

CARACTÉRISATION DES BAS-FONDS DANS LE BASSIN VERSANT DE ZAGBO DANS LA COMMUNE DE ZA-KPOTA EN VUE DE LEUR AMÉNAGEMENT

*B. M. HOUNSOU**, *B. AHAMIDÉ***, *O. L. SINTONDI**, *J. C.
HOUNDAGBA**** & *V. P. CODJO*****

* *Institut National de l'Eau, E-mail : hounsoumat@gmail.com*

** *Faculté des Sciences Agronomiques*

*** *Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS)*

**** *ONG ALDIPE*

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objectif de contribuer à la connaissance des caractéristiques des bas-fonds dans le bassin versant de Zagbo (commune de Za-Kpota) en vue de leur exploitation agricole bénéfique et durable. Pour atteindre cet objectif, la collecte des données a été basée sur un dispositif constitué d'instruments de mesures pédologique, hydrologique et morphologique. Ainsi des piézomètres, des limnimètres et trois fosses pédologiques, ont été installés sur un bas-fond du bassin de versant pour la mesure des paramètres physiques afin de dégager ses potentialités d'aménagement et agronomique. La partie du bas-fond étudiée est située à la tête du cours d'eau Dogbanlin et a une longueur de 405 m et une largeur moyenne de 63 m, soit une superficie de 2,55 ha. Les résultats ont montré que les sources d'alimentation en eau du bas-fond sont multiples, la dynamique de l'écoulement et de la nappe phréatique connaît des variations spatiales et temporelles. La rivière Dogbanlin qui arrose ces terres de bas-fonds a un débit d'écoulement qui varie entre 72,5 l/s et 176,6 l/s suivant la période. Ce débit de l'écoulement peut s'expliquer par la faible pente du bas-fond (0,88 %), ce qui devrait favoriser sa maîtrise avec des ouvrages plus simples et moins coûteux. Les sols du bas-fond sont peu perméables ($3,56 \cdot 10^{-6}$ m/s) et tout ceci constitue des atouts favorables pour son aménagement. L'approche du Diagnostic Rapide de Pré-Aménagement (DIARPA), utilisée dans les pays comme le Mali, a été adaptée pour retenir des diguettes et des ouvrages de seuils déversants sans masque d'étanchéité pour son aménagement performant et durable.

Mots clés : bas-fonds, caractérisation, Zagbo, aménagement, diagnostic.

ABSTRACT

The objective of this study is to contribute to the knowledge of the characteristics of lowlands in the Zagbo watershed (municipality of Za-Kpota) with a view to their sustainable economic and agricultural exploitation. To achieve this objective, data collection has been developed on pedological, hydrological and morphological measurement instruments. Thus, piezometers, water level gauges and three soil pits were installed on a lowland of the basin for the measurement of physical parameters in order to reveal its development and agronomic potential. The part of the lowland studied is located at the upstream of Dogbanlin River and has a length of 405 m and an average width of 63 m, with an area of 2.55 ha. The results showed that the sources of water supply to the lowlands are multiple, the dynamics of the flow and the groundwater undergo spatial and temporal variations. The Dogbanlin River which irrigates these lowlands has a flow rate that varies between 72.5 l/s and 176.6 l/s depending of the period. This flow rate can be explained by the low slope of the lowland (0.88%), which should favor its control with simpler and less expensive structures. The lowland soils are not very permeable ($3.56 \cdot 10^{-6}$ m/s) and these characteristics are favorable to its development. The Rapid Pre-Development Diagnosis (DIARPA) approach, used in countries such as Mali, has been adapted to retain overflow weirs without a waterproofing mask for their efficient and sustainable development.

Key words : lowlands, characterization, Zagbo, development, diagnosis.

INTRODUCTION

Dans les régions intertropicales, l'agriculture est l'activité économique la plus importante surtout dans les pays d'Afrique au sud du Sahara (Daoudou, 2012). Mais les performances de cette activité restent faibles, car la pression démographique sur les ressources foncières en occurrence les terres de plateaux, ne permet plus les rotations des cultures ou les jachères et oblige les producteurs à exploiter chaque année les mêmes terres. Il en résulte la chute des rendements et une dégradation rapide des sols cultivables, c'est pour cela que certains écosystèmes sont recherchés. C'est le cas des bas-fonds qui offrent de vastes potentiels valorisables pour la production Agricole. En effet, les paysans cherchent à mettre en valeur d'autres terres non encore cultivées tels que les bas-fonds, les plaines inondables et les vallées autrefois considérés comme des zones marginalisées, des lieux répulsifs et malsains. Mais, les bas-fonds sont des milieux complexes et fragiles caractérisés par une humidité constante ou temporaire. Ils ont une valeur agricole de plus en plus importante et constituent donc une réponse à la variabilité climatique qui n'est très souvent pas maîtrisée par les paysans par manque de techniques. Ces constats susmentionnés mettent en avant le problème de la sous-exploitation de ces milieux humides dans un environnement climatique précaire. Il est clair que leurs exploitations diverses entraînent un déséquilibre ou un blocage dans le fonctionnement écologique et constituent d'autre part de hauts risques du point de vue sanitaire (Soclo, 2002). Cependant, la richesse naturelle et la bonne alimentation en eau des bas-fonds font d'eux l'objet d'un intérêt accru. Les conditions écologiques permettent d'y pratiquer non seulement une agriculture moins aléatoire, mais également des cultures de contre saison et de pâturage en saison sèche (Agbossou & Danvi, 2000 ; Hounkpétin, 2003). Il est clair que ce regain d'intérêt est dû à la dégradation continue et à l'appauvrissement des ressources en sol des plateaux (Agbossou & Danvi, 2000). Ainsi, la mise en valeur des bas-fonds revêt un intérêt important et est devenu un enjeu majeur du développement agricole pour réduire les contraintes hydriques (Soubérou *et al.*, 2017).

Au Bénin, des 375000 ha de bas-fonds et de terres irrigables dont dispose le pays environ 20 % sont exploités et 10 % seulement sont aménagés (Houndagba & Mama, 1994 ; Agbossou & Danvi, 2000 ; Hounkpétin, 2003, Aklé, 2015). En effet, le principal obstacle à l'utilisation intensive des bas-fonds est la maîtrise de l'eau qui sans aménagement, reste largement tributaire des aléas climatiques (Agbossou, 1999). Ces dernières années, l'exploitation des bas-fonds a considérablement augmenté en nombre et en superficie en raison de la fertilité de leurs sols et de leur caractère hydromorphe (Mama *et al.*, 2011 ; Soubérou *et al.* 2017). C'est pourquoi l'aménagement s'avère indispensable pour une exploitation rationnelle et durable de ces écosystèmes. C'est ce qui justifie l'importance de la nouvelle approche dite de caractérisation

agroécologique qui permet de faire une description complète de ces milieux en utilisant des paramètres physiques (Legoupil et *al.* (2000) ; Hounsou, (2003)).

