

FACTEURS EDAPHIQUES ET DYNAMIQUE DES TERRES AGRICOLES DANS LE BASSIN ARACHIDIER DE LA REGION DE THIES (SENEGAL) : EFFICACITE DES STRATEGIES D'ADAPTATION DES POPULATIONS

Souleymane DIALLO¹, Mariama Diouldé Diallo², Hassan Bismarck NACRO², Sobère Augustin Traoré², and Aminata N'DIAYE²

¹Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie, Dakar, Sénégal

²Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol, Burkina Faso

Copyright © 2017 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: Soil fertility is an indicator of good agricultural production and consequently of the agricultural activity of a locality. In the Sahel and in particular in the basin of the Thies region, soils gradually lose their production capacity. Desertification caused by the combined and simultaneous action of climatic and anthropogenic factors continues to progress. However, studies by the National Agency for Statistics and Demography (ANSD) reveal that the extent of farms in the different regions of Senegal is not correlated with the potential of land production. The objective of this study is to determine whether the areas cultivated in the groundnut basin of the Thies region are related to soil fertility. The methodology adopted is based on a physico-chemical soil analysis to determine a possible relationship between soil fertility and the extent of agricultural land. Field studies were also carried out on the adaptation strategies developed by local producers in the face of this decline in soil fertility. The Bernoulli formula was used for the selection of the study sample. The results of the soil physico-chemical analysis reveal that the areas cultivated by farmers are larger in the less fertile lands. Therefore, the control methods undertaken in the face of declining soil fertility have been fruitful.

KEYWORDS: Edaphic factor, dynamics of cropland, efficiency, adaptation strategy, basin of the Thies region.

RESUME: La fertilité du sol est un indicateur de la bonne production agricole et par conséquent de l'activité agricole d'une localité. Dans le Sahel et en particulier dans le bassin de la région de Thiès, les sols perdent progressivement leur capacité de production. La désertification causée par l'action combinée et simultanée des facteurs climatiques et anthropiques continue de progresser. Toutefois, les études de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) révèlent que l'étendue des exploitations agricoles dans les différentes régions du Sénégal n'est pas en corrélation avec le potentiel de production du sol. L'objectif de cette étude est de déterminer si les superficies cultivées dans le bassin arachidier de la région de Thiès sont liées à la fertilité du sol. La méthodologie adoptée repose sur une analyse physico-chimique des sols pour déterminer une relation possible entre la fertilité du sol et l'étendue des terres agricoles. Des études de terrain ont également été menées sur les stratégies d'adaptation développées par les producteurs locaux face à cette baisse de la fertilité des sols. La formule de Bernoulli a été utilisée pour la sélection de l'échantillon de l'étude. Les résultats de l'analyse physico-chimique du sol révèlent que les zones cultivées par les agriculteurs sont plus importantes dans les terres moins fertiles. Par conséquent, les méthodes de lutte entreprises face à la baisse de la fertilité des sols ont été fructueuses.

MOTS-CLEFS: Facteurs édaphiques, dynamique des terres de culture, efficacité, stratégie d'adaptation, bassin de la région de Thiès.

1 INTRODUCTION

La mise en culture des terres du bassin arachidier remonte à l'époque coloniale. Elle a servi de source de production alimentaire et de revenu pour la population locale et le reste du pays vu l'importance de sa production sur le plan régional [1]. De nos jours, ces terres connaissent de très fortes baisses de rentabilité suite à l'exploitation intensive et à la péjoration des conditions climatiques. Tout cet ensemble conduit à des situations critiques qui poussent une majorité de ces habitants à migrer vers d'autres lieux à la recherche de terres plus propices et qui peuvent fournir de meilleurs rendements agricoles [2]. Face à la pression démographique, la fertilité des sols du plateau de Thiès décroît et cette baisse de fertilité des sols entraîne la migration des agriculteurs vers les terres de bas fond où l'ensablement constitue aussi un inconvénient pour l'agriculture [3]. La perte de capacité productive des sols du bassin est renforcée par une méconnaissance des propriétés de ces derniers de la part de certains de leurs exploitants agricoles ; de cette ignorance il résulte une pratique agricole non adaptée à ces types de sols avec toutes les conséquences qui en découlent [4]. Les récentes enquêtes de terrain [4] nous ont permis de savoir que les productions agricoles d'avant ne sont pas comparables avec celles d'aujourd'hui.

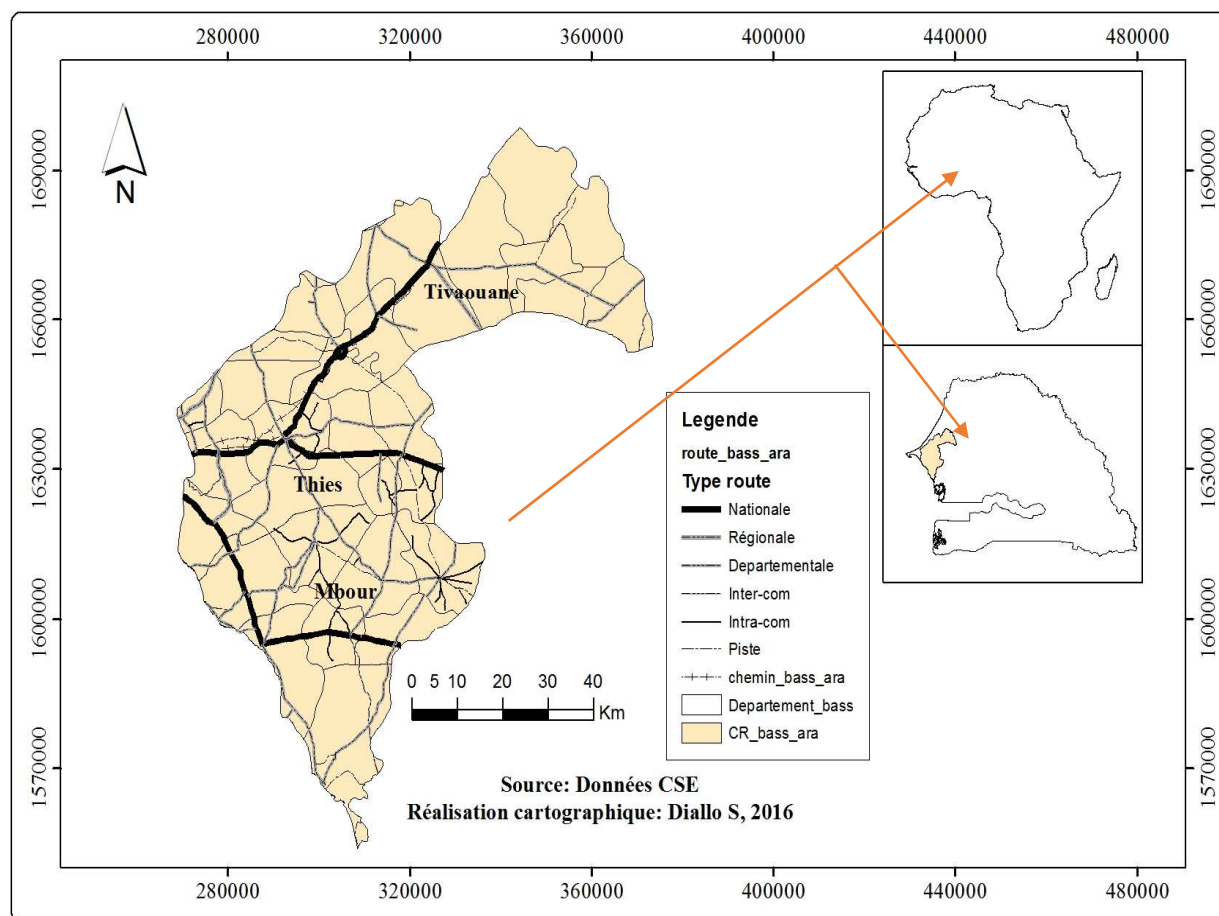
On note que la diminution de la fertilité des sols se manifeste à des degrés divers dans les différentes localités et cela sans doute du fait de l'accentuation des forces érosives liées à l'écoulement de l'eau qui est plus forte lorsque la topographie est accidentée [5]. A celle-ci, il faut ajouter l'érosion éolienne justement liée à la dénudation des surfaces à cause de l'absence ou la raréfaction des arbres et dont l'impact est la désertification. Plusieurs stratégies d'adaptation (intensification et diversification de la pratique agricole, mise en culture de variétés plus résistantes aux aléas climatiques, lutte contre l'érosion, etc.) ont été développées dans le bassin de la région de Thiès dans le but de faire face à la dégradation des sols. C'est dans le souci de comprendre l'influence de la fertilité des sols sur la pratique de l'activité agricole dans le bassin arachidier de la région de Thiès afin d'améliorer la résilience des populations que cette étude est construite.

