



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

## INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/11216  
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/11216>



### RESEARCH ARTICLE

#### APPORT DE L'IMAGERIE RADAR ALOS PALSAR DEM DANS LA DÉTERMINATION DES ZONES POTENTIELLEMENT FAVORABLES A LA RIZICULTURE: CAS DU PROJET RIZICOLE DU PERIMÈTRE HYDRO-AGRICOLE DE DIMBOKRO (CENTRE-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE)

Félix Kouamé N'dri<sup>1</sup>, Styvince N'kpomé Kouao<sup>2</sup> and Lionel Arnaud N'cho<sup>2</sup>

1. Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan.
2. Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, Laboratoire de Géographie d'Environnement et de Gestion des Risques (LAGERIS).

#### Manuscript Info

##### Manuscript History

Received: 20 April 2020  
Final Accepted: 25 May 2020  
Published: June 2020

##### Key words:-

East-Central of Côte D'ivoire, Rice Project, Determination Of Potential Area, Geomatics, Radar Image, Alos Palsar Dem

#### Abstract

Contribution of radar imaging Alos Palsar Dem in the determination of potentially favorable areas for rice: case of rice project of the Dimbokro hydro-agricultural perimeter (eastern central of the Côte d'Ivoire). This work is the culmination of a hydro-agricultural development project for the production of irrigated rice in the square perimeter of Dimbokro in the central east of Côte d'Ivoire. The objective of this article is to show the many potentials of alos palsar dem radar images in the production of cartographic data for the determination of areas potentially favorable to irrigated rice farming. The methodology used consisted initially of geotreatment of alos palsar dem radar images on arc-gis 10.22 software which made it possible to draw up maps of drainage networks, hydro-geomorphology and slopes. Then, in a second step, it was a question of making spatial analyzes starting from the requests to extract the lowlands favorable to the culture of rice according to the slopes presenting less risk according to the periods of floods and recessions. Thus, 22,181 lowland areas potentially favorable to irrigated rice cultivation have been identified; they extend over 2,978.05 ha with an estimated volume of 74,855,121.88 cm<sup>3</sup>, or approximately 25% of the space concerned by the project. In perspective, soil and geotechnical studies must be carried out for a more exhaustive study.

Copy Right, IJAR, 2020,. All rights reserved.

#### Introduction:-

Une trentaine de pays du sud furent secoués par une sévère crise conjoncturelle de pénurie en riz en mai 2008. Selon [6] cette pénurie en riz découle de la flambée du prix du riz thaïlandais sur le marché mondial atteignant les 1000 UDS, soit trois fois du prix auquel il était vendu six mois plutôt. Cette situation de crise occasionne une insécurité alimentaire dans ces pays durement frappés et amène les autorités gouvernementales à adopter des stratégies d'aménagement hydro agricole et de production du riz à grande échelle afin d'assurer l'autosuffisance dans cette filière agricole.

Pays situé en Afrique de l'ouest, la Côte d'Ivoire n'est pas en reste de cette réalité socioéconomique. Selon le rapport [9] la réhabilitation des sites aménagés pour la riziculture irriguée et la réalisation d'aménagements pour les plaines inondées font partie des priorités de la relance de la riziculture adoptées par l'Etat ivoirien. La riziculture

**Corresponding Author:- Félix Kouamé N'dri**

Address:- Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan.

irriguée se pratique généralement dans les bas-fonds et plaines inondables. Dans ces milieux, le riz tolère un large éventail de conditions climatique, édaphique, hydrologique et topographique [5].

A partir, de ces conditions agro-écologiques du riz susmentionnées, il est possible de déterminer et de cartographier les zones potentiellement favorables à cette culture à l'échelle d'un bassin versant à partir de l'imagerie satellitaire de très haute résolution. La plupart des études de cartographie des bas-fonds et des autres zones humides dans le cadre des projets rizicoles s'appuient sur l'analyse des photographies aériennes. L'usage de ces photographies à l'échelle d'un bassin versant devient laborieux ; il faut plusieurs clichés pour couvrir un tel espace. De plus, une grande partie du territoire ivoirien est insuffisamment couverte par ces photographies depuis les années 1990. Ainsi, les images de très hautes résolutions spatiales telles que l'imagerie radar Alos Palsar Dem deviennent de plus en plus indispensables dans la détermination des zones potentiellement favorables à la riziculture à l'échelle régionale et nationale.

L'objectif de cette étude est de montrer l'apport de l'imagerie radar Alos Palsar Dem dans la production de données cartographiques dans le cadre du projet rizicole dans le périmètre carré de Dimbokro, centre-est de la Côte d'Ivoire.