Certes, beaucoup d'études ont été faites sur les bas-fonds du Bénin dans le but d'améliorer la production globale mais peu d'entre elles ont cherché à les caractériser avant de proposer des plans d'aménagement. Or les ouvrages installés sans tenir compte des réalités du terrain présentent peu d'efficacité et ne sont pas souvent durables, car la question du dimensionnement se pose. C'est ce qui freine l'exploitation durable de certains de ces agroécosystèmes du territoire national.

C'est le cas de la commune de Za-Kpota qui est pourtant très bien arrosée par de nombreux et importants cours d'eau qui à leur passage, créent de vastes bas-fonds aménageables et exploitables, mais qui demeurent en friches ou peu productifs. C'est pour combler quelque peu ces situations que la présente étude a été initiée pour contribuer à un bon aménagement du bas-fond de Dogbanlin à partir de l'approche DIARPA.

L'objectif de cette étude est de déterminer les caractéristiques physiques des bas-fonds du bassin versant de Zagbo en vue de leur mise en valeur agricole rentable et durable.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

Dans le bassin versant, un bas-fond expérimental a été choisi et se trouve au nord du village Dogbanlin, entre 7° 09' 40" et 7° 10' 50" latitude Nord et entre 2° 13' 10" et 2° 16' 01" longitude Est. Le bas-fond étudié est situé dans la commune de Za-kpota dans le département du Zou. Il est localisé dans le bassin versant de Zagbo au sud de la commune et qui est limité à l'Est par la rivière Zou dans laquelle se jettent ses eaux, et à sa partie Ouest se trouve la commune de Bohicon (Figure 1).

Le bas-fond a une superficie de plus de 5 ha dont 2,55 ha sont en exploitation sommaire. Les sols rencontrés dans ce bas-fond sont de nature sableuse sur les versants, sablo limoneuse dans les bas versants et généralement limoneuse dans les talwegs. Il est exploité pour la riziculture par un groupement villageois constitué en majorité de femmes.

Le paysage végétal est constitué des espèces caractéristiques des sols hydromorphes comme *Cyclosorus striatus*, *Ludwigia decurens*, *Ludwigia abissinica*, *Alcornea cordifolia*, *Maricus longirata* et *Raphia hokeri* (Codjo, 2012).

Echantillonnage et collecte des données

Les travaux sont organisés en phase d'enquêtes et d'observations sur le terrain avec des mesures de paramètres physiques relatifs à la caractérisation agro écologique du bas-fond. Le traitement des données par les logiciels appropriés (Excel et Arc View) ont permis de visualiser les réalités physiques du site.

✓ Phases d'observations et d'enquêtes

Elles ont consisté d'abord en une observation le long du bassin de Zagbo ceci à travers chacun des villages riverains, ce qui avait aidé dans le choix du site expérimental.

Pour l'enquête, un questionnaire a été administré à tous les 33 exploitants du bas-fond pour recueillir quelques informations hydrologiques dans le temps et les contraintes d'exploitation du bas-fond. Il s'agit de tous les exploitants exerçant des activités agricoles dans le bas-fond au cours de la période de l'enquête.

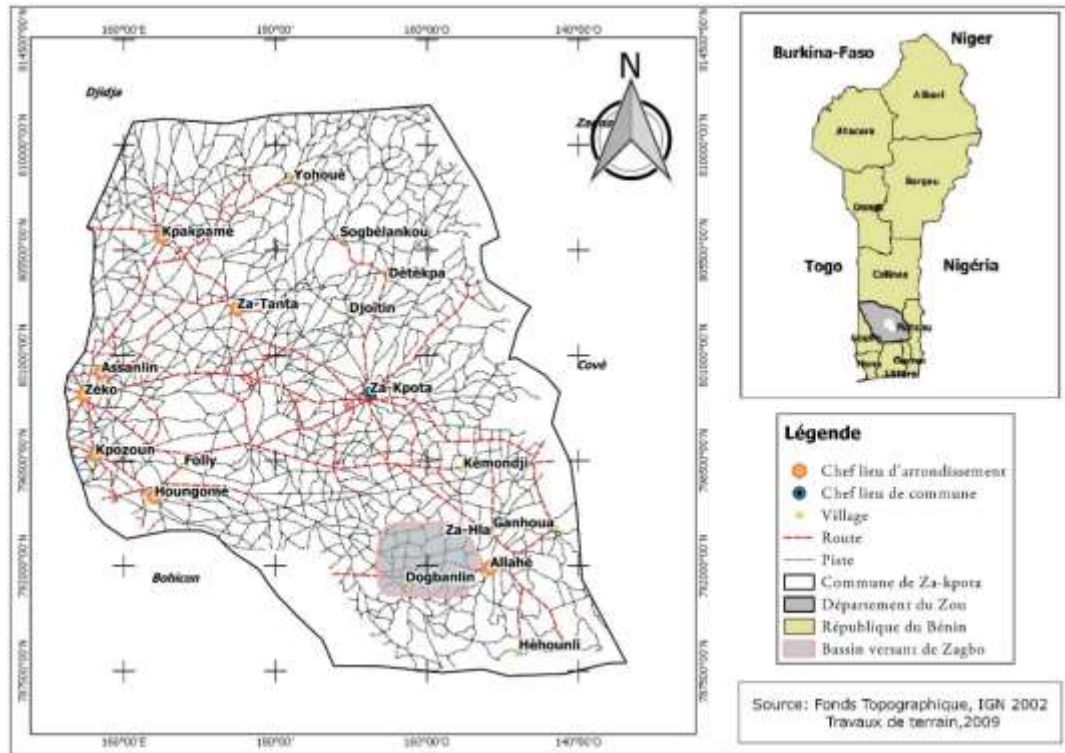


Figure 1. Situation du bassin versant de Zagbo dans la Commune de Za-Kpota

✓ *La mesure des paramètres physiques*

Les mesures des différents paramètres morpho-pédologiques et hydrologiques qui font l'objet de notre étude sont faites suivant trois (03) transects (T1, T2 et T3) sur le bas-fond. Le schéma de la figure 2 ci-dessous présente le dispositif adopté sur le terrain.