2 METHODOLOGIE

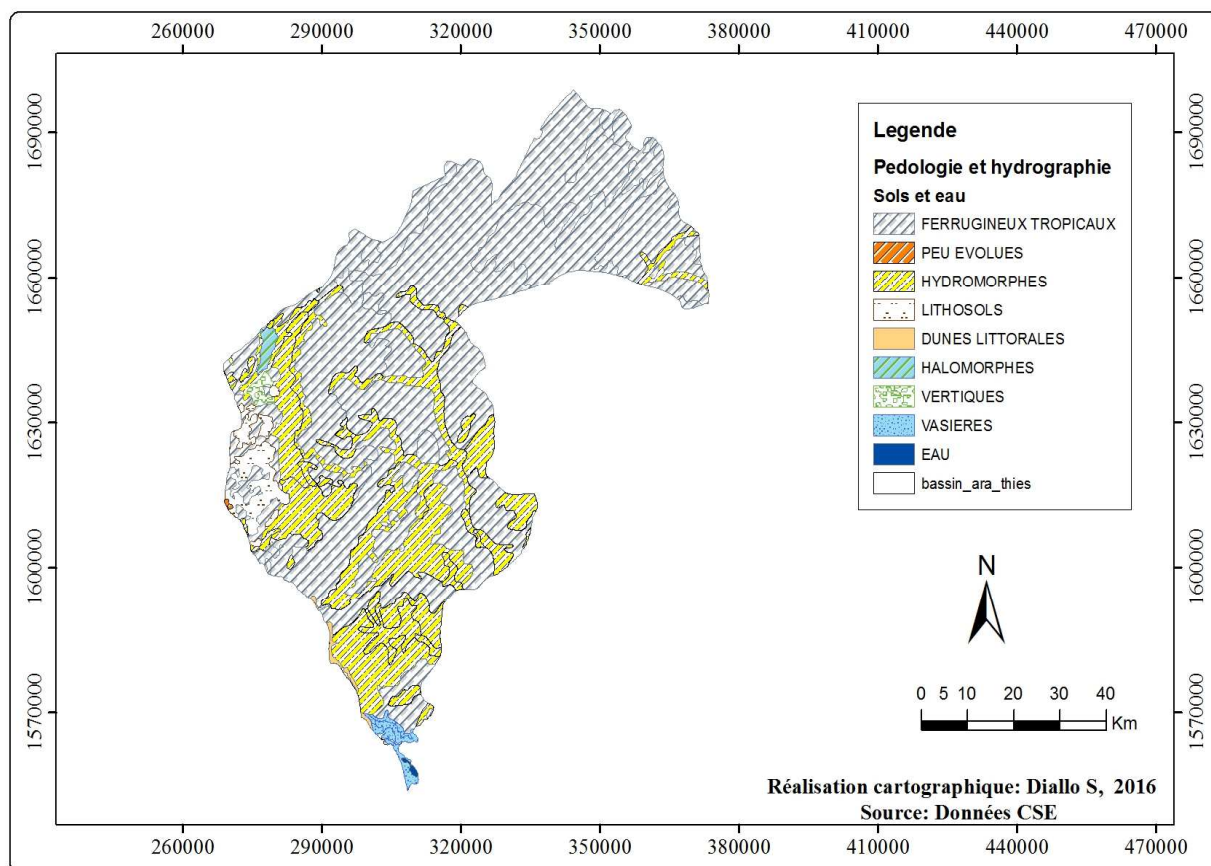
2.1 SITE D'ÉTUDE

Le bassin de la région de Thiès est situé à l'Ouest du Sénégal, à 70 km de la région de Dakar entre les latitudes 14° 02' et 15° 27' Nord et les longitudes 16° 09' et 17° 12' Ouest, et couvre une superficie de 3525 km² (Carte 1). Le bassin de la région de Thiès s'étend à l'Est du département de Tivaouane, au Nord et au Sud du département de Thiès et dans la presque totalité de celui de Mbour soit une superficie de 3525 km² (Carte 1). La région de Thiès comporte 3 départements administrés par des conseils départementaux : Mbour, Thiès et Tivaouane. Le Département de Thiès comporte 15 Communes, Mbour en compte 16 et le Département de Tivaouane 18.

La pluviosité est inégalement répartie dans l'espace, avec des stations plus arrosées au Sud. Les isohyètes sont comprises entre 200 et 500 mm. Selon [3], les sols de la zone sont des sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés, des sols ferrugineux tropicaux lessivés sur cuirasse, des sols squelettiques d'érosion, et des sols hydromorphes (Carte 2).



Carte 1. Localisation du bassin arachidier de la région de Thiès en Afrique, au Sénégal et dans la région de Thiès



Carte 2. Cartographie des sols et de l'hydrographie du bassin de la région de Thiès

2.2 MÉTHODES DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES DONNÉES

Le prélèvement des échantillons de sols a débuté par la création de requête spatiale pour cibler les villages qui nous intéressent. En partant de là, différents villages ont été sélectionnés en tenant compte de la topographie et de la répartition climatique de la zone de recherche (Carte 3). Dans chaque village (site) nous avons prélevé 9 échantillons dans 3 champs différents du profil 0-20 m. Comme nous avons 5 sites à prélever, ceci constitue un total de 45 échantillons dans les champs. Ces échantillons sont ensuite regroupés en un échantillon par champ ; ce qui forme un total de 15 échantillons pour les 5 sites. Pour la jachère, nous avons fait 3 prélèvements par champ et par village à l'exception du site de Daff II où la jachère est inexistante. Au final, il y'a 12 échantillons pour les 4 sites de prélèvement. Dans les jachères également, nous avons regroupé les échantillons, ce qui a donné au total un nombre d'échantillons de 4. Au total, nous avons eu 19 échantillons composites. Enfin, nous avons opté pour l'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse de variance (ANOVA) pour le traitement des données pédologiques.

Le questionnaire élaboré portant sur la rentabilité des stratégies d'adaptation des populations face aux difficultés auxquelles est confronté le secteur agricole, a été soumis à un nombre de 383 ménages agricoles sur un total de 187085 que compte le bassin de la région de Thiès. L'échantillon de l'étude a été choisi sur la base de la formule suivante établie par Bernoulli [6] qui permet de calculer la taille de l'échantillon (en acceptant une marge d'erreur de 10%).

$$n = (1,96)^2 * N / ((1,96)^2 + I^2 * (N-1))$$

Avec un niveau de confiance : 95% = 1,96

n = taille de l'échantillon à interroger,

N = taille de l'univers investigué (l'ensemble des ménages agricoles du bassin versant de Thiès 187085 ménages)

I = largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur (10%)

Deux niveaux sont utilisés pour l'analyse des données d'enquête. Il s'agit de l'analyse descriptive univariée et l'analyse descriptive bivariée.

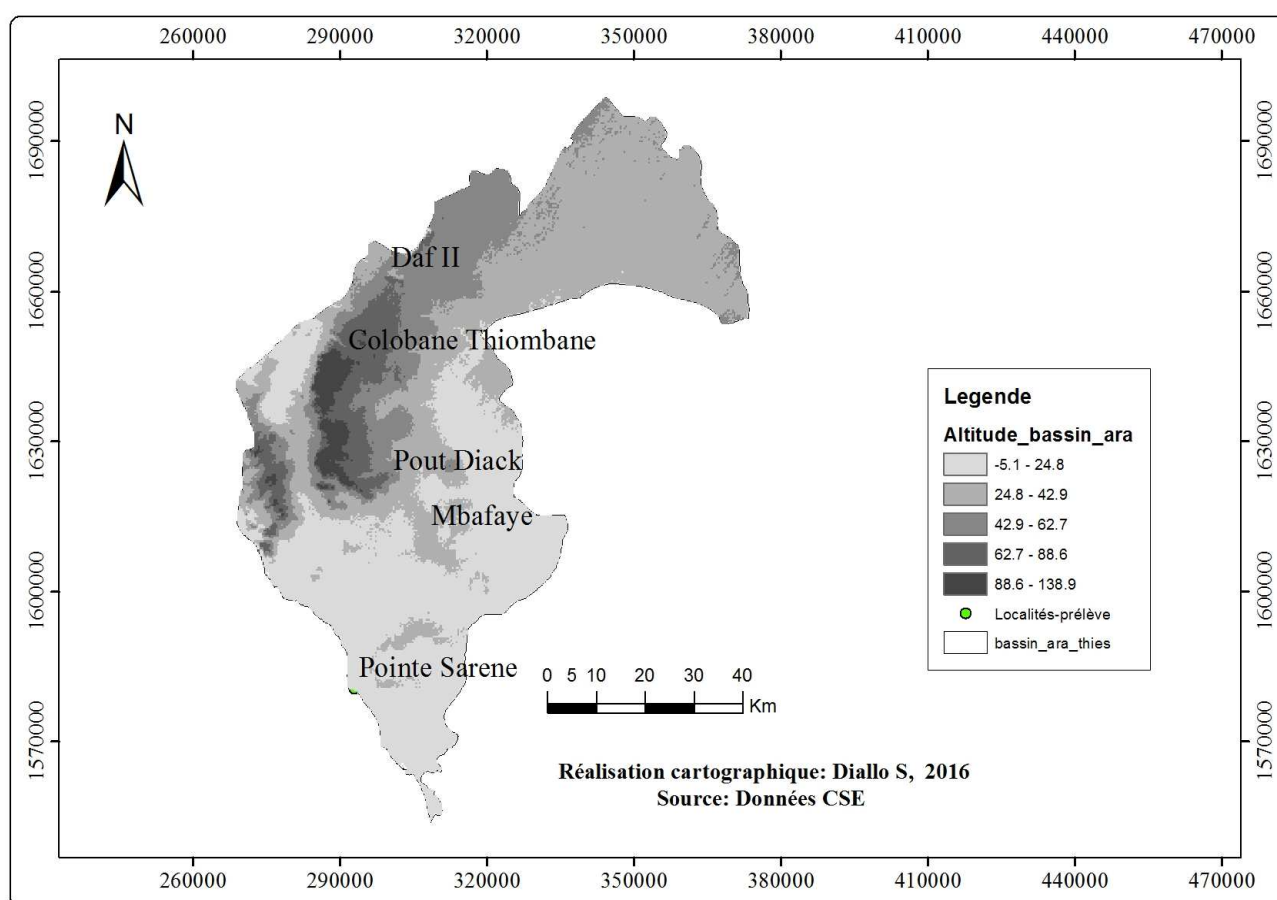
L'analyse descriptive univariée consiste à étudier successivement les caractères individuels de chaque variable. Selon la nature des variables que nous avons étudiées (qualitative nominale, ou quantitative numérique), différents types d'analyses sont mis en œuvre.