## Données et Methodes:-

### Présentation de la zone d'étude:

Le périmètre hydro-agricole du projet rizicole de Dimbokro se situe entre 6°43'0''N et 6°47'0''N de latitude puis entre 4°42'0''W et 4°49'0''W de longitude. Il s'étend sur 13 975,75 ha. Selon [4] le réseau hydrographique de la zone d'étude (Figure 1) est essentiellement constitué du N'zi et de ses affluents. Le bassin versant du N'zi est un sous bassin du bassin versant du fleuve Bandama qui a une superficie de 97 000 km<sup>2</sup>. Le réseau de drainage est assez dense. Du point de vue géologique, l'espace est constitué en grande partie de schistes et grauwackes. Le climat est de type subéquatorial de transition à nuance sèche caractérisé par un régime bimodal et une pluviométrie atténuée (1100 à 1300 mm). La température moyenne est comprise entre 25 et 29 °C [4]. Le relief est essentiellement dominé par des plaines alluviales et des plateaux de faibles hauteurs (80 à 250 mètres). La végétation appartient au domaine mésophile composé de forêts denses semi-décidues et de savanes arborées. Des galeries forestières s'étendent le long des cours d'eau.

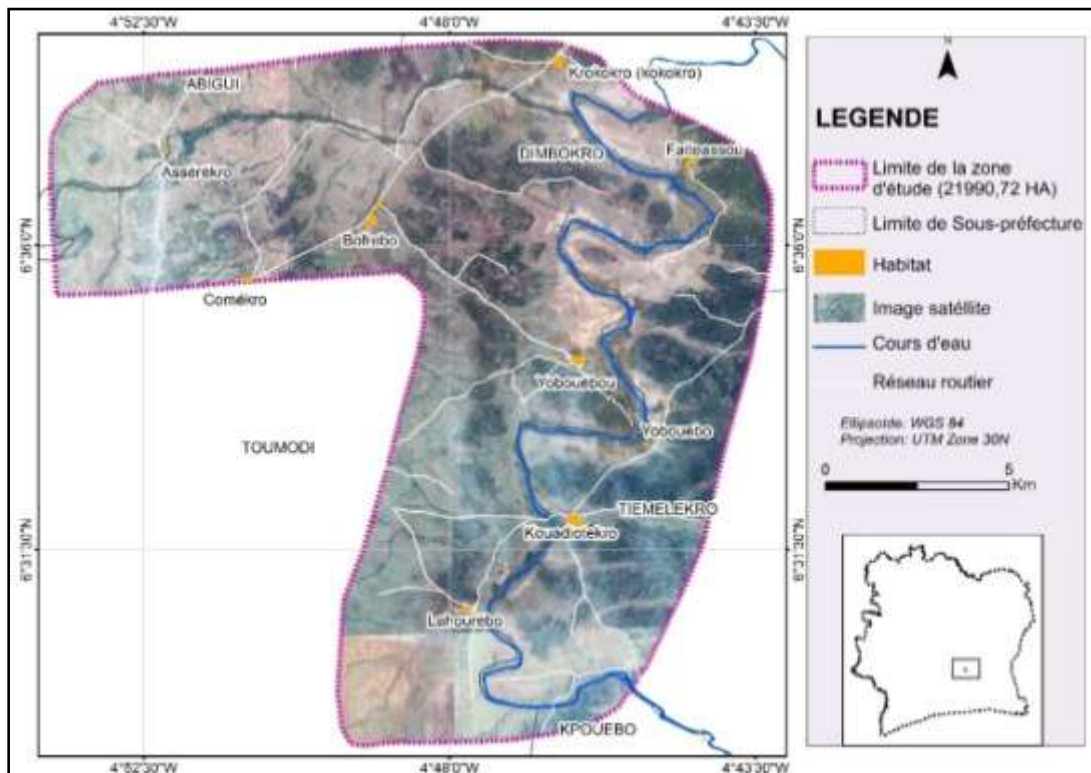


Figure 1:- Présentation et localisation de la zone d'étude.

**Données et matériels:**

Les données sont constituées d'images Radar ALOS PALSAR DEM de 12,5 mètres de résolution spatiale. Les matériels se composent du logiciel Arc-Gis 10.2.1 et de son extension Arc Hydro. ArcGIS a servi à la conception de la base de données, aux traitements et à l'analyse des images. Arc Hydro est un ensemble de modèles de données et d'outils fonctionnant dans ArcGIS pour prendre en charge l'analyse de données géospatiales et temporelles pour la gestion de l'eau.

**Méthodes:-****Acquisition de l'image:**

L'image Alos Palsar Dema a été acquise sur le site de l'ASF (Alaska Satellite Facility) via le lien <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/en> niveau RTC (Radiometrically terrain-corrected) en mode FBD (Fine Beam Dual polarization) au format GeoTIFF, qui convient aux systèmes d'information géographique. Ce mode offre des données en double polarisation HH + HV. Ces données de hautes précisions sont issues d'une mission ALOS de la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) de 2006 à 2011. L'image est corrigée radiométriquement et géométriquement. Les données ALOS/PALSAR sont actuellement les seules données en bandes disponibles gratuitement.

