéby

INTRODUCTION

La sous-région ouest africaine notamment la Côte d'Ivoire a subi l'une des plus fortes variations climatiques enregistrées à l'échelle du globe (N'da K C, 2016, p. 16). Elle a enregistré une hausse des températures de l'ordre de 0,6 à 0,7°C (Bretaudeau A, et al,

2011, p. 2). La variabilité du climat a également affecté le régime des pluies (Dibi Kangah A P, et al, 2016, p. 1), les ressources hydrologiques et végétales et cause des problèmes hydroclimatiques et environnementaux (Yao J C, et al, 2020, p. 199 et Deguy A J P, 2021, p. 2). Les variations climatiques ont des conséquences dramatiques et coûteuses pour l'économie (Yao J C, 2023, p. 1) donc source de problèmes (N'da K C, 2016, p. 16). La baisse des pluies a entrainé la variation des conditions hydrologiques des grands cours d'eau du pays. Le déficit moyen des débits des cours d'eau est estimé à 47% (Kamagaté B, et al, 2017, p. 188 ; Koné B, et al, 2019, p. 285). Kouassi A M, et al, (2017, p. 20) notent que le Bandama enregistre des déficits de 16,32% (pluie moyenne), 31,49% (pluie efficace), 59,94% (potentiel de ruissellement) et 15,17% (potentiel d'infiltration). De plus, dans la région de Bongouanou, le calcul du tarissement conclue à une baisse d'environ 31% des volumes d'eau mobilisés par les aquifères (Assemian E A, et al, 2013, p. 255). Dès lors, quels sont les impacts de la variabilité climatique sur les ressources hydrologiques dans le bassin versant de l'Agnéby ? L'objectif de cette recherche est de caractériser les fluctuations hydrologiques liées aux variabilités climatiques dans le bassin versant de l'Agnéby.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation générale du bassin versant de l'Agnéby

1.1.1. Localisation

Le bassin versant de l'Agnéby est situé dans le sud-est de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 5°10 et 6°08 nord et les longitudes 3°50 et 4°41 ouest (Figure 1). Il couvre une superficie de 8 863 km² (Yao J C, 2023, p. 5) et développe son lit sur 217 km de long et 50 km de large (Koné B, et al, 2019, p. 386). Le bassin est drainé par le fleuve Agnéby qui est un cours d'eau côtier de direction nord-sud (Kouakou B P, et al, 2022, p. 37). Il prend sa source dans le département de Bongouanou dans la sous-préfecture d'Andé aux environs du village d'afféré 1 (Yao J C, 2023, p. 5). Il a plusieurs affluents dont les plus importants sont le Kavi, le Séguié et le Gorké (Yao J C, et al, 2022, p. 102). Son embouchure se situe dans la lagune Ebrié au sud, à l'entrée de la ville de Dabou (Dibi-Anoh A P et al, 2022, p. 709).

1.1.2. Situation climatique

Le bassin versant de l'Agnéby se situe en climat tropical humide où la pluviométrie varie en moyenne de 1100 à 1800 mm/an (J. C. Yao 2023, p. 6). Le régime pluviométrique est bimodal, c'est-à-dire deux saisons pluvieuses et deux sèches (Kouakou A B, et al, 2022, p. 36 ; Yao J C, et al, 2025, p. 39). Toutefois, la pluviométrie est souvent inférieure à 900 mm/an (2010) dans les régions de Bongouanou et atteint souvent les 2100 mm/an (2010) dans la région de Dabou (Yao J C, 2023, p. 7). La température moyenne est de l'ordre de 27,2°C dans le Sud et de 27,8°C dans le Nord du bassin versant de l'Agnéby. Réellement, elle oscille entre 24,9°C à 28,6°C et entre 26,2°C à 29,7°C respectivement dans le Sud et dans le Nord (Yao J C, 2023, p. 8).

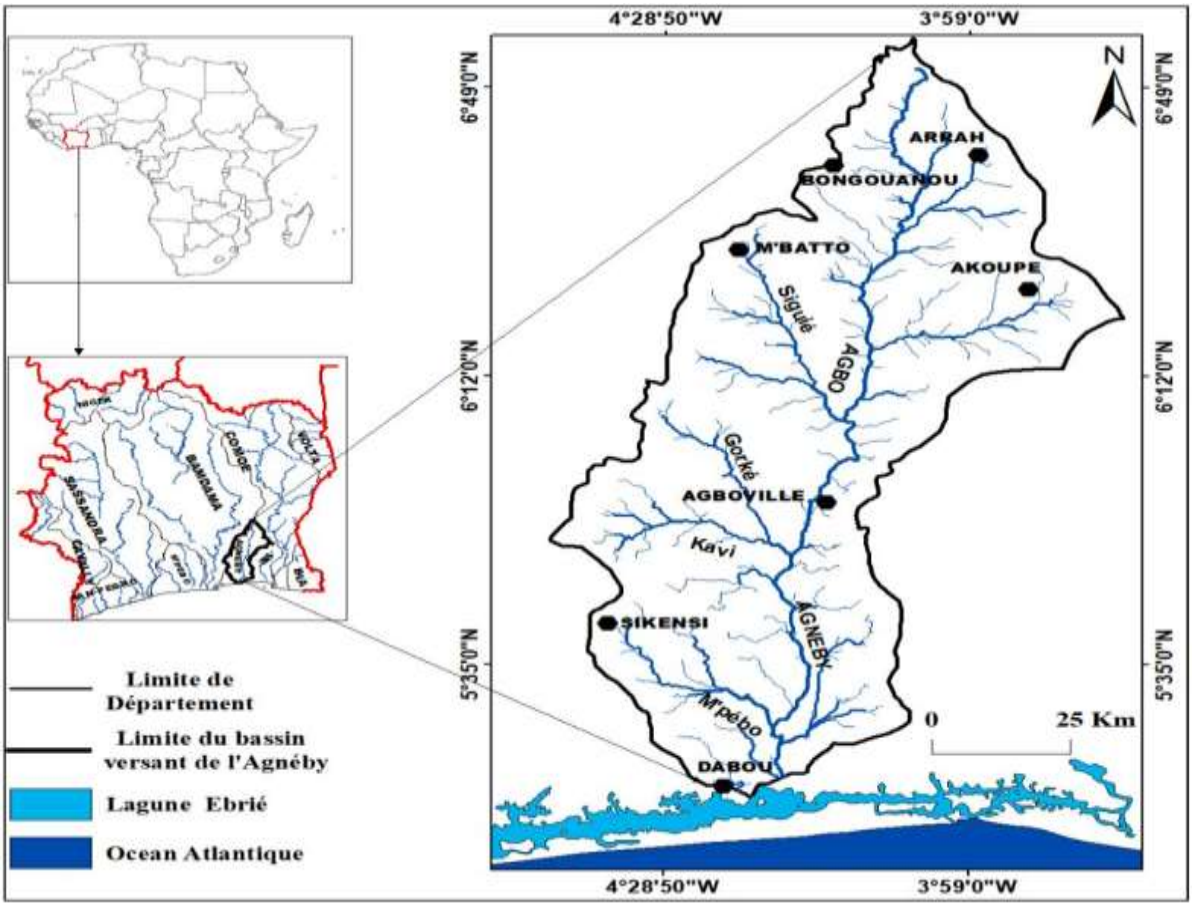


Figure 1 : Localisation du bassin versant de l'Agnéby

Source : Données CIGN, 2020

1.1.3. Situation hydrologique

L'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle est de 1555,9 mm au Nord et de 1380,8 mm au Sud. Le maximum mesuré est supérieur à 1600 mm pour le Nord et 1450 mm pour le Sud. L'ETP mensuelle est plus élevée de novembre à avril (Yao J C, 2023, p. 8). Le réseau hydrographique de la zone d'étude est assez dense. Il comprend essentiellement le fleuve Agnéby de direction nord-sud (Yao J C, 2023, p. 4) et des affluents tels que Séguié, Gorké, Kavi et le M'pébo (Yao J C, et al, 2025, p. 40).

