

# TABLE DES MATIERES

<b>DEDICACE .....</b>	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>ii</b>
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES GRAPHIQUES .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL .....</b>	<b>3</b>
I-1 Brève présentation.....	3
I-2 Les Services Régionaux .....	3
<b>CHAPITRE II : LA SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>4</b>
II-1 La définition des concepts.....	4
II-2 Les études empiriques .....	5
II-3 Les politiques agricoles du Burkina Faso et Institutions de Recherche Agricole .....	7
<b>CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES D'ANALYSE.....</b>	<b>9</b>
III-1 La présentation de la zone d'étude .....	9
III-2 La méthode de collecte de données.....	14
III-3 Les méthodes d'analyse .....	17
III-4 Les logiciels utilisés .....	17
<b>CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....</b>	<b>18</b>
IV-1 L'Analyse univariée .....	18
IV-2 L'Analyse bivariée- Corrélation-Covariance-Tests de corrélation .....	22
IV-3 Le modèle de régression linéaire multiple .....	27
<b>CHAPITRE V : DISCUSSION ET LES RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>36</b>
<b>LIMITES DE L'ETUDE .....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>I</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>IV</b>

## **LISTE DES FIGURES**

FIGURE 1 LA CARTE DE LA PROVINCE DU HOUET (BURKINA FASO) .....	10
FIGURE 2 LE MAÏS EN PRODUCTION DANS UNE PARCELLE .....	IV
FIGURE 3 LE MIL EN PRODUCTION DANS UNE PARCELLE.....	V
FIGURE 4 LE SORGHO EN PRODUCTION DANS UNE PARCELLE .....	VI
FIGURE 5 QUELQUES PANICULES DE SORGHO .....	VII

## **LISTE DES GRAPHIQUES**

GRAPHIQUE 1 EVOLUTION DES SUPERFICIES ET DE LA PRODUCTION .....	12
GRAPHIQUE 2 PLUVIOSITE MOYENNE DE LA PROVINCE DU HOUET DE 2006 A 2015 .....	19
GRAPHIQUE 3 SUPERFICIE DES CEREALES DE 2006 A 2015 .....	20
GRAPHIQUE 4 RENDEMENT DES CEREALES DE 2006 A 2015 .....	20
GRAPHIQUE 5 PRODUCTION DES CEREALES DE 2006 A 2015.....	21

## **LISTE DES TABLEAUX**

TABLEAU 1 PLUVIOSITE MOYENNE DE LA PROVINCE DU HOUET DE 2006-2015.....	18
TABLEAU 2 ANALYSE DE CORRELATION DES DIFFERENTES VARIABLES DU MAÏS .....	24
TABLEAU 3 ANALYSE DE CORRELATION DES DIFFERENTES VARIABLES DU MIL .....	25
TABLEAU 4 ANALYSE DE CORRELATION DES DIFFERENTES VARIABLES DU SORGHO.....	26
TABLEAU 5 ESTIMATION DES PARAMETRES B DE LA REGRESSION DU MAÏS.....	28
TABLEAU 6 ESTIMATION DES PARAMETRES B DE LA REGRESSION DU MIL.....	31
TABLEAU 7 ESTIMATION DES PARAMETRES B DE LA REGRESSION DU SORGHO.....	34

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

CEDRES	Centre d'Etude de Documentation et de Recherche Economique et Sociale
CES/DRS	Conservation des Eaux et Sols/ Défenses et Restauration des Sols
CEDEAO	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CM	Chef du ménage
CPF	Confédération Paysanne du Faso
DGESS	Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles
DPAAH	Direction Provinciale de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques
DRAAH	Direction Régionale de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques
EMC	Enquête Multisectorielle Continue
EPA	Enquête Permanente Agricole
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GPS	Géolocalisation Position System
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
LSI	Licence de Statistiques Informatique
MA	Ménage Agricole
MAAH	Ministère de l'Agriculture et des Aménagement Hydrauliques
MCO	Moindres Carrés Ordinaires
MED	Ministère de l'Economie et du Développement
NDVI	Indice de Végétation Différentiel Normalisé
ONEA	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RGA	Recensement Général d'Agriculture
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SAU	Surface Agricole Utile
SCADD	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable
SIMA	Système d'Information sur le Marché Agro-Sylvo-Pastoral
SP/CPSA	Secrétariat Permanent de la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles
SRESS	Service Régional des Études et des Statistiques Sectorielles
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest Africain
UNB	Université Nazi Boni

## RESUME

Dans la région des Hauts-Bassins au Burkina Faso, la production des céréales a connu une forte évolution de 2006 à 2015. Mais, les variables qui ont favorisé cette hausse ne sont pas bien connus et nécessitent une étude. Ce travail a pour but d'identifier et d'analyser les principales variables environnementales et humaines qui expliquent l'évolution de la production du maïs, sorgho et mil.

L'étude part de l'hypothèse que la pluviosité, les superficies cultivées et les rendements influencent fortement la production céréalière. L'approche méthodologique a consisté à utiliser les données pluviométriques annuelles de dix postes pluviométriques suivis dans la région et les données sur les statistiques agricoles des cultures du sorgho, du mil et du maïs de 2006 à 2015. Le traitement des données a concerné l'analyse des tendances, de corrélations simples et du test de corrélation entre les variables ci-dessus cités, sans oublier les régressions multiples. Les résultats montrent que les superficies annuelles du sorgho et du maïs ont connu une augmentation tandis que celles du mil ont baissé. Les productions annuelles du sorgho, du mil et du maïs ont augmenté. Nous avons remarqué qu'une extension de la superficie et une abondance des rendements ont un avantage positif sur la production du maïs, du mil et sorgho. Alors qu'une abondance de la pluviosité, elle, a un effet négatif sur la production des céréales. Ce fait pourrait s'expliquer par les phénomènes d'inondations. Il faudra passer de l'extension agricole à son intensification en fournissant non seulement aux producteurs l'information sur la pluie pour mieux produire mais aussi sur la diffusion technologique et les intrants (semences améliorées, engrains) agricoles qui boostent les rendements à l'hectare.

**Mots-clefs:** Variables de production, céréales, corrélation, régression, Burkina Faso.

## SUMMARY

In the area Top-Basins in Burkina Faso, the cereals production knew a high evolution between 2006 and 2015. But, the variables which are favor this high aren't well-known and required an attention. This work purpose to identify and analyze the principal's variables environmental and human which explain corn, sorghum and millet evolution.

Study leaves form rainfall supposition, the grow surface and the efficacy influence greatly the cereals production. The methodological approach consisted to use the annual rainfall records of ten pluviometric stations follow-ups the area and the data on the agricultural statistic of the corn, sorghum and millet cultures over ten (10) years. Data processing related the trends, analysis, simple correlations and the correlation test between the variables above quoted, without to forget multiple regressions.

The results show (that) the annual surfaces of sorghum and corn knew a high although those millet are disappear. The annual productions of the sorghum, the millet and corn increase. We're noticed that, the surface extension and an outputs abundant have a positive advantage on the corn and the millet production, whereas the three variables considered (rainfall, surface and outputs) support the sorghum production. These results encourage to promote and develop more the agricultural sector in West of Burkina Faso. It will be necessary to pass from agricultural extension to its intensification by not providing only to the producers information on the rain for better producing, but also on the technological diffusion and the agricultural inputs (improved seeds, manure) which boost the outputs by hectare.

**Keywords:** Variables of production, cereals, correlation, regression, Burkina Faso.

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'agriculture demeure la principale activité qui soutient l'économie des pays de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest (KABORE, 2015). Au Burkina Faso, l'agriculture de type pluvial, est quasi extensive et se pratique sur de petites exploitations familiales de trois à six hectares (OUEDRAOGO, 2012). Cette agriculture occupe une place importante au Burkina Faso, 85 % des Burkinabé y tirent directement leurs revenus (CPF, 2014). Selon les résultats de l'Enquête Multisectorielle Continue (EMC), réalisé en 2014 par l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD), 40,1 % de la population vit en dessous du seuil de pauvreté. Ce seuil est estimé à 153 530 FCFA par personne et par an. Cette pauvreté de la population pourrait s'expliquer par la faible performance de l'agriculture burkinabé. A cela s'ajoute le fait que la production repose essentiellement sur une agriculture d'autosubsistance à prédominance céréalière qui n'arrive pas à couvrir les besoins en consommation de la population (JAMIN *et al.*, 1993). Cela peut être expliqué par la mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluvirosité actuelle, la diminution de la fertilité limitée des sols, les pesanteurs sociologiques, les modes de production de type traditionnel, la faible utilisation de la fumure organique et des intrants, la faible productivité des cultivars locaux, l'action néfaste des prédateurs et la pression démographique qui diminuent les terres cultivables. Par ailleurs, le coût élevé des intrants agricoles, la faible disponibilité de la fumure organique que le maïs exige, les déficits hydriques imputables à des séquences sèches dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso (SARR *et al.*, 2011) constituent quelques contraintes majeures de la production du maïs pluvial dans la région. Les cultures du sorgho, du mil et du maïs dominent l'agriculture vivrière au Burkina Faso de façon générale. Ces trois céréales constituent la base de l'alimentation des populations, surtout en milieu rural (ZANGRE, 2008). Malgré ces contraintes diverses, la production totale des trois céréales dans la province du Houet a enregistré une progression durant cette dernière décennie. Dans la province du Houet de la région des Hauts-Bassins, du Burkina Faso, les facteurs ayant favorisé cette dynamique de la production céréalière méritent d'être identifiés et étudiés. Cette province tend vers une saturation de son espace agricole du fait de la forte pression exercée sur les terres cultivables (SP/CPSA, 2008).

Le but de notre étude est d'analyser les principales variables explicatives, de l'évolution de la production des principales céréales (surtout le maïs, le mil et le sorgho) dans la province du Houet au Burkina Faso. Il s'agit d'évaluer les niveaux d'influence de l'évolution de la pluvirosité, des superficies cultivées et des rendements sur les productions du sorgho, mil et maïs

dans cette province durant la période de 2006 à 2015. Le choix de ces trois facteurs tient compte de l'hypothèse qu'ils influencent fortement le niveau de la production céréalière. Cette étude permet également de vérifier dans le contexte cultural de la province du Houet au Burkina Faso, si l'assertion selon laquelle : « L'évolution de la production des céréales sèches est due essentiellement à l'extension des surfaces cultivées » (ZANGRE, 2008) est avérée. L'objectif global de cette étude est de développer un outil statistique de prévision des productions céréalières dans le contexte de l'Ouest du Burkina Faso. De façon spécifique, il s'agit d'identifier les facteurs qui sont à la base de l'évolution de la production céréalière afin d'établir un modèle linéaire d'estimation (ou prévision) des productions céréalières à partir des facteurs explicatifs identifiés pour l'aide à la décision et de formuler des recommandations pour un réel impact de cette étude.

L'hypothèse formulée pour notre étude est la suivante : l'évolution de la production céréalière dépend de trois (03) facteurs principaux : la superficie cultivée, les rendements des cultures et la pluviosité.

Le rapport est structuré autour de cinq (05) chapitres. Le premier chapitre parle de la présentation de la structure d'accueil. Le deuxième chapitre traite de la revue théorique et empirique liée à notre étude. Le troisième chapitre évoque les matériels et méthodes d'analyse. Les résultats et interprétations sont présentés dans le quatrième chapitre. Le cinquième chapitre traite les discussions et les recommandations. Viennent ensuite les limites de l'étude et la conclusion générale.

# **CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL**

## **I-1 Brève présentation**

La Direction Régionale de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques des Hauts-Bassins (DRAAH-HBS) est la direction représentant le Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques (MAAH) à l'échelle régionale. Elle a donc pour mission de contribuer à la conception, à l'élaboration, au contrôle et au suivi-évaluation de la mise en œuvre des politiques et des stratégies du département au niveau régional.

La DRAAH-HBS relève du Secrétariat Général et comprend :

- les services régionaux, organisés en sections ;
- les Directions Provinciales de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques ;
- le Centre de Promotion Rurale de Dionkélé ;
- les projets, programmes et autres structures rattachées.

## **I-2 Les Services Régionaux**

Les services régionaux de la DRAAH sont :

- le Service Régional des Etudes et des Statistiques Sectorielles (SRESS)
- le Service Régional du Foncier Rural, de la Formation et de l'Organisation du Monde Rural (SRFOMR)
- le Service Régional des Aménagements Hydrauliques et des Productions Agricoles (SRAHPA)

Outre ces services régionaux, la direction régionale est composée des services d'appui technique

Les Services d'appui techniques de la DRAAH sont :

- le Secrétariat de la Direction Régionale (SDR) ;
- le Service Administratif et Financier (SAF) ;
- le Service des Ressources Humaines (SRH) ;
- la Cellule d'Assistance Technique (CAT).

## CHAPITRE II : LA SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### II-1 La définition des concepts

#### La pluviosité :

- selon le petit Larousse 2010, c'est la quantité moyenne de pluie tombée en un lieu pendant un temps donné.
- La quantité de pluie tombée sur une zone géographique en un intervalle de temps donnés (ZANGRE, 2008).