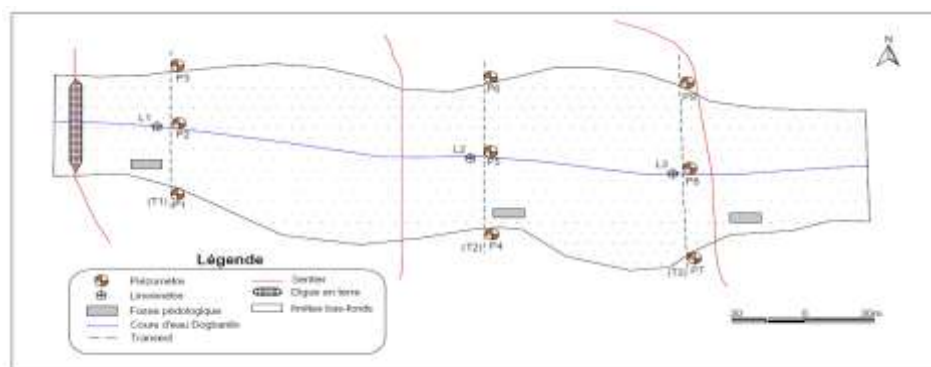


Figure 2. Dispositif de mesures des différents paramètres physiques sur le bas-fond

L : Limnimètre ; P : Piézomètre ; T : Transect

✓ *Collecte des données morpho-pédologiques du bas-fond et de son bassin versant*

- La superficie étudiée au niveau du bas-fond a été déterminée par la mesure directe sur le terrain à partir des parcelles régulières en exploitation à l'aide d'un décamètre et aussi du GPS.

- Les pentes transversale et longitudinale ont été mesurées à l'aide du clinomètre suivant les transects (amont, médian et aval) par contre, la pente longitudinale a été mesurée dans la partie centrale du bas-fond et ceci d'amont en aval. Quant à la profondeur du lit mineur et sa largeur, elles ont été aussi mesurées par le ruban métrique.

- la perméabilité du sol a été déterminée par la méthode de double anneaux. C'est un dispositif de deux cylindres concentriques de même hauteur (35 cm) mais de différents diamètres. Trois opérations de mesures ont été effectuées sur le site suivant les transects (amont, médian et aval).

✓ *Données hydrologiques*

L'étude hydrologique du bas-fond de Zagbo et de son bassin versant a pris en compte aussi bien les différents écoulements (superficiel et hypodermique) que la pluviométrie :

✓ *Suivi piézométrique*

Pour observer les variations temporelles et spatiales de la nappe, nous avons mis en place un réseau de neuf (09) piézomètres. Chaque piézomètre utilisé est

un tube en PVC 50 donc de 5 cm de diamètre et de 200 cm de long dont 100 cm enfoncés dans le sol pour le captage des écoulements dans le sol. Ils sont disposés sur le bas-fond suivant les trois transects.

Le suivi piézométrique a été effectué du mois de juillet au mois de décembre 2018. Le niveau de la nappe est mesuré deux fois par semaine.

Suivi limnimétrique

Trois (03) échelles limnimétriques de 100 cm chacune ont été installées sur le chenal principal à raison d'un limnimètre par transect pour mesurer la lame d'eau ruisselée. Ces échelles sont enfoncées dans le sol de manière à ce que la graduation zéro (0) soit au niveau du sol. La hauteur de la lame d'eau est mesurée à la même fréquence que le suivi piézométrique.

✓ *Données pluviométriques*

Les hauteurs moyennes de pluie (entre 2009 et 2012) sont collectées au niveau de l'ex SCDA de Za-kpota situé dans un rayon de 10 km par rapport au site et les hauteurs mensuelles de 2018 ont servi aussi à évaluer les apports pluvieux sur le site.

✓ *Débit de l'écoulement*

Pour suivre le régime du cours d'eau Dogbanlin, les mesures ont été effectuées en trois sections du bas-fond (amont, médiane, aval) et en deux étapes : période humide et période sèche de l'année 2018. Le débit moyen a été calculé par la méthode de flotteur qui consiste à déterminer la vitesse de ruissellement v par la formule suivante :

$v = d/t$ Avec : d = longueur du tronçon et t = temps mis par le flotteur pour parcourir la distance considérée. Le débit Q est ensuite calculé par la formule suivante :

$$Q = vm * S = 0,80 * v * S$$

vm est la vitesse moyenne qui représente environ 80% de la vitesse superficielle v , S étant la section de l'écoulement.

Méthodes de traitement et d'analyse des données

Une comparaison simple des données recueillies sur le terrain a permis d'apprécier ces paramètres avec des seuils de l'approche du Diagnostic Rapide de Pré-Aménagement (DIARPA) pour voir la faisabilité et le plan d'aménagement adéquat pour ce site. Trois critères sont utilisés selon cette méthode (Legoupil et al., 2000 ; Hounsou, 2003 ; Chabi et al., 2010 ; Soubérou, et al., 2017). Il s'agit des critères pédologiques, topographiques et hydrologiques. Face à la grande diversité des bas-fonds, les types d'aménagement proposés par le DIARPA ne sont pas à considérer comme standards car les caractéristiques de l'aménagement seront adaptées aux

conditions spécifiques de chaque site. Pour le cas des bas-fonds des pays soudano-guinéens ou subéquatoriaux comme au Bénin, des considérations spécifiques doivent être prises en compte comme le volume d'eau reçu annuellement sur les bas-fonds pour une adaptation du DIARPA (Hounsou, 2003 ; Aklé, 2015). Au total, six types d'aménagement sont proposés à partir des sept (7) indicateurs mesurés avec des schémas bien définis (Tableau 1).