1.1.4. Environnement physique

Le relief de la zone d'étude est dominé par des altitudes qui sont comprises entre 40 et 205 m (Koné B, et al, 2019, p. 385) et les pentes transversales toujours supérieures à + 40 m occupent + 60% du bassin (Yao J C, et al, 2025, p. 40). Le complexe forestier est une mosaïque de culture forêt (J. C. Yao, 2023, p. 4). La pédologie est composée des sols ferralitiques faiblement et fortement dénaturés et le complexe de sol hydromorphe et peu évolué (Koné B. et al, 2019, p. 386 ; Yao J C, et al, 2025, p. 40). A côté de ces grands types de sol, plusieurs autres sols de petites superficies existent (Yao, J. C, 2023, p. 4). La géologie de l'espace d'étude est constituée de roches cristallines essentiellement schisteuses, fortement plissées et métamorphisées du birimien (Yao J C, et al, 2025, p. 40). Elles sont parsemées de tâches granitiques dominées en grande partie par le socle cristallin précambrien (92%) (Kamagaté B, et al, 2017, p. 191).

1.2. Données de l'étude

Les relevés climatiques utilisés dans ce travail de recherche, portent sur la pluviométrie, la température et l'évapotranspiration potentielle. Les données pluviométriques sont de type journalier, mensuel et annuel. Elles couvrent la série chronologique (1980-2024, soit 44 ans). Les autres données (température et humidité) sont d'ordre mensuel et annuel et couvrent la même période (1980-2024). Celles de l'évapotranspiration mensuelle et annuelle couvrent la période de 1990 à 2024.

1.3. Méthodes

1.3.1. Mise en évidence de la variabilité climatique

La variabilité thermique a été déterminée par le calcul d'indices. Ils ont été calculés au moyen de la méthode du filtre passe-bas de Hanning d'ordre 2 (Yao J C, 2023, p. 57-58). Les totaux annuels pondérés obtenus sont centrés et réduits pour démontrer la variabilité thermique sur une longue série chronologique (Dibi Kangah A P, et Amon O H J, 2016, p. 4). Il s'exprime par la relation mathématique suivante :

$$I_{(t)} = \frac{X_{(t)} - \bar{X}}{\sigma}$$

Où : $I_{(t)}$: Indice thermique, $X_{(t)}$: Cumul de l'année i étudiée, X: La moyenne (thermique) sur la période de référence et σ l'écart type. Lorsque la valeur de l'indice est inférieure à zéro (< 0), cela veut dire que le paramètre climatique de l'année portant cet indice est déficitaire. Quand cette valeur est supérieure à zéro (> 0), le paramètre est excédentaire. Quand l'indice est égal à zéro, c'est la normale. Les variations pluviométriques ont été mises en évidence par le suivi des courbes d'isohyète (Noufé D, et al, 2011, p. 159 ; Kanohin F, et al, 2012, p. 192). Cependant, la technique d'analyse par la spatialisation des isohyètes n'est fiable qu'avec plusieurs postes (Yao J C, 2023, p. 58). Pour mieux apprécier l'évolution de la pluviométrie notamment l'état de sècheresse aux cours des différentes années de la période d'étude, l'indice standardisé « SPI » (Standardised Index of Rainfall) des pluies a été appliqué (Yao J C, 2023, p. 59). Il s'exprime à travers la formule suivante :

$$SPI = \frac{P_{(i)} - P_{(m)}}{\sigma}$$

Avec : SPI : Indice standardisé des pluies, Pi : Pluie de l'année i, Pm : Pluie moyenne de la série sur l'échelle temporelle considérée, σ : Écart-type de la série sur l'échelle temporelle considérée. La sécheresse est classifiée suivant les valeurs de SPI consignées dans le tableau 1.

Tableau I : Classification de la sécheresse suivant les valeurs de SPI

Valeur du SPI	Séquence de sécheresse
≥ 2	Extrêmement humide
De 1,5 à 1, 99	Très humide
De 1,0 à 1,49	Modérément humide
De 0 à 0,99	Normale
De 0 à -0,99	Proche de la normale
De -1,00 à -1,49	Modérément sèche
De -1,50 à -1, 99	Modérément sèche Sévèrement
≤ -2	Extrêmement sèche

Source : adapté de Yao J C, 2023, p. 59

1.3.2. Détermination des fluctuations hydrologiques

L'évapotranspiration potentielle a été analysée à l'aide de la statistique descriptive (valeur moyenne), puis des représentations graphiques produites (Kouassi A M, et al, 2017, p. 25). Cette analyse permet de révéler les variations de l'évapotranspiration potentielle dans le bassin versant de l'Agnéby (Yao J C, 2023, p. 61).

Le bilan hydrologique (BH) traduit le rythme de l'humidité entre les quantités pluviométriques (P) enregistrées et les pertes par l'Évapotranspiration Potentielle (ETP) d'un couvert végétal (Yao J C, 2023, p. 63). Il est calculé à partir de l'équation suivante :

$$BH = P - ETP$$

Avec : BH : Bilan hydrologique mensuelle ; P : Pluviométrie moyenne mensuelle ; ETP : Évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle. Ainsi, le bilan hydrologique s'interprète comme suit : Si $P \geq ETP$ alors $BH \geq 0$, c'est l'excédent d'eau. Si $P \leq ETP$ alors $BH \leq 0$; c'est le déficit d'eau (Yao J C, 2023, p. 63).

2. RESULTATS

2.1. Variabilité climatique dans le bassin versant de l'Agnéby

2.1.1. Variabilité thermique

2.1.1.1. Tendance thermique interannuelle

De 1980 à 2024, le régime thermique du bassin versant de l'Agnéby est excédentaire avec une température moyenne de 27,2°C. La hausse thermique est de 0,7°C par rapport à la normale de référence (26,5°C) (Tableau 2).

Tableau II : Température moyenne annuelle de 1980 à 2024 dans le bassin versant de l'Agnéby

Localité	Température moyenne (1980-2019) en ° C	Normale thermique (1990-1999) en ° C	Hausse thermique en ° C
Sud	27	26,4	0,6
Nord	27,3	26,6	0,7
Bassin	27,2	26,5	0,7

Source : Données SODEXAM, 2025

Donc, il fait de plus en plus chaud dans ce bassin. Toutefois, cette tendance présente certaines caractéristiques propres à chaque zone du bassin. La température moyenne annuelle du Nord (27,3°C) reste supérieure à celle du Sud (27°C) (Tableau 2).

Aussi, la baisse de la température prend-t-elle une allure particulière de 1980 à 2002 au Nord et de 1980 à 1996 au Sud. Au cours de ces périodes, les indices thermiques moyens annuels sont compris entre -1,4 et 0 au nord et -1,5 et 0 au sud (Figure 2). Les valeurs moyennes correspondent à 27°C (nord) et 26,7°C (sud). Quant aux hausses thermiques, elles se situent entre 2003 et 2024 pour le Nord et entre 1997 et 2024 pour le Sud. Les indices thermiques oscillent entre 0,2 et 1,2 au nord et entre 0 et 1,2 au sud (Figure ~~2~~) pour des valeurs moyennes de 27,7°C (nord) et 27,3°C (sud).