Les analyses descriptives bivariées ont permis de traiter simultanément deux variables afin d'évaluer la relation qui existe entre les deux questions.

Les analyses sont faites en utilisant les tableaux de fréquences, les tableaux croisés et les graphiques.

2.3 LOGICIELS UTILISÉS

Le logiciel R.3.2.0 RC a été utilisé pour l'ACP, XLSTAT. PRO. 7.5 pour l'ANOVA, SPSS 20 pour le traitement des données d'enquête, ARCGIS 10.1 pour la cartographie et Excel 2013 pour la réalisation des tableaux et graphiques.



Carte 3. Localisation des sites d'étude en fonction de la topographie

3 RESULTATS

3.1 ANALYSE PHYSIQUE DES SOLS DU BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

3.1.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

L'analyse en composante principale (ACP) montre la promiscuité de la distribution des limons fins, des limons grossiers et des argiles. Ces 3 éléments sont corrélés positivement alors que les sables fins sont corrélés négativement avec ces derniers. La distribution des sables grossiers n'a aucune corrélation avec les autres matériaux granulométriques (Figure 1).

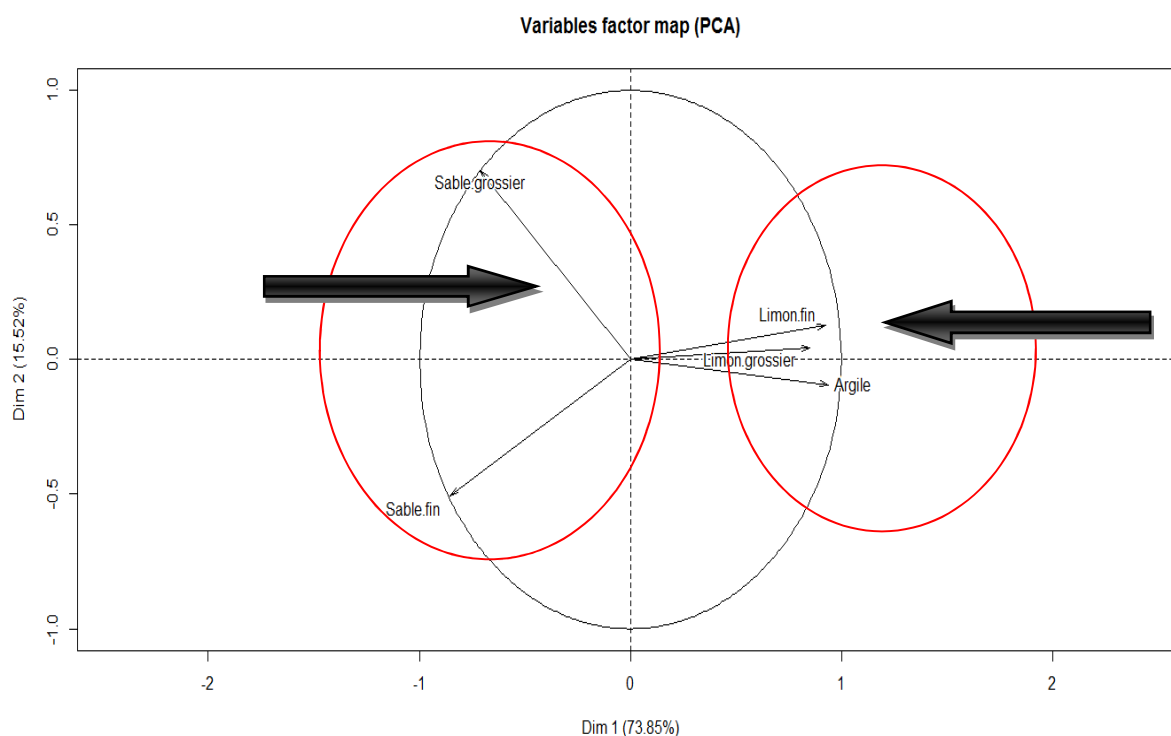


Fig. 1. Analyse en composante principale des paramètres physiques des sols du bassin

Source : BUNASOLS, 2016

3.1.2 ANALYSE DE VARIANCE DES PARAMÈTRES PHYSIQUES (ANOVA)

3.1.2.1 L'ARGILE

La différence de concentration en argile dans les champs du profil étudié (0-20 m) est significative dans le site de Pointe Sarène comparée aux sites de Mbafaye, de Daff II, de Pout et de Colobane Thiombane. La moyenne du site de Pointe Sarène est de 40,33%. Cette différence est également significative entre le site de Colobane Thiombane et celui de Mbafaye. Toutefois, les différences de proportion d'argile ne sont pas significatives entre les sites de Colobane Thiombane, de Daff II et de Pout. La moyenne du site de Colobane Thiombane est de 21,42% (Tableau 1). La différence de concentration en argile est aussi non significative entre le site de Pout et les sites de Mbafaye et de Daff II. La moyenne du site de Pout est de 18,92%. La différence des taux d'argile est également non significative entre le site de Daff II et le site de Mbafaye. La moyenne du site de Daff II est de 10,83% et la moyenne du site de Mbafaye est de 6,25%. Le maximum de concentration en argile est relevé dans le site de Pointe Sarène avec un taux de 37,75% et le minimum est noté dans le site de Mbafaye avec 5,25% dans le profil 0-20 m au niveau des jachères (Tableau 1).

La comparaison des proportions d'argile entre les champs et les jachères des sites dans le profil 0-20 m montre que les taux d'argile sont plus élevés dans les champs que dans les jachères des sites de Pointe Sarène, celui de Colobane Thiombane et

celui de Mbafaye. Dans le site de Pout, les taux d'argile sont plus importants dans les jachères que dans les champs (Tableau 1).

3.1.2.2 LES LIMONS GROSSIERS

La différence de concentration en limons grossiers dans le profil 0-20 m au niveau des champs est significative dans le site de Pout par rapport à celle des sites de Mbafaye et de Daff II. Cette différence n'est pas significative par rapport aux sites de Colobane Thiombane et ceux de Pointe Sarène. La moyenne des champs du site de Pout est de 23,44%. La différence de concentration en limons grossiers est aussi significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Mbafaye et de Daff II. Toutefois, cette différence n'est pas significative avec le site de Colobane Thiombane. La moyenne des concentrations dans les champs du site de Pointe Sarène est de 17,99% (Tableau 1). Cette même concentration en limons grossiers ne présente pas aussi une différence significative entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Mbafaye et de Daff II. Le site de Daff II ne montre pas également de différence significative en limons grossiers s'il est comparé au site de Mbafaye. La moyenne de ce paramètre du site de Daff II est de 6,90% et celle du site de Mbafaye est de 5,66%. Dans les jachères, le taux le plus élevé de limons grossiers est relevé dans le site de Pointe Sarène avec 19,30% et le minimum est quant à lui enregistré dans le site de Mbafaye avec 4,88%. La comparaison entre les champs et les jachères montre que les taux en limons grossiers dominent dans les champs des sites de Pout et de Mbafaye que dans les jachères pour le profil 0-20 m qui est ici considéré. Toutefois, dans les sites de Pointe Sarène et de Colobane Thiombane, les taux en limons grossiers sont plus élevés dans les jachères (Tableau 1).