Tableau 1 : Détermination des types d'aménagement à partir des 7 indicateurs physiques

		Conditions						Types d'aménagement
		Pédologiques		Topographiques		Hydrologiques		
Indicateurs	Perméabilité (m /s)	Profondeur d'une couche imperméable	Pente longitudinale moyenne du bas-fond (%)	Axe d'écoulement	Débit de crue par ml de largeur de bas-fond (l/s)	Profondeur de la nappe d'inferoflux du bas-fond (Début-Janvier (m))	Durée minimum de couverture des besoins en irrigation par les écoulements de base	
	1	<10 ⁻⁴	Indifférent	< 1 %	Pas d'axe d'écoulement marqué	1 l/s	Indifférent	Indifférent
2	<10 ⁻⁴	Indifférent	<1 %	Avec ou sans axe d'écoulement marqué	20 l/s	Indifférent	Indifférent	Diguettes en courbes de niveau avec ouvrage de déversement des crues
3	<10 ⁻⁴	Indifférent	<0,5 %	Axe d'écoulement peu encaissé	130 l/s	Indifférent	Indifférent	Seuils déversants sans masque d'étanchéité
4	>10 ⁻⁴	< 2 m	<0,5 %	Axe d'écoulement encaissé	130 l/s	Indifférent	Indifférent	Seuils déversants avec masque d'étanchéité
5	<10 ⁻⁴	Indifférent	<1 %	Axe d'écoulement marqué	2 l/s	Indifférent	1 mois	Ouvrages de diversion pour l'épandage des écoulements
6	>10 ⁻⁴	> 2 m	< 2 %	Axe d'écoulement encaissé	200 l/s	< 2 m	1 mois	Ouvrages de diversion pour la recharge de la nappe

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques morpho-pédologiques

Morphologie du site

La partie étudiée du bas-fond a une longueur de 405 m et une largeur moyenne de 63 m. La superficie est de 2,55 ha. Elle est plus large dans sa partie amont (76,5 m) et aval (61 m) que dans sa partie médiane (51,5 m).

Le lit mineur ou thalweg du bas-fond est profond de 60 cm et fait 70 cm environ de largeur. La pente transversale globale du bas-fond varie entre 0,5 et 9 % avec une moyenne de 3,89 %. De façon générale, la toposéquence transversale du bas-fond est favorable aux phénomènes d'érosion qui seraient plus accentués en amont qu'en aval. Toutefois, les jachères et friches au niveau des versants du bas-fond pourraient limiter l'intensité de l'érosion.

Les Figure 3, Figure 4 et Figure 5 présentent les profils transversaux du bas-fond respectivement sur les transects amont, médian et aval.

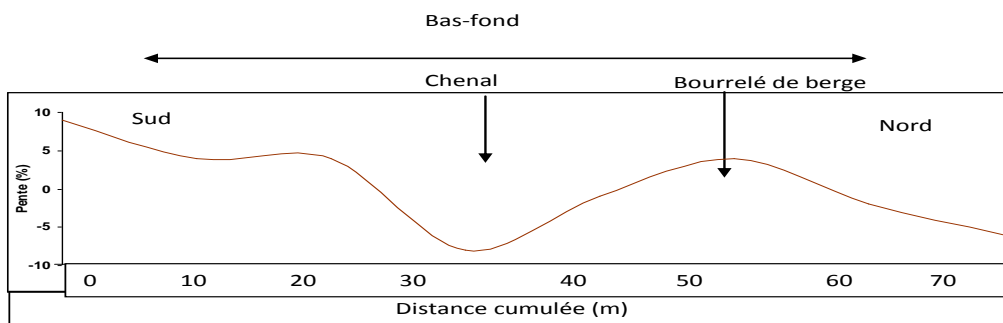


Figure 3. Profil topographique transect amont

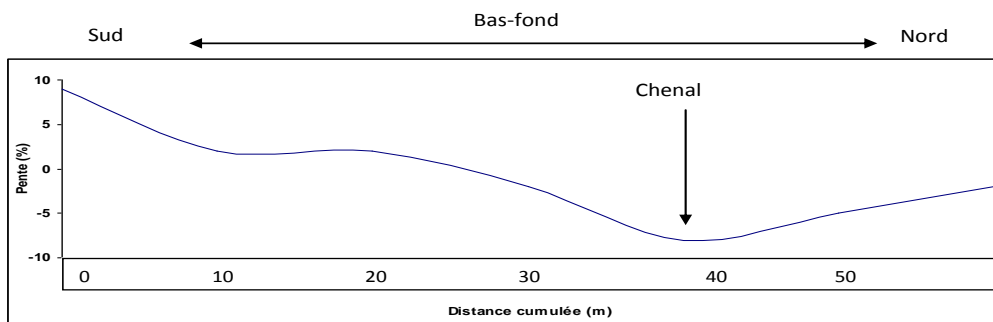


Figure 4. Profil topographique transect médian

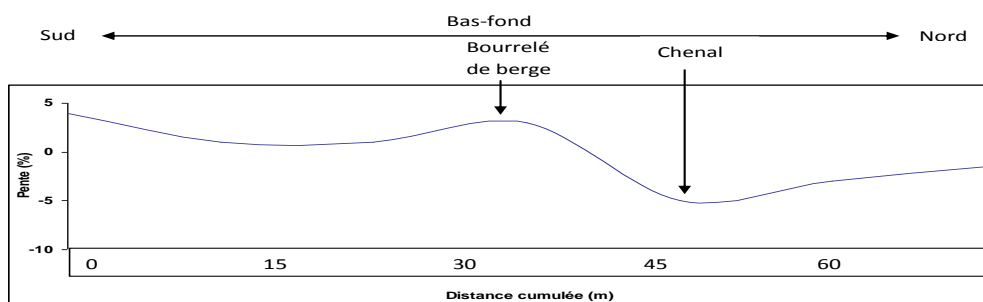


Figure 5. Profil en travers aval

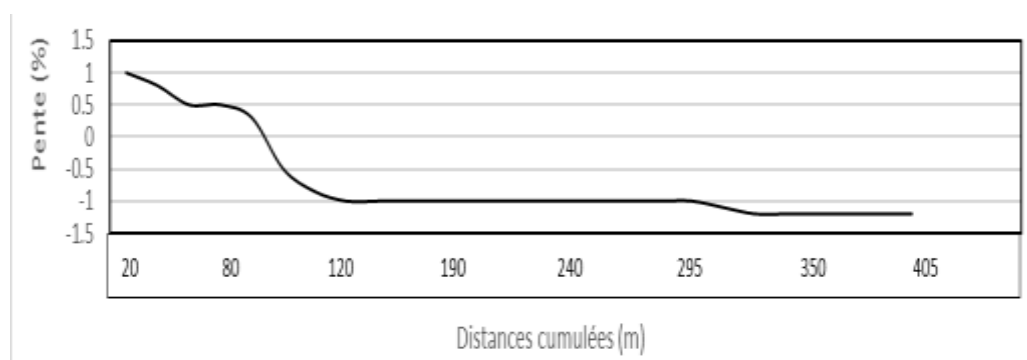


Figure 6. Profil longitudinal du bas-fond

L'analyse de ces figures montre que le lit mineur est plus encaissé en amont qu'au niveau médian et aval. En somme, il ressort des figures que les caractéristiques morpho-topographiques du bas-fond de Dogbanlin ne favorisent pas une bonne répartition de l'eau sur ce dernier. En effet, la partie aval présente une pente longitudinale faible (0 % - 0,1 %), avec un lit mineur moins encaissé, ce qui oblige l'eau à s'accumuler en cet endroit du bas-fond. Il en résulte que les producteurs se plaignent des problèmes d'inondation et de submersion de leurs cultures de riz dans cette partie. Par contre dans les parties médianes et aval, le thalweg devient moins encaissé et du coup favorise un bon étalement de l'eau sur les parcelles centrales bordant le lit du cours d'eau.