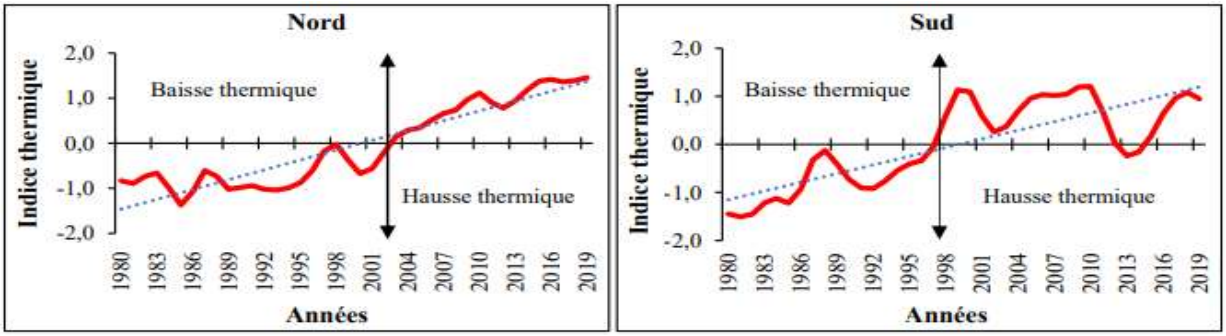


Figure 2 : Dynamique thermique de 1980 à 2024 dans le bassin versant de l'Agnéby
Source : Données SODEXAM, 2025

2.1.1.1. Evolution thermique interannuelle

La dynamique thermique moyenne annuelle révèle une tendance thermique à la baisse entre les mois de janvier à décembre. En effet, les valeurs thermiques les plus importantes sont observées au cours des mois de janvier à mars. Mais le record est obtenu en mars (28,5°C) dans le nord et en février (27,9°C) dans le sud. En revanche, les plus basses températures sont observées en août avec une valeur de 25°C (Figure 3).

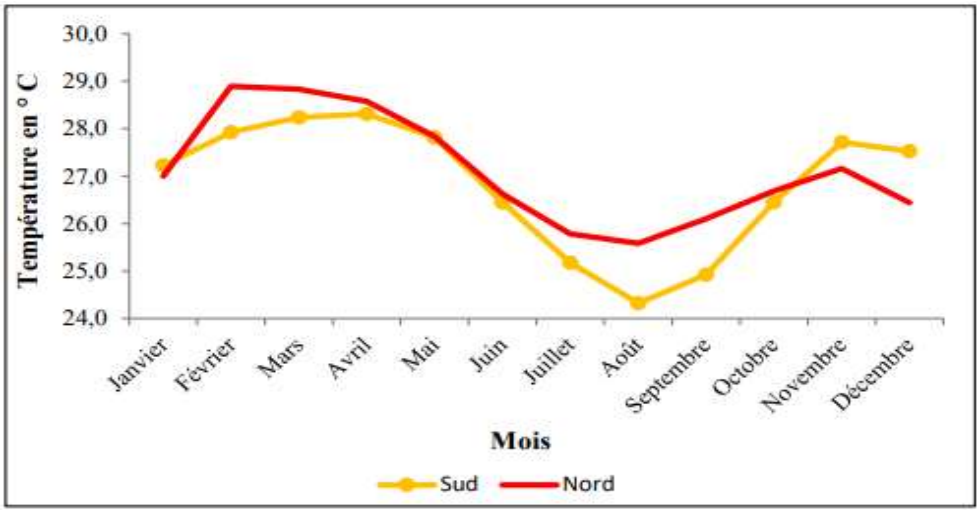


Figure 3 : Évolution thermique moyenne annuelle (1980-2024) dans le bassin de l'Agnéby
Source : Données SODEXAM, 2025

2.1.2. Variabilité pluviométrique

2.1.2.1. Dynamique interannuelle des pluies

La tendance pluviométrique est excédentaire de 1980 à 2024 avec une moyenne interannuelle de 1221 mm. La hausse des pluies est estimée à 12% pour une moyenne de 1368,5 mm entre 2009 et 2024 (Figure 4). Entre 1980 et 2008, c'est la récession pluviométrique (Figure 4) estimée à 11% pour une moyenne de 1091 mm. Toutefois, les indices standardisés laissent entrevoir une séquence normale de sécheresse sur toute la série chronologique (1980-2024).

