

Etude de faisabilité d'un aménagement hydro agricole par le système semi californien: Cas du périmètre rizicole de Toweta 1 dans la commune de Lalo

[Feasibility study of hydro-agricultural development by the semi-Californian system: Case of the rice-growing perimeter of Toweta 1 in the municipality of Lalo]

Hounsou B. Mathieu¹, Ahamide Bernard², and Tohoun G. Emmanuel¹

¹Institut National de l'Eau, Université d'Abomey-Calavi, Benin

²Faculté des sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi. BP: 526, Cotonou, 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: Hydro-agricultural management, being a tool for controlling water, is also a means implemented to carry out the irrigation operation. The general objective of this study, initiated on the rice-growing area of Towéta 1, is to carry out a feasibility study of the hydro-agricultural management of a perimeter by a semi-Californian system with a view to increasing the agricultural yield of producers. To attain our goals, we used data collection techniques such as documentary research, semi-structured interviews and direct observation. At the end of the research, it appears that the management of the site by the Californian system will allow producers to, not only increase rice yields but also produce off-season market garden crops. With a surface area of 15 ha, the technical study revealed a silty-clay soil with a longitudinal slope of 1.6% and an average transverse slope of 0.8%. Regarding the development, it was proposed a development scheme with total control of water on the area with an equipment flow of 4.17l/s/ha and a water hand taken equal to 8l/s.

KEYWORDS: Rice perimeter, semi-californian, management, Towéta 1.

RESUME: L'aménagement hydro-agricole étant un outil de maîtrise de l'eau, est un moyen mis en œuvre pour réaliser l'opération d'irrigation sur un périmètre. La présente étude initiée sur le périmètre rizicole de Towéta 1 a pour objectif général d'effectuer une étude de faisabilité de l'aménagement hydro agricole du périmètre par un système semi Californien en vue d'accroître le rendement agricole des producteurs. Pour atteindre cet objectif, les techniques de collecte des données utilisées sont, la recherche documentaire, l'entretien semi-structuré et enfin l'observation directe sur le terrain. A l'issue des travaux, il ressort que l'aménagement du site par le système californien offrira la possibilité aux producteurs d'avoir une maîtrise de l'eau afin d'augmenter leur production du riz mais aussi de produire des cultures maraîchères de contre saison. D'une superficie de 15 ha, l'étude technique a permis de mettre en évidence les besoins en eau des cultures sur un sol limono-argileux avec une pente longitudinale évaluée à 1,6 % et une pente transversale moyennement égale à 0,8 %. En ce qui concerne l'aménagement, il a été proposé un schéma d'aménagement avec maîtrise totale de l'eau sur une superficie de 14,25 ha avec un débit d'équipement de 4,17 l/s/ha et une main d'eau égale à 8 l/s.

MOTS-CLEFS: Périmètre rizicole, semi californien, aménagement, étude de faisabilité, Toweta 1.

1. INTRODUCTION

Le monde rural est caractérisé par de nombreuses activités dont la plus prépondérante est l'agriculture. Selon la FAO (2005), 80% de la population africaine est rurale et dépend directement des produits agricoles. En Afrique de l'Ouest, l'agriculture a un poids économique particulier. Elle contribue dans la zone de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), pour 30 % au Produit Intérieur Brut (PIB) et emploie plus de 50 % de la population active (Renard *et al.*, 2004). C'est le cas du Bénin, qui de par son potentiel agricole, dispose de 375.000 hectares de terres irrigables, dont 117.000 hectares de plaines inondables et 258.000 hectares de bas-fond (cellule Bas-fonds, 2017), et qui rapportent beaucoup au pays (MAEP, 2009).

Cependant, la variabilité pluviométrique est l'un des facteurs qui conditionnent le développement agricole (Segbo, 2019). En effet, la sécheresse ne se limite plus aux périodes qui lui sont connues, elle déborde largement ses saisons et vient de façon périodique s'installer en pleine période des pluies perturbant ainsi le déroulement normal des cycles végétatifs des cultures. Ceci compromet la satisfaction des besoins alimentaires et nutritionnels des humains et de l'environnement. Maîtriser l'eau à des fins agricoles constitue donc un enjeu de taille dans un pays où les besoins alimentaires sont en nette progression dans un contexte d'incertitude climatique (Abou *et al.*, 2018). C'est dans cette optique que des actions de développement ont été mises en œuvre dans les années 1960 marquant ainsi le début des aménagements hydro agricoles à travers le pays. Ces aménagements ont été réalisés par des projets/programmes ainsi que par l'appui technique de la coopération Sino-Béninoise sous forme de grands périmètres irrigués, gérés par des sociétés d'État assimilables à des entreprises. Si le constat est hallucinant au niveau de l'aménagement des grands périmètres, il reste mitigé au niveau des petits périmètres. C'est le cas du périmètre rizicole de Towéta 1 dans l'arrondissement d'Ahomadégbé (commune de Lalo) qui n'a connu que des aménagements sommaires depuis les années 1990 et qui ne permettent pas aux producteurs d'exploiter au mieux le potentiel agricole de ce site.