3.1.2.3 LES LIMONS FINS

La différence de concentration en limons fins dans les champs du profil 0-20 m est significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Mbafaye et de Daff II. Toutefois, elle est non significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Pout et de Colobane Thiombane. La moyenne de concentration en limons fins du site de Pointe Sarène est de 10,58%. La différence est aussi significative entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Mbafaye et de Daff II. Par contre, elle est non significative entre le site de Colobane Thiombane et le site de Pout. La moyenne du site de Colobane Thiombane est de 9,67%. La différence de concentration en limons fins est aussi significative entre le site de Pout et le site de Mbafaye et non significative entre le site de Pout et le site de Daff II. La moyenne en limons grossiers des champs du site de Pout est de 8,33%. La différence est également non significative entre le site de Daff II et le site de Mbafaye. Les moyennes de ces deux sites sont respectivement de 3,58% pour le site de Daff II et de 1,42% pour le site de Mbafaye (Tableau 1). Quand l'on considère les jachères, le maximum est relevé dans le site de Pointe Sarène avec 10,75% et le minimum est observé dans le site de Mbafaye avec 1,50%. La comparaison entre les champs et les jachères dans le profil 0-20 m révèle que les taux en limons fins sont plus importants dans les champs que dans les jachères des sites de Colobane Thiombane et de Pout. Par contre, dans les sites de Pointe Sarène et de Mbafaye, les taux en limons fins sont plus forts dans les jachères (Tableau 1).

Tableau 1. Variation spatiale de l'argile, du limon grossier et du limon fin dans les champs et les jachères du bassin de la région de Thiès (profil 0-20 m)

Sites	Argile		Sites	Limon grossier		Sites	Limon fin	
	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m		Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m		Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Pointe Sarène	40,333 a	37,75	Pout	23,443 a	18.2	Pointe Sarène	10,583 a	10,75
Colobane Thiombane	21,417 b	19,5	Pointe Sarène	17,987 a	19.3	Colobane Thiomb	9,667 a	7,25
Pout	18,917 b c	31,5	Colobane Thom	14.44 a b	15.88	Pout	8,333 a b	6,75
Daff II	10,833 b c		Daff II	6.9 b		Daff II	3,583 b c	
Mbafaye	6,25 c	5,25	Mbafaye	5.66 b	4.88	Mbafaye	1,417 c	1,5

Source : INERA, 2016

3.1.2.4 LES SABLES GROSSIERS

La différence de concentration en sables grossiers dans les champs du profil 0-20 m du bassin est significative entre le site de Daff II et le site de Pointe Sarène et non significative entre le site de Daff II et les sites de Mbafaye, de Colobane Thiombane et de Pout. La moyenne de cette concentration en sables grossiers des champs du site de Daff II est de 32,91%. La différence en sables grossiers est non significative entre le site de Pout et les sites de Pointe Sarène, de Mbafaye et de Colobane Thiombane. La moyenne dans les champs du site de Pout est de 20,22%. La différence en sables grossiers est aussi insignifiante entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Pointe Sarène et Mbafaye mais aussi entre le site de Mbafaye et le site de Pointe Sarène. Les moyennes dans les champs des sites de Colobane Thiombane, de Mbafaye et de Pointe Sarène sont respectivement de 15,12%, de 12,84% et de 3,93% (Tableau 2). Pour les jachères, le taux maximum en sables grossiers est observé dans le site de Mbafaye avec 18,70% et le minimum est enregistré lui dans le site de Pointe Sarène avec 4,51%. La comparaison entre les champs et les jachères des sites du bassin révèle que dans le profil 0-20 m mis à part le site de Pout, les taux en sables grossiers sont plus élevés dans les jachères des sites que dans les champs (Tableau 2).

3.1.2.5 LES SABLES FINS

La différence entre les concentrations en sables fins dans les champs du profil 0-20 m est significative entre le site de Mbafaye et les sites de Pointe Sarène, de Pout, de Colobane Thiombane et de Daff II. La moyenne du taux de concentration des champs du site de Mbafaye est de 73,83%. Cette différence de concentration est aussi significative entre le site de Daff II et les sites de Pointe Sarène et de Pout et non significative entre le site de Daff II et le site de Colobane Thiombane. La moyenne des champs du site de Daff II est de 45,77%. L'écart des taux de concentration en sables fins est aussi significatif entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Pointe Sarène et de Pout. La moyenne des champs du site de Colobane Thiombane est de 39,35%. Cet écart est, par contre, non significatif entre le site de Pout et le site de Pointe Sarène. Les moyennes des champs des sites de Pout et de Pointe Sarène sont respectivement de 29,06% et de 27,17% (Tableau 2). Dans les jachères, la teneur maximale en sables fins est enregistrée dans le site de Mbafaye avec 69,67% et la teneur minimale est recueillie dans le site de Pointe Sarène avec 27,69%. La comparaison des teneurs de ce paramètre entre les champs et les jachères des sites du bassin de la région de Thiès montre que dans le profil 0-20 m, les sables fins dominant dans les jachères des sites de Colobane Thiombane et de Pointe Sarène. Toutefois, dans les sites de Mbafaye et de Pout, les taux de sables fins sont plus importants dans les champs que dans les jachères (Tableau 2).

Tableau 2. Variation spatiale du sable grossier et du sable fin dans les champs et dans les jachères du bassin de la région de Thiès (profil 0-20 m)

Sites	Sable grossier		Sites	Sable fin	
	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m		Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Daff II	32,913 a		Mbafaye	73,833 a	69,67
Pout	20,247 a b	15.46	Daff II	45,77 b	
Colobane Thiombane	15,123 a b	15.19	Colobane Thiombane	39,353 b	42,18
Mbafaye	12,84 a b	18.7	Pout	29,06 c	28,09
Pointe Sarène	3.93 b	4.51	Pointe Sarène	27,167 c	27,69

Source : INERA, 2016

3.2 ANALYSE CHIMIQUE DES SOLS DU BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

3.2.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES DES PARAMÈTRES CHIMIQUES DES SOLS

L'analyse en composante principale (Figure 2) montre une proximité des paramètres chimiques : la capacité d'échange cationique, les bases échangeables, le potentiel Hydrogène eau, le potentiel Hydrogène kcl et le taux de saturation. Elles sont corrélées positivement. La proximité de ces variables (corrélations) est plus forte entre le pH eau et le pH kcl. L'ANOVA montre plus de précisions relatives à l'évolution de ces deux paramètres. Ces paramètres chimiques énumérés varient dans le même sens. Les autres paramètres chimiques (K Total, P Assimilable, P Total, N%, C %, K Disponible et C/N) varient dans le même sens. Elles sont corrélées positivement avec une plus forte promiscuité entre le K Total et le P Assimilable. La corrélation est

également plus forte entre l'Azote et le Carbone mais aussi entre le K Disponible et le C/N. La corrélation entre l'Azote et le Carbone est plus perceptible avec l'ANOVA qui montre également l'évolution spatiale de ces deux variables.

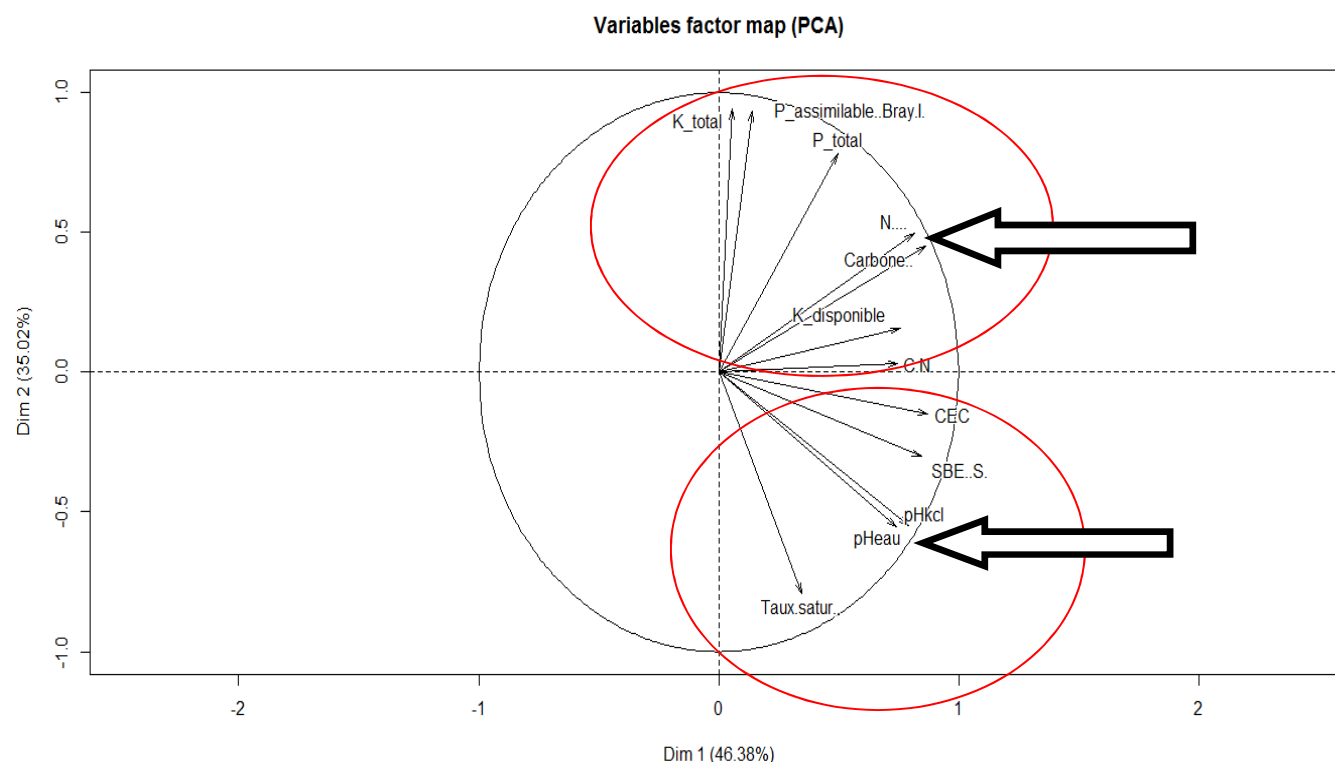


Fig. 2. Analyse en composante principale des paramètres chimiques des sols du bassin arachidier de la région de Thiès