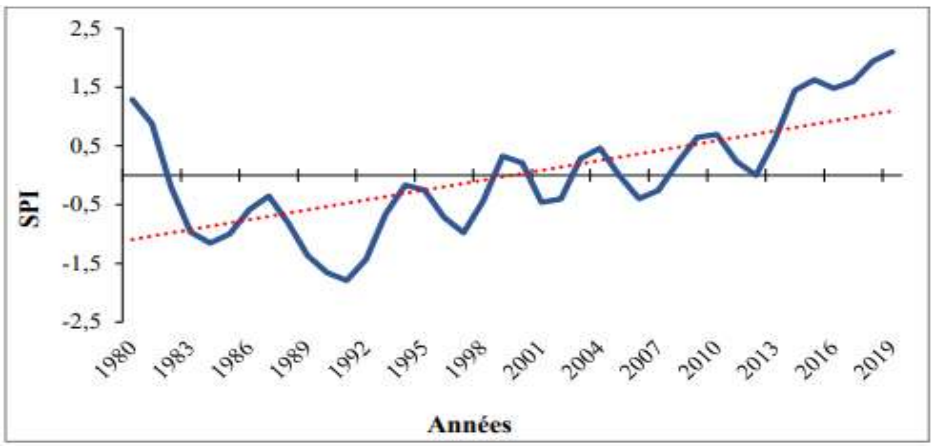


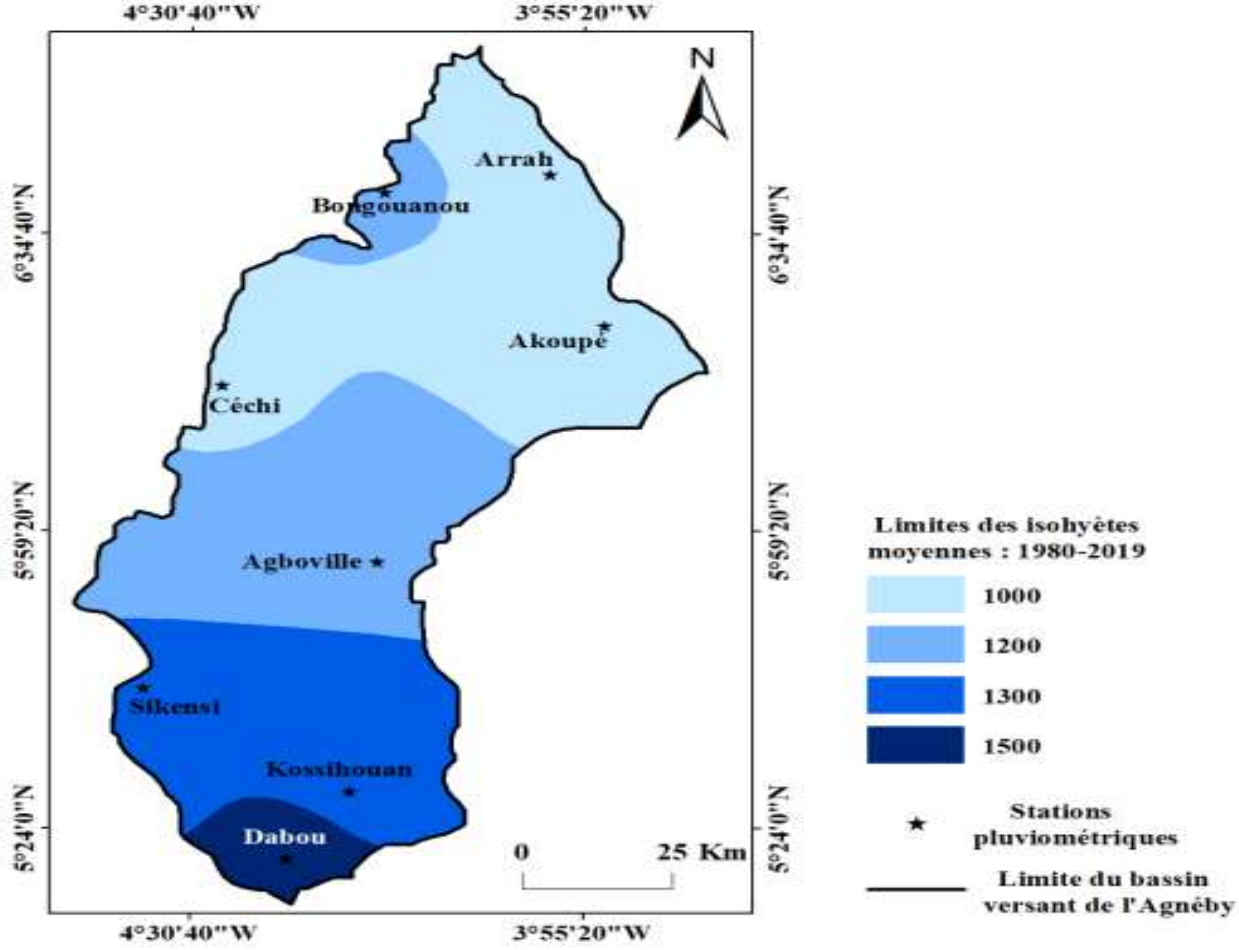
Figure 4 : Dynamique pluviométrique interannuelle (1980-2024) dans le bassin versant de l'Agnéby
Source : Données SODEXAM, 2025

2.1.2.2. Evolution des isohyètes moyens interannuels sur la période d'étude

Les isohyètes tracés présentent un gradient décroissant du Sud au Nord de1500 à 1000 mm de pluies (Figure 5). Le sud du bassin reste le plus arrosé avec des quantités estimées à 1500 mm à Dabou (Figure 5). Les isohyètes de 1300 et 1200 mm recouvrent respectivement les localités d'Agboville et Bongouanou Kossihouan ainsi que Sikensi.

En progressant vers le nord, c'est l'isohyète 1000 mm qui couvre les localités de Céchi, Akoupé et Arrah (Figure 5).

Figure 5 : Répartition spatio-temporelle des isohyètes dans le bassin versant de l'Agnéby



Source : Données SODEXAM, 2025

2.2. Fluctuations hydrologiques

2.2.1. Evapotranspiration potentielle (ETP)

2.2.1.1. Evapotranspiration potentielle interannuelle

L'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (1446,6 mm) est élevée dans le bassin versant de l'Agnéby. Cette perte d'eau dans le bassin est plus importante dans le Nord (1533,8 mm) que dans le sud (1359,4 mm) (Tableau 3). Ainsi, une valeur moyenne de plus de 174,4 mm est enregistrée au Nord.

Tableau III: Variation moyenne de l'ETP dans le bassin versant de l'Agnéby

Localité	ETP moyenne annuelle en (1990-2019)	Variations			
		Hausse		Baisse	
		ETP moyenne	Taux de variation	ETP moyenne	Taux de variation
Sud	1359,4 mm	1425 et 1392 mm	4,8 % et 2,4 %	1277,8 mm	6 %
Nord	1533,8 mm	1567,5 mm	2,2 %	1517,3 mm	1 %
Bassin	1446, 6	1448 mm	2,9 %	1397,6 mm	3.3 %

Source : Données SODEXAM, 2025

Par ailleurs, les valeurs d'ETP annuelle au nord sont restées supérieures à celles du sud. Aussi, le Sud du bassin connait-il une baisse quasi-importante d'ETP inférieure aux 1100 mm entre 2001 et 2004. Quant au Nord, les valeurs d'ETP sont rarement inferieures au 1400 mm (Figure 6).

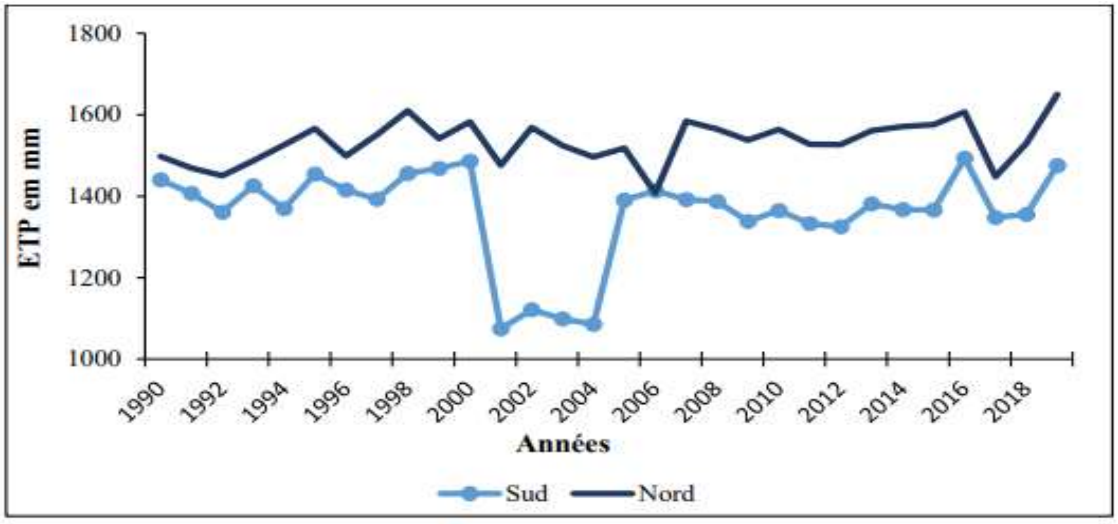


Figure 6 : Variation interannuelle de l'ETP de 1990-2019 dans le bassin de l'Agnéby
Source : Données SODEXAM, 2025

2.2.1.2. Dynamique interannuelle de l'ETP

La variation de l'ETP oscille entre baisse et hausse sur toute la zone d'étude. Au nord du bassin, la baisse est observée de 1990 à 2007 avec des indices moyens oscillant entre -2 et 1,2 (Figure 7) pour une moyenne de 1500 mm soit une baisse de 2,2%. Entre 2008 et 2024, c'est la hausse de l'ETP dont les indices sont compris entre 0.2 et 2 (Figure 7) avec une moyenne de 1570 mm, soit une hausse de 2,4%.

Au sud, il est enregistré deux périodes de hausse de l'ETP alternées par une période de baisse de l'ETP. Les deux périodes vont de 1990-2000 et 2013-2024. Au cours de ces périodes, les indices oscillent entre 0,8 et 1 et entre 0 et 0,7 (Figure 7) pour des moyennes de 1425 et 1392 m soit des hausses respectives de 4,8 et 2,4%. La baisse de l'ETP se situe entre 2001 à 2012 avec des indices variant de -2,7 à -0.2 (Figure 7) pour une moyenne de 1277,8 mm, soit une baisse de 6%.

