HAL open science

# Politiques Agricoles et Productivité de l'Agriculture au Mali

Boukary Kassogué

**To cite this version:**

Boukary Kassogué. Politiques Agricoles et Productivité de l'Agriculture au Mali. Economies et finances. Université des Sciences Juridiques et Politiques de Bamako, 2020. Français. ⟨NNT : ⟩. ⟨tel-03131856⟩

**HAL Id: tel-03131856**

**https://auf.hal.science/tel-03131856v1**

Submitted on 4 Feb 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Autorisation HAL

HAL Authorization

**École doctorale de l'Institut Pédagogique Universitaire (IPU) Ex-ISFRA de l'Université des Sciences Juridiques et Politiques de Bamako**

**Thèse de doctorat** présentée par

**KASSOGUÉ Boukary**

**Soutenue publiquement le 08/08/2020**

Pour obtenir le grade de : **DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DU MALI**

**Sciences Économiques**

**Thème :**

# *Politiques Agricoles et Productivité de l'Agriculture au Mali*

**Jury**

**Président du jury :**

**M. Abdrahamane SANOGO,** Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)-Mali

**Directeur de Thèse :**

**M. Issa SACKO**, Professeur Titulaire à la faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Université des sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)-Mali

**Codirecteur :**

**M. Amadou NDIAYE**, Maitre de conférences, UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires (UFR S2ATA) Université Gaston Berger de Saint-Louis-Sénégal

**Rapporteurs :**

**1-M. Mamadou Abdoulaye KONTÉ,** Maitre de conférences agrégé du CAMES, UFR de Sciences Économiques et de Gestion, Section: Sciences Économiques, Université Gaston Berger de Saint-Louis-Sénégal

**2-Dr. Bouréma KONÉ,** Chef de programme ECOFIL/IER de Bamako-Mali

**Année académique 2019-2020**

# Dédicace

Je dédie cette thèse à mon père Mèba Kassogué et à ma mère Diombo Kassogué. Que Dieu, le Tout-Puissant leur accorde à présent santé, bonheur, prospérité et longévité. Ainsi, qu'à ma famille, qu'elle trouve ici, les expressions d'une profonde période d'absence entre les lignes de cette thèse.

# Remerciement

Diverses personnes ont contribué à différents degrés, à bien mener ce travail de thèse exaltant et à la fois épineux. Ce fut un long parcours académique solitaire avec ses hauts et ses bas. Tout d'abord, je remercie Dieu, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la bonne foi, la détermination et la chance d'y parvenir à ce jour dans l'accomplissement de ce travail scientifique.

Cependant, j'exprime ma gratitude totale à mon directeur de thèse, Issa Sacko, Professeur à la Faculté des Sciences Économiques et de Gestion(FSEG) de Bamako qui a accepté de consacrer son précieux temps pour diriger les travaux de la présente thèse. Il fut également le directeur principal de mes travaux de maitrise en économie dans le passé. Nos échanges ont été très fructueux. Pr Sacko, a apporté des commentaires éclairés, des conseils judicieux et à manifester une entière disponibilité à l'achèvement de cette thèse. Ses encouragements ont été considérables pour mener à bien cette thèse. Je vous dis merci, Professeur, pour votre générosité permanente et soutien inestimables par la qualité de vos interventions scientifiques, rigoureuses, pertinentes et anticipées sur la qualité de mes résultats de recherche. Je remercie aussi toute sa famille pour m'avoir accepté comme un de leur, en particulier, à Madame Sacko et à madame Sissoko Mariam Sacko pour leurs bénédictions et encouragements.

Je suis aussi particulièrement reconnaissant à monsieur Amadou Ndiaye, Maitre de Conférences à l'Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis au Sénégal. Pr Ndiaye, codirecteur de cette thèse, fut le principal directeur de mes travaux de master2 sur les politiques agricoles. J'ai très rapidement approuvé de manière exceptionnelle, la qualité scientifique et administrative du Pr Ndiaye à l'égard de mes travaux sur la question des politiques agricoles dès le début de notre rencontre académique. Il n'a ménagé aucun effort pour m'aider et encourager lorsque je traversais les périodes difficiles qui ébranlent le parcours d'un étudiant et surtout en thèse. Pour toutes ses raisons, je tiens à lui faire part ma reconnaissance en toute fidélité.