En effet, la Figure 6 présente le profil en long du bas-fond qui a une pente longitudinale qui décroît d'amont en aval avec une tendance plane à la médiane. Elle varie de 0,5% à 1,3% avec une moyenne de 0,88 %, ce qui est de toute évidence un atout pour l'aménagement du bas-fond et la réduction de l'érosion dans le chenal. Des résultats similaires sur la morphologie des bas-fonds sont obtenus par Hounsou (2003), Vitchoékè (2006), Badjito (2008) et Aklé (2015) pour des sites aménagés de façon efficace et mis en exploitation dans le pays. De plus, la pente longitudinale tourne autour de 1%, ce qui permet l'utilisation du DIARPA pour le choix du type d'aménagement.

Caractéristiques pédologiques

Les sols renseignent sur la dynamique de l'eau (infiltration, perméabilité) et sur le fonctionnement agronomique (les cultures adaptées) du bas-fond. A cet effet, des fosses pédologiques ont été ouvertes sur le site et elles présentent souvent deux types de couches principales :

- un horizon organique d'une épaisseur d'environ 20 cm, de couleur sombre contenant des racines fines, des débris végétaux plus ou moins décomposés ; cet horizon témoigne de la richesse du sol du bas-fond en matières organiques.
- un horizon organo-minéral d'une épaisseur d'environ 30 cm dans lequel on note la présence de nombreuses tâches de rouille. Ceci est une conséquence de l'hydromorphie permanente du bas-fond, différente des sols ferralitiques ordinaires retrouvés sur les versants et le plateau du secteur d'étude. La maîtrise de l'eau du bas-fond dépend aussi de la perméabilité du sol. La figure 7 montre la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol du bas-fond.

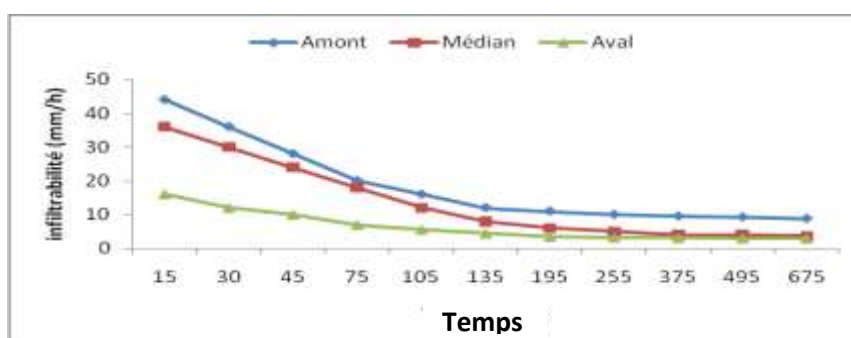


Figure 7. Vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol.

L'analyse des courbes de cette figure, révèle que la vitesse d'infiltration n'est pas uniforme sur l'ensemble de la surface du bas-fond. Cette vitesse est élevée en amont (44 mm/h à 8,8 mm/h), moins élevée dans la partie médiane du bas-fond (36 mm/h à 3,7 mm/h) et faible en aval (16 mm/h à 2,96 mm/h). Cette diminution de la vitesse d'infiltration d'amont en aval peut s'expliquer par l'augmentation du taux d'argile et de limon dans le sol en partant de l'amont vers l'aval.

Par ailleurs, on constate que quelle que soit la position topographique, la vitesse d'infiltration varie au cours du temps. Ceci s'explique par le fait que les couches superficielles du sol, exposées constamment à l'évaporation, restent rarement saturées. Ainsi, au début des essais de perméabilité, le sol absorbe une quantité importante d'eau qui décroît au fur et à mesure que celui-ci se rapproche de son état de saturation. Ces résultats corroborent ceux de Delville et Boucher (1996) selon lesquels la vitesse d'infiltration est maximale dans un

sol légèrement perméable, mais décroît quand on s'approche de la saturation. La perméabilité moyenne du bas-fond est de $3,56.10^{-6}$ m/s. Cette perméabilité caractérise les sols à possibilité de drainage moyen à faible (Sutter et Musy, 1999) et peut faciliter la rétention d'eau sur le bas-fond lorsqu'un ouvrage peut la répartir sur toute la superficie.

Caractéristiques hydrologiques

Le fonctionnement hydrologique du bas-fond s'observe à travers les apports en eau, les périodes de submersion et leur durée, la forme et la dynamique des crues, l'amplitude des variations saisonnières de la nappe, l'infiltration et les caractéristiques hydrologiques de son bassin versant. Ces bas-fonds fonctionnent souvent avec des lames d'eau brutales et sporadiques. Les ruissellements et les écoulements hypodermiques sont importants aux dépens des infiltrations profondes, alors selon Agbossou et Danvi (2000), il ne faut donc pas compter sur une nappe phréatique pérenne pour amortir les déficits pluviométriques d'où la nécessité de disposer des ouvrages de maîtrise de l'eau pour sécuriser les activités agricoles sur ce site.

Apports d'eau

Les apports d'eau dans le bas-fond sont assurés par la source permanente Dogbanlin et les pluies. Le total pluviométrique moyen de janvier à décembre à Za-Kpota, période qui couvre nos travaux de recherche est de 1213 mm et les pluies ont couvert tous les autres mois sauf le mois de décembre qui n'a enregistré aucune goutte de pluie. En effet, ce mois coïncide avec la période de l'harmattan, où il fait vraiment sec et frais dans le secteur.