L'aménagement hydro-agricole est un outil de maîtrise de l'eau, donc un moyen mis en œuvre pour réaliser l'opération d'irrigation. Celui-ci vise à créer " un ensemble technico-économique, permettant une utilisation optimale d'eau disponible (fleuve, lac naturel ou artificiel) à des fins d'intensification de la production agricole avec une contrainte de rentabilité financière et économique de l'aménagement, assurant entre autres, sa reproduction " (Funel J.-M. et Laucoin G., 1980). Plusieurs types d'écologies existent pour les aménagements hydro-agricoles tels que les bas-fonds, les vallées, les plaines inondables, les mangroves, etc. La plupart de ces paysages se développe en facette morphologique dépressionnaire.

La notion du périmètre irrigué fait appel à un espace à aménager souffrant d'un déficit hydrique ne lui permettant pas de satisfaire l'une des exigences de la culture pratiquée, d'où la nécessité de la maîtrise de l'eau. Nous entendons par là un investissement pouvant corriger ce déficit. Les surfaces irrigables sont souvent globalement subdivisées, selon leur niveau de maîtrise de l'eau en périmètre irrigué (FAO, 1992).

Ainsi le développement des techniques d'irrigation doit avoir pour objectif une utilisation rationnelle des ressources eau et terre de façon à renforcer durablement la production agricole.

La sélection d'une technologie d'irrigation appropriée est donc une combinaison de conditions physiques et socioéconomiques du milieu. Selon la FAO (2006), la principale exigence pourrait être de trouver une méthode d'irrigation nécessitant un minimum d'apports en capital ou d'équipements coûteux. Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories à savoir: les systèmes d'irrigation gravitaire (à ciel ouvert et semi-californien) et les systèmes d'irrigation sous pression. C'est dans le souci d'aider les producteurs à améliorer leur rendement à travers un aménagement moderne avec maîtrise de l'eau que s'inscrit le présent sujet de recherche.

2. OBJECTIFS

L'objectif général de ce travail est d'étudier la faisabilité de l'aménagement hydro agricole du périmètre rizicole de Towéta 1 par un système semi Californien en vue d'accroître le rendement agricole des producteurs.

De façon spécifique il s'agira de:

- ✓ Déterminer les caractéristiques du site pouvant permettre la mise en place du système semi californien;
- ✓ Réaliser une étude technique de l'aménagement du système d'irrigation semi californien du périmètre rizicole de Towéta 1;
- ✓ Apprécier l'efficacité de ce système dans la maîtrise de l'eau pour un accroissement de la production hydro-agricole notamment du riz.

3. MILIEU D'ETUDE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

3.1. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

3.1.1. CADRE PHYSIQUE

La commune de Lalo est l'une des six (06) subdivisions administratives du Département du Couffo. Son chef-lieu est distant de 150 km de Cotonou, capitale économique du Bénin.

D'une superficie de 432 km², elle compte 11 arrondissements qui regroupent 56 villages et 5 quartiers de ville.

La Commune est sur le plateau d'Aplahoué, une région de plateaux argileux avec une altitude moyenne de 80 m. L'étude morpho-topographique de ce relief révèle trois unités principales: les plateaux, la dépression (de Tchi) et quelques bas-fonds. Quatre principaux types de sols sont rencontrés (vertisols, ferrallitiques, ferrugineux et hydro-morphes).

Le site est dans un bas-fond situé en aval d'un puit artésien. Le sol est hydro morphe de texture limono-argileuse en surface et argileuse en profondeur et de couleur brune (APD, 2017). Il se gorge facilement d'eau à cause des caractéristiques de l'argile et dispose de bonne capacité de rétention d'eau.

3.1.2. CLIMAT ET HYDROGRAPHIE

De par sa situation géographique, la commune de Lalo bénéficie d'un climat de type tropical humide, caractérisé par de faibles écarts de température qui tournent autour de 27°C avec des maxima moyens annuels de 32°C et des minima moyens de 22°C. Ce type de climat qui le caractérise lui permet d'avoir une succession annuelle de quatre saisons (deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses qui s'alternent).

Les précipitations moyennes annuelles varient entre 900 mm et 1100 mm. Mais depuis quelques décennies, les pluies sont de plus en plus aléatoires et des poches de sécheresse sévères s'observent en pleine saison pluvieuse. L'étude des éléments climatiques est faite à partir des données téléchargées sur le site de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>) sur la période de 1990 à 2019.

La présence du puits se révèle être un atout majeur pour combler le déficit en eau sur le site. Le réseau hydrographique de la commune de Lalo est assez dense ce qui favorise une végétation de savane herbacée et arborée assez dense et de palmeraies naturelles.