Je tiens aussi à remercier le président du jury Pr Abdrahamane Sanogo, le suffragant Lansina Sidibé et les rapporteurs, Pr Mamadou Abdoulaye Konté et Dr Bouréma Koné qui ont fait irréprochablement preuve de scientificité dans leurs observations et recommandations respectives. Vous compterez parmi les très rares lecteurs de la version intégrale de cette thèse. La gratitude d'un auteur ne peut qu'en être océanique, merci à toute et à tous.

De nombreuses personnes ont accepté de m'accompagner dans ce vaste sentier si difficile et leur soutien a eu une valeur de réconfort. À cet effet, je tiens à remercier sincèrement ma famille, pour son soutien et sa patience inestimable. Il y a lieu de demander pardon en ce temps précis pour tout le désagrément que j'ai pu vous causer par suite de mon perpétuel éloignement de notre foyer.

Mes reconnaissances vont à l'endroit du projet de formation agricole pour la sécurité alimentaire au Mali (FASAM) pour avoir subventionné en partie cette recherche à l'Université Laval. C'est le lieu pour moi de témoigner mes vifs remerciements. J'exprime ma gratitude à toute l'Université Laval (ULaval) du Québec au Canada, à la faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation FSAA et en particulier aux professeurs de doctorat en agroéconomie et en économie pour la qualité des cours magistraux mis à notre profit.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de mes collègues enseignants-chercheurs de l'institut polytechnique rural de formation et recherche appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou . En particulier, au Pr Mahamadou Famanta, ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique du Mali, ex-Directeur Général de l'IPR/IFRA. Merci au Directeur Général actuel de l'IPR/IFRA Pr Soumano Lassine d'avoir facilité les démarches administratives et le financement partiel de cette thèse. Je remercie également tous mes collègues de mon département d'étude et de recherche (DER) en sciences économiques et sociales qui m'ont encouragé par des conseils. En particulier, je tiens à remercier Kadiatou Mallé, Kouloumégué Demblé, Youssouf Bolozogola, Brahima Samaké, Jacob Coulibaly, Kardigué Dembelé et aussi Abdou Mallé (SENSUP) et Doumbia (SG-IPR). Qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements pour l'attention particulière accordée aux travaux de ma thèse.

J'exprime mes reconnaissances à Balla Diarra ex-directeur intérimaire de l'ISFRA et actuel recteur de l'USSGB, au Pr Brahima Tounkara, DG actuel de l'ISFRA, à Camara et à tout le personnel de l'institut supérieur de formation et recherche appliquée (ISFRA) pour la collaboration et l'esprit de compréhension qui a régné entre nous pendant ses longues années.

Mes remerciements vont aussi à tous (tes) les chercheurs (ses) enseignants (tes) que j'ai rencontrés au cours de ce travail en passant par l'université de Ouagadougou au Pr Kimesinga Savadogo, au Bénin au Pr Laurent Ouloukoi de l'université Abomey Calavi, au Pr feu Benjamin Dong de l'université Gaston Berger (UGB) du Sénégal.

Merci à Sun Ling Wang, Ph. D. et à Heisey Paul de l'équipe de usagri chercheur (se) en économie agricole au service des États-Unis au département d'économie agricole pour les éclaircissements concernant les aspects techniques et scientifiques sur le traitement de l'indice de productivité totale des facteurs.

Mes reconnaissances vont à l'endroit du réseau Essonne (France) et les cercles de Diéma, Douentza et Nioro du Sahel (EDDN-Mali) et en particulier à Monsieur Aly Badara Sylla coordinateur du réseau EDDN Mali et à Monsieur Nouhoum M'Babi Dicko dit Samba chargée d'appui technique à la coordination du réseau EDDN Mali pour de nombreux soutiens, aux services bureautiques, en communication (connexion internet) et d'encouragement. Merci, à monsieur Nouhoum M'Babi Dicko dit Samba d'avoir fait quelquefois tache d'huile dans la correction de mes travaux de recherche.