**Modélisation de bassins versant et réseau de drainage:**

Une chaîne de traitement a été appliquée pour délimiter les bassins majeurs et mineurs et caractériser le réseau de drainage à partir du logiciel Arc Hydro. Toutes les données générées ont par la suite été converties en format shapefile. Une analyse a été faite pour le réseau de drainage en vue de sa reclassification.

**Cartographie de la carte des altitudes et des pentes**

A partir du MNT, les courbes de niveau ont été générées. Ensuite, l'outil create TIN de la boîte à outil Arc ToolBox a été utilisé pour générer la carte des altitudes. Pour la carte des pentes, l'outil slope a servi à générer les pentes. L'unité de mesure choisie est le pourcentage (%). Le raster en sortie a été ré-classifié afin d'extraire les pentes dont le pourcentage varie entre]0 – 4,5].

**Cartographie des zones de bas-fond:**

La méthodologie appliquée pour l'extraction des zones de bas-fondspotentiels a été réalisée de la manière suivante :

Il s'est agi d'abord d'extraire la zone d'étude afin de réduire le temps mis par l'ordinateur pour exécuter une tâche.

Utilisation de la fonction Fill Sink de l'extension Arc Hydro Tools pour le remplissage des cellules identifiées comme des points bas (dépressions) dans l'image.

Après l'exécution de cette commande, une nouvelle image est générée (MNE) avec toutes les dépressions remplies.

Avec l'extension Map Algebra, la fonction Raster Calculator a été utilisée pour une opération algébrique consistant à faire une soustraction entre le Raster en sortie et le Raster de départ. Le résultat de cette opération qui définit la différence de profondeur montre toutes les zones de dépressions dans le paysage de la zone d'étude.

Le résultat a par la suite été converti en format shapefile en vue d'autres traitements.

La figure 2 ci-dessous récapitule les principales phases de la méthodologie.

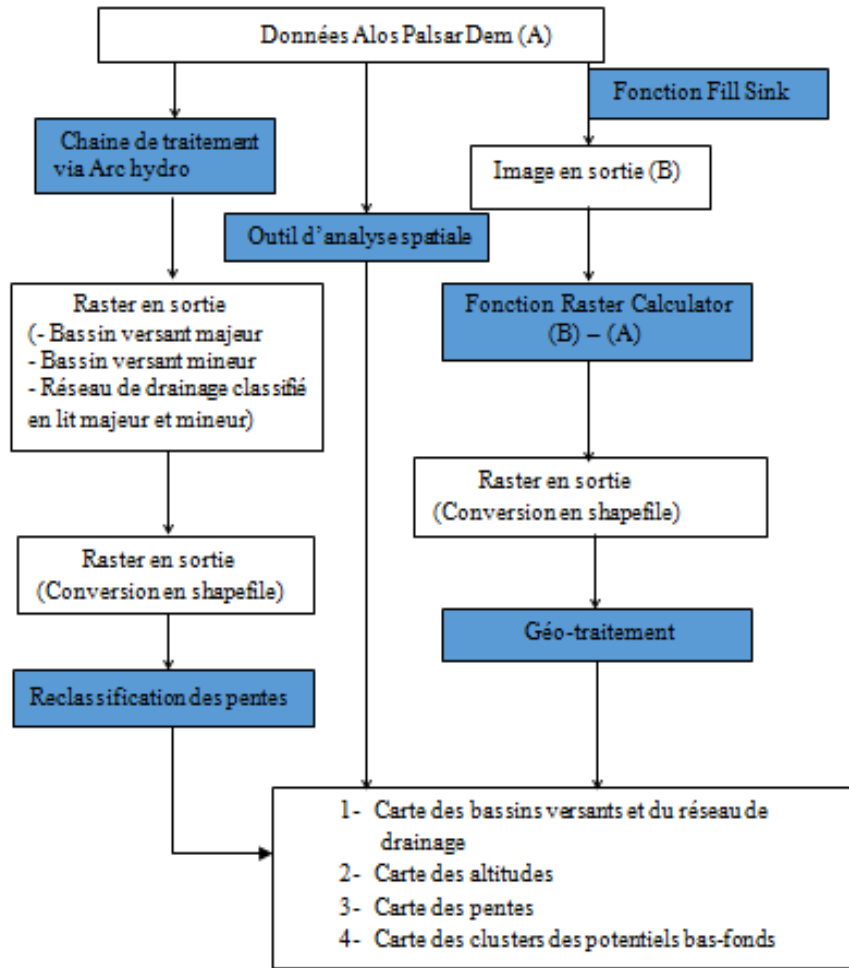


Figure 2:- Schéma synthétique de la méthodologie.