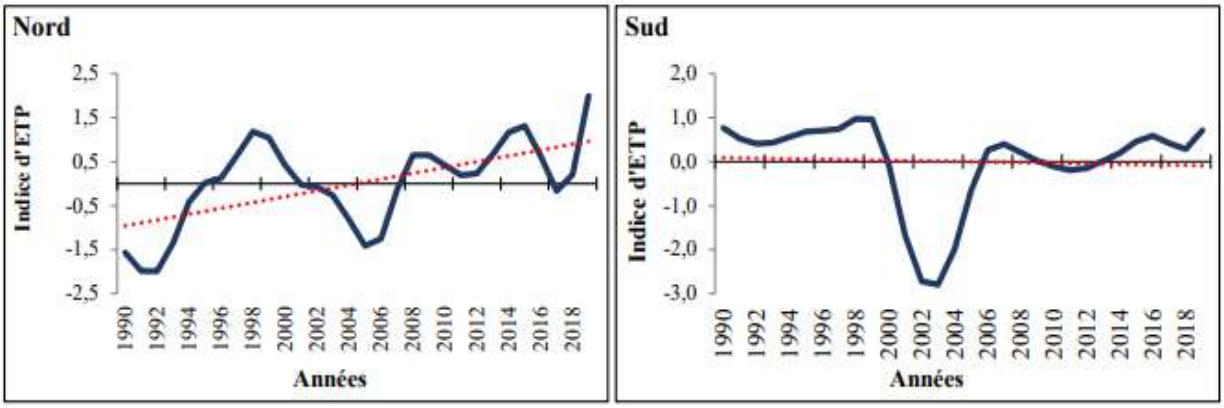


Figure 7: Dynamique interannuelle de l'ETP de 1990-2024 dans le bassin de l'Agnéby
Source : Données SODEXAM, 2025

2.2.2. Bilan hydrologique

2.2.2.1. Bilan hydrologique interannuel

Le bassin versant de l'Agnéby connait un déficit hydrique (208,6) mm (Tableau 5). Ce bilan hydrologique déficitaire concerne toutes les stations pluviométriques sauf celle de Dabou (Figure 8). A la station de Dabou le bilan hydrologique est excédentaire (260 mm). La valeur moyenne de l'excédent d'eau à Dabou est de (Tableau 5).

Tableau IV : Caractéristique du bilan hydrologique dans le bassin versant de l'Agnéby de 1990 à 2024

Localité	Bilan hydrologique (1990-2019) en mm	Tendance générale
Dabou	**260**	**Excédent**
Sikensi	80	Déficit
Kossihouan	50	Déficit
Agboville	17	Déficit
Céchi	300	Déficit
Bongouanou	420	Déficit
Arrah	360	Déficit
Akoupé	**520**	**Déficit**
Bassin	**208,6**	**Déficit**

Source : Données SODEXAM, 2025

Par contre, le déficit du bilan hydrologique annuel concerne les localités de Sikensi, Agboville, Kossihouan, Céchi, Bongouanou, Arrah et Akoupé (Figure 8). La valeur du déficit hydrologique est très variable entre les localités. Elle oscille entre 17 à 520 mm de perte d'eau. En effet, le déficit a été estimé à 17 mm à Agboville. Dans la localité de Kossihouan, il est de de 50 mm. Quant à Sikensi, il a été estimé à 80 mm. Toutefois, les déficits les plus importants de l'ordre de 300 mm est enregistré à Céchi, à Bongouanou, à Arrah et à Akoupé. Spécifiquement, il est de 300 mm à Céchi. A la station d'Arrah, ce déficit atteint 400 mm. A Bongouanou, le déficit a été estimé à 420 mm. Le déficit le plus notable, 520 mm est enregistré à Akoupé (Tableau 4.13).

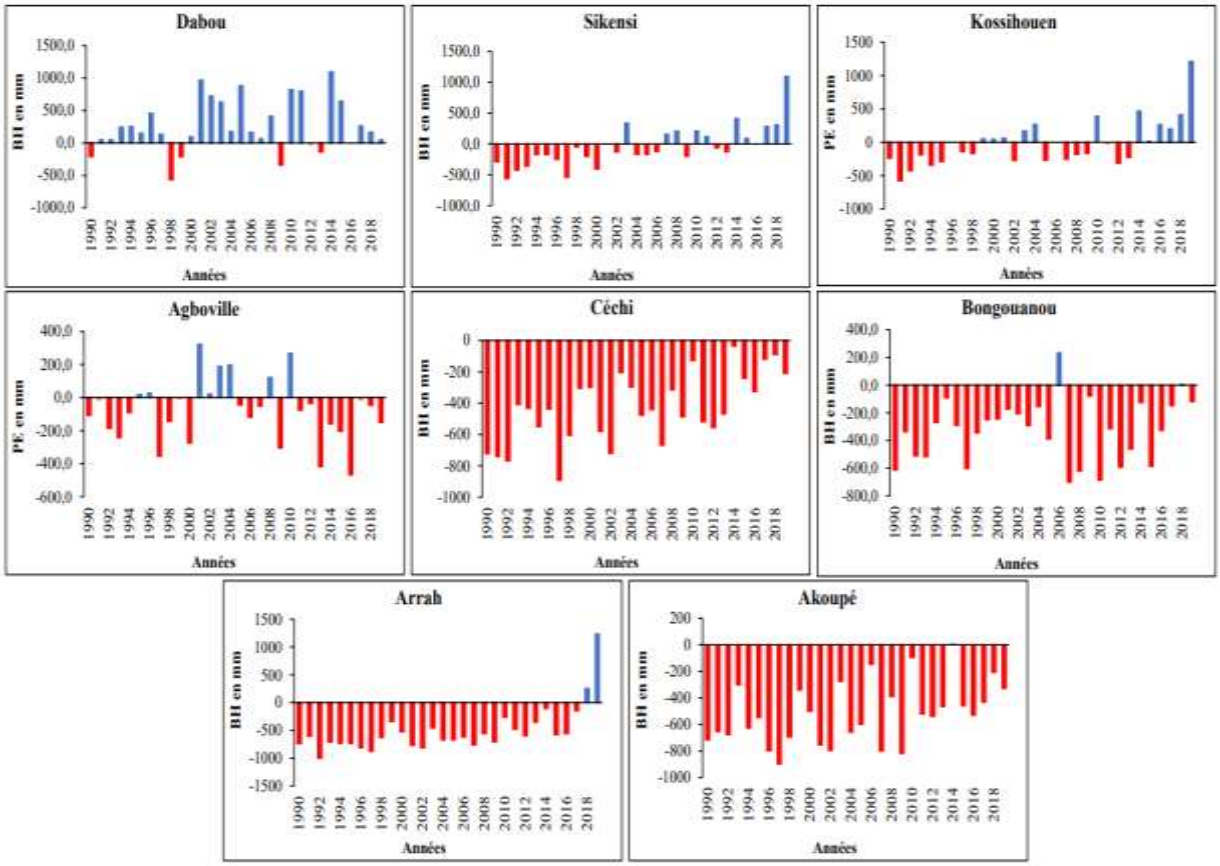


Figure 8 : Bilan hydrologique interannuel dans le bassin versant de l'Agnéby de 1990 à 2024

Source : Données SODEXAM, 2020

2.2.2.2. Bilan hydrologique annuel

Le bilan hydrologique est positif au cours des mois de mai (42,3mm), juin (90,1 mm) et juillet (23 mm) (Figure 9). Sur tout le reste de l'année, le bilan hydrologique reste déficitaire. Mais, ce déficit est assez important pendant les mois de décembre (68,2 mm), janvier (89,2 mm) et février (78,1 mm). Le mois de juin est le seul mois où tout le bassin enregistre un excédent d'eau (Figure 9). En revanche, le déficit est enregistré au cours des mois de décembre à mars (Figure 9).