Source : INERA, 2016

3.2.2 ANALYSE DE VARIANCE DES PARAMÈTRES CHIMIQUES

3.2.2.1 LE PH EAU

Le pH eau des champs du profil 0-20 m est neutre dans le site de Pointe Sarène et peu acide dans les sites de Mbfaye, de Pout et de Colobane Thiombane. Il est acide dans le site de Daff II. Dans les jachères, le pH eau est neutre dans le profil 0-20 m des sites de Pointe Sarène, de Mbfaye et de Pout et peu acide dans le site de Colobane Thiombane (Tableau 3).

L'écart de pH eau des champs du profil 0-20 m est significatif entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Colobane Thiombane, de Pout et de Mbfaye. La moyenne des champs du site de Pointe Sarène est de 7,24. Cet écart de pH eau est également significatif entre le site de Mbfaye et les sites de Daff II et de Colobane Thiombane mais entre le site de Mbfaye et le site de Pout, l'écart est non significatif. La moyenne des champs du site de Mbfaye est de 6,34. La différence de pH eau dans le profil 0-20 m est aussi significative entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Colobane Thiombane. La moyenne des champs du site de Pout est de 6,19. Entre le site de Colobane Thiombane et le site de Daff II, la différence de pH eau n'est pas significative (Tableau 3). Les moyennes sont respectivement de 5,54 pour le site de Colobane Thiombane et de 5,34 pour le site de Daff II. S'agissant des jachères, le pH eau montre aussi une baisse fluctuante du Sud du bassin de la région de Thiès au Nord avec un maximum de pH (7,16) pour la jachère de Pointe Sarène et un minimum (5,97) dans le site de Colobane Thiombane. La comparaison entre les champs et les jachères des sites du bassin de la région de Thiès montre que le pH eau est plus élevé dans les jachères que dans les champs à l'exception du site de Pointe Sarène (Tableau 3).

3.2.2.2 LE PH KCL

Le pH kcl dans le profil 0-20 m des champs du bassin de la région de Thiès est peu acide dans les sites de Pointe Sarène et de Mbafaye et acide dans les sites de Pout et de Colobane Thiombane. Toutefois, le pH kcl est très acide dans le site de Daff II. Dans les jachères, le pH kcl est peu acide dans les sites de Pointe Sarène, de Mbafaye et de Pout. Toutefois, dans le site de Colobane Thiombane, il est acide (Tableau 3).

La différence de pH kcl dans les champs du profil 0-20 m est significative entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Colobane Thiombane, de Pout et de Mbafaye. La moyenne des champs du site de Pointe Sarène est de 6,02. L'écart de pH kcl est aussi significatif entre le site de Mbafaye et les sites de Daff II, de Colobane Thiombane et de Pout. La moyenne des champs du site de Mbafaye est de 5,59. La différence est également significative entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Colobane Thiombane. La moyenne des champs du site de Pout est de 5,35. Entre le site de Colobane Thiombane et le site de Daff II, l'écart de pH kcl est aussi significatif. Les moyennes des champs sont respectivement de 4,62 pour le site de Colobane Thiombane et de 4,41 pour le site de Daff II. L'évolution du pH kcl dans les jachères présente une hausse du taux de la variable du site de Pointe Sarène au site de Mbafaye et de Pout mais dans le site de Colobane Thiombane le pH kcl diminue et atteint 5,13 (Tableau 3). La comparaison entre les champs et les jachères du bassin de la région de Thiès dans le profil 0-20 m révèle que le pH kcl est plus élevé dans les jachères que dans les champs à l'exception du site de Pointe Sarène (Tableau 3).

Tableau 3. Variation spatiale du pH eau et du pH kcl dans les champs et dans les jachères du bassin (profil 0-20 m)

pH eau			pH kcl		
Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m	Sites	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Pointe Sarène	7,243 a	7,16	Pointe Sarène	6,023 a	5,88
Mbafaye	6,343 b	6,67	Mbafaye	5,59 b	6,10
Pout	6,19 b	6,98	Pout	5,35 c	6,04
Colobane Thiombane	5,54 c	5,97	Colobane Thiombane	4,617 d	5,13
Daff II	5,343 c		Daff II	4,403 e	

Source : INERA, 2016

3.2.2.3 LE CARBONE

Dans le profil 0-20 m des champs du bassin de la région de Thiès, l'écart de teneur de carbone entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Daff II, de Mbafaye, de Pout et de Pointe Sarène est significatif. La moyenne des champs du site de Colobane Thiombane est de 1,14%. Cet écart est également significatif entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Mbafaye et de Pout. La moyenne de teneur de carbone des champs du site de Pointe Sarène est de 0,92%. Une différence de teneur en carbone non significative est notée entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Mbafaye. Dans le profil 0-20 m, l'écart entre le site de Mbafaye et le site de Daff II n'est pas également significatif. Les moyennes des champs sont respectivement de 0,33% pour le site de Mbafaye et de 0,20% pour le site de Daff II (Tableau 4). L'évolution de la teneur du carbone dans les jachères montre une tendance à la baisse pour le profil 0-20 m. La baisse des taux de carbone du profil 0-20 m est fluctuante. Le maximum est noté dans les jachères de Pointe Sarène avec 1,08% et le minimum dans les jachères de Mbafaye avec 0,24%. La comparaison de teneur entre les champs et les jachères des sites du bassin montre que dans le profil 0-20 m les taux de carbone sont plus élevés dans les champs que dans les jachères en dehors du site de Pointe Sarène (Tableau 4).

3.2.2.4 L'AZOTE (N%)

La teneur d'azote, dans le profil 0-20 m des champs, présente un écart significatif entre le site de Colobane Thiombane et les sites de Daff II, de Mbafaye, de Pout et de Colobane Thiombane. La moyenne de cette teneur d'azote des champs du site de Colobane Thiombane est de 0,09%. Entre le site de Pointe Sarène et les sites de Daff II, de Mbafaye et de Pout, la différence de teneur en azote est aussi significative. La moyenne des champs du site de Pointe Sarène est de 0,07%. La différence est aussi significative entre le site de Pout et les sites de Daff II et de Mbafaye. La moyenne des champs du site de Pout est de 0,06%. Cependant, l'écart est non significatif entre le site de Mbafaye et le site de Daff II (Tableau 4). Les moyennes sont de 0,03% pour le site de Mbafaye et de 0,02% pour le site de Daff II. Les pourcentages maximums d'azote sont relevés dans les

jachères des sites de Pointe Sarène avec 0,09%. Les minimums d'azote des jachères sont de 0,02% dans le site de Mbafaye. La comparaison des taux d'azote entre les champs et les jachères montre que dans le profil 0-20 m, les taux d'azote mis à part le site de Pointe Sarène sont plus importants dans les champs (Tableau 4).

Tableau 4. Variation spatiale du Carbone et de l'Azote dans les champs et les jachères du bassin (profil 0-20 m)

Sites	Carbone %		Sites	Azote %	
	Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m		Moyennes Champs 0-20 m	Jachères 0-20 m
Colobane Thiombane	1,137 a	0,79	Colobane Thiombane	0,094 a	0,073
Pointe Sarène	0,914 b	1,08	Pointe Sarène	0,074 b	0,093
Pout	0,730 c	0,52	Pout	0,059 c	0,038
Mbafaye	0,327 d	0,24	Mbafaye	0,029 d	0,022
Daff II	0,200 e		Daff II	0,023 d	

Source : INERA, 2016

3.3 EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES TERRES DE CULTURE DANS LE BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

3.3.1 EVOLUTION SPATIALE DES TERRES DE CULTURE DANS LE BASSIN

La figure 3 révèle que les exploitations agricoles sont plus importantes dans le Département de Tivaouane localisé dans le Nord du bassin de la région de Thiès. Les cultures dominantes dans le bassin arachidier du Sénégal, à l'intérieur du bassin de la région de Thiès, sont plus représentées dans le Département de Tivaouane à l'exception du mil. Ces cultures telles que l'arachide huilerie, le manioc, le niébé, le maïs occupent respectivement des étendues de 683 642 ha pour l'arachide huilerie, 336138 ha pour le manioc, 250581 ha pour le niébé et 16753 ha pour le maïs. La spéculation mil occupe une superficie de 712248 ha dans le Département de Tivaouane. L'activité agricole est moins développée dans le Département de Thiès du bassin de la région de Thiès. La figure 6 montre également que l'arachide huilerie et le mil sont les spéculations les plus cultivées dans le bassin de la région de Thiès.