✓ Évolution de la nappe phréatique

Les Figures 8a, 8b et 8c montrent l'évolution de la nappe suivant les transects 1, 2 et 3 respectivement dans les parties amont, médiane et aval du bas-fond.

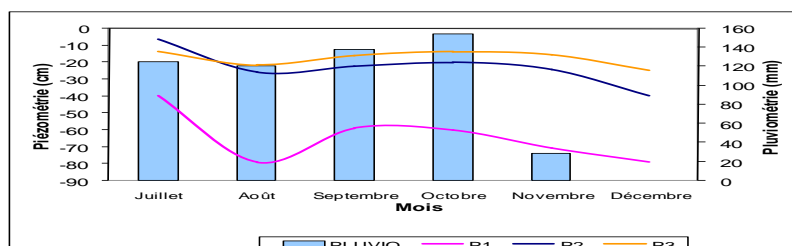


Figure 8a. Fluctuations de la nappe au niveau du transect 1

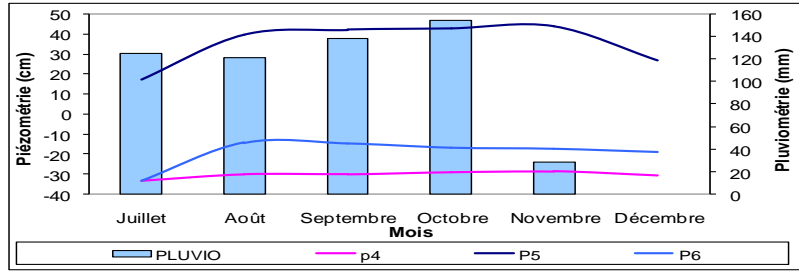


Figure 8b. Fluctuations de la nappe au niveau du transect 2

- P1 : Piézomètre dans la frange hydromorphe sud
- P2 : Piézomètre dans le chenal du bas-fond
- P3 : Piézomètre dans la frange hydromorphe nord
- P4 : Piézomètre dans la frange hydromorphe sud
- P5 : Piézomètre dans le chenal du bas-fond
- P6 : Piézomètre dans la frange hydromorphe nord
- P7 : Piézomètre dans la frange hydromorphe sud
- P8 : Piézomètre dans le chenal du bas-fond
- P9 : Piézomètre dans la frange hydromorphe nord

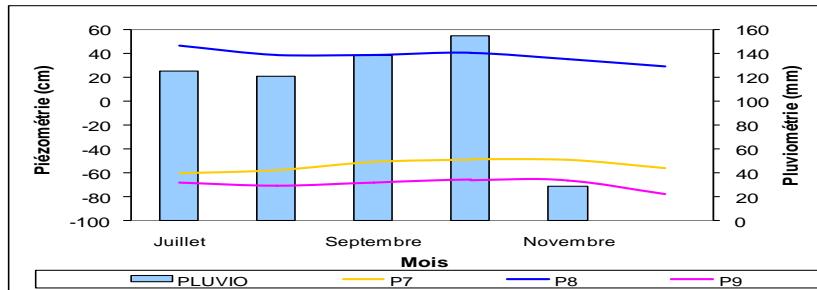


Figure 8c. Fluctuations de la nappe au niveau du transect

Les allures de ces différentes courbes montrent que la piézométrie de la nappe est légèrement liée au régime des pluies. Ainsi, lorsque les pluies sont régulières et abondantes, la nappe s'alimente en eau, ce qui entraîne une augmentation du niveau de l'eau dans le sol. Ceci est similaire à plusieurs résultats obtenus sur les bas-fonds du pays (Akouégba, Gankpétin et Gomé) surtout dans la zone du département de Collines, mais très peu semblable aux bas-fonds parcourus par un écoulement permanent comme le cas de Koussin Lélé, Domé et de Dogbanlin, où au niveau du chenal une lame d'eau affleure en permanence. Ainsi dans les piézomètres situés dans le lit mineur du cours d'eau, c'est-à-dire le P₅ et le P₈ respectivement sur les transects 2 et 3, on note un affleurement de la nappe durant toute la période de l'essai.

En outre, il ressort aussi que le niveau de la nappe est fonction du positionnement des piézomètres. La moyenne mensuelle des variations des hauteurs d'eau mesurées se situent entre 14,66 cm et 51,94 cm avec les plus grandes fluctuations au niveau du piézomètre P₁ en amont et P₅ à la médiane où l'eau transite pour s'écouler vers l'aval ; contrairement à ces deux piézomètres, la nappe au niveau du piézomètre P₂ sur le transect 1 en amont connaît une faible profondeur et une grande fluctuation avec les moyennes

mensuelles variant entre $-29,94$ cm et $-5,05$ cm. Ceci serait lié à la présence d'un monticule de terre à cet endroit du site.

Aussi dans les piézomètres P_1 et P_9 situés sur les franges hydromorphes, les niveaux de la nappe sont plus profonds, ceci peut entraîner une pénurie d'eau et qui va influencer négativement la croissance des cultures dans ces zones du bas-fond si un aménagement adéquat n'est pas réalisé. Au total, la moyenne des profondeurs d'eau mesurées varie entre -80 cm (P_1) à $-14,5$ cm (P_6). Les plus faibles profondeurs sont connues respectivement dans les piézomètres P_2 , P_3 et P_6 .

✓ Les données limnimétriques

La Figure 9 montre l'évolution de la lame d'eau ruisselée.

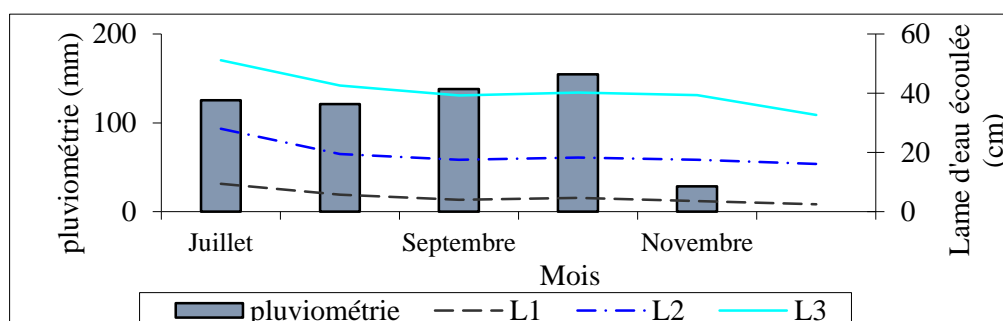


Figure 9. Evolution de la lame d'eau ruisselée sur le bas-fond (amont, médian et aval)