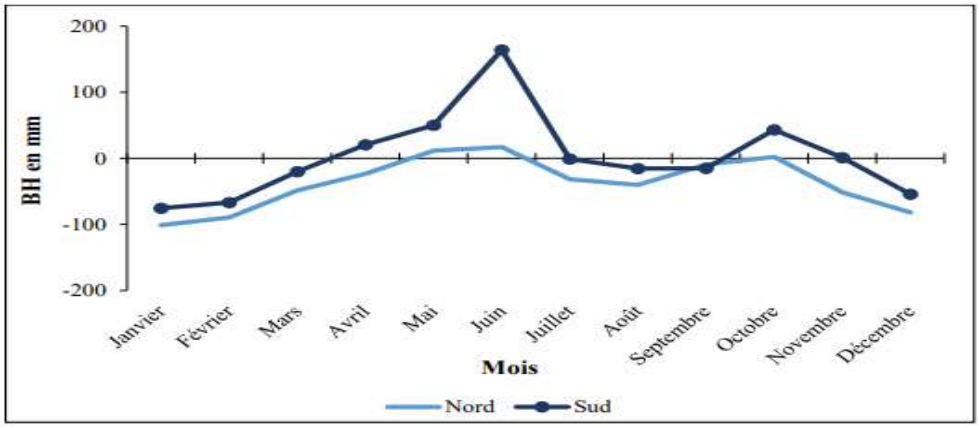


Figure 9 : Évolution moyenne annuel du BH du bassin versant de l'Agnéby de 1990 à 2024

Source : Données SODEXAM, 2025

2.2.2.3. Caractéristiques saisonnières dans le bassin versant de l'Agnéby à partir du bilan hydrologique (BH)

L'étude du bilan hydrologique, permet d'identifier les caractéristiques des saisons climatiques dans le bassin versant de l'Agnéby. Ces caractéristiques sont nettement différentes entre les localités du bassin versant (Tableaux 6 et 7). Le tableau 6 indique que les saisons sèches sont plus longues que les saisons des pluies dans le nord du bassin versant. En effet, la grande saison des pluies couvre les mois de novembre-avril (6 mois). La petite saison des pluies s'individualise entre les mois de juillet et août (2 mois). Quant aux saisons des pluies, la grande se situe aux mois de mai et juin (2 mois) et la petite ne se remarque qu'en septembre et octobre (2 mois). Ainsi, l'ensemble des saisons sèches et humides durent respectivement 8 mois et 4 mois (Tableau 6). De plus, du mois de janvier à mai (5 mois), la réserve utile (RU) n'est plus disponible dans le sol pour alimenter les plantes dans le nord du bassin (Tableau 6). Toutefois, le régime climatique est dit bimodal car il est toujours observé deux saisons des pluies (Tableau 6). Dans le sud, contrairement au nord, il y a un certain équilibre des saisons. Les saisons sèches et humides couvrent respectivement 7 et 5 mois dans l'année (Tableau 7). En effet, la grande saison sèche part de décembre à mars (4 mois) et la petite saison sèche d'août à septembre (2 mois). Quant à la grande saison des pluies elle prend en compte les mois d'avril à juin (3 mois) et la petite se remarque en octobre et novembre (2mois) (Tableau 7). Par ailleurs, dans cette partie du bassin, la réserve utile (RU) est pratiquement disponible des mois de mai à janvier (Tableau 7).

Tableau 4.14 : Caractéristique saisonnière moyenne dans le nord du bassin versant de l'Agnéby

	Jan	Fév	Mar	Avril	Ma	Jui	Juil	Août	Septe	Octo	Nove	Déce
P	19	50	99	119	140	142	81	77	106	124	65	29
ETP	110	109	129	125	108	85	92	88	88	106	107	107
P-ETP	-91	-59	-30	-6	32	57	-11	-11	18	18	-42	-78
RU	0	0	0	0	0	32	90	79	68	86	104	62
Excès	0	0	0	0	32	57	0	0	18	18	0	0
Déficit	91	59	30	6	0	0	11	11	0	0	42	78
Type de mois	S	S	S	S	H	H	S	S	H	H	S	S
Saisons	Grande saison sèche				Grande saison des pluies		Petite saison sèche		Petite saison des pluies		Grande saison sèche	

Source : Données SODEXAM, 2020

Tableau 4.15 : Caractéristique saisonnière moyenne dans le sud du bassin versant de l'Agnéby

	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Jui	Juil	Août	Sept	Octo	Nove	Déce
P	36	55	105	145	201	270	104	58	83	155	123	57
ETP	122	133	139	129	119	106	105	100	95	113	118	113
P-ETP	-85	-78	-34	17	82	165	-1	-43	-12	42	5	-56
RU	135	0	0	0	17	99	200	199	156	144	186	191
Excès	0	0	0	17	82	165	0	0	0	42	5	0
Déficit	85	78	34	0	0	0	1	43	12	0	0	56
Type de mois	S	S	S	H	H	H	S	S	S	H	H	S
Saisons	Grande saison sèche			Grande saison des pluies			Petite saison sèche			Petite saison des pluies		Grande saison sèche

Source : Données SODEXAM, 2020

3. DISCUSSION

3.1. Variabilité climatique

Sur la période 1980-2024, le régime thermique de l'Agnéby est excédentaire avec une hausse de 0,7°C. Cela pourrait être lié à la dégradation accélérée du couvert forestier dans ce bassin. Cette hausse thermique s'inscrit dans le cadre du réchauffement actuel de la terre (GIEC, 2014, p. 23) notamment l'Afrique dont la hausse est de 0,7°C (Bretaudeau A et al, 2011, p. 2). Cette évolution positive de la température est issue des phénomènes El Nino/La Nina provoquant des sécheresses en Afrique avec une hausse thermique (Christensen J H, et al, 2013, p. 2). La hausse thermique dans le bassin versant de l'Agnéby est plus importante au nord dont la station est celle de Dimbokro située à 90 m altitude où les températures sont généralement élevées en Côte d'Ivoire. Ces résultats concordent avec les études de Kouamé K R, et al, (2019, p. 16). Selon ces auteurs, les températures moyennes annuelles des stations synoptiques de Yamoussoukro, Dimbokro et celle de Lamto ont connu une augmentation brutale de 0,5° C, au cours des quatre dernières décennies (1961-2010). De même, les travaux de Mballo I, et al, (2020, p. 9) indiquent un excédent thermique entre 1951 et 2015 en haute Casamance (Sénégal). Par contre, sur le bassin du banco (Côte d'Ivoire), Koné S, et al, (2019, p. 290) indiquent une légère baisse thermique de 1980 à 2013. Par ailleurs, selon le GIEC (2014, p. 52), entre 1980-2079 et 2080-2099, la hausse de la température moyenne s'échelonnera entre 3 et 4° C sur l'ensemble du continent africain. En Afrique de l'Ouest, (Kouamé K R, et al, (2019, p. 18) prévoient une augmentation de 2 à 6° C à l'horizon 2100. Pour ces mêmes auteurs, les températures annuelles de la région de Dimbokro connaîtront une évolution thermique spectaculaire d'ici 2080 à + 2,6°C qui correspond à la partie Nord de la zone d'étude et qui confirme la hausse de + 0,3° C (1980-2024).