### Résultats:-

Un réseau Hydrographique suffisamment dense dans l'ensemble du périmètre hydro-agricole du projet rizicole de Dimbokro et environs

Le réseau hydrographique dans le périmètre hydro-agricole du projet rizicole de Dimbokro et environs est singularisé par une forte densité du réseau de drainage majeur composé des affluents de la rivière N'Zi (Figure 3). Ces cours d'eau drainent une superficie totale de 13 975 ha. Les affluents du N'zi alimentent un important réseau de vallons, de vallées et de plaine alluviale. Les bassins versants majeurs couvrent en moyenne une importante superficie (environ 100 ha). Cette richesse en eau offre à cette zone de réelles potentialités à la riziculture. En effet, le bon drainage du bassin versant du N'zi permet de réduire les contraintes agronomiques à l'échelle de la parcelle dues aux excès d'eau en période de crues.

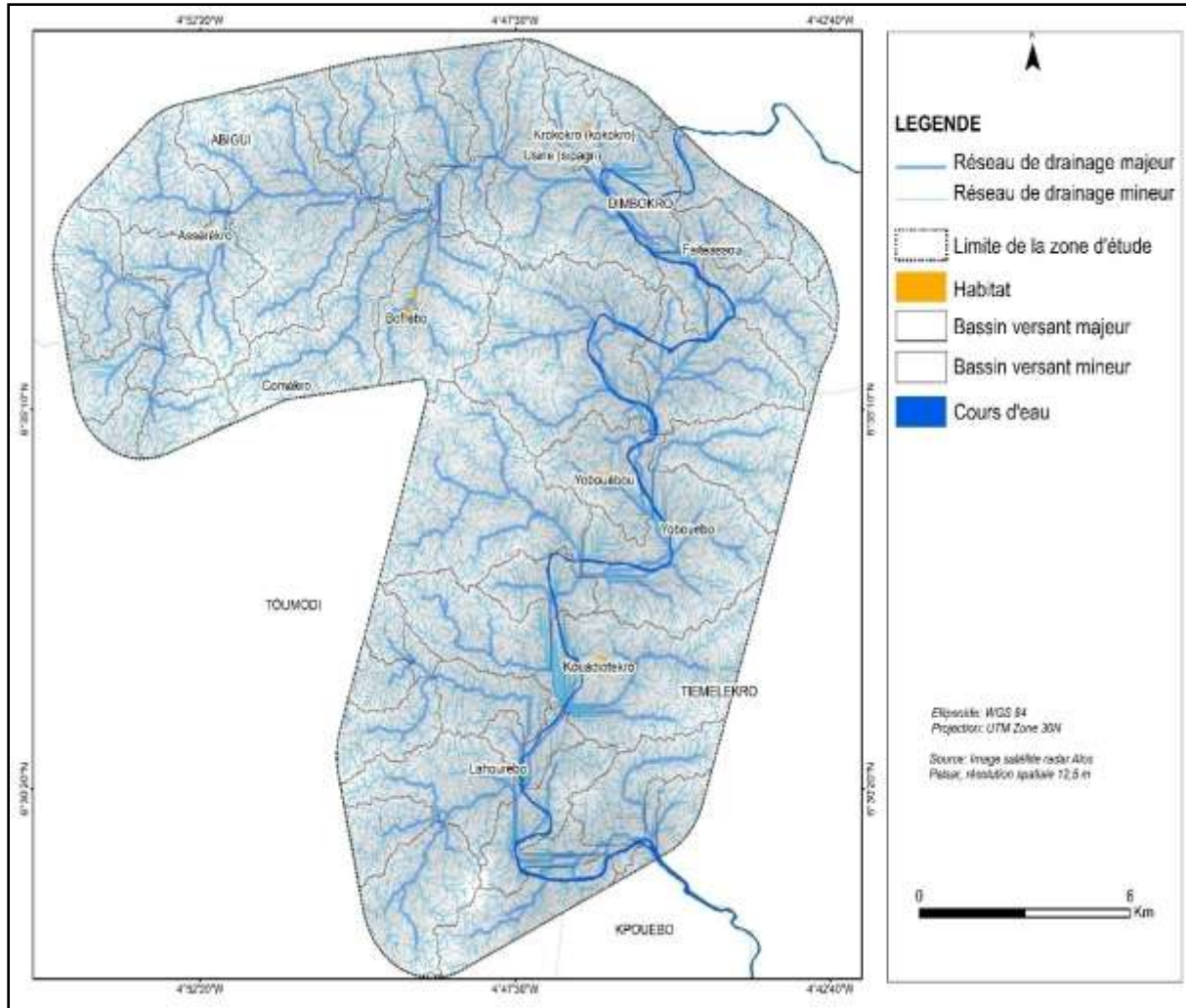
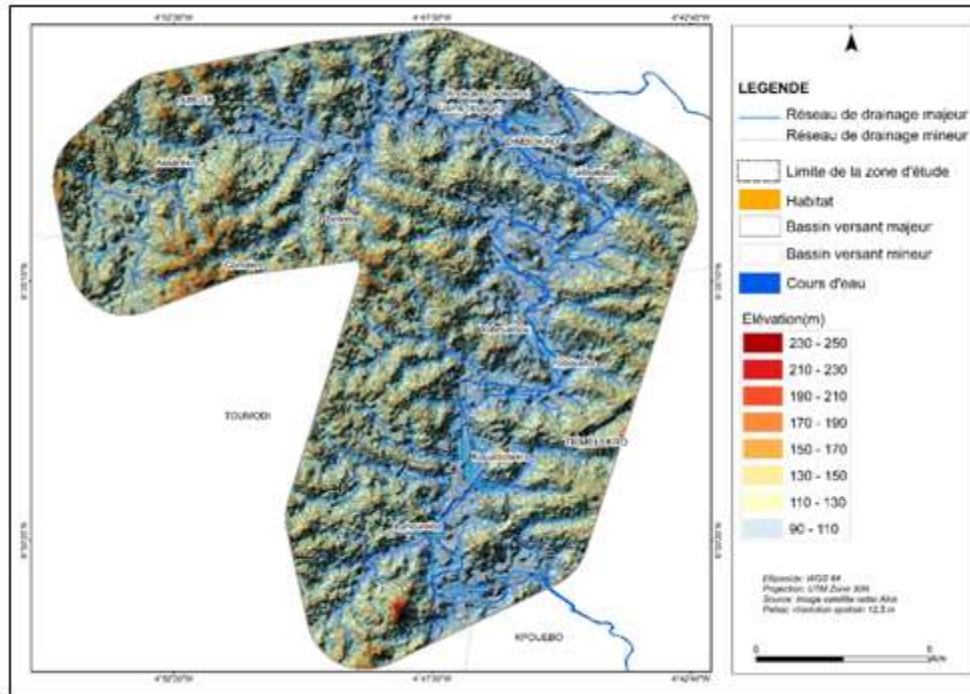