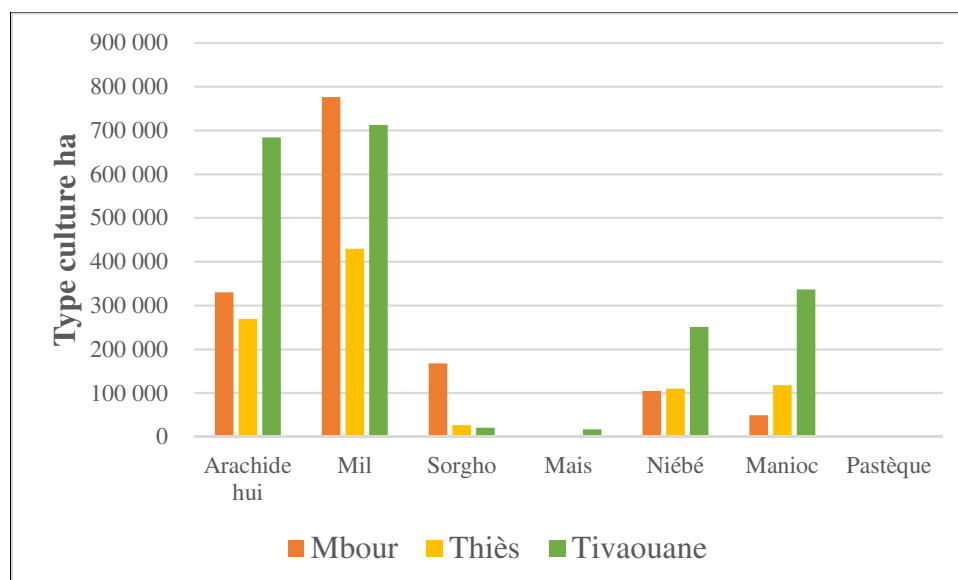


Fig. 3. Evolution spatiale des types de culture dans le bassin de la région de Thiès (1997-2015)

3.3.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Le gradient pluviométrique dans le bassin de la région de Thiès qui montre de grands écarts de pluie entre les trois départements et notamment une forte baisse progressive de la pluie en allant du Sud vers le Nord (Figure 4) est le premier facteur qui explique la variation de la fertilité des sols selon le gradient dans le bassin de la région de Thiès. En effet, si l'on observe l'évolution de la fertilité des champs du profil 0-20 m, on voit que les paramètres chimiques (pH eau et pH kcl) connaissent leurs plus fortes concentrations dans les sites du Sud du bassin de la région de Thiès notamment dans celui de Pointe Sarène. Les paramètres qui enregistrent leurs plus fortes concentrations dans un site du Nord (Colobane Thiombane et Daff II), ont des taux élevés dans les sites du Sud (Carbone % et Azote %). Le second facteur de distinction de la fertilité des champs des exploitants agricoles du Sud par rapport à ceux du Nord est le relief (Carte 3). En effet, si l'on observe l'évolution du relief, on relève qu'il y'a une pente du Nord du bassin (Département de Tivaouane) vers le Sud (Département de Mbour) en passant par le Centre (Département de Thiès). L'existence de cette pente favorise la convergence des eaux dans les zones de dépression et par la même occasion le transport des éléments nutritifs vers le bas et expliquant la plus grande fertilité de ces champs. Ainsi, les pourcentages maximaux de limon se retrouvent le plus souvent dans le site de Pointe Sarène. La présence de limon dans les champs des sites de Pointe Sarène, de Pout et en moindre portion dans le site de Mbafaye prouve en partie l'importante érosion hydrique dans le bassin de la région de Thiès. Les différences de fertilité entre les champs d'un même site ou entre les champs des sites s'expliquent par les fertilisants utilisés par les exploitants agricoles et les types de culture pratiqués. Ce sont respectivement le maraichage dans le site de Pointe Sarène, les cultures pluviales (arachide et mil) dans le site de Mbafaye, le maraichage et l'arboriculture dans le site de Pout. La fumure et l'engrais utilisés dans les champs expliquent la plus forte fertilité des champs du producteur de Pointe Sarène. L'engrais utilisé aussi dans les champs de Mbafaye relève la fertilité de ces champs. Dans le site de Pout, c'est le maraichage et surtout l'arboriculture qui sont pratiqués. L'activité arboricole engendre de la biomasse végétale qui enrichit le sol hôte, ce qui classe les sols de Pout parmi les sols fertiles du bassin où la pratique agricole est rentable. Cette différence de fertilité entre les champs du Sud par rapport à ceux du Nord explique également les écarts de fertilité plus élevé dans le profil 0-20 m des champs du Sud par rapport à ceux du Nord. La fertilité des sols diminue également pour les jachères du Sud vers le Nord avec des valeurs maximales enregistrées le plus souvent dans le site de Pointe Sarène. Toutefois, il convient de mentionner que cette baisse est fluctuante. La fertilité des jachères du Sud s'explique aussi par l'importante érosion hydrique que connaît le bassin de la région de Thiès mais aussi par l'âge de la jachère pour le site de Pout. La comparaison entre les champs et les jachères des sites du bassin arachidier de la région de Thiès montre que pour la plupart des sites, la fertilité des jachères est supérieure à celle des champs (voir Tableau 3 et 4). Cette forte fertilité des jachères s'explique par l'âge de ces jachères et les apports nutritifs des agents érosifs. Ces apports justifient la forte présence de limon dans les sols de jachère.

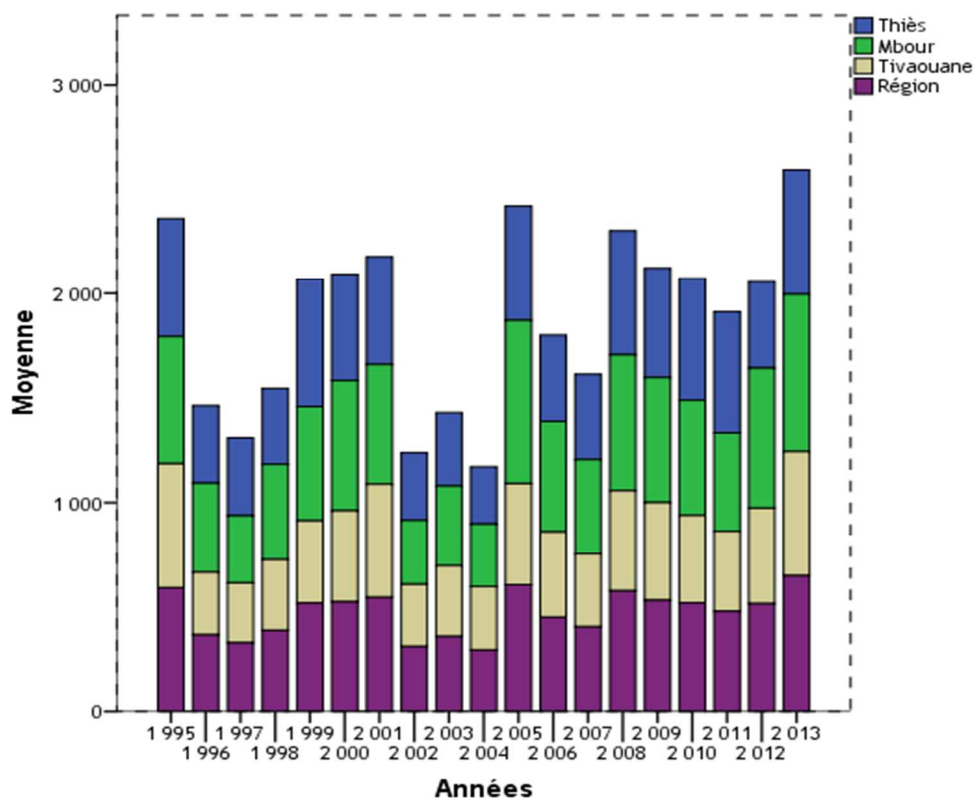


Fig. 4. Répartition spatiale de la pluie dans la région de Thiès (1995-2013)

Source : ANSD, 2013

3.4 EFFICIENCE DES STRATÉGIES D'ADAPTATION MISES EN ŒUVRE DANS LE BASSIN

3.4.1 EFFICACITÉ DES TYPES DE FERTILISANT ET LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Les types de fertilisants et les techniques de conservation de la fertilité des sols sont entre autres la fumure, le compost, les engrais minéraux, la jachère, le pacage des animaux aux champs, le brulis, etc. La fumure, citée par 61,1% des ménages agricoles, est de loin devant les engrais et le compost, le fertilisant le plus utilisé pour remédier à la carence en minéraux des sols. La jachère est la technique la plus sollicitée pour la conservation de la fertilité des sols dans le bassin de la région de Thiès avec 8,4% des exploitants agricoles qui l'adoptent (Enquête de terrain, 2015). Plus de 56,7% des producteurs locaux affirment être satisfaits de l'usage de ces fertilisants et techniques de conservation des sols et 12,3% affirment être très satisfaits (Tableau 5). Ce qui montre l'efficacité de ces pratiques de maintien de la fertilité dans les terres de culture du bassin de la région de Thiès.