L1 : limnimètre en amont, L2 : limnimètre à la médiane, L3 : limnimètre en aval

L'analyse de cette figure nous montre que la lame d'eau n'est pas uniforme sur l'ensemble de la surface du bas-fond. Elle est fonction du modelé (position du limnimètre) sur le bas-fond. Les lames d'eau moyennes les plus élevées sont observées dans la partie aval (40,88 cm) du bas-fond, tandis que l'amont est caractérisé par les plus faibles valeurs (16,5 cm en moyenne). Après une légère diminution de juillet à août, dans les mois de septembre et octobre on observe une constance de la hauteur d'eau ruisselée, cette période correspond à la petite saison pluvieuse. Par contre le phénomène contraire est observé dans les mois de novembre et de décembre en début de la grande saison sèche, ceci indique que le régime pluviométrique influence les lames d'eau qui ruissellent dans les rivières. Ainsi, il convient de gérer au mieux les écoulements de surface ; couper leur violence néfaste en les étalant et en les régularisant, améliorer la capacité d'absorption des sols pour favoriser l'infiltration donc le remplissage du réservoir "sol" et l'alimentation de la nappe perchée, logée dans le remblai alluvial (Agbossou & Danvi, 2000). Ces mêmes observations avaient été faites par Hounkpétin (2003) dans le bas-fond d'Okéita et par Badjito (2008) dans le bas-fond d'Allahé centre. Par ailleurs, le niveau élevé de la lame d'eau dans le chenal en aval (L3) peut être expliqué par :

- la pente longitudinale faible (1 %) qui entraîne la stagnation d'eau dans le bas-fond et qui pourrait être favorisée aussi par la présence abondante de végétation et de matières organiques qui jonchent le chenal et qui ne facilite pas un écoulement rapide de l'eau ;
- la faible perméabilité du sol.

✓ *Débit de l'écoulement*

La rivière Dogbanlin a un débit d'écoulement qui varie entre 72,5 l/s et 176,6 l/s suivant la période. Le débit le plus faible est obtenu dans le mois de décembre, tandis que la plus forte valeur du débit a été enregistrée en début octobre juste avant le retrait des inondations. Le débit d'écoulement varie donc en fonction du régime pluviométrique. Ces différentes valeurs du débit montrent l'importance du volume d'eau qui humidifie les parcelles du bas-fond et qui serait plus bénéfique aux cultures, si une bonne maîtrise de l'eau est faite.

Choix du type d'aménagement

Il est nécessaire de retenir un schéma d'aménagement adéquat car la réussite de l'aménagement d'un bas-fond dépend de l'adaptabilité du type d'aménagement aux conditions du milieu (Legoupil *et al.*, 2000). En tenant compte des indicateurs de la méthode DIARPA et des données du terrain, à savoir :

✓ Pédologiques (perméabilité moyenne du bas-fond est de $3,56 \cdot 10^{-6}$ m/s) ; ce qui est inférieur à 10^{-4} m/s du DIARPA. Par conséquent les types d'aménagement envisageables sont : (i) Diguettes déversantes en courbes de niveau ou (ii) Diguettes en courbes de niveau avec ouvrage de diversion des crues ou (iii) Seuils déversant sans masque d'étanchéité ou (iv) Ouvrages de diversion pour l'épandage des écoulements.

✓ *Critères topographiques*

La pente longitudinale moyenne de 0,88 % proche de 1 % avec l'axe d'écoulement peu encaissé amènent à éliminer les autres options et de retenir les seuils déversants sans masque d'étanchéité comme le meilleur aménagement.

✓ *Indicateurs hydrologiques*

Le débit moyen d'écoulement de la rivière est de 124,55 l/s et selon 85 % des exploitants enquêtés, il y a stagnation d'eau sur le site surtout à la partie aval pour au moins deux mois, ce qui empêche de mener à plein temps l'exploitation en cette période (août-septembre) de chaque année ; ceci amène à proposer un plan qui va favoriser le drainage du périmètre ou de limiter la concentration d'eau dans cette partie du bas-fond. Le schéma du plan d'aménagement proposé est représenté à la Figure 10.

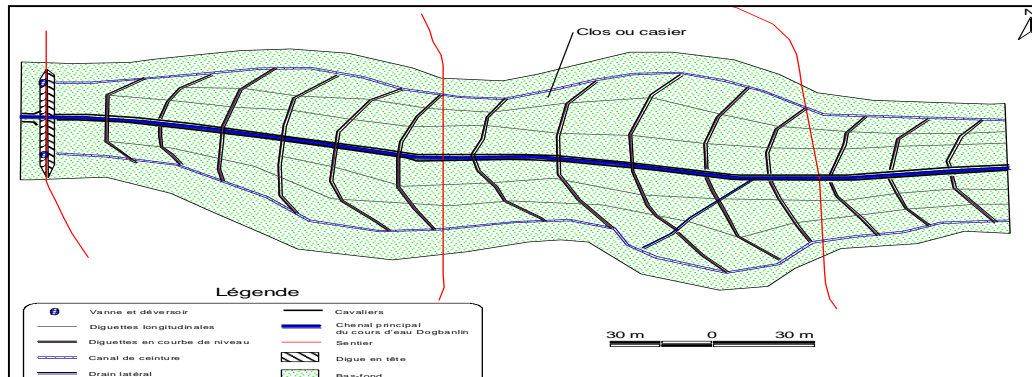


Figure 10. Schéma proposé pour l'aménagement du bas-fond de Dogbanlin

Ce schéma comprend :

- des canaux de ceinture de 30 cm de largeur et de 30 cm de profondeur creusés autour du bas-fond : ces canaux jouent le rôle de piégeage des charges venant des versants et d'irrigation des casiers rizicoles en position haute ; ils sont une spécificité du plan afin d'évacuer ou d'empêcher le surplus d'eau dans le chenal.
- deux cavaliers, soit de grandes diguettes (0,70-0,75 m) de part et d'autre le long du lit mineur et distants de 2 m. Ces cavaliers bordent le drain pour canaliser l'eau du cours d'eau vers l'aval du bas-fond ;
- des diguettes longitudinales et transversales en courbes de niveau ;
- Compte tenu du volume d'eau qui transite sur le site, il est prévu une digue de retenue d'eau à la tête du bas-fond afin de laminer les crues dévastatrices (Legoupil et *al.*, 2000).