Pour notre étude, il s'agit de la moyenne annuelle de pluie tombée dans le Houet (mm/an).

#### La superficie :

- Selon le petit Larousse 2010, mesure de l'étendue, de la surface d'un corps, d'un terrain déterminé.
- La surface agricole utile (SAU) est un concept statistique destiné à évaluer le territoire consacré à la production agricole. La SAU est composée de : terres arables (grande culture, cultures maraîchères, prairies artificielles...), surfaces toujours en herbe (prairies permanentes, alpages), cultures pérennes (vignes, vergers...) Elle n'inclut pas les bois et forêts. Elle comprend en revanche les surfaces en jachère (comprises dans les terres arables) ([fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org)).

En ce qui nous concerne, il s'agit de la mesure des parcelles agricoles (en ha) emblavées par les producteurs.

#### Le rendement :

- Production évaluée par rapport à une norme, à une unité de mesure. C'est le rendement d'une terre selon le petit Larousse 2010. En effet les rendements sont évalués par unité de kg/ha.
- En agriculture, on appelle habituellement **rendement** la quantité de produit récolté sur une surface cultivée donnée. Il est souvent exprimé en quintaux métriques (1 q = 100 kg) par hectare pour les grains, ou en tonnes par hectare pour les produits riches en eau (racines et tubercules, fruits...) Ce terme, consacré par l'usage, est impropre, puisqu'un rendement est une grandeur sans dimensions, le numérateur et le dénominateur ayant

la même unité. Le vrai rendement serait donc le rapport entre la quantité récoltée et la quantité de semence, qui a été utilisé pendant des millénaires. Ou bien un rendement énergétique, rapport entre la quantité de calories produites et celle dépensée pour la produire. (DRABO *et al.*, 2011)

### **La production :**

- Dans le petit Larousse 2010, nous avons plusieurs définitions qui correspondent à la production, mais nous retiendrons qu'il s'agit d'une action de produire un résultat et c'est mesurer en tonnes dans le cadre de notre étude.
- La production est l'activité humaine conduisant à la création de valeur. Plus précisément c'est l'activité exercée sous le contrôle et la responsabilité d'une unité institutionnelle qui combine les ressources de main-d'œuvre, capital et biens et services pour fabriquer des biens ou fournir des services ; elle est aussi le résultat de cette activité (DPAAH, 2015).

En résumé, dans cette étude, la superficie, le rendement et la pluviométrie sont considérées comme des variables explicatives du niveau de la production de chaque céréale.

## **II-2 Les études empiriques**

La population agricole du Burkina Faso entre 1993 et 2006 a évolué considérablement. Elle est passée de 8 164 000 en 1993 à 11 028 000 personnes en 2006 selon le RGPH (2006), cité par COUNTRYSTAT (2010). Cette population était estimée à 13 580 250 personnes pour l'année 2015. Quant au taux de croissance annuel moyen de la population agricole, il est estimé à 2,3 %, selon le Recensement Général de l'Agriculture (RGA) de 2006 cité par COUNTRYSTAT en 2010.

En ce qui concerne les ménages agricoles, ils sont estimés à 1 302 748. A partir des investigations, nous constatons que les données sur la répartition des producteurs par région indique que la Boucle du Mouhoun regorge plus de 13 % des ménages agricoles. La concentration de la population agricole dans cette zone faisant d'elle le grenier du Burkina Faso se justifierait par l'importance des terres cultivables, la fertilité des sols et la bonne pluviosité de la région justifieraient cette concentration de la population agricole faisant d'elle le grenier du Burkina Faso. Celle-ci est suivie des régions de l'Est et des Hauts Bassins possédant 11 %

des ménages agricoles du pays. Les régions qui ont moins de ménages sont les cascades (3 %), le plateau Central, le centre Sud et le sud-ouest avec 6 % chacune (COUNTRYSTAT, 2010). S'agissant de la spéculation, il ressort que la filière maïs constitue une des filières prioritaires de l'UEMOA et de la CEDEAO. Cette culture est relativement bien répandue dans tout le sud et le centre de l'Afrique, avec une limite claire au nord liée à la pluviosité, et une faible production vers l'ouest. Quant aux bassins de production de cette spéculation on en distingue deux (02) grands qui sont :

- le Golfe de Guinée, qui correspond à la région d'introduction de la culture au XVI<sup>e</sup> siècle ;
- un petit bassin dans le Fouta Djalon (Guinée)

Le constat est que dans beaucoup de pays, la production du maïs a suivi une forte croissance au cours des dernières années (plus de 5 % par an). Les pays de la sous-région qui ont les plus importantes productions sont les pays cotonniers (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Mali). Cette hausse de la production dans ces zones s'explique par l'utilisation d'engrais pour le maïs étant directement liée à celle du coton. De ce fait, les variations importantes des cours mondiaux du coton et leurs incidences sur les surfaces cultivées ont tendance à se répercuter sur la culture du maïs dans les zones concernées. Le boom de la production est par ailleurs imputable au développement de la demande de la filière avicole (DRABO *et al.*, 2011). Autrement dit nous pourrions dire que l'importance de la production du maïs est liée au fait que les grandes zones maïsicoles sont en même temps cotonnières et l'utilisation des variétés performante a haut potentiel de rendement.

Toujours selon DRABO *et al.* 2011, le sorgho et le mil sont deux céréales pluviales de première importance dans les zones sahélienne et nord-soudanienne de la région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Ils poursuivent en disant que sur l'ensemble de la zone, les surfaces cultivées annuellement en sorgho et en mil représentent environ 15 et 16 millions d'hectares, dont 5,2 et 9,7 millions d'hectares pour les cinq pays sahéliens (Burkina Faso, Niger, Mali, Sénégal et Tchad).

Des études antérieures ont montré que le mil est essentiellement produit dans la zone sahélienne. Cette spéculation est produite dans trois (03) grands bassins :

- le nord-ouest du Nigéria, s'étendant jusqu'au nord du Cameroun et au sud du Niger ;
- la Sénégal (Nom donné à l'union formée de 1982 à 1989 entre le Sénégal et la Gambie) ;
- et un bassin moins marqué couvrant le Burkina Faso et le nord-est du Mali.

On distingue également trois (03) grands bassins de production pour le sorgho :

- le nord-ouest du Nigeria avec une extension jusqu'au nord du Cameroun, au sud du Niger et au sud-ouest du Tchad ;
- le Burkina Faso ;
- et la Sénégambie, moins marquée que les deux (02) premiers.

Parmi les trois pays (Burkina Faso, Mali et Sénégal), le Burkina Faso est le plus grand producteur de sorgho, avec 1 521 468 tonnes en 2009. Depuis 2006 sa croissance est surtout due à une augmentation des superficies cultivées. Les rendements, environ une tonne par hectare, évoluent en dents de scie. Les plus grandes zones de production du sorgho sont le Centre-nord, le Centre-sud et le Sud-ouest, qui bénéficient d'une pluviuosité favorable à la production du sorgho (USAID, 2011).

Selon le document de stratégie de développement rural à l'horizon 2015, l'agriculture au Burkina Faso reste une agriculture de subsistance, essentiellement pluviale. La forte pression sur les terres, consécutive à une densité élevée de population dans certaines zones (187 habitants au km<sup>2</sup> dans le plateau central) explique la prédominance des petites exploitations, dont la superficie varie de 3 à 6 hectares

## **II-3      Les politiques agricoles du Burkina Faso et Institutions de Recherche Agricole**

Dans le but d'améliorer l'activité agricole au Burkina Faso, des mesures ont été prises par les autorités. Ainsi les Plans d'Ajustements Structurels Agricoles (PASA1 1992 et PASA2 1998) suivis de la Réforme Agraire et Foncière (RAF 1996) ont permis d'augmenté la production céréalière et renforcée la sécurité alimentaire par le désengagement de l'Etat et des mesures de libéralisation. Avec le Plan Stratégique Opérationnel (PSO) qui allait de 2000 à 2010, ce plan devait quant à lui favoriser la modernisation, la fertilisation du sol et le soutien aux agriculteurs pour la production de céréales, de tubercules et des cultures de rentes. Se fixant comme objectif la lutte contre la pauvreté en milieu rural, la Stratégie de Développement Rural (SDR) horizon 2015 prévoyait l'accroissement de la production agricole, la désertification des activités rurales, la bonne commercialisation des produits (SANOU, 2012).

Partant de la vision de développement à long terme qu'il s'est fixé, prenant en compte les questions transversales prioritaires pour son développement et tirant leçon du bilan d'une

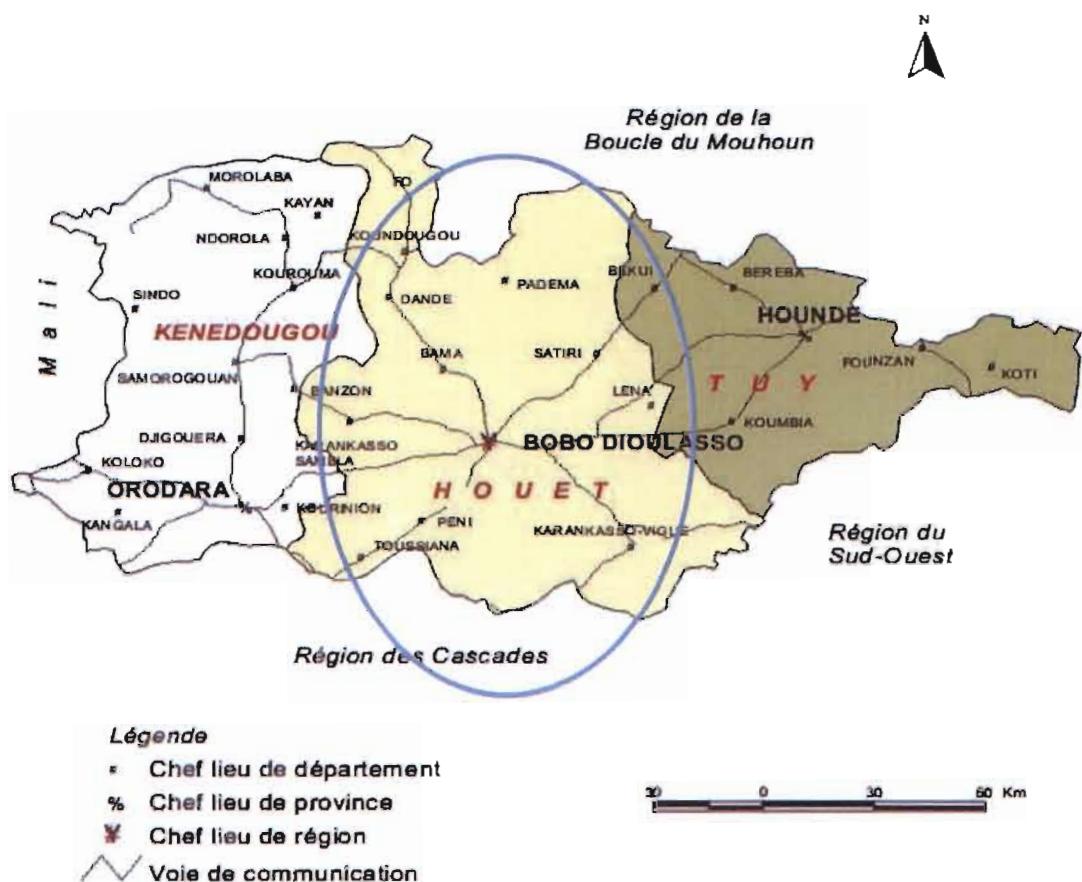
décennie de lutte contre la pauvreté, le Burkina Faso s'engage sur une nouvelle stratégie de développement qui vise l'accélération de la croissance et la promotion du développement durable, afin de mettre le pays sur la voie de l'émergence. Cette stratégie, dénommée Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD) tire ses fondements de la Vision « Burkina 2025 », qui ambitionne de faire du Burkina Faso « une nation solidaire, de progrès et de justice, qui consolide son respect sur la scène internationale » (KABORE, 2015). Toujours dans leur appui au monde paysan, des centres de recherches agronomiques ont été érigés, tels que : l’Institut de Recherche sur les Huiles et les Oléagineux (IRHO) basé à Saria et à Nyangoloko ; l’Institut de Recherche Agronomique Tropicale (IRAT) basé à Saria, Farako-Bâ, Kambouinsé et Mogtedo ; l’Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) basé à Farako-Bâ pour les céréales et les légumineuses. Ces instituts ont pour mission de rechercher des variétés adaptées aux réalités agro-climatiques du Burkina Faso. Il faut noter également la Journée Nationale du Paysan (JNP) qui permet aux producteurs d’exposer directement leurs préoccupations au chef de l’Etat (SANOU, 2012).