Figure 3:- Le réseau hydrographique de la zone d'étude.

Par ailleurs, dans les nombreuses dépressions que compte la région, s'intercalent dans les remblais, les matériaux alluvionnaires charriés depuis l'aval des vallons sur les terrains schisteux du complexe Birimien. Ces sédiments alluvionnaires ont une bonne capacité de rétention en eau, ce qui permet au sol de disposer d'un réservoir d'eau sur une longue période en cas de sécheresse prolongée. Cependant, ils peuvent représenter une contrainte à la riziculture en période d'abondantes pluviométries. Au demeurant, le contexte climatique de la zone d'étude est caractérisé par une tendance à l'assèchement et au tarissement du N'zi due à la baisse de précipitations depuis 1971 [4].

#### Un contexte hydro-géomorphologique favorable à la riziculture irriguée:

Le périmètre hydro-agricole du projet rizicole de Dimbokro et environs est caractérisé du point de vue hydro-géomorphologique par un bas plateau disséqué par un important réseau de bassin hydrologique donnant un aspect moutonné au terrain. Dans l'ensemble, les altitudes sont faibles ; elles sont comprises entre 90 et 250m (figure 4).



**Figure 4:-** Les traits hydro-géomorphologiques de la zone d'étude.

Les hauteurs les plus élevées (150-250m) sont confinées dans le secteur nord-ouest de la région d'étude occupant un espace assez modeste. Les altitudes moyennes sont comprises entre 122 et 154 m. La configuration topographique est celle d'un relief de bas-glacis orienté nord-sud, présentant un vallonnement très prononcé au contact de la rivière N'zi et de ses affluents. Les faibles pentes caractéristiques de ces vallons orientent l'écoulement des eaux et amorcent la formation de vallées et de bas-fonds. Les dépôts d'alluvions en bordure de la rivière charriés en amont des vallons par les cours d'eau y forment une plaine alluviale. Ce terrain vallonné de faibles altitudes présente du point de vue agronomique des potentialités réelles pour la riziculture irriguée.

#### **Cartographie des zones propices à la riziculture irriguée en fonction des caractéristiques hydro-géomorphologiques et des pentes de la zone d'étude:**

La détermination des zones potentiellement favorables à la riziculture irriguée dans le périmètre hydro-agricole de Dimbokro et environs s'est faite à partir de données hydro-géomorphologiques et celles des pentes du terrain. Les données hydro-géomorphologiques ont permis d'inventorier les bas-fonds de la zone d'étude en fonction de la morphologie du terrain et du réseau de drainage. Cependant, le critère des valeurs de pentes a permis de sélectionner les bas-fonds présentant moins de risques pour la riziculture inondée dans cet espace. En effet, il fallait extraire les bas-fonds propices à la culture du riz en fonction des pentes présentant moins de risques selon les périodes de crues et de décrues. Selon [3] la pente moyenne du terrain doit être faible pour limiter d'une part la densité des diguettes et d'autre part les risques de dégradation dus à l'écoulement rapide des eaux sur des pentes fortes. La pente optimale est de 3 % ; celle-ci peut aller jusqu'à 6 ou 7 %. Ces pentes correspondent souvent à des bas-fonds larges et aussi plats que possible. Cependant, les petits bas-fonds encaissés ont des pentes élevées et des crues violentes. Pour cette catégorie, il est conseillé d'éviter les pentes supérieures ou égales à 1%.