3.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.2.1. DÉFINITION ET PRINCIPE DU RÉSEAU CALIFORNIEN

Le réseau californien a été inventé en Californie (USA) pour l'irrigation des agrumes. Le principe du système californien consiste à acheminer l'eau par des tuyaux PVC rigides (diamètre fonction des débits) enterrés et comportant des bornes de distribution ou cheminées verticales en PVC (Figure 1). Ces bornes sont raccordées à ces tuyaux à intervalles réguliers et implantées aux points les plus hauts des parcelles, ce qui permet de desservir tout le champ.

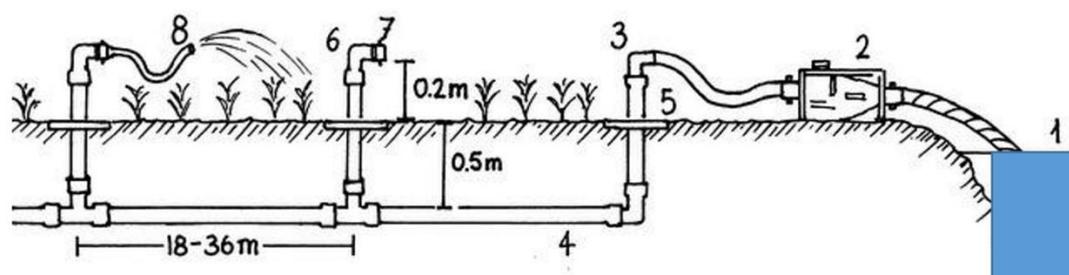


Fig. 1. Coupe d'un système d'irrigation par réseau californien

Les composantes du système d'irrigation à basse pression sont: 1) source d'eau; 2) bassin de dissipation; 3) alimentation d'eau; 4) tuyaux rigides en PVC; 5) dalle en béton; 6) coude; 7) bouchon; 8) tuyau flexible pour l'irrigation.

Il faut noter que le système nécessite une mise en charge par pompage direct avec une motopompe ou avec une pompe à pédales aspirante-refoulante. Couramment il est utilisé les systèmes à basse pression, dans lesquels la pression requise est de 2 à 3,5 bars.

3.2.2. MATÉRIEL

- Une fiche d'enquête;
- Un GPS pour déterminer les coordonnées;
- Le logiciel Qgis pour la réalisation des cartes;
- Le logiciel autoCard pour la réalisation du plan d'aménagement;
- Le logiciel CROPWAT pour avoir le bilan hydrique à partir de l'ETP;

3.2.3. MÉTHODES

Les techniques de collecte des données utilisées sont, la recherche documentaire, l'entretien semi-structuré, des observations directes sur le terrain et mesures de certains paramètres pour le dimensionnement des ouvrages.

3.2.3.1. ÉTUDE TECHNIQUE ET LA CONCEPTION DU SCHÉMA DE L'AMÉNAGEMENT EN SEMI CALIFORNIEN

L'avant-projet détaillé de l'étude technique a été utilisé pour la détermination des caractéristiques pédologiques, topographiques et hydrologiques de ce site et tous les calculs de dimensionnement partent de l'estimation des besoins en eau des cultures. Ici les besoins en eau sont déterminés en fonction des conditions climatiques de la région et avec les cultures les plus exigeantes en eau afin de pouvoir couvrir toutes les autres avec l'aménagement à mettre en place. La conception du schéma d'aménagement est basée sur les études techniques précédentes de l'avant-projet détaillé (APD). Le site soumis à notre étude est de 15 ha et selon le besoin exprimé par les futurs exploitants, la totalité de cette superficie va servir en saison des pluies à la culture du riz pluviale IR841 et du maraichage de contre saison en saison sèche de décembre à février.

3.2.3.2. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

Le besoin en eau d'irrigation est le volume d'eau requis pour les cultures et qui n'est pas fourni par les précipitations (CIID, 1985).

Besoin Net BN: C'est la quantité d'eau qui est effectivement consommée par la plante.

$$BN = ETM - Pu$$

P_u = Pluie utile mensuelle

$P_u = 0,8 P - 25$ si $P > 75$ mm/mois,

$P_u = 0,6 P - 10$ si $P < 75$ mm/mois

P = pluie mensuelle en mm

Besoin brut BB: C'est le volume d'eau délivré par le réseau d'irrigation

$$BB = \frac{BN}{E}$$

E = efficacité globale du système

Les paramètres d'irrigation sont déterminés suivant les formules classiques contenues dans les différents manuels de la FAO.

3.2.3.3. CALCUL DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION MAXIMALE (ETM) (MM)

L'ETM est la quantité d'eau perdue par une végétation jouissant d'une alimentation hydrique optimale. On ajoute l'action climatique, l'influence du type de culture et du stade végétatif. Ces informations sont contenues dans les coefficients culturaux (K_c) par lesquels on multiplie l'ETP pour obtenir l'ETM.

$$ETM = K_c * ETP$$

Les données d'évapotranspiration potentielle considérées sont calculées avec le logiciel CROPWAT de la FAO.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'alternance des saisons a une grande influence sur les éléments climatiques tels que la température de l'air, l'humidité, les vents et l'évapotranspiration.