Le système proposé est indispensable pour mieux valoriser ce bas-fond à travers son aménagement. Ceci exige un niveau de technicité de la part des bénéficiaires, donc un fort engouement et un travail d'équipe. En effet, comme l'ont observé N'Guessan et *al.* (2019), les paysans exploitants des bas-fonds sont très peu encadrés d'où leur faible prestation dans ces milieux riches par rapport aux plateaux.

Cet exercice qui a permis de déterminer le plan d'aménagement le plus probable au bas-fond de Dogbanlin, a été aussi expérimenté par beaucoup de travaux dont ceux de Aklé (2015). Comme ces résultats, la plupart de ces travaux ont dû adapter l'approche aux réalités du bas-fond étudié surtout en ce qui concerne le volume d'eau de pluie abattu annuellement sur ces sites. En effet, le DIARPA doit continuer d'être expérimenté dans d'autres bas-fonds du

pays afin de tirer des conclusions plus plausibles quant à son adaptation en dehors de sa zone climatique d'élaboration.

CONCLUSION

Le cours d'eau Dogbanlin constitue une importante source de potentialités hydrologiques pour les populations riveraines. Les terres de bas-fonds qu'il draine sont utilisées pour l'instant, comme un complément à l'agriculture purement pluviale. La présente étude ne pouvant pas prendre en compte tout le bassin versant de Zagbo, s'est alors intéressée à un bas-fond qui se trouve à la tête du bassin. Les résultats ont permis de conclure que le bas-fond dispose des atouts pour sa valorisation mais également des contraintes qui pourront être surmontées à travers un plan d'aménagement adapté. Compte tenu des résultats de la caractérisation, l'approche DIARPA a permis de retenir les ouvrages de seuils déversants sans masque d'étanchéité avec un chenal dégagé et bordé de cavaliers comme dispositif d'aménagement le plus adéquat et le plus probablement durable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGBOSSOU, K. E. 1999. Adaptation à l'agro-écologie guinéenne du Sud-BENIN du DIARPA (Mise au point en zone soudanienne). Rapport de l'atelier régional sur la gestion de l'eau en Afrique tropicale humide. ETSHER, Man, Côte d'Ivoire, 44 p.
- AGBOSSOU K. E. & DANVI, C. C. 2000. Diagnostic Rapide de Pré-Aménagement. Rapport provisoire. UNC/CBF, Cotonou (Bénin) 15 p.
- AKLE, G. B. 2015. Caractérisation hydraulique et agronomique des bas-fonds et Logbo et Wantègo (Commune de Covè, Département de Zou, Bénin) en vue de leur aménagement durable. Mémoire de Master en Sciences Agronomiques, FSA/UAC 143 p.
- BADJITO P. 2008. Caractérisation et possibilités d'aménagement du bas-fond de Dogbalin dans la commune de Zakpota (*Département du Zou*). Thèse d'Ingénieur Agronome, AGRN/FSA/UAC, 111 p.
- CHABI, A., OLOUKOI, J., MAMA V. J. & KIEPE P. 2010. Inventaire par télédétection des agroécosystèmes de bas-fonds dans le centre du Bénin. Cah Agric, vol. 19, N° 6, 446-453.
- CODJO V. P. 2012. Caractérisation des bas-fonds en exploitation dans le sous-bassin versant de Zagbo (commune de Za-Kpota) : cas du bas-fond de Dogbanlin. Mémoire de Maîtrise en géographie (FLASH), 80 p.
- DAOUDOU O. A. 2012. Valorisation des Bas-Fonds dans l'arrondissement d'Offè (Commune de Savè). Mémoire de Maîtrise en Géographie, Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT/FLASH) Université d'Abomey-Calavi, 95 pages.
- DELVILLE P. & BOUCHER L. 1996). Les bas-fonds en Afrique tropicale humide. Collection Le Point Sur, CF/CT/GRET, Paris/ France, 451 p.
- HOUNDAGBA C. J. & MAMA V. J. 1994. Caractérisation semi-détaillée des bas-fonds du département du zou et mise en place d'une base de données. In : Rapport annuel du CBF, Cotonou, Bénin, PP 29-30.
- HOUNKPETIN, C. 2003. Contribution à la mise en valeur du bas-fond Okéita dans la commune de Pobè (Département du plateau), Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, 104 p.
- HOUNSOU, B. M. 2003. Evaluation des aspects morpho-pédologiques et hydrologiques dans la caractérisation pour l'aménagement des bas-fonds dans le bassin versant de Tèwi : cas du bas-fond d'Adjanoudoho (commune de Dassa-Zoumè), Mémoire de DESS/FSA/UAC, 91 p.

- LEGOUPIL, J. C., LIDON B., BLANCHET F. & JAMIN Y. J. 2000. Mise en valeur et aménagement des basfonds d'Afrique de l'Ouest : proposition d'un outil d'aide à l'aménagement. Le diagnostic rapide de pré-aménagement (DIARPA) Synthèse des résultats du Cirad et de ses partenaires sur la caractérisation des bas-fonds et l'intensification de leur mise en valeur, Bouaké, (cédérom).
- MAMA, V. J., OLOUKOI J. & CHABI A. 2011. Dynamique spatiale et utilisation du sol des Bas-fonds de Gankpétin au Centre du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Numéro Spécial 1 : du Centre du Bénin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 4^{ème} trimestre.
- N'GUESSAN K. F. SEKONGO G. & KOFFI K. E. 2019. Etat de l'occupation du sol dans les bas-fonds du département de Katiola. (EDUCI) Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement, n°1, 14 pages.
- SOCLO, H. H. 2002. Suivi de la qualité des plans d'eau des zones humides du Sud-Bénin. PAZH, Rapport intérimaire, 25 pages.
- SOUBEROU T. K., AGBOSSOU K. E. & OGOUWALE E. 2017. Inventaire et caractérisation des bas-fonds dans le bassin versant de l'Oti au Bénin à l'aide des images Landsat et ASTER DEM International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB) Vol-2, Issue-4, July-Aug. <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.20>. ISSN: 2456-1878, www.ijeab.
- SUTTER, M. & MUSY, A. 1999. Physique du sol. Collection gérer l'environnement, PP18-176.
- VITCHOEKE, J-M. (2006) : Evaluation socio-économique et sanitaire de la mise en valeur du bas-fond Ouantégo de la commune de Covè. Thèse d'ingénieur agronome, AGRN/FSA/UAC, 101 p.