3.4.2 EFFICACITÉ DES MÉTHODES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION

Les études de terrain ont révélé que l'érosion des sols est un problème qui touche une masse importante des exploitants agricoles du bassin avec plus de 81% qui avouent être victimes de ce phénomène. Les solutions de lutte sont entre autres les haies vives, l'agroforesterie, le système de culture qui bloque le ruissellement de l'eau (érosion hydrique), etc. Les résultats issus de ces méthodes de lutte contre l'érosion s'avèrent peu efficaces pour une grande partie de ces exploitants puisque plus de 51,9% d'entre eux ne sont pas satisfaits des effets de ces méthodes. Cependant, 47,1% des ménages agricoles trouvent une satisfaction dans l'emploi de ces moyens de lutte et 1% sont très satisfaits (Tableau 5). Globalement, nous pouvons dire que ces techniques sont fructueuses car 48,1% des exploitants agricoles du bassin trouvent ces techniques efficaces.

Tableau 5. Perception de l'efficacité des moyens de lutte mises en place par les exploitants

Perception des exploitants agricoles	Types de fertilisant et technique de conservation		Erosion des sols	
	Effectif	%	Effectif	%
Insatisfait	119	31	160	51,9
Satisfait	217	56,7	145	47,1
Très satisfait	47	12,3	3	1
Total	383	100	308	80,4
Système manquant		0	75	19,6

Source : Diallo S, 2015

3.5 LIEN ENTRE LA FERTILITÉ DES SOLS ET LES SUPERFICIES MISES EN CULTURE EN 2014

3.5.1 QUALITÉ DES SOLS DANS LES ZONES À GRANDES ET À FAIBLES SUPERFICIES DE 2014

Les exploitants agricoles ont cultivé plus de 211449 ha [7] inégalement réparties dans l'espace du bassin de la région de Thiès. Le Département de Tivaouane concentre le plus de terres de culture en 2014 avec 78198 ha et il est suivi de celui de Mbour avec 67333 ha. Les terres de culture occupent plus de 65918 ha dans le Département de Thiès (Figure 5).

Les superficies cultivées en 2014 par les exploitants agricoles du bassin de la région de Thiès sont plus importantes dans les parties du bassin où les terres sont moins fertiles et les plus faibles superficies cultivées se retrouvent dans les parties du bassin où les terres sont plus fertiles. La conclusion qui en découle est qu'il n'existe pas de relation entre l'étendue des terres de culture et la fertilité des sols.

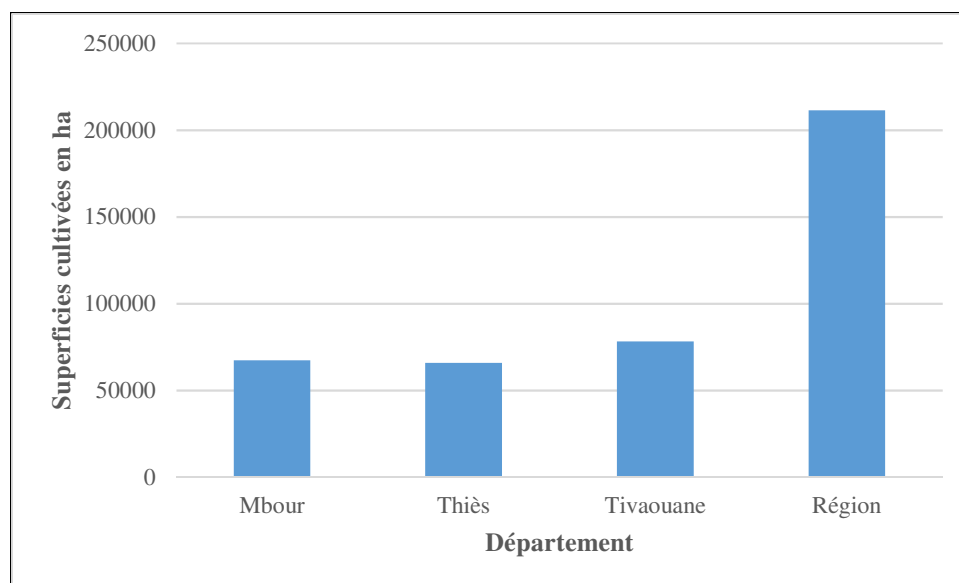


Fig. 5. Répartition des surfaces cultivées dans le bassin de la région de Thiès en 2014

Source : DAPSA, 2014

4 DISCUSSION

4.1 ECART DE FERTILITÉ ENTRE LA ZONE SUD ET LA ZONE NORD DU BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

Les travaux [8] qui montrent que l'eau peut migrer de haut en bas en fonction du gradient de potentiel gravitationnel et dans toutes les directions en fonction du gradient de potentiel matriciel résultant du jeu des forces de capillarité et d'adsorption, par drainage vertical, par des mouvements ascendants et enfin par le drainage isoclinal. Ces mouvements de l'eau déplacent des masses énormes de matériaux. La pente, la nature des argiles, l'épaisseur des matériaux mobilisables renforcent ces mouvements de masse. Ce qui crée des différences entre les zones d'érosion et les zones d'accumulation. De

même, l'étude [5] conforte nos résultats sur la baisse de la fertilité des sols en fonction du gradient de la topographie et de la pluviométrie dans le bassin de la région de Thiès. En effet, selon cette étude, dans le bassin versant de Mont-Rolland, les espaces agricoles sont en baisse considérable dues à la salinisation et au ravinement des terres à Thiaye et à Thilane Tanghor. L'assèchement du lac n'encourage pas non plus la pratique des activités agricoles. A Thilane Tangor, c'est le maraîchage qui y fait déficit en raison de la baisse de la nappe phréatique. Selon également [9], la zone Centre de la Communauté Rurale de Fandène est située en partie sur le plateau de Thiès ; le sol y a subi et continu de subir les effets des érosions hydriques avec comme conséquence l'affleurement de la roche mère (sols latéritiques à l'est du chef-lieu de la Communauté Rurale Fandène Thiathie). Cette érosion contribue à diminuer ou à rendre impropre l'activité agricole des sols du plateau de Thiès au profit des bas-fonds de cette zone où l'agriculture est pratiquée pendant presque toute l'année. D'après [10], l'importante érosion que connaît la zone côtière des Niayes est due aux mouvements des dunes maritimes et semi-continetales mais aussi à la baisse du niveau de la nappe phréatique causés à leur tour par l'installation de la sécheresse affaiblissent la capacité productive des sols.