4.1.1. BILAN CLIMATIQUE

La valeur moyenne annuelle de l'évapotranspiration est de 99,72 mm/an. L'ETP est maximale au mois de février et minimale au mois d'août. La figure 3 présente le bilan climatique de la zone d'étude sur la période de 1990 à 2019. La comparaison entre la hauteur de pluie mensuelle et l'ETP montre que la demande en eau pour les besoins d'évaporation est satisfaite entre avril et octobre mais ne le sont pas de novembre en mars. Cette période est propice pour les cultures (cultures maraîchères) de contre saison avec un apport d'eau à travers l'irrigation afin de combler les déficits en eau au niveau des plants.

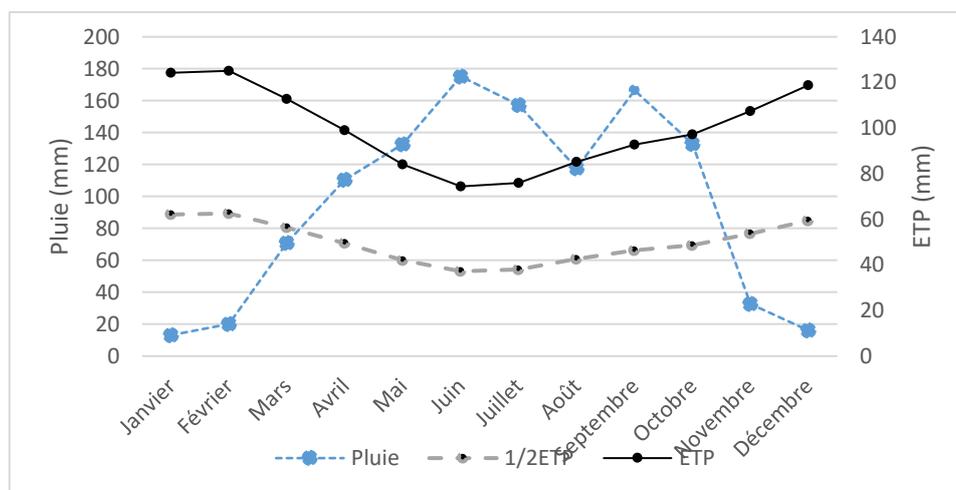


Fig. 2. Figure 3: Graphique de Franklin du site rizicole de Towéta 1

L'analyse de la figure ci-dessus nous montre les différentes périodes sèches et humides de l'année. Ainsi:

- La période allant de mars à avril est une période pré-humide car la pluviométrie est comprise entre $ETP/2$ et ETP ($ETP/2 < P < ETP$) et correspond donc à la période de semis. Durant cette période, les cultures auront les quantités d'eau de pluie pour leurs levées et germinations.
- La période allant de avril à mi-octobre est une période humide, car $P > ETP$. Au cours de cette période, les cultures disposent d'assez d'eau pour leur croissance. Cette période est favorable à la culture du riz.
- La période allant de mi-octobre à novembre est une période post humide, car $ETP/2 < P < ETP$. Les quantités d'eau précipitée durant cette période sont utilisées par les cultures pour atteindre la pleine maturation.

- La période allant de novembre au début mars est la période sèche, car $P < 1/2$ ETP donc $P < ETP$. Au cours de cette période, des activités ne demandant pas trop d'eau sont menées à savoir la récolte du riz (vers novembre) et la préparation de la campagne suivante.

4.1.2. ETATS INFRASTRUCTURELS DU SITE RIZICOLE DE TOWÉTA 1

Le site reçoit les eaux provenant du puits artésien installé sur un périmètre au nord aménagé par les chinois. Ces eaux sont drainées sur le site par un canal en terre réalisé par les exploitants en l'absence d'un ouvrage de canalisation approprié. Ainsi, l'aménagement du site est sommaire et se limite à quelques drains d'irrigation et des diguettes.

Le canal devant desservir le site rizicole pourrait emprunter deux itinéraires selon les utilisateurs du site. Il est l'option préférée par les communautés car elle permettra de drainer et de canaliser les eaux, assainissant ainsi le site et certaines parties d'habitations mais aussi va desservir les exploitations en amont du site. Le deuxième itinéraire est celui qui envisage le tracé du canal.

Le canal en béton permettra d'intensifier les activités agricoles sur le périmètre. Il offrira la possibilité aux producteurs non seulement d'augmenter le rendement du riz mais permettra de produire des cultures maraîchères de contre saison. De plus, ce canal permettra d'assainir certaine zone d'habitation réduisant ainsi le paludisme et d'autres maladies hydriques. Le tracé du canal ne rencontrera aucun obstacle et profitera de plus aux exploitations en aval du site. Pour ce faire, il doit être muni de vannes d'alimentation pour desservir ces exploitations.

4.2. CARACTÉRISTIQUES TOPOGRAPHIQUES ET PÉDOLOGIQUES

Pour un bon aménagement, une étude de caractérisation est nécessaire (Abou, Yabu, Ogouwale, Yolou, 2018). On note sur le terrain une pente longitudinale évaluée à 1,6 %. La pente transversale quand elle est moyennement égale à 0,8 %, les deux pentes sont très faibles. Le terrain est relativement donc plat.