Selon la figure 5, d'un point de vue général, les pentes de la région d'étude présentent moins d'obstacles à la riziculture irriguée. Les pentes supérieures à 8 % susceptibles de causer des préjudices à la riziculture sont moins étendues dans l'espace. Elles sont réparties inégalement dans l'espace ; leur présence est plus importante dans le centre du périmètre hydro-agricole du projet rizicole. La région est dominée par de faibles pentes réparties de façon homogène.

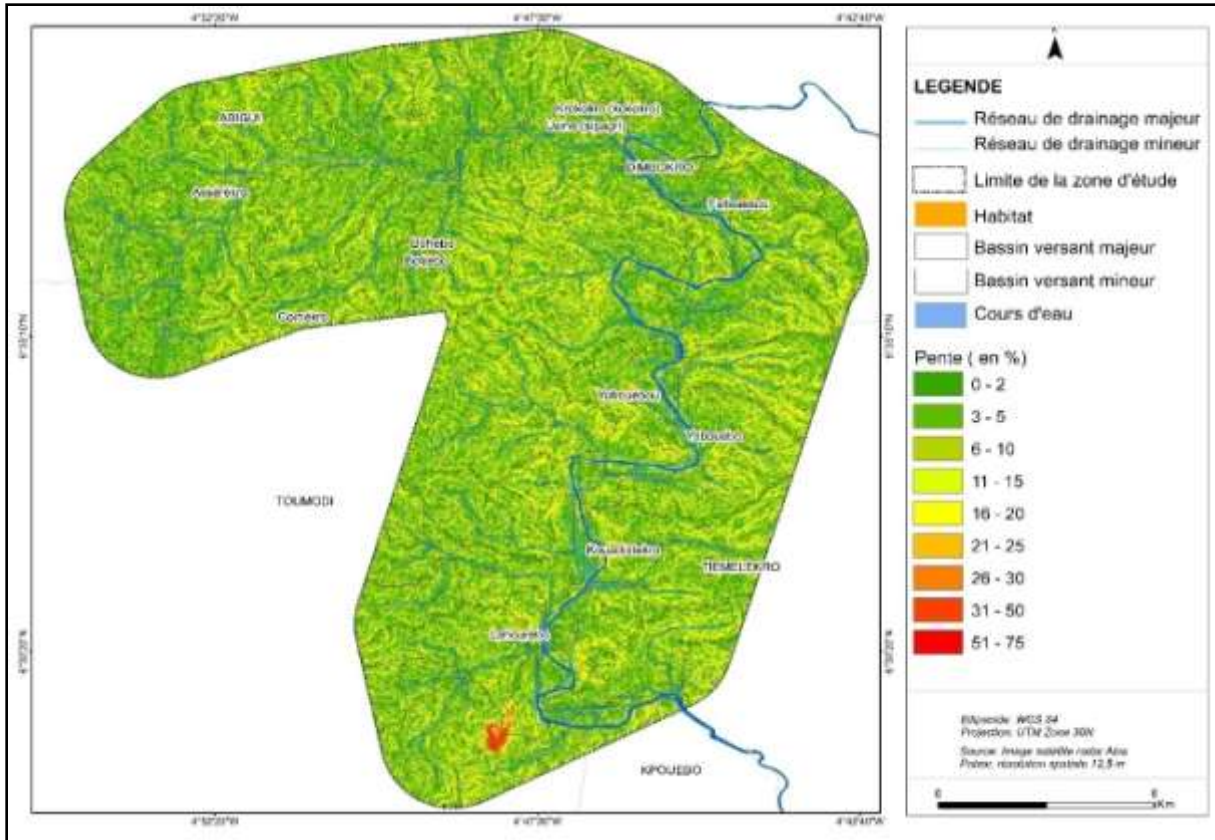


Figure 5:- La distribution spatiale des pentes.

En fonction des pentes favorables à la riziculture, 22 181 zones de bas-fonds potentiellement propices à la riziculture irriguée ont été identifiées. Elles s'étendent sur 2978,05 ha avec un volume estimé à 74855121,88 cm<sup>3</sup> soit environ 25 % de l'espace concerné par le projet. La majorité des bas-fonds potentiellement aptes à la culture du riz irrigué est plus concentrée dans la plaine alluviale bordant la rivière N'Zi (figure 6). En effet, les pentes les plus faibles sont enregistrées dans ce couloir d'inondation du cours d'eau principal. Par ailleurs, une proportion non négligeable de ces bas-fonds est localisée le long des réseaux de drainage majeurs.