## **CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES D'ANALYSE**

### **III-1 La présentation de la zone d'étude**

#### **III.1.1. La présentation géographique**

La province du Houet, créée le 15 Septembre 1983 fait partie des 45 provinces que compte le Burkina Faso. Elle est située à l'Ouest du Burkina Faso et couvre une superficie de 11 540 Km<sup>2</sup> soit 4,21 % du pays (DPAAH, 2016). Elle s'étend sur trois bassins versants internationaux : Comoé, Volta et Niger. C'est une des provinces les plus arrosées du Burkina Faso. Son chef-lieu Bobo-Dioulasso est la deuxième ville du pays et se situe à 365 km de la capitale Ouagadougou (première ville). La province du Houet est limitée à l'Est par la province du Tuy dans la région des Hauts-Bassins et par la province de la Bougouriba dans la région du Sud-Ouest ; à l'Ouest par la province du Kénédougou dans la région des Hauts-Bassins ; au Sud par la province de la Comoé située dans la région des Cascades et au Nord par la province des Banwa dans la région de la Boucle du Mouhoun.



Source : Direction Régionale de l'Economie et du Développement des Hauts-Bassins. Mai 2003

Figure 1 La carte de la province du Houet (Burkina Faso)

## ➤ Les données physiques

### ✓ Le climat

Il est de type Sud Soudanien et se caractérise par une longue saison sèche d'une durée de 07 mois (octobre à avril) et une saison pluvieuse d'une durée de 05 mois (mai à septembre).

La saison sèche se compose d'une période froide (novembre à janvier) et d'une période chaude (février à avril).

Les pluies sont relativement abondantes mais inégalement réparties dans le temps et dans l'espace. Celles-ci tombent annuellement en moyenne 1.100 mm d'eau (DPAAH, 2016).

### ✓ Le relief et les sols

Le relief est peu accidenté et se caractérise par une chaîne rocheuse (falaise de Toussiana) au sud, des bas-fonds et des plaines aménageables.

Quant aux sols, ils sont en majorité hydromorphes sur cuirasse ancienne et favorables à l'agriculture.

### **III.1.2. Situation socio-économique**

#### **➤ Données Administratives et démographiques**

La Province du Houet est Composée de treize (13) communes dont une (1) commune urbaine (Bobo-Dioulasso) et 12 communes rurales. Elle compte 490 villages.

Selon les données du dernier recensement, la province du Houet compte 955 451 habitants dont 474 086 hommes et 481 365 femmes (RGPH, 2006). Des projections démographiques faites par l'INSD, en 2016 la province du Houet comptait 1 315 610 habitants dont 650 090 hommes et 665 520 femmes.

Selon aussi la monographie de la région des Hauts-Bassins (INSD, 2009), le Houet est répartie sur une superficie de 25 573, 49 Km<sup>2</sup> ; cette province qui occupe 45, 16 % de la superficie de la région réuni 65 % de la population régionale. La densité de population du Houet est de 82, 7 habitants au Km<sup>2</sup>. L'accroissement de cette densité au regard de la moyenne nationale (51, 8 habitants au Km<sup>2</sup>), masque d'énormes disparités au niveau communal. Quant aux taux de natalité et de mortalité, ils sont respectivement de 49,6 % et 17, 5 %. Octroyant ainsi un taux de croissance de la population de 4, 4 % pour l'ensemble de la province. Ce taux atteint 7,02 % pour la ville de Bobo-Dioulasso. La croissance de ce taux s'explique par le fait que la province accueille de nombreux migrants (agriculteurs comme éleveurs) à la recherche de terres de culture et de pâture et également des rapatriés suite aux différentes crises politiques de pays voisins.

Les caractéristiques principales de cette population est sa jeunesse (les moins de 15 ans atteignent 46 %) et sa diversité ethnique.

#### **➤ Les données générales sur l'économie**

##### **✓ L'Agriculture**

L'agriculture étant une des principales activités de la province du Houet, elle occupe 60 à 70 % de la population et l'encadrement des producteurs de la province est assuré par la DPAAH du Houet.

###### **• Les conditions de production**

Les exploitants agricoles sont regroupés en exploitations familiales et en groupements villageois, en coopératives et en marchés autogérés. Par le biais des groupements, l'encadrement et la vulgarisation des nouvelles techniques culturales sont facilités.

La plupart des exploitants sont équipés en charrues à traction animale et un certain nombre en tracteurs. Ce mode d'exploitation contribue à l'élévation du niveau de production agricole. Il devient impératif aujourd'hui de mettre l'accent sur la préservation de l'environnement car cette agriculture est principalement extensive.

- Le niveau de production

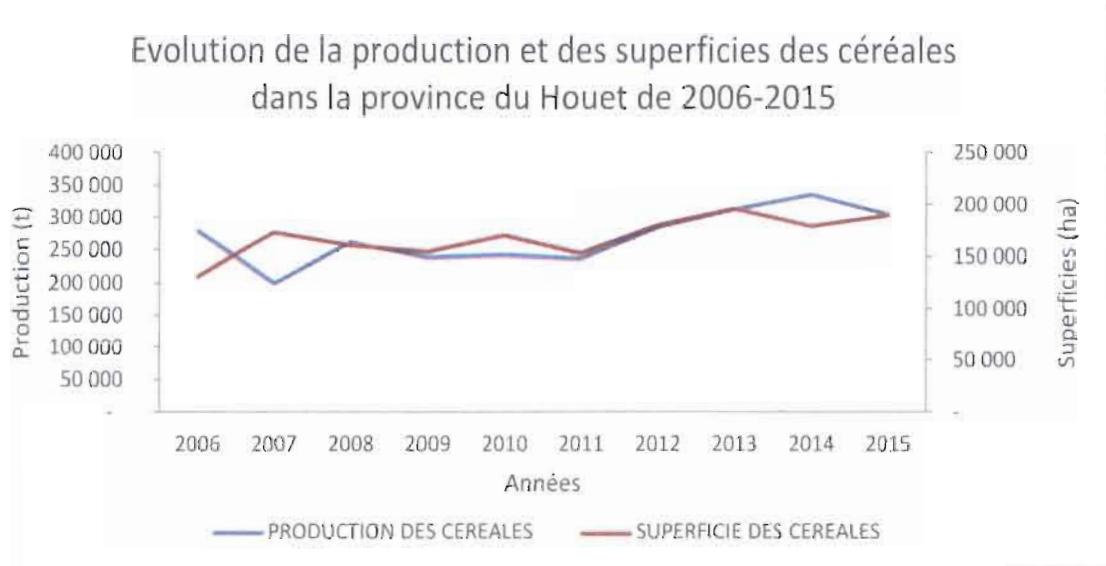
La production céréalière (Sorgho, maïs, riz, mil et fonio) se chiffrait à 306 351 tonnes en 2015-2016 sur une superficie de 190 795 ha environ (DPAAH, 2016).

On constate que la production globale croît en dents de scie d'année en année ; il en est de même de la superficie (graphique 1). Ce qui dénote une agriculture extensive en dépit des conseils de l'encadrement technique relatif à l'intensification de la production.

D'une manière générale la production céréalière suit la croissance démographique.

**Graphique 1 Evolution des superficies et de la production**

Evolution de la production et des superficies des céréales  
dans la province du Houet de 2006-2015



Source : MAAH/DGESS 2015

- Les cultures de rente

Le coton, principal produit d'exportation du Burkina Faso, est également l'une des principales cultures de rente de la province.

La production cotonnière de la campagne 2015-2016 est estimée à 337, 571 tonnes sur une superficie d'environ 295, 123 ha. Hormis le coton, les autres cultures de rente de la région sont : l'arachide, le sésame, le soja etc. La production de ces cultures est estimée à 18, 222 tonnes sur une superficie de 15, 572 ha.

- Les autres cultures vivrières

Il s'agit principalement de cultures telles que : le niébé, la patate douce, le voandzou, le manioc et l'igname : 18, 609 tonnes sur 7, 340 ha

- La production maraîchère

Les principales cultures maraîchères sont : le choux, l'aubergine, la tomate, la laitue. Ces cultures connaissent un essor certain dans la province grâce à l'abondance de la ressource en eau. Elles sont estimées pour la campagne 2003-2004 à 41, 251 tonnes sur 2, 041 ha.

✓ **L'Hydraulique**

- La ressource en eau de surface

La province du Houet est drainée par deux cours d'eau pérenne le Mouhoun et son affluent, le Kou. Celui-ci traverse la province du Sud au Nord sur 63, 5 Km.

- La ressource en eau souterraine

Les formations géologiques de la province du Houet sont à dominante sédimentaire ; on y rencontre les formations du socle cristallin. En ce qui concerne la série sédimentaire, des débits des forages peuvent atteindre 500 m<sup>3</sup>/h. quant à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Bobo-Dioulasso, elle se fait à partir du captage des sources de l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) à Nasso.

- Les infrastructures de mobilisation des ressources en eau

Dans la province du Houet, on rencontre deux types d'ouvrage majeur de mobilisation des eaux de surface qui sont les suivants :

- Les prises en rivière qui sont des ouvrages réalisés au fil de l'eau ; ces ouvrages sont au nombre de deux (prise sur le Yannon - Toussiana ; et prise sur le Kou à Diarradougou - Bama).
- Les retenues d'eau ou barrages ; on dénombre un (1) seul barrage dans la province qui est celui de Toussiana.

- Les aménagements Hydro-agricoles

La prise en rivière est réalisée sur la rivière Kou à Diarradougou (Département de Bama) pour l'irrigation du périmètre rizicole de la vallée du Kou (1, 050 ha); les besoins en eau sont estimés

**à 2, 2 m<sup>3</sup>/s. Le barrage de régularisation du cours d'eau Yannon à Toussiana, d'une capacité de 1 millions de m<sup>3</sup> contribue non seulement à l'irrigation du périmètre rizicole mais aussi au développement du maraîchage.**

- Les sites Touristiques

Deux importants sites touristiques liés à l'eau ont été repérés dans la province du Houet dont :

- la Guinguette (Nasso - Kokoroué)
- la Mare aux hippopotames (Bala, Département de Satiri).

## **III-2 La méthode de collecte de données**

### **III.2.1. La collecte des données**

La collecte des données sur la production est assurée par l'Enquête Permanente Agricole (EPA) du MAAH, qui est une enquête par sondage de portée nationale. Cette enquête couvre les quarante-cinq (45) provinces du pays selon le découpage administratif et vise entre autre à :

- ✓ Estimer les productions des provinces et du pays pour chaque culture ; pour cela on détermine les superficies cultivées par culture et la production moyenne par unité de superficie (rendement) ;
- ✓ Estimer les superficies emblavées en fin Août ;
- ✓ Faire des prévisions de récoltes céréalier courant Septembre de chaque année afin d'informer très tôt le gouvernement et ses partenaires au développement de façon objective sur la situation de la campagne. Ces prévisions permettent d'établir un bilan céréalier prévisionnel ;
- ✓ Faire des estimations de stocks résiduels paysans courant Septembre ;
- ✓ Suivre l'évolution du paradigme sécurité alimentaire ;
- ✓ Servir à l'évaluation des performances du secteur agricole
- ✓ Etc.

Ces estimations ci-dessus citées sont utilisées pour l'établissement du bilan céréalier. Pour mener à bien sa mission l'EPA utilise sept (07) fiches de renseignement nommées cahiers, qui sont :

Cahier 1 : recensement des membres, parcelles, intrants et cheptel du ménage ;

Cahier 2 : mesure des superficies, pose des carrés de rendement et pesés ;

Cahier 3 : évaluation des superficies emblavées en fin Août ;

Cahier 4 : estimation des stocks paysans et prévisions des récoltes ;

Cahier 5 : utilisation de la production des cultures pluviales et agro-sylvo-pastorale depuis les récoltes passées ;

Cahier 6 : sécurité alimentaire ;

Cahier 7 : suivi nutritionnel et mesure anthropométriques des enfants de 0 à 59 mois ;

De ces différentes données de l'EPA nous avons retenues quatre (04) variables pour notre étude qui sont : la production, le rendement, la superficie et la pluvirosité.

Ces données étant secondaires et provenant de l'EPA sont collectées auprès des ménages agricoles retenues dans les villages échantillons par les agents enquêteurs. Ces agents enquêteurs sont des endogènes issus des différents villages échantillons de niveau d'étude primaire ou secondaire et ceux profitant de l'avantage de la maîtrise du milieu. Chaque enquêteur est assisté par un contrôleur et un superviseur (provincial et régional). Dans la province du Houet nous avons seize (16) villages échantillons dont six (6) ménages agricoles par village échantillon ; ce qui nous donne un total de 96 ménages agricoles pour la province du Houet. Les données collectées au niveau village sont centralisées, traitées puis validées par la Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles du Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques (DGESS/MAAH). Quant à la pluvirosité, elle provient de 11 postes pluviométriques (Bama, Bobo-aéroport, Dandé, Farakoba, Fo, Karangasso Sambla, Karangasso Vigué, Koundougou, Satiri, Toussiana et Padéma) réparti dans la province du Houet.