L'étude pédologique effectuée sur le site de towéta 1 a mis en évidence un sol hydro morphe de texture limono argileuse en surface et argileuse en profondeur et de couleur brune. Il se gorge facilement d'eau à cause des caractéristiques de l'argile et dispose de bonne capacité de rétention de l'eau; mais en présence de la sécheresse, il devient très sec et se fissure. Il jouit également d'une bonne activité biologique avec la dégradation saisonnière de la formation végétale en présence. Il est moyennement profond mais peu lourd, donc facile à travailler avec une humidité équivalente de 20 % environ;

La classification du type de sol issu de l'étude pédologique nous permet de dire, qu'il présente une bonne capacité de rétention en eau.

4.3. LES ÉTUDES HYDROLOGIQUES

D'une superficie totale disponible de plus de 15 ha, le site rizicole de Towéta 1 n'est relié à aucun cours d'eau et ne subit pas non plus les effets de la crue du fleuve Couffo et de ces affluents. Toutefois, une inondation se produit en premier lieu à la suite des pluies locales et du drainage du ruissellement en raison de la topographie qui lui permet de garder les eaux de pluie pendant plusieurs mois. En plus du fait qu'il soit alimenté par les eaux de pluie pouvant atteindre jusqu'à 1100 mm annuellement, le site reçoit les eaux provenant du puits artésien installé sur le périmètre aménagé par les chinois. Cette eau est drainée sur le site par un canal en terre réalisé par les exploitants eux-mêmes.

Le site de Towéta 1 n'est pas soumis à une inondation toute l'année pour permettre la culture du riz durant la saison sèche malgré le drainage du puits artésien. En effet, le canal de drainage en terre subit en saison sèche beaucoup de perte en eau par infiltration et évaporation, ce qui force les exploitants à se reposer de décembre en février de chaque année. Avec le système californien à canal en béton pour drainer l'eau du puits artésien, les exploitants pourront exploiter le site pour la production maraîchère pendant cette période de repos.

4.4. CONCEPTION DU SCHÉMA DE L'AMÉNAGEMENT EN SEMI CALIFORNIEN DU PÉRIMÈTRE RIZICOLE DE TOWETA 1

4.4.1. OPTION DE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET CHOIX DES CULTURES

La rétention des eaux de pluie et la mobilisation de l'eau du puits artésien vont permettre deux formes d'exploitation agricole sur le site. Une fois l'eau maîtrisée sur le site et disponible en permanence, les cultures maraîchères de contre saison

(la tomate et la grande morelle) seront cultivées de décembre en février alors la culture du riz va se développer tout le reste du temps (mars à novembre pour la culture du riz. Ce qui fera travailler les exploitants sur toute l'année.

Les caractéristiques climatiques du périmètre conditionnent le calendrier cultural et suscitent le choix des cultures et des variétés dont les cycles ne doivent pas être contraignants comme la tomate et la grande morelle. Selon le laboratoire GBioS (2018), la grande morelle prospère mieux sur des sols riches en matière organique, meubles et bien drainés. Ce sont des plantes héliophiles qui peut être produite sur tout le territoire en toute saison.

BESOIN EN EAU DU RIZ ET DE LA TOMATE

Le riz à cultiver sur le site étant un riz pluvial de bas-fond, une meilleure canalisation de l'eau du puits artésien et de sa répartition permettront de combler les déficits hydriques. Le riz étant la culture la plus exigeante en eau, ses besoins bruts moyens sont estimés à 14096,26 m³/ha avec un besoin de pointe mensuel d'environ 3906,12 m³/ha pendant le mois de mars.

Deux cycles seront adoptés pour la culture du riz. Le premier cycle de mars à juin et le second d'août à novembre. L'estimation des besoins en eau des cultures maraîchères notamment les besoins de la tomate qui est la culture maraîchère la plus exigeante en eau est aussi utile pour le dimensionnement des ouvrages d'aménagement du site. Les coefficients culturaux retenus au niveau de l'étude sont tirés du bulletin FAO N°24 et 33 et des études similaires au niveau de la zone de l'étude. L'efficacité globale (E) du système d'irrigation est prise égale à 0,7.

4.4.2. CONCEPTION DE L'AMÉNAGEMENT DU SITE DE TOWÉTA 1

La conception d'un aménagement de site prend en compte tous les paramètres mesurés. En effet, cette conception doit se baser sur les caractéristiques du bas-fond, ainsi que de certaines informations à prises chez les maraîchers. Le dimensionnement du réseau est fait à partir des paramètres hydrauliques de l'irrigation tels que : la dose d'irrigation, la fréquence d'irrigation, le tour d'eau, l'unité parcellaire, le débit fictif continu, le débit maximum de pointe (DMP), le module d'irrigation ou la main d'eau (m), le quartier hydraulique (W), le débit d'équipement ou d'installation.