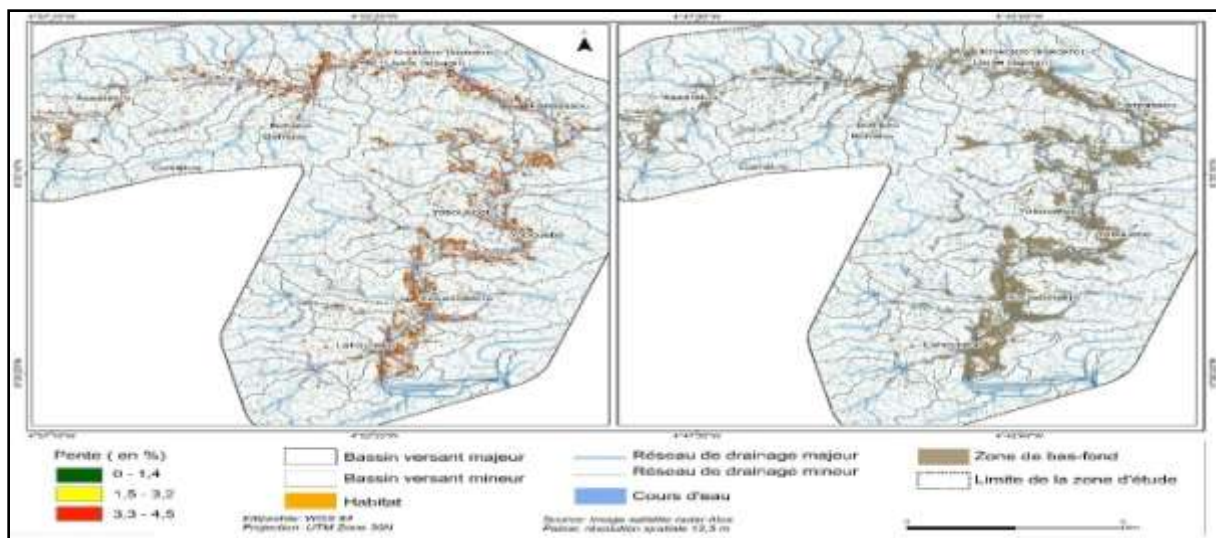


Figure 6:- Localisation et répartition spatiale des bas-fonds potentiellement propices à la riziculture en fonction des pentes favorables.

**Discussion:-**

La détermination des zones potentiellement favorables à la riziculture irriguée s'est faite à partir de l'analyse du réseau hydrographique, des caractéristiques hydro-géomorphologiques et des pentes de la région d'étude. Ainsi, le niveau de densité du réseau de drainage est un facteur essentiel de l'essor de la riziculture irriguée. L'étude a montré que le périmètre hydro-agricole du projet rizicole de Dimbokro et environs, en raison de la densité élevée de son réseau de drainage offre de réelles potentialités à la riziculture de bas-fonds. Les travaux de [8] corroborent ce résultat. En effet, dans leurs travaux sur le diagnostic de la riziculture de bas-fonds dans la région de Sedhiou, ces auteurs ont montré que la densité du réseau hydrographique, formé d'un ensemble de cours d'eau permanents et saisonniers, rend cette zone très propice à la riziculture, surtout au niveau des bas-fonds.

[7] ont pu faire l'inventaire et caractériser des bas-fonds dans le bassin versant de l'Oti au Bénin à l'aide des images Landsat et ASTER DEM. En effet, les auteurs dans cette étude ont développé une approche méthodologique reposant sur la méthode semi-automatique qui a pris en compte les indications de végétation (NDVI, NDWI, TWI) et les paramètres (pente et accumulation d'eau) générés à partir des images Landsat OLI et ASTER DEMS. Ainsi, les résultats ont montré trois types de vallées dans la zone d'étude

[2] est allée plus loin dans sa démonstration du rôle crucial que joue le facteur de disponibilité en eau dans la pratique de la riziculture irriguée. Pour elle, la non maîtrise de l'eau est un facteur de risque et d'incertitude pour le développement de la riziculture irriguée. Par des pratiques variées, elle irrigue mais intervient aussi dans la lutte contre les adventices. Elle estime les besoins en eau de plus de 12 000 m<sup>3</sup>/ha pendant la durée du cycle végétatif qui dure de 130 à 200 jours.

En outre, l'étude s'est appuyée sur les travaux de [3] pour déterminer les pentes dans les zones de bas-fonds présentant moins de risques en termes de submersion d'eau ou de baisse du niveau de la nappe phréatique. Ainsi, la fourchette de 1 à 8 % a été retenue, cependant les pentes de 1 à 3% sont les plus aptes à la riziculture irriguée. Ces seuils ont été également retenus par [1] comme valeurs de référence dans le choix des bas-fonds favorables à la riziculture irriguée. Selon ces auteurs, la faible pente du niveau principal (0,9 %) et l'allure plane de sa surface supérieure sont des arguments en faveur d'un sédiment visqueux s'étalant dans le bas-fond par gravité et fluant lentement vers le seuil aval. Dans le bas-fond principal, débouchent des bas-fonds adjacents à pente plus forte (5° à 30°) qui, à leur tête amont et sur leurs versants, passent à des figures d'érosion (surtout des niches d'érosion quasi circulaires).