Par ailleurs il faut noter que nous avons bénéficié d'une formation des agents enquêteurs de l'EPA sur la collecte de données. Les outils utilisés ont été entre autre : la boussole, anciennement utilisée dans la collecte et le GPS qui, par contre est nouvellement introduit dans la région. Nous avons fait la collecte pratique avec les deux outils. Aussi notons que nous avons effectué des sorties de supervisions sur le terrain, tout cela avait pour but de nous imprégner du système de fonctionnement de l'EPA. Notons en plus l'introduction de la collecte mobile avec tablettes en 2016 et généralisée en 2017.

### **III.2.2. Les variables étudiées**

Pour mener à bien notre étude ces différentes variables : la production, la superficie, le rendement et la pluvirosité ont été étudiées.

## ➤ La variable à expliquer

Dans notre étude, **la production** est la variable à expliquer.

Pour chaque parcelle céréalière, le responsable de la parcelle indique l'unité locale de mesure ayant servi à mesurer la production de la parcelle et le nombre de cette unité qu'il en a tiré. Ainsi on convertit la production obtenue en kilogramme (kg) grain. Le calendrier de l'enquête suit celui de la campagne agricole et les différents modules sont administrés selon ce calendrier.

Les données récoltées sont traitées par la direction en charge des statistiques agricoles. Contrairement aux productions prévisionnelles estimées en combinant l'espérance des paysans sur leurs récoltes futures et l'évolution de l'indice de végétation différentiel normalisé (NDVI) obtenu par imagerie satellitaire. Les productions définitives sont obtenues par des mesures objectives des rendements mesurés sur l'ensemble des parcelles des ménages échantillons. Ces résultats sont complétés par des données de sources administratives pour prendre en compte les prévisions de production céréalière de plaines et de bas-fonds aménagés (MARHASA; 2015).

## ➤ Les variables explicatives de l'évolution de la production

**La superficie** : Cette variable peut entraîner une augmentation de la production. Les superficies (prévisionnelles et définitives) céréalières sont obtenues par la mesure objective, à l'aide de matériel topographique (GPS), de l'ensemble des parcelles de tous les ménages échantillons. Ces observations sont pondérées selon les formules statistiques appropriées pour obtenir la superficie totale. Les superficies publiées sont des superficies physiques, c'est-à-dire la somme des superficies de céréales pratiquées en pure (présence d'une seule culture sur la parcelle) et en principal (association de cultures sur une parcelle dont la plus dominante est considérée comme principale) (MAAH/DGESS, 2015).

**Le rendement** : Il peut entraîner une augmentation de la production. Les rendements définitifs des céréales sont obtenus à l'aide des pesées des grains des cultures des carrés de rendement (25 m<sup>2</sup>) sur l'ensemble des parcelles de tous les ménages échantillons. Pour le cas des céréales de plaines et de bas-fonds aménagés, les rendements sont obtenus par enregistrement administratif avec les agents d'encadrement agricole de ces sites. Il faut souligner que les rendements publiés sont les rendements des cultures pratiquées en pure (MAAH/DGESS, 2015).

**La pluviosité** : cette variable provient de dix (10) stations météorologiques dans la province du Houet citées plus haut et cela est une moyenne annuelle.

Dans le cadre de cette étude les données que nous avons utilisées proviennent de l'EPA de 2006 à 2015.

### **III-3 Les méthodes d'analyse**

Pour la modélisation économétrique de la production céréalière, le modèle de régression linéaire multiple a été utilisé. Cette modélisation a été faite parce que notre variable dépendante est quantitative. Le modèle s'écrit comme suit :

Soit :

- o  $y_i$  : la production (t) variable dépendante Y
- o  $\beta_0$  : la constante ou l'interception du modèle, elle concentre le reste de l'information qui pourrait expliquer la production mais qui ne figure pas dans la liste des variables explicatives retenues ;
- o  $\beta_i$  : le coefficient de la variable explicative  $x_i$  ;
- o  $x_i$  : est la i ème variable explicative, variables indépendantes représentants respectivement la superficie (ha), les rendements (kg/ha) et la pluviosité (mm/an).
- o  $\varepsilon_i$  est un bruit aléatoire représentant le terme d'erreur.

Le modèle économétrique s'écrit comme suit :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \varepsilon_i$$

### **III-4 Les logiciels utilisés**

Nous avons utilisé le logiciel SPSS version 20 et EVIEWS version 8 pour les analyses et le logiciel EXCEL version 2013 pour les représentations graphiques.

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### IV-1 L'Analyse univariée

Cette partie est consacrée à la représentation graphique des données relatives à un caractère unique, reposant sur la proportionnalité des longueurs, ou des aires, des graphiques, aux effectifs, ou aux fréquences, des différentes modalités du caractère. Pour ce qui concerne notre cas nous utiliserons des nuages des points.

#### IV.1.1. L'Evolution de la pluviosité

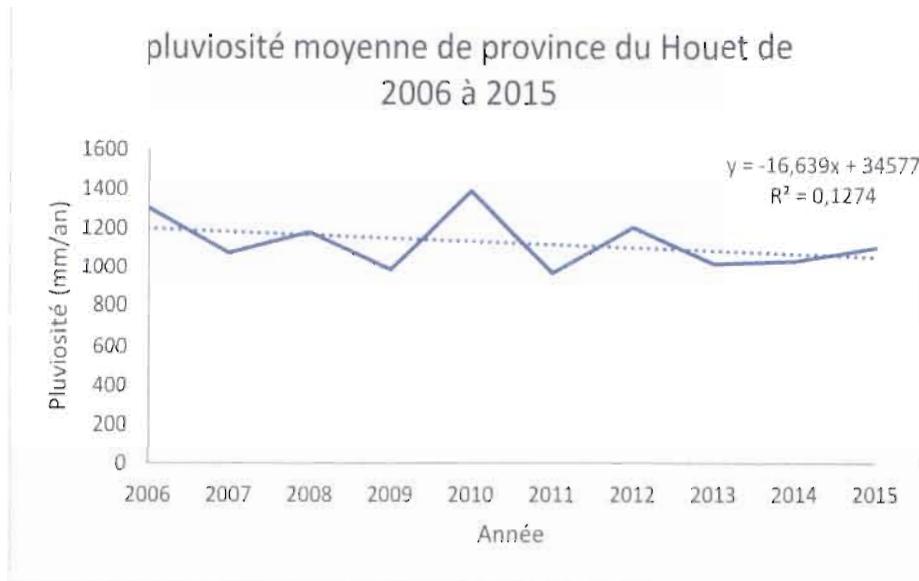
Le cumul pluviométrique annuel moyen a évolué autour d'une moyenne de 1123, 18 mm entre 2006 et 2015, avec un écart-type de 141, 15 mm. On note des périodes de hausse et de baisse remarquables de la pluviosité par rapport à la moyenne interannuelle (1123, 18 mm) (Tableau 1). Les années 2006, 2010 et 2012 sont fortement pluvieuses avec des pluies annuelles qui sont respectivement de 1301,97 mm, 1386, 88 mm et 1203, 02 mm. En revanche, les années 2009 et 2011 sont nettement moins pluvieuses avec des pluviosités annuelles respectives de 983, 63 mm et 967, 21 mm. Le graphique 2, montre une évolution en dents de scie avec une faible tendance à la baisse de la pluviosité. L'application du test de corrélation sur le rang (-0,0388) confirme cette tendance à la baisse de la pluviosité annuelle au seuil de confiance de 95 % (Tableau 1).

**Tableau 1 Pluviosité moyenne de la province du Houet de 2006-2015 avec SPSS**

**Rapport détaillé de la pluviosité**

Moyenne	<b>1 123, 18556</b>
Erreur-type	44, 6360047
Médiane	1 084, 73864
Écart-type	<b>141, 151441</b>
Variance de l'échantillon	19 923, 7292
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	-0, 427124
Coefficient d'asymétrie	0, 78361034
Plage	419, 663636
Minimum	967, 218182
Maximum	1 386, 88182
Somme	11 231, 8556
Rang	<b>-0, 0388</b>
Nombre d'échantillons	10

**Graphique 2 Pluviosité moyenne de la province du Houet de 2006 à 2015**



#### **IV.1.2. L'Evolution des superficies cultivées des céréales**

Les superficies des cultures céréalier (sorgho, mil et maïs) sur la période de 2006 à 2015 présentent une évolution en dent de scie avec une tendance croissante pour le maïs et décroissante pour le sorgho et le mil. Les superficies annuelles emblavées en céréales entre 2006 et 2015 sont en moyenne de 64 540, 69 ; 21 807, 79 et 71 187, 31 hectares, respectivement pour le sorgho, le mil et le maïs. Le sorgho et le mil sont moins cultivés par rapport au maïs. Ainsi ce dernier constitue la principale céréale de base. Le graphique 3, montre une tendance à la hausse des superficies du maïs, modérée pour le sorgho et une baisse pour le mil. Les résultats des tests statistiques indiquent majoritairement la présence d'une rupture en 2011 traduisant une hausse remarquable de la superficie du maïs, en 2007 une baisse des superficies pour le sorgho et en 2008 une baisse des superficies pour le mil. Ces résultats montrent que les superficies annuelles du maïs ont enregistré une augmentation. La superficie annuelle du mil a connu une baisse peu significative de 6, 9 % entre 2008 et 2015 ainsi que celle du sorgho en baisse de 14 % entre 2007 et 2015.

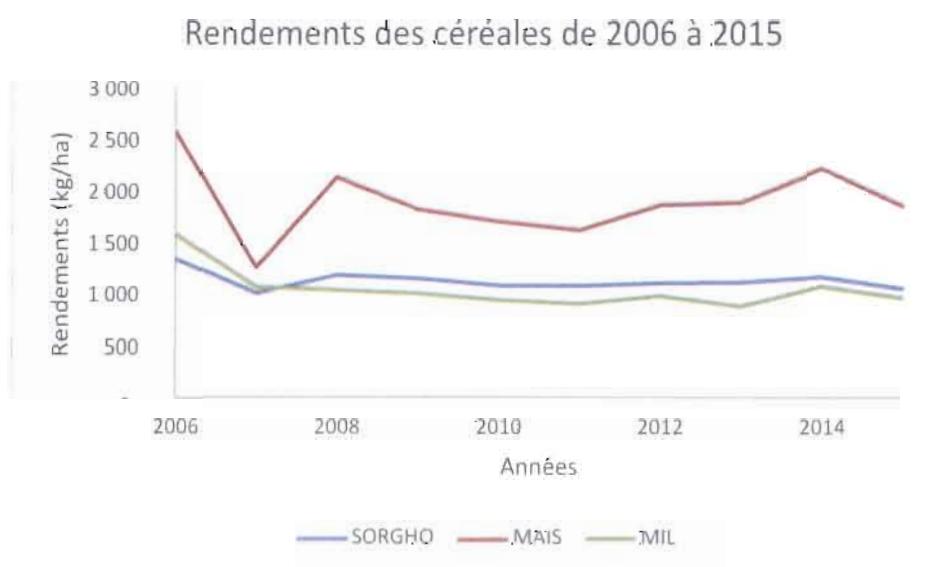
**Graphique 3 Superficie des céréales de 2006 à 2015**



#### IV.1.3. L'Evolution des rendements des céréales

Les rendements moyens des céréales sèches pour les 10 ans (2006-2015) sont de 1 153, 66 kg/ha, 1 063, 57 kg/ha et de 1 924, 21 kg/ha respectivement pour le sorgho, le mil et le maïs. Les rendements des trois céréales affichent tous une tendance à la baisse entre 2006 et 2015, illustrée par le graphique 4 qui présente l'évolution des valeurs au cours du temps. Ces résultats montrent que les rendements annuels du maïs ont connu une baisse de 27, 79 % entre 2006 et 2015. Ceux du sorgho ont régressés de 21, 45 % entre 2006 et 2015. Les rendements annuels du mil ont enregistré une baisse significative de 38, 87 % entre 2006 et 2015.

**Graphique 4 Rendement des céréales de 2006 à 2015**



#### IV.1.4. L'Evolution de la production des céréales

La production des cultures céréalier (maïs, sorgho et mil) sur la période de 2006 à 2015 présente une évolution en dent de scie avec une tendance croissante pour le maïs et le sorgho mais décroissante pour le mil. La plus forte production est enregistrée pendant la campagne agricole 2014-2015 pour le maïs et est estimée à environ 207 271 tonnes. Une analyse de la composition de cette production montre que le maïs est la céréale la plus produite, suivie du sorgho et enfin du mil.

Le maïs a enregistré une production moyenne de 140 398, 42 tonnes, le sorgho 77 898, 93 tonnes et le mil 24 690, 85 tonnes pour la période d'étude. Le graphique 5, montre que les productions annuelles ont enregistré respectivement une hausse très significative de 115,50 % entre 2007 et 2015 pour le maïs et celle du sorgho a enregistré une faible hausse de 11,04 % entre 2006 et 2015. La production annuelle du mil a connu une baisse significative de 48,24 % entre 2006 et 2015.