CONFIGURATION DU RESEAU D'IRRIGATION ET DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES

A- CONFIGURATION DU PERIMETRE

Partant du puits artésien, l'eau d'irrigation prélevée par une conduite qui aboutit à un petit bassin de mise en charge du réseau et sera acheminée sur le site par la conduite d'amenée en PVC-pression de diamètre 125 mm et à plus de 529 m de l'entrée du périmètre rizicole, enfouie dans le sol à une profondeur minimale de 80 cm de la surface du sol afin de permettre la mise sous pression du réseau de distribution d'eau d'irrigation.

La superficie totale à aménager est de 15 ha pour un débit de 30 m³/h.

La conduite principale sera munie d'une vanne de sectionnement à son extrémité finale pour permettre la canalisation de l'eau vers la nature quand le réseau n'est pas sous pression. Une fois cette vanne fermée, le réseau sera sous pression et la conduite principale alimentera directement cinq (05) conduites secondaires (CS1, CS2, CS3, CS4 et CS5) qui sont de diamètre 100 m avec deux dérivations sur la conduite CS1 (CS6 et CS7).

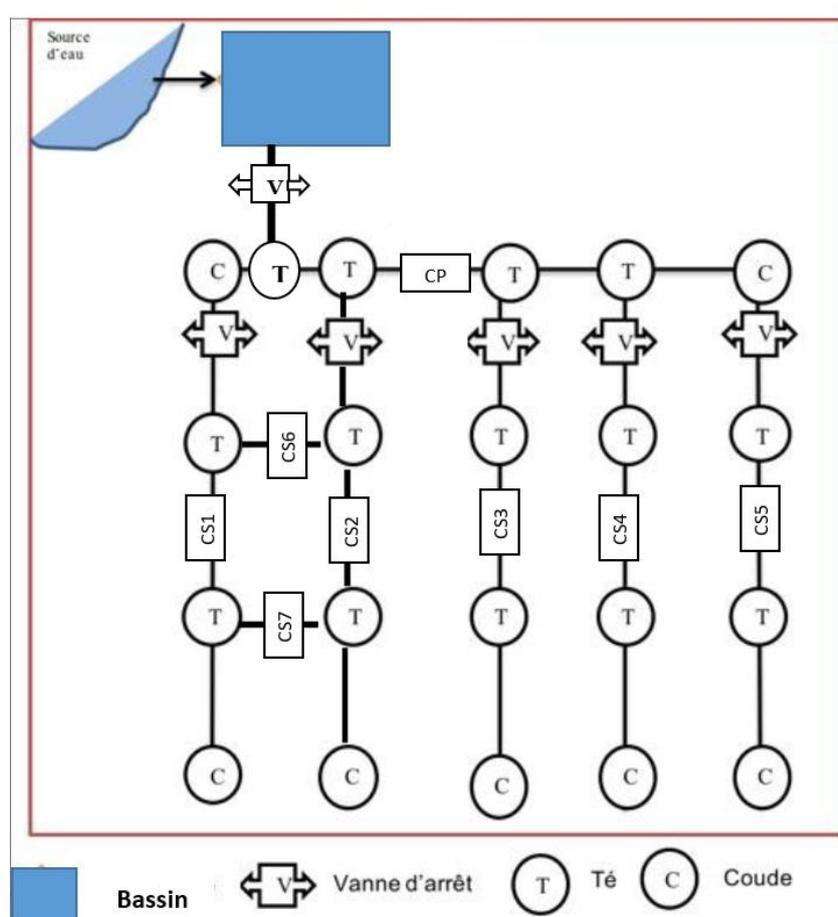


Fig. 3. Schéma explicatif du fonctionnement du système

Pour l'irrigation d'une surface de 1,91 ha. Chaque conduite secondaire est munie d'une vanne au début pour permettre l'utilisation alternée et progressive de toutes les conduites secondaires pour l'irrigation. L'ouverture de cette vanne permet l'envoi de l'eau pour l'irrigation de proche en proche de toutes les parcelles traversées par cette conduite par les bornes.

Les bornes sont situées le long des conduites secondaires à une équidistance de 25 m correspondant au début de chaque parcelle. Elles sont munies d'une ou deux prises pour l'arrosage des parcelles. Les bornes sont installées à une hauteur de 30 cm du sol et seront aussi munies de vannes afin de faciliter le passage d'une parcelle à une autre pour le même débit.

Des bouches hydratantes sont également prévues tous les 25 m afin de permettre l'arrosage des parcelles pendant le maraîchage de contre saison à l'aide des tuyaux flexibles munis de pomme d'arrosage pour couvrir une superficie de 5,4 ha. Ainsi faudra-il un tuyau de longueur suffisante pour permettre une irrigation facile des planches les plus éloignées, puis trainer vers l'arrière, vers les autres planches en revenant vers le branchement (prise d'eau) pour chaque parcelle. Cette longueur a été prise égale $L_f = 25$ m.

Pour donner une bonne pression aux tuyaux flexibles et suivant les recommandations de la FAO le débit d'une borne sera $1,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ avec une pression de 5 bar.