4.2 RELATION ENTRE LA FERTILITÉ DES SOLS ET LES TERRES DE CULTURE DANS LE BASSIN

La référence [2] montre que l'espace cultivable de la région de Thiès est plus vaste dans les sols les moins fertiles appelés les sols ferrugineux tropicaux lessivés à texture sableuse ou encore « sols diors » qui constituent 70% des surfaces cultivables et l'espace assez fertile (donc cultivable) est moins vaste dans les autres types de sols plus fertiles à savoir les sols ferrugineux tropicaux à texture argilo-sableux appelés « deckdior » qui représentent 15% des terres cultivables, les sols ferrugineux tropicaux lessivés à texture argilo-humifère dits « decks » représentant 10% des superficies cultivables et les sols hydromorphes à texture humifère qui constituent seulement 5% des terres cultivables. Ce qui concorde avec nos résultats sur l'absence de lien entre l'étendue des terres de culture et la fertilité des sols. Par la même occasion, ces résultats [2] laissent entrevoir que les superficies emblavées sont en rapport avec la disponibilité de terres cultivables et notamment la superficie de la zone. Dans la même dynamique, [11] montre qu'au Sénégal les terres cultivées évoluent en fonction de la disponibilité des terres cultivables. En effet, dans le bassin arachidier du Sénégal avec 2168,7 ha de terres cultivables (la plus vaste des zones agro écologiques) affiche le plus de terres cultivées avec 1749,5 ha et la zone du littoral et des Niayes (la moins étendue des zones agro écologiques) avec 36,2 ha de terres cultivables n'a fourni que 23,6 ha de terres cultivées pendant cette période. Cette superficie de terres emblavées s'accroît dans la zone agro écologique de la Casamance où les terres cultivables 750 ha deviennent plus importantes que dans le littoral. Les terres cultivées dans la Casamance sont aux environs de 299 ha. Ces terres cultivées diminuent de 130 ha dans la vallée du fleuve Sénégal et de 107,8 ha dans la zone sylvo-pastorale du fait de la baisse respective des terres potentiellement cultivables 300 ha et 150 ha. Les travaux [12] ont également montré que dans la région de Fatick, les superficies occupées par les cultures pluviales dépassent largement celles des cultures maraîchères. Ces cultures pluviales se concentrent plus dans les sols ferrugineux tropicaux (sols Dior et sols Deck) qui se localisent dans le Nord de la région moins fertile que les sols hydromorphes des vallées. Ce qui vient en appui de notre thèse sur l'absence de lien entre les superficies cultivées et la fertilité des sols. Aussi, les résultats [7] sur les statistiques agricoles de la région de Thiès montrent que la variation temporelle des superficies cultivées dans la région de Thiès de 1997 à 2014 est peu significative. D'ailleurs, la plus importante étendue de terres emblavées enregistrée ces dernières années remonte à 2008 avec 340910 ha peut-être mise en parallèle avec la dégradation progressive des sols décelée dans la zone. Ceci conforte nos résultats et démontre qu'il n'existe pas la moindre corrélation entre l'activité agricole et la fertilité des sols dans le bassin de la région de Thiès. Les travaux [13] montrent que la vitalité de l'activité agricole est plus liée à l'effectif des exploitants agricoles présents dans la zone qu'à la fertilité des terres. En effet, au niveau du Sénégal, les conclusions de leurs enquêtes ont révélé que le taux de ménages agricoles qui pratiquent l'agriculture pluviale (87,1% des ménages agricoles du pays) est plus important dans les régions du bassin arachidier du Sénégal (12,3% pour la région de Thiès, 10,4% pour la région de Louga, 9,4% pour la région de Fatick, 8,7% pour la région de Kaolack, 8,4% pour la région de Diourbel, 8,3% pour la région de Kaffrine) où les sols sont réputés dégradés.

4.3 MÉTHODES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION DES SOLS DANS LE BASSIN DE LA RÉGION DE THIÈS

Concernant les résultats sur l'efficacité des stratégies de lutte contre l'érosion instituées par les exploitants agricoles, on voit qu'ils sont conformes aux travaux [14] et [15]. Ces deux auteurs estiment que, les méthodes utilisées pour délimiter les champs, protéger le maraîchage et l'arboriculture fruitière, mais aussi pour lutter contre l'érosion des sols, ont largement contribué à la conservation et à la restauration des sols en ralentissant le ruissellement des eaux de pluie de même qu'en réduisant l'érosion éolienne. Les plantations de bois et les mesures de lutte contre le déboisement dans la région de Thiès ont permis de restaurer les sols dégradés et les protéger contre les agents érosifs [2], [16].

4.4 EFFICIENCE DES VARIÉTÉS AGRICOLES À HAUT RENDEMENT

Les résultats sur l'efficacité des variétés à haut rendement (nouvelles variétés) issus de nos enquêtes de terrain tendent dans le même sens que ceux de l'Agence Nationale de Crédit Agricole et Rurale [17] sur les projets DGE et ERA portant sur la diffusion, la multiplication, l'usage de nouvelles variétés de mil et sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal, l'intensification et la gestion de la production du mil dans des zones de Thiès, Louga et Nioro qui ont connu une réussite.

5 CONCLUSION

Les sols ont un rôle capital dans l'activité agricole. L'accessibilité à la ressource terre permet aux exploitants agricoles de pratiquer l'agriculture. Ce qui veut dire que l'espace est le premier aspect que le producteur agricole doit s'approprier pour s'adonner à des pratiques champêtres. Puis, la capacité productive de ces sols constitue parmi d'autres facteurs, la richesse des productions agricoles générées par ces sols et en évidence la vitalité de l'activité agricole de la zone. Les résultats de nos études sur la relation entre la fertilité des sols et l'étendue des terres de culture ont révélé qu'il n'existe aucune relation entre ces deux paramètres. Ceci valorise les pratiques d'adaptation mises en œuvre dans le but de faire face à la détérioration des sols dans le bassin de la région de Thiès.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre profonde gratitude au projet INTRA-ACP HAAGRIM coordonné par l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, dont le financement a été très significatif pour la réalisation de ce travail. Toutes nos gratitude également vont à l'endroit du Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité des sols de l'IDR (Bobo-Dioulasso) où les échantillons de sols ont été analysés.

REFERENCES

- [1] ISRA., L'Agriculture durable et réduction de la pauvreté dans le Bassin arachidier du Sénégal : Résultats du modèle analyse Tradeoffs, Réflexions et perspectives, Document PDF, p. 44, 2008. http://bameinfol.info/IMG/pdf/Tradeoffs_TOA_2__1_.pdf.
- [2] ANSD., Situation Economique et Social de la région de Thiès, Sénégal/MEFP/ANSD/SRSST, p. 138, 2013. http://www.ansd.sn/index.php?option=com_regions&view=region&layout=ses&id=5.
- [3] G. Desthieux., Gestion durable des Ressources Naturelles et aménagement péri-urbain : conception et utilisation d'un système d'information géographique pour les collectivités locales de Thiès et Fandène (SENEGAL), 2^{ème} Edition, Lausanne, Travail Pratique de Diplôme en Génie Rural dans le cadre du projet IMAP, ouvrage, p. 62, 2000.
- [4] S. Diallo., Impacts socio-économiques et environnementaux de la dynamique des surfaces cultivées dans la Communauté Rurale de Fandène, Mémoire de Master II, UCAD/FLSH/Géographie, p.120, 2012.
- [5] ENDA/GRAF., Les Conséquences éco-systémiques et socio-économiques de la dégradation du Plateau de Thiès sur ses zones d'influence. p. 6, 2015. http://www.endagrafsahel.org/IMG/pdf/Consequences_ecosystemiques.pdf.
- [6] Bernoulli, J., Un peu de technique, l'échantillonnage. <http://www.sondages-ce.fr/etude-de-cas/un-peu-de-technique>.
- [7] DAPSA., Statistiques agricoles de la région de Thiès, 2014. <http://www.statsenegal.sn/agriculture-elevage/AGRICULTURE-ELEVAGE/Agriculture/>.
- [8] G. Riou., L'eau et les sols dans les géosystèmes tropicaux : système d'érosion hydrique, Paris, Masson, Ouvrages, p. 221, 1990.
- [9] PLD., Plan d'Orientation pour le Développement Economique et Social de la Communauté Rurale de Fandène, Thiès/Sénégal, Document Word, p. 62, 2002.
- [10] O. NDiaye, A. Diallo, F. Matty, A. Thiaw, R.D Fall, et A. Guissé, Caractérisation des sols de la zone des Niayes de Pikine et de Saint-Louis (Sénégal), *Journal International des sciences biologiques et chimiques*, 6 (1) : 519-528, 2012. DOI : https://www.researchgate.net/publication/272448195_Caracterisation_des_sols_de_la_zone_des_Niayes_de_Pikine_et_de_Saint_Louis_Senegal.
- [11] FAO., Caractérisation des systèmes de production agricole au Sénégal, Document de synthèse, p. 38, 2007. http://ntiposoft.com/domaine_200/pdf/caractspasenegal.pdf.
- [12] ANSD., Situation Economique et Social de la région de Fatick, Sénégal/MEFP/ANSD/SRSDF, p. 115, 2013. <http://www.ansd.sn/ressources/ses/SES-Fatick-2013.pdf>.
- [13] ANSD/RGPHAE., Rapport définitif du Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage, Sénégal/MEFP/ANSD, p. 417, 2013.

<http://www.ansd.sn/ressources/RGPHAE-2013/ressources/doc/pdf/3.pdf>.

- [14] A. Ciss., La problématique de la conservation des sols dans la Communauté Rurale de Ngnith (Département de Dagana), Mémoire de Master II, UCAD/FLSH/Géographie, p. 109, 2012. <http://bibnum.ucad.sn/viewer.php?c=mmoires&d=MemL-7328>.
- [15] A.M Ndao., Stratégies de lutte contre la dégradation des sols le long de la vallée du saloum dans la CR de Ribot Escale (Département de Koungheul), Mémoire de Master II, UCAD/FLSH/Géographie, p. 103, 2013. http://bibnum.ucad.sn/viewer.php?c=mmoires&d=mempl_7840.
- [16] DRDR., Rapport hebdomadaire de suivi de la campagne agricole, Sénégal/MAER/DRDR, Document PDF, p. 11, 2013.
- [17] ANCAR., Rapport annuel d'activités de l'Agence Nationale du Conseil Agricole et Rural/Direction zone Niayes, Sénégal/Thiès, p. 75, 2014.