**Graphique 5 Production des céréales de 2006 à 2015**



## IV-2 L'Analyse bivariée- Corrélation-Covariance-Tests de corrélation

Dans cette partie, nous analysons la production et nous faisons le croisement avec les variables indépendantes. En plus nous faisons un test de Corrélation pour déterminer s'il existe un lien entre elles.

L'analyse de la corrélation a pour objet de présenter les mesures statistiques destinées à rendre compte du sens et de la force de la liaison mathématique qui peut exister entre deux variables quantitatives X et Y. Il faut, noter que dans ce cadre, la position des variables est symétrique. L'analyse ne permet pas de distinguer la variable endogène (Y) de la variable exogène (X).

L'analyse du plot donne certes une idée sur le sens et le type d'association entre X et Y, mais elle ne permet pas de quantifier son intensité.

Depuis toujours, afin de mesurer la force du lien qui peut exister entre X et Y, les statisticiens ont eu recours au calcul de la covariance. Si on note par  $n$  la taille de l'échantillon et  $i$  le numéro de l'observation, la covariance empirique entre X et Y est calculée par la formule :

$$cov(x, y) = \frac{1}{n} \sum_i (xi - \bar{x})(yi - \bar{y})$$

L'idée est que si X et Y covariant, leur covariance devrait être grande. Elle serait modérément faible si les deux variables ne covariant pas.

Malheureusement, comme mesure du degré de dépendance entre X et Y, la covariance présente la faiblesse d'être fortement influencée par les unités de mesure des variables en présence. C'est cette limite qui a conduit au développement des coefficients de corrélation.

### IV.2.1. Le coefficient de corrélation de Bravais – Pearson

Le coefficient de corrélation linéaire de Bravais – Pearson, noté  $r_{xy}$ , est un coefficient paramétrique qui donne la mesure du degré de liaison linéaire entre deux variables quantitatives X et Y normalement distribuées. Il est donné par le rapport entre leur covariance et le produit non nul de leurs écarts – types.

Ainsi, il standardise la covariance et la corrige de l'influence des unités de mesure des variables. Si l'on considère les écarts à la moyenne arithmétique, le  $r_{xy}$  est donné par la formule :

$$r_{xy} = \frac{\sum_i^{10} X_i Y_i}{\sqrt{\sum_i X_i^2 \sum_i Y_i^2}}$$

#### IV.2.2. Le test sur le coefficient de corrélation de Bravais – Pearson $r_{xy}$

Puisque le travail se fait sur un échantillon, après calcul et avant toute interprétation, le  $r_{xy}$  doit être soumis à un test de significativité qui permet de vérifier si la corrélation calculée existe belle et bien au sein de la population.

Les hypothèses du test sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \rho_{xy} = 0, \text{ il y a absence de corrélation entre la production et les autres variables} \\ H_1 : \rho_{xy} \neq 0, \text{ il y a présence de corrélation} \end{array} \right.$$

$\rho_{xy}$  est la corrélation théorique, inconnue au niveau de la population,  $r_{xy}$  est la corrélation empirique estimée à partir d'informations fournies par l'échantillon.

Sous  $H_0$ , on démontre que la statistique du test suit une distribution de Student au seuil  $\alpha$  [5% sauf indication contraire] et à  $(n - 2)$  degrés de liberté.

Le test est de la forme :

Rejet de  $H_0$  si t-Statistic  $> t_{\frac{\alpha}{2};(n-2)}$

$$t_{\frac{\alpha}{2};(n-2)} = 2,306 \text{ avec } n = 10 \text{ et } \alpha = 0,05$$

A noter que 2,306 est la statistique de Student lue sur la table.

### ➤ Cas du maïs

L'évolution de la production en fonction des superficies présente une corrélation positive (0,81) ce qui traduit un lien linéaire très fort. Au regard du test de Student, nous rejetons l'hypothèse nulle car  $4,030 > 2,306$ . Il existe un lien entre la production du maïs et sa superficie avec une probabilité (0, 0038) très significative au seuil de 5 % selon le tableau 2. Ce qui traduit que l'extension des superficies entraîne la hausse de la production.

Après le test de Student, il ressort qu'il existe une corrélation linéaire entre production et rendements (tableau 2), ce qui traduit le rejet de l'hypothèse nulle car  $2,322 > 2,306$  avec une probabilité (0, 0487) significative au seuil de 5 %. Cette corrélation est positivement modérée ce qui est traduit par la valeur 0, 63.

Entre la superficie et les rendements du maïs, il existe une très faible corrélation linéaire positive (0, 10), la statistique de Student est insignifiante car il faut rejeter l'hypothèse de corrélation au seuil de significativité 10 %. La pluviosité par contre est liée aux rendements avec une corrélation positive faible de 30, 96 %. Nous constatons une faible corrélation négative entre la pluviosité et la production du maïs en témoigne le tableau 2.

**Tableau 2 Analyse de corrélation des différentes variables du maïs avec Eviews 8**

Corrélation	maïs				
Probabilité		PRODUCTION	PLUVIOSITE	RENDEMENT	SUPERFICIE
PRODUCTION		1.000000			
PLUVIOSITE		-0.038845	1.000000		
		-0.109953	-----		
		0.9152	-----		
RENDEMENT		0.634590	0.309660	1.000000	
		2.322434	0.921126	-----	
		0.0487*	0.3839	-----	
SUPERFICIE		0.818584	-0.163082	0.103168	1.000000
		4.030916	-0.467525	0.293369	-----
		0.0038**	0.6526	0.7767	-----

### ➤ Cas du mil

L'évolution de la production en fonction de la superficie présente une corrélation positive (0, 80) ; Ce qui traduit un lien linéaire très fort. Au regard du test de Student, nous rejetons l'hypothèse nulle car  $3,827 > 2,306$  alors il existe un lien entre la production et la superficie avec une probabilité (0, 0050) très significative au seuil de 5 % (le tableau 3).

Après le test de Student, il ressort qu'il existe une corrélation linéaire modérée entre production et rendements selon le tableau 3. Comme la probabilité étant insignifiante au seuil de 10 % ce qui traduit que le test n'a pas lieu d'être. Nous retenons tout simplement que cette corrélation est positivement modérée par sa valeur 0, 52.

Entre la superficie et les rendements du mil, il existe une très faible corrélation linéaire positive (0, 06), la statistique de Student est insignifiante au seuil de 10 % car sa probabilité est de 0, 86. La pluviosité est corrélée aux rendements avec une valeur de 41, 68 %. La pluviosité et la production, ont une corrélation linéaire faible de l'ordre de 0, 24.

**Tableau 3 Analyse de corrélation des différentes variables du mil avec Eviews 8**

Correlation	mil			
t-Statistic				
Probability	PRODUCTION	PLUVIOSITE	RENDEMENT	SUPERFICIE
PRODUCTION	1.000000			
PLUVIOSITE	0.241647	1.000000		
	0.704355		-----	
	0.5012		-----	
RENDEMENT	0.520399	0.416887	1.000000	
	1.723703	1.297236		-----
	0.1231	0.2307		-----
SUPERFICIE	0.804268	0.079627	0.063115	1.000000
	3.827937	0.225936	0.178873	
	0.0050	0.8269	0.8625	-----

### ➤ Cas du sorgho

L'évolution de la production en fonction des superficies présente une corrélation positive (0, 86) ; Ce qui traduit un lien linéaire très fort. Au regard du test de Student, nous rejetons l'hypothèse nulle car  $4,796 > 2,306$  alors il existe un lien entre la production et la superficie avec une probabilité (0, 0014) très significative au seuil de 5 % (le tableau 4).

Pour la corrélation entre rendements et production, le test de Student n'a pas lieu d'être, car la probabilité (0, 110) n'est pas significative au seuil de 10 %. Il ressort qu'il existe une corrélation linéaire modérée négative (-0, 53) entre production et rendements selon le tableau 4.

Entre la superficie et les rendements du sorgho, il existe une très forte corrélation linéaire négative (-0, 85), la comparaison des statistiques de Student nous révèle qu'il faut rejeter l'hypothèse de corrélation au seuil de significativité 1 % (probabilité 0, 0017). Ce qui veut dire qu'il n'y a pas de lien entre la superficie et les rendements. Une analyse de corrélation entre production et pluviosité nous donne une valeur faible de l'ordre de 0, 33 avec une probabilité non significative pour le test de corrélation qui est 0, 34 (tableau 4). Cela se traduit par un lien faible entre la production et la pluviosité.

**Tableau 4 Analyse de corrélation des différentes variables du sorgho avec Eviews 8**

Correlation	sorgho			
t-Statistic				
Probability	PRODUCTION	PLUVIOSITE	RENDEMENT	SUPERFICIE
PRODUCTION	1.000000			
PLUVIOSITE	0.333230	1.000000		
	0.999651	-----		
	0.3468	-----		
RENDEMENT	-0.535181	0.331626	1.000000	
	-1.791943	0.994243	-----	
	0.1109	0.3492	-----	
SUPERFICIE	0.861391	-0.003111	-0.852321	1.000000
	4.796561	-0.008798	-4.609248	-----
	0.0014	0.9932	0.0017	-----

Gouvernement devrait renforcer ses dotations financières à la promotion du monde rural et élaborer une stratégie de développement de la micro-finance rurale dont les conditions et modalités seront adaptées aux besoins spécifiques de l'activité agro-sylvo-pastorale et de l'artisanat rural.

## ***A moyen terme***

### **➤ L'appui-conseil**

Le renforcement du dispositif d'appui-conseil en faveur des exploitants agricoles, en matière d'itinéraires techniques afin de garantir la hausse de la production céréalière pour les producteurs devrait être une priorité.

A cela, s'ajoute la restauration et la fertilisation des sols : il est nécessaire d'évoluer vers une perspective de la terre comme un « capital de production » dont la fertilité doit être entretenue au même titre que la maintenance de la charrue ou des soins prodigues aux bœufs de trait.

Logiquement, la période morte de production (période sèche ou de contre -saison) peut servir à des efforts de restitution de la fertilité des sols.

Les actions qui peuvent aider à briser le cercle vicieux<sup>1</sup> « appauvrissement des sols, pauvreté et insécurité alimentaire », devraient être centrées sur :

- L'intégration agriculture-élevage ;
- L'épandage de la fumure organique en intensifiant et généralisant l'opération « fosses fumier », un domaine plus accessible aux pauvres comparativement aux intrants chimiques ;
- Le recours aux intrants agricoles et à l'amélioration des techniques de conservation.

Selon une étude réalisée par le ministère chargé de l'environnement et le Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economique et Sociale (CEDRES) de l'Université de Ouagadougou, il est reconnu que la restauration de la fertilisation des sols (zaï<sup>2</sup>, cordons pierreux, apport de fumures organiques, etc.) a un impact positif sur l'augmentation de la productivité agricole et, partant, sur la réduction de la pauvreté. Ces mêmes techniques ont été expérimentées par le programme « protection et de réhabilitation des sols pour améliorer la sécurité alimentaire » composante Burkina-Faso –ProSol ; pour la campagne agricole 2015-2016 et cela a eu un impact très bénéfique tant pour la productivité que pour les producteurs.

---

<sup>1</sup> Cercle vicieux : Ensemble de causes et d'effets qui dégradent la production

<sup>2</sup> Zaï : la technique de zaï consiste à creuser des petits trous (de 20-30 cm de diamètre et 10 cm de profondeur) tout en déposant la terre en aval et dans lesquels on met la matière organique et la semence.

## IV-3 Le modèle de régression linéaire multiple

Le modèle de régression linéaire multiple est la généralisation du modèle linéaire simple et il est utilisé pour estimer la relation entre une variable dépendante (Y) et plusieurs variables indépendantes ou explicatives ( $X_1, X_2, \dots$ )

### IV.3.1. L'Equation de régression multiple

Cette équation précise la façon dont la variable dépendante est liée aux variables explicatives :

Où  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  sont les paramètres et  $\varepsilon$  est un bruit aléatoire représentant le terme d'erreur.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

**NB :** Cette équation sera utilisée pour toutes les spéculations

#### IV.3.1.1. La régression multiple du maïs

Soit le modèle suivant :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \varepsilon_t$$

En considérant  $Y_t$  comme la variable endogène (production en tonne),  $X_{1t}, X_{2t}, X_{3t}$  les variables exogènes représentant respectivement la pluviosité (mm/an), le rendement (kg/ha) et la superficie (ha) et  $\varepsilon_t$  le phénomène aléatoire.