En considérant qu'une partie (5 %) de la superficie irrigable sera réservée pour les différents réseaux (conduite en PVC, piste et autres ouvrages de stockage d'eau et de régulation), il a été réellement proposé un schéma d'aménagement sur les 14,25 ha soit 190 parcelles de 750 m^2 .

Un réseau de colature permettra d'évacuer hors du périmètre les eaux de pluie excédentaires, et les eaux excédentaires d'irrigation provenant de la régulation du réseau, les eaux de vidange, les fausses manœuvres dans la conduite de l'irrigation, et éventuellement la remontée excessive des eaux souterraines de la nappe. Un fossé sera également réalisé pour évacuer l'eau du forage artésien quand elle n'est pas utilisée.

Le périmètre est doté d'un réseau de circulation en vue de permettre aux exploitants d'accéder à leur parcelle, de transporter des intrants, d'évacuer les récoltes hors du périmètre et d'entretenir les ouvrages et réseaux d'irrigation.

Toutes ces données ont permis d'aboutir à la configuration du réseau établi dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. Configuration du réseau d'irrigation

Nombre de parcelles	Nombre de bornes	Nombre de bouches hydratantes	Nombre de conduites secondaires	Nombre de conduite principale	Conduite d'amenée
190	95	36	7	1	1

Source: APD 2017 (Hydro-génie; LDD groupe sarl; BARAKA consultant Inc)

B- DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES

Pour les calculs, la vitesse d'écoulement dans les conduites a été prise égale à 1,2 m/s.

Tableau 2. Diamètre des conduites du réseau

Type de conduite	Longueur (m)	Débit (l/s)	Diamètre (φ en mm)	
			Calculé	Retenu
CS1	425	8	92,2	100
CS2	443	8	92,2	100
CS3	463	8	92,2	100
CS4	482	8	92,2	100
CS5	501	8	92,2	100
CS6	126	8	92,2	100
CS7	136	8	92,2	100
CP	314	8,33	97,5	125
CA	574	8,33	97,5	125

Source: APD 2017 (Hydro-génie; LDD groupe sarl; BARAKA consultant Inc)

4.4.2.1. CALCULS HYDRAULIQUES

Une fois les diamètres et les débits de conduites sont connus, on peut maintenant calculer les pertes de charge linéaire dans le réseau et la pression nécessaire pour le fonctionnement de ce dernier.

A- CALCUL DE LA PRESSION DANS LES CONDUITES

Le tableau III ci-après présente les calculs des pressions dans le réseau. Les pertes de charge dans les conduites ont été majorées de 15 % pour tenir compte des pertes de charges singulières.

Tableau 3. Pression de fonctionnement dans le réseau

Tronçon	Débits (l/h)	Diamètre (mm)	Longueur (m)	J ($10^{-3}m/m$)	J (m)	ΔZ (m)	ΔH (m)	$\sum \Delta H$ (m)
CA/CP/CS1	30000	125	4,57	3,6	0,016	0,04	0,02	0,02
CA/CP/CS1-CS2	30000	125	60	3,6	0,215	0,64	0,43	0,45
CA/CP/CS2-CS3	30000	125	60	3,6	0,215	1,2	0,99	1,44
CA/CP/CS3-CS4	30000	125	60	3,6	0,215	1,8	1,59	3,03
CA/CP/CS4-CS5	30000	125	60	3,6	0,215	2,44	2,23	5,26
CA/CP/CS6	28000	100	300	9,2	2,750	4,44	1,69	6,95
CA/CP/CS7	28000	100	350	9,2	3,208	8,94	4,75	11,7

J : perte de charge unitaire m/m; ΔZ : La dénivelée entre la première borne et la dernière borne pour la rampe ou la dénivelée entre la première et la dernière rampe ou la porte rampe; ΔH : La pression au niveau des conduites

$\sum \Delta H$: La pression totale au niveau des conduites

5. DISCUSSION

La pente et la morphologie du site convergent vers les travaux effectués par Agbodjogbé (2008) sur le bas-fond de Aizè dans la commune de Ouinhi, où la pente longitudinale moyenne est de 0,7 %, valeur proche de celle trouvée par Aklé, (2017) sur le bas-fond de Wantègo, commune de Covè et qui ont été favorables à l'aménagement de ces sites.

Au plan pédologique, le système californien est remarquablement efficace dans les sols sableux ou argilo-sableux (WOCAT, 2018). A cet égard, c'est un sol propice non seulement à accueillir ce système mais aussi à l'exploitation agricole: culture du riz et culture maraîchère. Cette texture de sol est la même trouvée par Sègbo, (2019) sur le bas-fond de Tangbédji dans la commune de Zogbodomey.

Pour Alofa (2019), la conception d'un aménagement doit intégrer cinq (05) principes essentiels dont la prise en compte de la capacité des populations ou des communautés rurales à participer à la conception, à l'exécution des travaux et à la gestion des aménagements; d'où l'importance des études socioéconomiques. Lidon *et al.*, (1998) affirme que l'approche techniciste des aménagements a évolué vers une conception plus souple et pragmatique, s'appuyant en priorité sur le fonctionnement physique et socioéconomique du site à aménager.