Dans le bassin de l'Agnéby les isohyètes oscillent entre 1500 à 1000 mm avec une moyenne interannuelle de 1221 mm. Le Sud du bassin reste le plus arrosé par des quantités de pluies estimées à 1500 mm/an. Nonobstant, il reste la zone la plus touchée par la baisse des pluies car pour une pluviométrie de 2200 mm (1968), elle est passée à 1600 mm (1998), soit une baisse de 27% en 30 ans (Saley M B, et al, 2009, p. 8). La baisse la plus significative est observée pendant la décennie 1990-1999 avec une chute de 10%. Le déficit pluviométrique du bassin versant de l'Agnéby pourrait s'expliquer non seulement par la dégradation accélérée des forêts mais aussi, par le caractère déficitaire de la pluviométrie dans la partie sud du Golfe de Guinée depuis les années 1960 (N'da K C, et al, 2021, p. 29). De plus, ce déficit pluviométrique a été signalé un peu partout en Côte d'Ivoire (Saley M B, et al, 2009, p. 12 ; Brou Y T, 2005, p. 534). En revanche, il est enregistré une reprise pluviométrique la plus importante de 14,7% au cours de la décennie 2010-2024 dans le bassin de l'Agnéby. Cela pourrait être dû à la reconversion du paysage agraire aux forêts hévéicoles qui favorisent un microclimat humide aux caractéristiques pluvieuses. Ce retour pluviométrique presque partout en Côte d'Ivoire est aussi influencé par le phénomène de la Nina qui a eu lieu en 2012 (N'da K C, et al, 2021, p. 23). Dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire (Tabou et Tai), Brou Y T,

(2005, p. 535) a montré la reprise de la pluviométrie à partir des années 2000. De même, Ahoussi K E, et al, (2013, p. 30) ; Yao J C, et al, (2020, p. 204) et Kouakou A L, et al, (2020, p. 6) ont indiqué une reprise des pluies entre 1990 et 2017 au sud et l'est de la Côte d'Ivoire.

3.2. Fluctuations hydrologiques

La perte d'eau par ETP est importante avec une moyenne de 1446,6 mm. Les travaux de N'Guessan K A, et al, (2014, p. 141) ont conclu à une valeur moyenne d'ETP de 1511 mm entre 1975 et 2001 dans la région de Yamoussoukro. Ainsi, la valeur moyenne d'ETP dans le bassin versant de l'Agnéby est inférieure à celle de la région de Yamoussoukro. Cela pourrait s'expliquer par la position géographique du bassin par rapport à la région de Yamoussoukro. Aussi, dans le bassin versant de l'Agnéby, la perte d'eau par ETP est-elle plus importante au Nord (1533,8 mm). Explicitement, les cours d'eau s'évaporent plus et les végétaux transpissent assez. Ces résultats pourraient s'expliquer par la hausse thermique (0,7°C) qu'a connu le bassin versant de l'Agnéby de 1980 à 2024. De plus, la variation de l'ETP dans le bassin versant de l'Agnéby présente une baisse de l'ETP estimée de 1 et 6% qui s'aligne sur celle de la température (Kouassi A M, 2007, p. 160). De même, Kouamé K R, et al, (2019, p. 16), dans leurs travaux, ont montré que la température a connu une diminution de 1°C entre 1980 et 2000. Cette chute thermique a favorisé un microclimat doux pour les êtres vivants et les cours d'eau. Par contre, de 1990 à 2000 et de 2013 à 2019 au Sud, et de 2008 à 2019 au Nord, le bassin connait une hausse de l'ETP de l'ordre de 2%. Cela signifie que les cours d'eau et les végétaux ont connu une importante évaporation et transpiration. Cette perte d'eau abondante est liée à la hausse de la température de 0,8°C (2000-2009) et de 0,9°C (2010-2019) dans le bassin. Ces résultats corroborent ceux de Wellens J, et al. (2012, p. 5). Pour ces derniers, les sorties d'eau du bassin versant de Kou au Burkina Faso étaient perdues par évapotranspiration à 77%. Cet état de fait est dû à l'élévation de la température de l'ordre de 0,5°C sur cette même période. Cependant, ces résultats sont contraires à ceux d'Amoussou E, et al, (2015, p. 20) sur le fleuve Mano (Bénin). Ils estiment que ce fleuve a observé une légère baisse de la demande évaporatoire entre 1988 et 2010. Annuellement, le record d'ETP atteint en avril s'explique par la présence des mécanismes mise en place pour la grande saison des pluies.

Le bilan hydrologique du bassin versant de l'Agnéby est dit déficitaire avec une perte d'eau moyenne de 208 mm entre 1980 et 2019. Cela traduit que, les conditions hydroclimatiques sont défavorables au bon développement des végétaux. Bien vrai que la nature reste verdoyante mais les plantes subissent un important stress hydrique notamment dans le nord du bassin. Wellens J, et al, (2012, p. 6) mentionnent un bilan hydrologique déficitaire dans le bassin versant du Kou au Burkina Faso avec un excès d'eau. Pour ces derniers, cet excès d'eau pourrait être issu de la nappe phréatique.

CONCLUSION

La variabilité climatique se manifeste sous plusieurs formes dans le bassin versant de l'Agnéby avec un régime thermique excédentaire entre 1980 et 2019. Les mois de mars et août restent respectivement le plus chaud et le plus froid du bassin. Quant au régime pluviométrique, il est excédentaire. Les indices standardisés présentent une séquence de normale sécheresse sur toute la série chronologique (1980-2024). Cependant, la pluviométrie a baissé de 27% en 30 ans. Ces variations climatiques ont affecté négativement les ressources hydrologiques. L'ETP connait une tendance générale à la hausse. En ce qui concerne le bilan hydrologique, il est déficitaire avec un régime bimodal. De plus, de janvier à mai, la réserve utile (RU) n'est pas disponible pour alimenter les végétaux dans le nord du bassin.

Références bibliographiques

AHOUSSI KOUASSI ERNEST, KOFFI YAO BLAISE, KOUASSI AMANI MICHEL, SORO GBOMBELE, SORO NAGNIN et BIÉMI JEAN, 2013, « *Étude de la variabilité hydroclimatique et de ses conséquences sur les ressources en eau du Sud forestier et agricole de la Côte d'Ivoire : cas de la région d'Abidjan-Agboville* ». Int. J. Pure App. Biosci, vol. 1, no 6, pp 30-50.

AMOUSSOU ERNEST, TOTIN VODOUNON S. H., HOUESSOU S., TRAMBLAY YVES, CAMBERLIN P., HOUNDENOU C., BOKO MICHEL, MAHE GIL et PATUREL JEAN-EMMANUEL, 2015, « *Application d'un modèle conceptuel à l'analyse de la dynamique hydrométéorologique des crues dans un bassin-versant en milieu tropical humide : cas du fleuve mono (Bénin)* ». XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015, pp 17-24.

AMOUSSOU ERNEST, TRAMBLEY YVES, TOTIN HENRI S. V., MAHE GIL et CAMBERLIN PIERRE, 2015, « *Dynamique et modélisation des crues dans le bassin versant du Mono à Nangbéto (Togo/Bénin)* ». Hydrological Sciences Journal, 59 (11), 2014, pp 2060 2071.

ASSEMIAN ASSI EMILE, KOUAME KOFFI F. ERNAND, DJAGOUA VALERE ÉRIC, KOUADIO AFFIAN. ; JOURDA JEAN. ROGER PATRICE. ; MIESSAN ADJA. ; LASM THEOPHILE et BIEMI JEAN, 2013, « *Étude de l'impact des variabilités climatiques sur les ressources hydriques d'un milieu tropical humide : Cas du département de Bongouanou (Est de la Côte d'ivoire)* ». Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS ETE) Revue des sciences de l'eau. ISSN : 0992-7158, pp. 248-261

BRETAUDEAU A., SARR B. et TRAORE S, 2011, « *Evaluation des changements climatiques en Afrique, In : Actions d'adaptation au changement climatique pour le développement rural, la biodiversité et la GIRE* » 8 p.