➤ **Estimation des paramètres  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  et  $\beta_3$**

Estimons par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO)

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1t} + \hat{\beta}_2 X_{2t} + \hat{\beta}_3 X_{3t}$$

**Tableau 5 Estimation des paramètres  $\beta$  de la régression du maïs avec Eviews**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistique	Prob.
PLUVIOSITE	-28,08758	15,18236	-1,850014	0,1138*
RENDEMENTS	65,24934	5,960128	10,94764	0,0000***
SUPERFICIE	1,941759	0,135837	14,29479	0,0000***
C	-91836,42	20517,09	-4,476093	0,0042***
<hr/>				
R-squared	0,984710	Mean dependent var	140398,4	
Adjusted R-squared	0,977065	S.D. dependent var	39497,26	
S.E. of regression	5981,648	Akaike info criterion	20,51995	
Sum squared resid	2,15E+08	Schwarz criterion	20,64099	
Log likelihood	-98,59977	Hannan-Quinn criter.	20,38718	
F-statistic	128,8017	Durbin-Watson stat	2,064991	
Prob(F-statistic)	0,000008			

b\*\*\* très significatif au seuil de 5 %

b\*\* significatif au seuil de 5 %

b\* pas significatif au seuil de 5 %

**Les estimateurs**

$\hat{\beta}_0$	-91836,42
$\hat{\beta}_1$	-28,08758
$\hat{\beta}_2$	65,24934
$\hat{\beta}_3$	1,941759

## L'interprétation Statistique

### ➤ Signification individuelle des coefficients

Les coefficients des variables (rendements, superficie) et de la constante sont significatifs au seuil de 1 % car les probabilités associées aux différentes variables sont inférieures à 0, 01. Par contre le coefficient de la variable pluvirosité n'est pas significatif au seuil de 5 %.

### ➤ Testons la signifcativté globale du modèle

$$F = \frac{SCE}{SCR} * (n-2)$$

$$F = F\text{-statistic} = 128, 8017$$

$$F_{[1,8]} = 5, 32$$

F-statistic > F-théorique, donc le modèle est statistiquement significatif.

Selon les résultats du tableau 5, le R<sup>2</sup> ajusté est égal à **0, 977065**

Soit 97, 70 % de la variation de la production est expliquée par les variables superficie, rendements et pluvirosité.

## L'interprétation économique

La variable Pluvirosité et la constante agissent négativement sur la production du maïs, par contre les variables (Rendement et Superficie) ont un impact positif sur la production du maïs. En d'autres termes une augmentation d'une unité de rendement ou de la superficie entraîne une augmentation respective de 65, 24934 et 1, 941759 unités de la production de maïs. A contrario une augmentation d'une unité de la pluvirosité entraîne la baisse de la production à hauteur de 28, 08758.

## **L'estimation de la production du maïs**

**Selon l'interprétation statistique, la variable pluviosité n'est pas significative au seuil de 5 %.**

Donc notre estimation ne portera que sur les variables superficie et rendement.

La formule d'estimation est comme suit :

$$Y = C(1) + C(2) * X_1 + C(3) * X_2$$

Autrement dit on a :

**P= Production ; R= Rendements ; S= Superficie**

$$P = -120014,3 + 61,58 * R + 1,99 * S$$

Avec ces résultats nous pouvons faire une prévision de la production du maïs par conjecture. Pour une valeur du rendement égale à 2613 kg/ha et une superficie de 93205 ha, la production serait estimée à 346 723 tonnes. Nous voyons là, une hausse très remarquable de la production de maïs par apport aux rendements et à la superficie.

## IV.3.1.2. La régression multiple du mil

### ➤ Estimation des paramètres $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ et $\beta_3$

Estimons la production du mil par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO)

**Tableau 6 Estimation des paramètres  $\beta$  de la régression du mil avec Eviews**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SUPERFICIE	1,089554	0,208651	5,221907	0,0020***
RENDEMENTS	16,36560	5,555247	2,945971	0,0257**
PLUVIOSITE	-0,984108	7,963133	-0,123583	0,9057*
C	-15370,66	9286,093	-1,655234	0,1490*
<hr/>				
R-squared	0,868623	Mean dependent var	24690,86	
Adjusted R-squared	<b>0,802935</b>	S.D. dependent var	6892,527	
S.E. of regression	3059,731	Akaike info criterion	19,17922	
Sum squared resid	56171716	Schwarz criterion	19,30025	
Log likelihood	-91,89608	Hannan-Quinn criter.	19,04644	
F-statistic	<b>13,22340</b>	Durbin-Watson stat	2,161669	
Prob (F-statistic)	<b>0,004709</b>			

b\*\*\* très significatif au seuil de 5 %

b\*\* significatif au seuil de 5 %

b\* pas significatif au seuil de 5 %

## **L'interprétation statistique**

### **➤ Signification individuelle des coefficients**

Les coefficients des Variables (Rendements, Superficie) sont respectivement significatifs et très significatifs au seuil de 5 % car les probabilités associées aux différentes variables sont inférieures à 0, 05 excepté la variable pluvirosité.

### **➤ Testons la significativité globale du modèle**

$$F = \frac{SCE}{SCR} * (n-2)$$

$$F = F\text{-statistic} = 13, 22340$$

$$F_{[1,8]} = 5,32$$

F-statistic > F-théorique, donc le modèle est statistiquement significatif.

Selon les résultats du tableau 6, le R<sup>2</sup> ajusté est égal à 0, 802935

80, 29 % de la variation de la production est expliquée par le modèle de régression linéaire multiple.

## **L'interprétation économique**

La variable Pluvirosité et la constante agissent négativement sur la production du mil, tandis que les variables rendements et superficie agissent positivement sur la production du mil. Autrement dit une augmentation d'une unité de la superficie et des rendements entraîne respectivement une hausse de 1, 089554 et de 16, 36560 de la production du mil, alors que la pluvirosité, elle entraîne une diminution à hauteur de 0, 984108

## **L'estimation de la production du mil**

Selon l'interprétation statistique, la variable pluviosité n'est pas significative. Donc notre estimation ne portera que sur les variables superficie et rendement.

La formule de d'estimation est comme suit :

$$Y = C(1) + C(2) * X1 + C(3) * X2$$

Autrement dit on a :

P= Production ; R= Rendements ; S= Superficie

$$P = -44483,67 + 49,646 * R + 1,008 * S$$

Avec ces résultats nous pouvons faire une prévision de la production du maïs. Pour une valeur du rendement égale à 1 000 kg/ha et une superficie de 30 000 ha, la production serait estimée à 35 402, 33 tonnes. Nous voyons là, une hausse très remarquable de la production du mil par rapport aux rendements et à la superficie.

### **IV.3.1.3. La régression multiple du sorgho**

#### **➤ Estimation des paramètres $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ et $\beta_3$**

Estimons par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO)

Pour le cas du sorgho, seul le coefficient de la superficie est significatif au seuil de 1 %. Tant disque les coefficients des variables rendements, la pluviosité et la constante ne le sont pas.

**Tableau 7 Estimation des paramètres  $\beta$  de la régression du sorgho Eviews**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RENDEMENTS	36,52973	21,42916	1,704674	0,1391*
SUPERFICIE	0,897563	0,201719	4,449560	0,0043***
PLUVIOSITE	7,220763	7,419941	0,973156	0,3681*
C	-30283,57	32395,42	-0,934810	0,3860
<hr/>				
R-squared	0,902198	Mean dependent var	77898,94	
Adjusted R-squared	<b>0,853296</b>	S.D. dependent var	6377,266	
S.E. of regression	2442,616	Akaike info criterion	18,72870	
Sum squared resid	35798225	Schwarz criterion	18,84973	
Log likelihood	-89,64350	Hannan-Quinn criter.	18,59593	
F-statistic	<b>18,44938</b>	Durbin-Watson stat	1,376776	
Prob (F-statistic)	<b>0,001970</b>			

b\*\*\* très significatif au seuil de 5 %

b\*\* significatif au seuil de 5 %

b\* pas significatif au seuil de 5 %

## Interprétation statistique

### ➤ Significativité individuelle des coefficients

Parmi ces variables, seul le coefficient de la variable superficie est significatif au seuil de 1 %, alors que les autres ne le sont pas.

## ➤ Testons la significativité globale du modèle

$$F = \frac{SCE}{SCR} * (n-2)$$

$$F = F\text{-statistic} = 18,44938$$

$$F_{[1,8]} = 5,32$$

F-statistic > F-théorique, donc le modèle est statistiquement significatif.

Selon les résultats du tableau 7, le R<sup>2</sup> ajusté est égal à 0,853296

85,32 % de la variation de la production est expliquée par le modèle de régression linéaire multiple.

## Interprétation économétrique

Toutes les variables rendements, pluvirosité et superficie agissent positivement sur la production du sorgho, alors que la constante a un effet négatif sur cette production. Autrement dit une augmentation d'une unité de la superficie, de la pluvirosité et des rendements entraîne respectivement une hausse de 0,897563, de 7,220763 et de 36,52973 de la production du sorgho.

## Estimation de la production du sorgho

La formule d'estimation de la production du sorgho est comme suit :

$$Y = C(1) + C(2) * X1 + C(3) * X2$$

Autrement dit on a :

P = Production ; R = Rendements ; S = Superficie

$$P = -44483,67 + 49,646 * R + 1,008 * S$$

Avec ces résultats nous pouvons faire une prévision de la production du sorgho. Pour une valeur du rendement égale à 1 000 kg/ha et une superficie de 30 000 ha, la production serait estimée à 35 402,33 tonnes. Nous voyons là, une hausse très remarquable de la production par apport aux rendements, à la superficie et à la pluvirosité.

## CHAPITRE V : DISCUSSION ET LES RECOMMANDATIONS

### V.1. Discussions

Les résultats de la présente étude révèlent que l'augmentation de la production céréalière enregistrée dans la province du Houet est liée essentiellement aux superficies emblavées. Ces résultats sont en accord avec ceux de SARR *et al* (2011), qui ont avancés que l'augmentation de la production céréalière résulte surtout de l'extension des superficies cultivées dans la région de l'Afrique de l'Ouest. En appui à ces auteurs, USAID, 2011 dans son étude sur le sorgho qui affirme que : « sa croissance est surtout due à une augmentation des superficies cultivées. » quant à la pluviosité, elle n'est pas significativement représentée ici ; Cela serait due à son caractère naturel, c'est un phénomène non maîtrisable par l'homme, son abondance, sa disposition spatiale ou sa rareté est indépendante de la volonté humaine. Aussi, la période de 2008-2015 a connu une intensification des mesures politiques. En effet, c'est à partir de 2008, que les mesures de politiques se sont intensifiées au Burkina Faso. Ce qui a été souligné par BADINI *et al.*, qui ont « confirmé » que c'est suite à la crise alimentaire de 2008, que le gouvernement et les partenaires techniques et financiers ont mis en place de nouvelles mesures pour une relance de la filière céréale au niveau national. Ce qui favorisa une augmentation des superficies car les producteurs bénéficient d'allocations d'intrants et du matériels de production. Les résultats ont montré que les rendements sont relativement faibles sur toute la période d'étude. Ces faibles rendements s'expliqueraient par:

- La mauvaise répartition de la pluviométrie et l'influence des phénomènes extrêmes tels que les sécheresses et les inondations ;
- La non disponibilité, la cherté et la mauvaise qualité des intrants qui sont souvent livrés aux producteurs ;
- La baisse de la fertilité ou pauvreté des sols ;
- La forte densité de la population dans certaines zones, souvent responsable des pressions foncières ;
- L'insécurité foncière en milieu rural ce qui explique l'absence d'investissement à long terme de la part des producteurs.

Selon le PNSR en 2011, les principales contraintes liées à la production agricole sont la faiblesse de la pluviométrie et surtout sa mauvaise répartition, la faible maîtrise de l'eau, le coût élevé des intrants et des équipements et la persistance de l'insécurité foncière. Dans la même lancée LECAILLON *et al.* (1985), affirmaient qu'au Burkina Faso, la pluviosité explique à près de 50 % des variations du volume total des productions de mil-sorgho. En zone tropicale

humide, elle contrôle à 64 % la production de café et de cacao selon OTCHOUUMOU et al. (2012). Ils continuent sur des lignes en expliquant que la pluviosité affecte la production des céréales à travers ses effets directs sur les rendements.

Dans nos résultats, la relation étroite entre la production du maïs et les superficies s'expliquerait par les politiques d'aménagements hydro agricoles entrepris par l'Etat afin d'accroître la production (projets et programmes) et la pression démographique. Par ailleurs, il est à noter que des politiques ont été mises en place par le gouvernement depuis les années 1990 pour organiser la filière des céréales sèches, la promotion de la petite irrigation et l'amélioration des variétés (ZANGRE, 2008). C'est dans cette optique que des variétés améliorées de mil, de sorgho et de maïs (cycle court, contre le striga hermontica) ont été introduites ainsi que la pratique des techniques Conservation des Eaux et Sols/ Défenses et Restauration des Sols (CES/DRS).

La superficie annuelle emblavée en maïs est en progression, soit 77, 77 % entre 2008 et 2015. Cette importante hausse peut se justifier par les interventions de la FAO dans la région depuis 2008, notamment à travers son volet distribution d'intrants (semences certifiées de maïs, du sorgho, du mil, du riz, du niébé, d'engrais NPK et d'Urée) au profit des ménages des communes rurales. Par ailleurs, il est à noter que depuis cette même année, l'Etat burkinabè subventionne les intrants et le matériel agricole octroyés aux paysans dans toutes les régions du pays. Tous ces appuis ont certainement contribué à relancer la culture du maïs dans la province. Il se pourrait aussi que certains paysans réduisent leur superficie de sorgho au profit de celle du maïs du fait des appuis techniques dont ils bénéficient et de la rentabilité économique de cette culture par rapport au sorgho. L'étude montre que l'expansion des superficies cultivées explique à 81, 86 % la hausse de la production annuelle du maïs.