Selon les données du terrain, et vu la facilité de sa mise en place, le système californien est alors une opportunité à expérimenter pour apprécier l'efficacité et la durabilité des systèmes d'irrigation sur les sites maraîchers au Bénin.

6. CONCLUSION

Au terme de l'étude, il ressort que la mise en place de l'aménagement du périmètre permettra l'intensification des activités agricoles sur le périmètre avec la possibilité aux producteurs non seulement d'augmenter le rendement du riz mais permettra de produire des cultures maraîchères de contre saison.

Quant à l'étude technique, les caractéristiques pédologiques, topographiques et hydrologiques du site sont favorables pour un aménagement hydro-agricole en semi-californien. Le site peut être donc aménagé pour accueillir par rotation, la culture du riz pendant deux cycles sur 15 ha et les cultures maraîchères de contre-saison sur 5 ha. L'eau sera prise du puits artésien pour l'alimentation du réseau.

Cependant on ne peut atteindre ces résultats projetés que lorsque certaines dispositions telles que le suivi, l'encadrement des exploitants et la maintenance régulière des ouvrages du périmètre sont respectés. Ainsi, pour une meilleure utilisation des ouvrages à réaliser et une durabilité des activités sur le site, une organisation des divers acteurs impliqués dans sa gestion est nécessaire. Cette organisation portera sur la gestion de l'aménagement et précisera les droits et obligations de chaque partie.

REFERENCES

- [1] Abou M., Yabu L., Ogouwale E., Yolou L. (2018). Caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagement hydro-agricole dans le doublet Dangbo-Adjohoun au sud du Bénin.
- [2] Agbodjogbé J. (2008). Impacts économiques, sanitaires. 107p.
- [3] Aklé, G. B. (2017). 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 Agronomique, FSA/UAC 143p.
- [4] Alofa M. V. (2019). Etude de faisabilité de l'aménagement hydro-agricole du bas-fond de Kamougou dans la commune de Copargo au Bénin. Mémoire de master, UAC/INE, 116p.
- [5] CID Cabinet. (2016). Document technique du périmètre d'aménagement de Houèdji et de houèti-sota.
- [6] Compaoré H., Ouedraogo O., Youa S., Ouedraogo A., Iguessan K., Issitou C., Lokossou S. (2018). Projet d'irrigation. 2IE.
- [7] Fao, (1992).
- [8] FAO (United Nations Food and Agriculture Organization). (2005). Rapport du Directeur Général sur la sécurité alimentaire, Rome, 33p.
- [9] FAO, (2006). Diagnostic Participatif Rapide et Planification des actions d'amélioration des performances des périmètres irrigués en Afrique de l'Ouest. 98p.

- [10] Funel J.-M. et Laucoin G., (1980). Politiques d'aménagement hydro-agricole, coll. Techniques vivantes, ACCT/PUF, Paris, 211p.
- [11] Hydro-génie; LDD groupe sarl; BARAKA consultant Inc., (2017) Avant-Projet Détaillé de l'étude technique du périmètre rizicole de towéta 1 65p.
- [12] Lidon, B., Blanchet, F., Legoupil, J.-C., Simpara, M., Sanogo, I. (1998). Le diagnostic rapide hydraulique de pré aménagement (DIARPA), Un outil d'aide à l'aménagement des zones de bas-fonds. Agriculture et Développement n°20 Décembre 1998, pp. 61-80.
- [13] MAEP BENIN, (2014). Rapport de performance du secteur agricole, gestion 2013, 47p.bp. <http://www.ifad.org>.
- [14] Renard JF, Cheik L, Knips V. (2004). L'élevage et l'intégration régionale en Afrique de l'ouest. Ministère des Affaires Etrangères, FAO-CIRAD, 37p.
- [15] Segbo P. (2019). Problématique de réhabilitation des grands aménagements hydroagricoles au Bénin: cas du site de domè (commune de zogbodomè) Mémoire master 2, INE/UAC, 99p.
- [16] WOCAT (2018): Système Californien d'irrigation à basse pression, 4p.
- [17] <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
- [18] https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/egl/environnement/content/inondations/la_plaine_inondable.html#:~:text=La%20plaine%20inondable%20est%20g%C3%A9n%C3%A9ralement,d%C3%A9bordement%20dans%20la%20zone%20inondable.
- [19] <http://www.fao.org/3/F9051F/F9051F02.htm>.
- [20] <http://tpe-agriculture-france-mali.e-monsite.com/pages/l-exploitation-des-sols/irrigation.html>.
- [21] https://www.google.com/search?xsrf=ALeKk00_3P5PUfa0Fr2ZNO440Yi2GBar8g:1621451191198&q=P%C3%A9rim%C3%A8tre+irrigu%C3%A9+d%C3%A9finition&sa=X&ved=