BROU YAO TELOSPHORE, 2005, « *Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire* ». Mémoire de synthèse des activités scientifiques, Montpellier. Habilitation à Diriger des Recherches. Lille : Université des Sciences et Techniques, 2005, 226 p.

DEGUY ATTOUNGBE JEAN-PHILIPPE, 2021, « *Evaluation de la vulnérabilité à l'érosion hydrique des sols du bassin versant de la Lobo (Cote d'Ivoire) : Approche par modélisation* ». Thèse de Doctorat Unique, Université NANGUI ABROGOUA, UFR Sciences et Gestions de l'Environnement, 194p.

DIBI KANGAH P.A ; KOUAKOU B. D. et KOLOTIOLOMA A, 2016, « *influences des températures de surface des océans Atlantique et Pacifique sur la pluviométrie en Côte d'ivoire In climat et développement* ». Laboratoire Pierre PAGNEY –Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE). B.P: 526 Cotonou, (République du Bénin), 15 p.

DIBI KANGAH P.A ; GLOAYOWI SYLVAIN ZHODE BATHOH, 2016, « *Modification du rythme des pluies et la durée de l'harmattan sur le littoral de Côte d'Ivoire (1971-2006)* ». REGARDSUDS, Numéro 2, 2016, pp 1-10.

DIBI-ANOH AGOH PAULINE, DEGUY ATTOUNGBRE JEAN-PHILIPPE, YAO JOSELITO CARLOS, 2022, « *Impacts de la dynamique de l'occupation du sol sur les espaces forestiers dans le bassin versant de l'Agnéby de 1988 à 2020* ». Acte du colloque international « La prospective de la gouvernance des territoires en Afrique face aux enjeux de développement durable » (CUAPTD). Le journal des sciences sociales, N° spécial 2022, ISSN 2073-9303, pp 709-736.

GIEC, 2014, « *incidences, adaptation et vulnérabilité aux changements climatiques* ». Service d'appuis technique du groupe de travail II, SUISSE, 40 p.

KOUAKOU AKISSI BIENVE PÉLAGIE, DEGUY ATTOUNGBRÉ JEAN-PHILIPPE, LAGOBO ZOMI CLAUDE, LAWIN AGNIDÉ EMMANUEL, KAMAGATE BAMORY et AKA BOKO, 2022, « *Spatialisation de la pluie sur le bassin versant de l'Agnéby à Agboville, Côte d'Ivoire* ». Rev. Ivoir. Sci. Technol, pp 34-54.

KOUAKOU AYA LOUISE, SYLLA DAOUDA, KOFFI MICHELINE AMENAN, YAO JOSELITO CARLOS, 2020, « *Incidences de la variabilité pluviométrique sur la production de l'igname dans le terroir de Guiendé (sous-préfecture de Tanda)* ». Acte de colloque, 8e Edition des Journées Géographiques, pp 1-11.

KOUASSI AMANI MICHEL, KOUAME K.F., SALEY MOHAMARD BACHIR et YAO B.K, 2007, « *Identification de tendances dans la relation pluie-débit et recharge des aquifères dans un contexte de variabilité hydroclimatique : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire* ». European Journal of Scientific Research, Vol. 16, N°3, pp 412 427.

KOUASSI A.M. ; ASSOKO A.V.S. ; KOUAKOU K.E. ; DJE K.B. ; KOUAME K.F.et BIEMI J, 2017, « *Analyse des impacts hydrologiques de la variabilité climatique en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du Bandama en Côte d'Ivoire* ». Larhyss Journal, ISSN 1112 3680, n°31, pp 19-40.

N'DA KOUADIO CRISTOPHE, 2016, « *Variabilité hydroclimatique et mutations agricoles dans un hydrosystème anthropisé : l'Exemple du bassin versant du Bandama en Côte d'Ivoire* ». Thèse de Doctorat unique de Géographie. Spécialité : Géographie physique et environnement. Université Félix Houphouët Boigny, 272 p.

N'GUESSAN KOUAME A., KOUASSI AMANI M., GNABOA R., TRAORE K.s., HOUENOU P.V, 2014, « *Analyse de phénomènes hydrologiques dans un bassin versant urbaisé : cas de la ville de Yamoussoukro (centre de la Côte d'Ivoire)* ». Larhyss Journal, ISSN 1112-368, N°17 mars 2014, pp. 135-154.

NOUFÉ DABISSI ; LIDON BRUNO ; MAHÉ GIL ; SERVAT ERIC ; BROU YAO TELOSPHORE ; KOLI BI ZUELI et CHALÉARD J.-L, 2011, « *Variabilité climatique et production de maïs en culture pluviale dans l'est Ivoirien* ». Hydrological Sciences Journal, 56 :1, pp 152-167, DOI : 10.1080/02626667.2010.545247.

SALEY MOHAMAN BACHIR, TANOH R., KOUAMÉ K.F., OGA M.S., KOUADIO B.H. et DJAGOUA E.V., SAVANE ISSIAKA, 2009, « *Variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie et son impact sur les ressources en eaux souterraines : cas du district d'Abidjan (sud de la Côte d'Ivoire)* ». In : 14e colloque International en évaluation environnementale, Niamey. 18 p.

YAO JOSELITO CARLOS, N'GUESSAN KOUASSI FULGENCE, DEGUY ATTOUNGRE JEAN-PHILIPE, KOLI BI ZUELI, 2020, « *Variabilité pluviométrique et impacts environnementaux de l'érosion hydrique dans le bassin versant du gourou (Abidjan)* ». Journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement, N°01, vol 1, pp 198-210.

YAO JOSELITO CARLOS, DIBI-ANOH AGOH PAULINE, DEGUY ATTOUNGBRE JEAN-PHILIPPE, 2022, « *Adaptation paysanne à la variabilité hydroclimatique et sédimentologie dans le bassin versant de l'Agnéby* ». Actes de colloque : « La gouvernance à l'ère des changements globaux : situation, résilience et défis en Afrique », PASRES, décembre 2022, ISBN : 979-10-93066, pp 369-387.

YAO JOSELITO CARLOS, DIBI-ANOH AGOH PAULINE, DEGUY ATTOUNGBRE JEAN-PHILIPPE, 2022, « *Perceptions de la variabilité hydroclimatique dans le bassin versant de l'Agnéby* ». Revue Della/Afrique, N° spécial, décembre 2022, pp 101-116.

YAO JOSELITO CARLOS, 2023, « *Variabilité hydroclimatique et dynamique de perte de sol dans le bassin versant de l'Agnéby : incidences sur les cultures du cacao et de l'hévéa de 1980 à 2019* ». Thèse de Doctorat Unique en Géographie Physique et Environnement, spécialité Climatologie. UFHB-IGT / LAMINAT, 181p.

YAO JOSELITO CARLOS, KOUAME KOFFI MOÏSE, DEGUY ATTOUNGBRE JEAN-PHILIPPE, 2025, « *Pluviométrie et impacts environnementaux de l'érosion hydrique dans le bassin versant de l'Agnéby (Côte d'Ivoire)* ». Revue ASTR GHANA, vol 1 n°3 april 2025, pp 36-56.

WELLENS J., TRAORE F., NIAMIAN M-J., KARAMBIRI H., DIALLO M.F., COMPAORE N.T., DAKOURE D., DEROUAME J et TYCHONB, 2012, « *Elaboration du bilan d'eau du bassin versant du Kou et analyse des principaux composants* ». Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques des Hauts-Bassins du B.F., pp 1-9.