La superficie annuelle emblavée en sorgho est en extension, soit 50, 87 % entre 2006 et 2015. Plusieurs facteurs peuvent justifier cela parmi lesquels des facteurs climatiques et socio-économiques. En effet, notre étude montre que le taux de croissance de la population est de 4, 4 % pour l'ensemble de la province et atteignant 7, 02 % pour Bobo-Dioulasso pourrait expliquer significativement l'extension de la superficie emblavée en sorgho (INSD, 2009). Ainsi les migrations vers cette province (cultivateurs et éleveurs) ont entraînées une extension de la superficie emblavée en sorgho. Cela peut être lié à la forte potentialité climatique que la province présente sans oublié que la capitale économique fait partie intégrante de la dite province. L'extension de la superficie emblavée en sorgho pourrait être aussi liée à la forte régression de la culture du coton dans la zone d'étude. En effet, la superficie emblavée en coton a baissée de 30, 75 % entre 2006 et 2013 dans la province. Selon les résultats de notre étude, la hausse de la superficie emblavée explique à 86,13 % l'augmentation de la production du sorgho.

Contrairement au sorgho et au maïs, la superficie annuelle emblavée en mil est en régression, soit une baisse peu significative de 22, 09 % entre 2006 et 2015. Cela peut être lié aux irrégularités pluviométriques, la pauvreté naturelle des sols de la région (NOMBRE (2006) et DA *et al.* (2008)), aux habitudes alimentaires des ménages ruraux, (SISSOKO *et al.*, 2008), ce qui constituent les principaux facteurs limitant la production du mil au Mali sont l'irrégularité des pluies et la pauvreté des sols. Cette diminution de la superficie peut aussi s'expliquer par l'évolution des systèmes de culture céréales-légumineuses. En effet, le niébé est cultivé, le plus souvent en association avec le sorgho et le mil (BELEM, 2008). Mais, de plus en plus, les paysans ont tendance à pratiquer la culture pure du niébé. Ainsi, au cours des cinq dernières années, plus de 33 % des ménages ont introduit la culture pure du niébé dans leur exploitation agricole (SP/CPSA, 2008). Selon notre étude, la superficie emblavée en mil justifie à 80, 42 % la hausse de la production annuelle de cette spéculature.

L'ensemble de nos résultats montre que l'augmentation de la superficie emblavée explique quasiment les quantités produites en sorgho, en mil et en maïs. L'amélioration par contre de la pluviosité et des rendements influencent faiblement le niveau de la production de ces céréales. Ce qui avait déjà été souligné par ZANGRE (2008), BASILE *et al.* (2004), EGG *et al.* (2006); R. BLEIN *et al.* (2008) et ROUDIER (2012). D'autres auteurs au contraire trouvent que l'augmentation de la production céréalière en Afrique de l'Ouest est plus liée à un accroissement des rendements qu'à l'accroissement des superficies (KABORE *et al.*, 2015). Cette thèse pourrait se justifier dans un contexte restreint tout en tenant compte des spécificités de certaines zones. En effet, notre étude qui est limitée à la province du Houet présente un contexte environnemental spécifique caractérisé par un taux de croissance élevé et une forte densité de la population (INSD, 2006), une population essentiellement agricole, active, composée en majorité de jeunes et constituant de ce fait une importante main d'œuvre. Cette force de travail considérable a certainement contribué à l'extension des superficies cultivées, mais également à innover les pratiques culturales qui ont permis de relever significativement le niveau des rendements et d'accroître la production céréalière.

## V.2. Les recommandations

### *A cours terme*

#### ➤ L'amélioration de l'accès aux équipements et intrants agricoles

L'accent doit être mis sur l'utilisation d'intrants agricoles sur les cultures vivrières suivant les protocoles définis par la recherche (engrais minéraux, semences améliorées) et sur la mécanisation agricole et, notamment, l'équipement des producteurs en matériel de traction animale. A ce niveau en effet, d'importantes marges de progression subsistent car, malgré de notables efforts, le taux d'équipement des exploitations en charrues et animaux de trait ne dépasse pas 27 %, tandis que le taux d'adoption absolu des thèmes techniques se situe à 52 % avec cependant des disparités, notamment au niveau des taux d'adoption des techniques anti-érosives et d'agroforesterie.

L'amélioration de l'accès des producteurs à l'équipement sera une préoccupation centrale dans la modernisation de l'activité agricole car les études montrent que l'utilisation d'équipements permet d'accroître la productivité agricole et de réduire l'incidence de la pauvreté. Des mesures devraient être prises pour : améliorer l'usage des amendements minéraux tels que le Burkina phosphate associé à l'acide sulfurique (zinc de Perkoa), la dolomie ainsi que la fumure organique issue du traitement des déchets urbains et agro-industriels;

En outre, au regard de la forte implication des femmes dans les activités de production agricole, le Gouvernement devrait mettre tout en œuvre pour faciliter leur accès aux équipements et intrants agricoles.

#### ➤ L'accès aux crédits agricoles

La promotion dans l'acquisition du crédit agricole pour les producteurs devrait être une priorité. L'ensemble des acteurs du secteur de l'agriculture devraient travailler à définir un modèle de financement permettant de réduire et de partager les risques liés à l'investissement agricole. Des études récentes montrent que l'accès effectif au crédit permet de réduire de façon substantielle l'incidence de la pauvreté. Mais les conditions actuelles d'accès au crédit sont si contraignantes que les pauvres, notamment les femmes, en sont exclus (MED, 2004). Néanmoins, des initiatives ont été développées ces dernières années pour assurer la disponibilité du crédit (renforcement du Fonds d'appui aux activités rémunératrices des femmes, mise en œuvre du projet d'appui aux micro-entreprises rurales, du projet réduction de la pauvreté au niveau communal et de divers fonds de développement local). Malgré tout, la micro-finance demeure insuffisante pour financer un véritable développement agricole. C'est pourquoi, le

### ➤ Accélération de la monétarisation du monde rural

Le développement de l'investissement dans les outils de production suppose un accroissement de la commercialisation des productions agricoles en vue de valoriser pleinement les efforts de travail des paysans. Les productions destinées à alimenter les marchés de proximité notamment urbains seront donc encouragées (petit élevage, cultures de contre-saison...) de même que les exportations sous régionales de certains produits (céréales, légumes, fruits).

## *A long terme*

### ➤ Informatiser et centraliser les informations agricoles

En Octobre 2016 il y a eu le lancement d'un Système d'Information sur le Marché Agro-Sylvo-Pastoral (SIMA) ; c'est un site web permettant aux producteurs et aux consommateurs de rentrer directement en contact pour échanger des biens et services, notamment les produits d'agricultures, de l'élevage et de pêche.

### ➤ Amélioration des conditions de vie et de travail des femmes rurales

Les femmes contribuent autant, sinon plus que les hommes, à la création des richesses nationales notamment en milieu rural. Mais leur accès aux actifs financiers (crédits) et aux actifs productifs (terres, équipements) reste encore limité. L'amélioration des conditions de travail des femmes aura de toute évidence une incidence sur l'accroissement de la production. C'est pourquoi le Gouvernement avec l'appui de l'ensemble des acteurs devrait mettre l'accent sur :

- ❖ le renforcement des capacités, qui passe non seulement par l'amélioration de l'éducation mais surtout par l'alphabétisation et la formation en vue de faciliter l'adoption des techniques agricoles modernes et créer/gérer des micro-entreprises rurales ;
- ❖ la réduction de la charge de travail par la création de conditions qui leur permettent de se consacrer à leurs propres activités productives ;
- ❖ la promotion de petites unités de transformation en mettant à leur disposition des technologies adaptées et peu coûteuses ;
- ❖ le renforcement de la sensibilisation sur la nécessité d'accroître l'accès de la terre aux femmes et d'encourager les candidatures féminines dans les aménagements hydro-agricoles et périmètres irrigués ;
- ❖ le renforcement des capacités des structures de financement des femmes afin d'augmenter le volume des crédits pour les femmes qui présentent des projets porteurs.

### ➤ **Créer et mettre en application une loi foncière**

En effet l'insécurité en milieu rural encourage peu les producteurs à faire des investissements à long terme de peur du retrait des parcelles. Car la majeur parti des producteurs sont des migrants et bénéficient d'une part, de commun accord, cédée par les autochtones. Donc la création et la mise en application de la loi foncière pourrait encourager les producteurs à s'investir d'avantage aux activités agro-sylvo-pastorales.

### ➤ **Orienter les recherches sur la répartition pluviométrique**

Les centres de recherches en appuy avec le gouvernement et ses partenaires devraient orienter leur recherche sur la pluviométrie afin de voir les zones où il y a assez de pluie et celles qui en manquent. Pour pouvoir proposer les variétés de spéculations adaptées à chaque zone.

## **LIMITES DE L'ETUDE**

Le temps imparti à cette étude dans le cadre d'un stage d'étudiant de licence n'a pas permis de faire une étude approfondie sur le thème. En plus de la contrainte liée au temps, il y a eu une contrainte financière. A cela s'ajoute l'absence de certaines variables telles que : la fertilité, le type de sol, la dose de fertilisants, la variété des spéculations, la disponibilité de la main d'œuvre et la tenure foncière qui pourraient expliquer la production. Nous nous sommes contentés de cueillir les données de l'Enquête Permanente Agricole (EPA). Pour ce qui concerne l'analyse des données recueillies, celles-ci a permis de répondre à la problématique posée qui est celle de savoir si *la production céréalier évoluerait en fonction de l'évolution des superficies*. Mais cette étude serait encore plus intéressante si les moyens nous avaient permis d'étudier un ensemble de villages représentatifs de la province du Houet et faire des extrapolations sur l'ensemble de la province, afin de prendre encore en compte bien plus de variables explicatives. N'empêche que les résultats des analyses et les recommandations dégagées permettent de mieux informer sur les facteurs d'évolution de la production céréalier dans la province du Houet et d'influencer une bonne prise de décision dans le domaine de la production céréalier.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude qui s'est focalisée sur les variables agissant positivement sur l'évolution de la production céréalière des spéculations suivantes : maïs, mil et sorgho, nous a permis d'identifier les différents éléments qui déterminent l'évolution de ces spéculations à travers l'analyse univariée et bivariée et de faire une prévision par conjecture pour chaque spéulation en utilisant le modèle de régression linéaire multiple dans la province du Houet (Burkina Faso). Il ressort de cette étude que les superficies emblavées pour le sorgho et le maïs ont augmentées, tandis que celles du mil ont baissées sur la période de l'étude. Les rendements annuels des trois céréales sèches ont aussi progressé. Les rendements ont évolué à un rythme moyen annuel qui reste inférieure à celui des surfaces cultivées. L'augmentation de la production annuelle du sorgho, maïs et mil est fortement liée à l'extension des surfaces emblavées dans la province du Houet. Aussi la variabilité de la production a été expliquée à plus de 80 % par les variables superficie, rendements et pluvirosité avec le modèle de régression linéaire multiple. La superficie et les rendements ont un effet positif alors que la pluvirosité présente un effet négatif sur la production. Cela pourrait s'expliquer par les phénomènes d'inondation. Au cours de l'élaboration de ce travail nous avons beaucoup appris sur la modélisation économétrique d'un problème réel. En effet, ça été une expérience pratique importante et nécessaire pour mettre en œuvre les études théoriques que nous avons apprises durant notre formation. Aussi ce stage nous a permis d'améliorer nos connaissances dans l'utilisation de certains logiciels d'analyse statistique et de géolocalisation.

L'enseignement tiré des variables d'évolution de la production céréalière, de la modélisation économétrique et des prévisions céréalières nous a permis de formuler quelques recommandations pour une dynamique de développement durable et bien adapté à la production céréalière au Burkina Faso et de lutte contre la pauvreté en milieu rural.

Par ailleurs, l'étude du thème au cours de ce stage, nous a permis de mieux connaître le système de fonctionnement de l'EPA, le secteur agricole burkinabè et ses enjeux. Pour notre formation, ce stage a été un tremplin pour nous de mettre en pratique les connaissances théoriques apprises au cours de notre formation en Licence de Statistiques-Informatique. Il serait souhaitable d'orienter les études sur la question spatio-temporelle et de fréquence de la pluvirosité.

## BIBLIOGRAPHIE

[1] BADINI Z., BROUTIN C. et KABORE C. 2010. Diagnostics et Pistes d'évolution des Systèmes Commerciaux de trois organisations des producteurs de la filière riz au Burkina Faso. Rapport d'étude. p. 48.

[2] B. BELEM, C. S. OLSEN, I. THEILADE, R. BELLEFONTAINE, S. GUINKO, A. Mette LYKKE, A. DIALLO et J. I. BOUSSIM. 2008. Identification des arbres hors forêts préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). Bois et forêts des tropiques, vol. 4, n°298 : 53-64.