Contrairement à la source de données utilisée pour la modélisation du fonctionnement hydrologique dans cet article, [10] dans son mémoire de thèse de doctorat a développé une approche utilisant des données LIDAR pour décrire la dynamique de fonctionnement du réseau de drainage en lien avec les bassins. Selon l'auteur, les résultats ont permis de proposer des tendances d'organisation spatiale et temporelle des écoulements d'eau. Il poursuit en disant que cette approche a permis de valider l'intérêt du capteur LIDAR dans l'étude des bassins.

**Conclusion:-**

L'objectif de cette étude était de déterminer des zones de bas-fonds propices à la riziculture irriguée à partir de l'exploitation des documents cartographiques issus des images Alos Palsar Dem. Ainsi, grâce à l'analyse des cartes du réseau hydrographique, des caractéristiques hydro-géomorphologiques et des pentes, 22 181 zones de bas-fonds potentiellement propices à la riziculture irriguée ont été identifiées. Elles s'étendent sur 2978,05 ha avec un volume estimé à 74855121,88 cm<sup>3</sup> soit environ 25 % de l'espace concerné par le projet. L'étude montre que le périmètre hydro-agricole du projet rizicole de Dimbokro et environs présentent d'énormes potentialités en termes d'exploitation du riz irrigué eu égard de l'importance de la densité du réseau de drainage, de la configuration topographique vallonnée du site et de la faiblesse des pentes. Cette étude doit servir d'approche à tout projet d'aménagement hydro-agricole destiné à la production du riz irrigué, cependant elle ne doit dispenser en aucun cas d'autres études notamment pédologique et géotechnique en vue d'une analyse plus exhaustive du site.

**Références Bibliographiques:-**

1. 1.Arthaud F., B. Dussarrat B, J.c. Grillot JC., (1991). Rôle des facteurs tectoniques et géomorphologiques dans l'organisation des systèmes de bas-fonds rizicoles (exemple des hauts plateaux de Madagascar), Actes du Colloque, Bas-fonds et riziculture Antananarivo, 9-14 décembre 1991 CIRAD, p.132.

2. Blanc-Pamard C., (1994). Riz, risques et incertitudes : d'une maîtrise à une dépendance. L'exemple des riziculteurs des Hautes terres malgaches, CNRS, URA 94, EHESS, 54 Bd. Raspail, 75006 Paris, pp. 437-452.
3. Danvi C., (1995). L'aménagement des bas-fonds rizicoles, Rapport scientifique, Génie Rural Spécialisé en Hydraulique Agricole, Directeur National du Projet BEN/91/002 Chef Cellule Bas-Fonds.
4. Fossou . M. N. R. \*, Soro N., , Traore V. B., LASM T. , Sambou S, Soro T , Orou r. K., Mohamed Talla CISSE M. T., Alioune K. A., (2014). Variabilité climatique et son incidence sur les ressources en eaux de surface : cas des stations de Bocanda et de Dimbokro, Centre-Est de la Côte d'Ivoire en Afrique de l'Ouest, Afrique SCIENCE 10(4) (2014), 118 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>, pp. 118 – 134.
6. Hounbédji T. R. F., (2016). Infestation dans les bas-fonds rizicoles de la Région des Savanes (Togo) et étude des interactions hôte-parasite, Thèse de doctorat de l'université paris-Saclay, Université Paris-Sud, 171p.
7. 6. Lançon F., Villar P. M. (2008). la flambée des prix mondiaux du riz : crise conjoncturelle ou mutation durable ? [www.cairn.info](http://www.cairn.info), dans Hérodote, 156-174 pages
8. Kafilatou T., Souberou K., Agbossou 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, Journal International d'Agriculture et de Biotechnologie de l'Environnement (ISSN : 2456-1878), vol 2, n0. 4, Dou : 10.22161 / 2.4.20, pp. 1601-1623.
9. Manzelli M., Fiorillo E., Bacci M., Tarchiani V., (2015). La riziculture de bas-fond au sud du Sénégal (Moyenne Casamance) : enjeux et perspectives pour la pérennisation des actions de réhabilitation et de mise en valeur, Cah Agric, vol 24, doi : 10.1684/agr.2015.0772, pp. 301-312.
10. Ministère De l'Agriculture., Office National De Développement De La Riziculture (ONDR). (2012), Stratégie nationale révisée de développement de la filière riz en Côte d'Ivoire (SNDR) 2012 – 2020, 66p.
11. Sarrazin B., (2012). MNT et observations multi-locales du réseau de drainage d'un petit bassin versant rural dans une perspective d'aide à la modélisation spatialisée, Thèse de Doctorat, Sciences de la Terre, Université de Grenoble, France, ffNNT : 2012GRENU042ff. fftel-01548105f, 283p.