[3] B. SARR, L. KAFANDO et S. ATTA. 2011. Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso. International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 5, n°4: 1659-1675.

[4] COUNTRYSTAT Burkina Faso. 2010. Analyse de la production agricole au Burkina Faso à partir de la base de données COUNTRYSTAT Burkina (1984 à 2009), n° 3, p. 1.

[5] DA D., HIEN Yacouba et YONKEU S. 2008. Unités morpho pédologiques et gestion de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso par les populations locales. International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 2, n° 3 : 306-315.

[6] DRABO Issa, BRICAS Nicolas, DUGUE Patrick, MARAUX Florent, TRAOURE Ouola, VOGNAN Gaspard. 2011. Les cultures vivrières pluviales en Afrique de l'Ouest et du Centre. Eléments d'analyse et propositions pour l'action. A SAVOIR. Vol. 06 : 67-88.

[7] D. BASILE et M. SOUMARE. 2004. Gestion spatiale de la diversité variétale en réponse à la diversité écosystémique : le cas du sorgho [Sorghum bicolor (L) Moench] au Mali. Cahiers Agricultures, n°13 : 480-487.

[8] INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie). 2008. Résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2006 du Burkina Faso. Ouagadougou, INSD 2008, p. 52.

[9] INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), 2009. Monographie de la région des Hauts-Bassins. Décembre 2009. 25 : 30.

[10] JAMINJ. Y., ANDRIESSE W., THOMBIANO. I. et WINDMEIJER P. N. 1993. Les recherches sur les bas-fonds en Afrique sub-saharienne. Priorités pour un consortium régional. Acte du 1er atelier annuel du consortium bas-fonds, p. 43.

[11] J. EGG et I. WADE. 2006. Bilan et perspectives des cultures vivrières dans les pays du Sahel. Cahiers Santé, vol.16, n°4 : 271-278.

[12] J. LECAILLON et C. MORRISSON. 1985. Politiques macroéconomiques et performances agricoles : Le cas du Burkina Faso (1960-1983), Centre de Développement de l'OCDE, Paris, p. 137.

[13] KABORE *et al.* 2015. Les facteurs Déterminants de la production de céréales sèches en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 11, n°1 : 214-230.

[14] MARHASA/DGESS. 2015. Rapport des résultats définitifs de l'enquête permanente agricole (EPA), Campagne agricole 2015/2016. p. 51.

[15] MA (Ministère de l'Agriculture). 2015. Méthode d'évaluation de la production céréalière et d'élaboration des bilans céréaliers. Méthodologie enquête permanente agricole de la Direction Générale de la Production Statistiques Agricole. Ouagadougou (BURKINA FASO) 2015. 1 :18.

[16] MED (Ministère de l'économie et du développement). Janvier 2004. Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté. Ouagadougou (BURKINA FASO) 2004. p. 139.

[17] OTCHOUMOU *et al.* 2012. Variabilité climatique et production de café et cacao en zone tropicale humide : cas de la région de Daoukro (Centre-est de la Côte d'Ivoire). International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 1, n°2. 194 : 215.

[18] OUEDRAOGO. 2012. Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, vol. 106, n°1. 3 : 21.

[19] PNSR (Programme National du Secteur Rural). 2011. Document synthétique élaboré dans le cadre des missions de présentation et d'information sur le PNSR du 20 au 23 décembre 2011 dans les régions du BURKINA FASO. 16 :25.

[20] P. N. ZOMBRE. 2006. Evolution de l'occupation des terres et localisation des sols nus du Burkina Faso, *Télédétection*, vol. 6, n° 4 : 285-297.

[21] P. ROUDIER. 2012. Climat et agriculture en Afrique de l'Ouest : Quantification de l'impact du changement climatique sur les rendements et évaluation de l'utilité des prévisions saisonnières. Thèse de Doctorat de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales de Paris, p. 189.

[22] RGA (Recensement Général de l'Agriculture). 2006. Rapport d'analyse du module pluvial. Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale, Ouagadougou, Burkina Faso, 2011 p. 223.

[23] RGPH (Recensement Général de la Population et de l'Habitation). 2006. Résultats préliminaires. Ouagadougou, Burkina Faso, Avril 2007, p. 30.

[24] R. BLEIN *et al.* 2008. Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde, p. 116.

[25] R. ZANGRE. 2008. Maïs, mil, sorgho : des cultures d'avenir ou les laissés pour compte de la crise ? Des impacts très divers. *Grain de sel*, n°43, p. 19.

[26] SANOU. 2012. Cours d'histoire-géographie sur le Burkina Faso. *Histoire de l'Agriculture du Burkina Faso*.

[27] SISSOKO *et al.* 2008. Prise en compte des savoirs paysans en matière de choix variétal dans un programme de sélection. *Cahiers Agricultures*, vol. 17, n°2 : 128-133.

## FICHE DE PROJET POUR CULTURE D'UN HA DE SORHO BLANC

### Itinéraire technique du sorgho blanc



**Figure 4 le sorgho en production dans une parcelle**

- 1) Variétés productives vulgarisés par la recherche : S 29, Wedzouré etc.
- 2) Types de sols convenables : Sols argilo – sableux, limono- sableux, à drainage facile.
- 3) Techniques de culture : Semis en ligne de 0, 80 m entre les lignes et 0, 40 m sur les lignes, 3 à 6 graines par poquet, quantités de semence nécessaire à l'hectare : 15 Kg
- 4) Démariage à 3 pieds par poquet
- 5) Fertilisation et lutte contre les insectes:
  - Fumure organique : 5 Tonnes à l'hectare (ha) de matière organique bien décomposée
  - Fumure minérale : NPK 150 Kg, en un seul épandage, Urée, 100 Kg en un seul épandage
  - Lutte contre les prédateurs : Soupoudrer au propocsure en cas d'attaque de cantharides

## FICHE DE PROJET POUR CULTURE D'UN HA DE SORGHO ROUGE

### Itinéraire technique sorgho rouge

- 1) Variétés productives locales ou sélectionnée par la recherche (Framida rouge etc.).
- 2) Types de sols convenables : Sols argilo – sableux, limono- sableux,
- 3) Techniques de culture : Semis en ligne de 0, 80 m entre les lignes et 0, 40 entre les lignes, quantités de semence nécessaire à l'hectare : 15 Kg
- 4) Fertilisation et lutte contre les insectes:

- Fumure organique : 5 Tonnes à l'hectare (ha) de matière organique bien décomposée
- Fumure minérale : NPK 100 Kg, en un seul épandage, Urée, 50 Kg en deux épandages
- Lutte contre les prédateurs : 2 épandages d'insecticides poudre (propocsure, etc. en cas d'attaque de chenilles ou de cantharides)

Quelques panicules de sorgho



**Figure 5 quelques panicules de sorgho**

[28] SP/CPSA (Secrétariat Permanent de la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles). 2008. Programme de Spécialisation Régionale du Centre-Nord. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydrauliques et des Ressources Halieutiques, Ouagadougou, Burkina Faso, p. 108.

## ANNEXES

### **Annexe 1 FICHES TECHNIQUES DES CULTURES**

#### FICHE DE PROJET POUR CULTURE D'UN HA DE MAÏS

##### Itinéraire Technique du maïs



**Figure 2 le maïs en production dans une parcelle**

- 1) Variétés productives vulgarisés par la recherche : SR 22, Jaune de Fô, Maomba etc.
- 2) Types de sols convenables : Sols argilo – sableux, argilo –limoneux, argileux riche en humus à drainage facile.
- 3) Techniques de culture : Semis en ligne de 0, 80 m entre les lignes et 0, 40 m sur les lignes, 2 à 3 graine par poquet, quantités de semence nécessaire à l'hectare : 12 Kg
- 4) Fertilisation et lutte contre les insectes:
  - Fumure organique : Tonnes à l'hectare (ha) : 5 Tonnes de matière organique bien décomposée
  - Fumure minérale : NPK 150 Kg, en un seul épandage, Urée, 100 Kg en deux épandages
  - Lutte contre les prédateurs : deux pulvérisations aux décis, 1 boite /ha

## FICHE DE PROJET POUR CULTURE D'UN HA DE MIL

### Itinéraire technique du mil



**Figure 3 le mil en production dans une parcelle**

- 1) Variétés productives vulgarisés par la recherche :
- 2) Types de sols convenables : Sols argilo – sableux, limono- sableux, à drainage facile.
- 3) Techniques de culture : Semis en ligne de 0, 80 m entre les lignes et 0, 40 m sur les lignes, 3 à 6 graines par poquet, quantités de semence nécessaire à l'hectare : 10 Kg
- 4) Démariage à 3 pieds par poquet
- 5) Fertilisation et lutte contre les insectes:
  - Fumure organique : Tonnes à l'hectare (ha): 5 Tonnes de matière organique bien décomposée
  - Fumure minérale : NPK 150 Kg, en un seul épandage, Urée, 100 Kg en un épandage
  - Lutte contre les prédateurs : Soupoudrer au propocsure en cas d'attaque de cantharides

## **Annexe 2 FICHES D'ENQUÊTE (grandes lignes)**

**CHAIER 1 : RECENSEMENT DES MEMBRES, PARCELLES, INTRANTS ET CHEPTEL DU MENAGE** (sept (07) sections)

**CHAIER 2 : MESURE DES SUPERFICIES, POSE ET PESEE DES CARRES DE RENDEMENT** (deux (02) sections)

**CAHIER 3 : EVALUATION DES SUPERFICIES EMBLAVEES EN FIN AOUT** (deux (02) sections)

**CAHIER 4 : ESTIMATION DES STOCKS PAYSANS ET PREVISION DES RECOLTES** (six (06) sections)

**CAHIER 5 : UTILISATION DE LA PRODUCTION DES CULTURES PLUVIALES ET AGRO-SYLVOPASTORALE DEPUIS LES RECOLTES PASSEES** (trois (03) sections)

**CAHIER 6 : SECURITE ALIMENTAIRE** (trois (03) sections)

**CAHIER 7 : SUIVI NUTRITIONNEL ET MESURE ANTHROPOMETRIQUES DES ENFANTS DE 0 A 59 MOIS** (deux (02) sections)

### Annexe 3 TABLEAUX D'ESTIMATION DES SPÉCULATIONS

Tableau d'estimation du maïs

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RENDEMENTS	61,58099	6,521075	9,443380	0,0000***
SUPERFICIE	1,993580	0,154212	12,92757	0,0000***
C	-120014,3	15948,64	-7,525049	0,0001***
R-squared	0,975988	Mean dependent var	140398,4	
Adjusted R-squared	<b>0,969127</b>	S.D. dependent var	39497,26	
S.E. of regression	6939,946	Akaike info criterion	20,77130	
Sum squared resid	3,37E+08	Schwarz criterion	20,86208	
Log likelihood	-100,8565	Hannan-Quinn criter.	20,67172	
F-statistic	<b>142,2586</b>	Durbin-Watson stat	2,782499	
Prob(F-statistic)	<b>0,000002</b>			

b\*\*\* très significatif au seuil de 5 %

b\*\* significatif au seuil de 5 %

b\* pas significatif au seuil de 5 %

## Tableau d'estimation du mil

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RENDEMENTS	16,08138	4,687658	3,430578	0,0110**
SUPERFICIE	1,088038	0,193084	5,635045	0,0008***
C	-16140,65	6382,940	-2,528718	0,0393**
R-squared	0,868289	Mean dependent var	24690,86	
Adjusted R-squared	<b>0,830657</b>	S.D. dependent var	6892,527	
S.E. of regression	2836,363	Akaike info criterion	18,98176	
Sum squared resid	56314699	Schwarz criterion	19,07253	
Log likelihood	-91,90879	Hannan-Quinn criter.	18,88218	
F-statistic	<b>23,07332</b>	Durbin-Watson stat	2,222948	
Prob(F-statistic)	<b>0,000829</b>			

b\*\*\* très significatif au seuil de 5 %

b\*\* significatif au seuil de 5 %

b\* pas significatif au seuil de 5 %

Tableau d'estimation du sorgho

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SUPERFICIE	1,008776	0,165594	6,091850	0,0005***
RENDEMENTS	49,64673	16,59610	2,991469	0,0202**
C	-44483,67	28813,41	-1,543853	0,1665*
<hr/>				
R-squared	0,886760	Mean dependent var	77898,94	
Adjusted R-squared	<b>0,854406</b>	S.D. dependent var	6377,266	
S.E. of regression	2433,357	Akaike info criterion	18,67526	
Sum squared resid	41448577	Schwarz criterion	18,76603	
Log likelihood	-90,37628	Hannan-Quinn criter.	18,57568	
F-statistic	<b>27,40794</b>	Durbin-Watson stat	1,659117	
Prob(F-statistic)	<b>0,000489</b>			
<hr/>				

b\*\*\* très significatif au seuil de 5 %

b\*\* significatif au seuil de 5 %

b\* pas significatif au seuil de 5 %