Toutes mes reconnaissances à tous (tes) les boursiers (ères) du projet FASAM et en particulier à Alani Satao étudiant au programme de maitrise en agroéconomie, à Souleymane Dao étudiant au programme de maitrise en Génie agroalimentaire tous à l'Université Laval de m'avoir soutenu au traitement de mes données sous le logiciel R et R studio. À tous mes collègues doctorants et docteurs, je tiens à témoigner mes reconnaissances et mes amitiés. En particulier, je pense à Paul Oula, Modibo Magassa, Ousmane Z Traoré, Eli Savadogo, Mamadou Moustapha Diarra, Lamine NDaw, Sidiki Mallé, Maimouna Yattra, Pascal Tabiemo Guillaume Kassogué, Yacouba Sangaré. Merci à Sory Dolo et Dr Amadou Bamba […] de m'avoir soutenu dans mes travaux de régression. Je pense, en ce moment précis à Moussa Guindo (économiste nutritionniste-agent technique AMO B), à Jennifer Brodeur (administratrice comptable ULaval-FASAM), à ma meilleure amie Nadine Gonsalese (Marseille-France), à la Famille de Jean-Louis et Nadine (Bézier-France), à Stéfania Bertonanti et Tony (Como- Italie), à Frederic Bary (Belgique-France), Andy Line (NewYork-city), Jacques Humbert (Neuchâtel- Suisse), à la famille de Golou David Kassogué (Sikasso) et à mes nombreux tontons Douro Étienne Kassogué, Bogoum Kassogué (maire) et à Modibo Kadjoké (ancien ministre et président du parti politique national APM-Maliko) et à mon oncle Salif Kassogué (Paris).

À mes nombreux complices : Ambogon Kassogué, Nouhoum Traoré, Salimata Sidibé, Dogoni, Issiaka Cissé, Marcel Dembelé, Seydou Sidibé (Global impression-campus Badala), Souleymane Kassogué, Moussa Kanambaye, Amineta Kassogué, Madame Théra, Mariam Rhissa, Mariam Dembelé, Audrey Auclair, Nouh Toumouté, Ali Dolo, j'en passe la liste est infinie… Je remercie spécialement mes parents et amis

qui ont su m'encourager à leur façon tout au long de mes études, leurs soutiens dans les moments les plus difficiles, mais aussi pour m'avoir laissé de suivre ma voie.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux et celles qui ont cru en moi. Que ceux que j'ai omis me pardonnent… ! À toutes et à tous mes reconnaissances.

***« L'l'Institut Universitaire Pédagogique (IUP) Ex-Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA) de Bamako n'entend ni approuver ni désapprouver les opinions émises dans cette thèse. Celles-ci sont imputables à son auteur ».***

**Sommaire**

DÉDICACE ..... I
REMERCIEMENT ..... II
SOMMAIRE ..... VII
LISTE DES GRAPHIQUES ..... X
LISTE DES COURBES ..... XI
LISTE DES HISTOGRAMMES ..... XII
LISTE DES TABLEAUX ..... XIV
SCHÉMAS ..... XVI
SIGLES ET ABRÉVIATIONS ..... XVII
AVANT-PROPOS ..... XXI
RÉSUMÉ ..... XXIV
ABSTRACT ..... XXVI
INTRODUCTION ..... 1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE DE PRODUCTIVITÉ ET DES POLITIQUES AGRICOLES MALIENNES ..... 7
SECTION 1 ANALYSE DU SECTEUR AGRICOLE MALIEN ..... 7
**1 PRÉSENTATION PHYSIQUE** ..... 7
***1.1 Analyse des secteurs de production agricole*** ..... 10
SECTION 2 LES POLITIQUES AGRICOLES ..... 26
***1.1.2 État de la politique agricole au Mali*** ..... 26
CHAPITRE 2 CADRE THÉORIQUE DES POLITIQUES ET DE LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE ..... 55
SECTION 1 LES THÉORIES SUR LA POLITIQUE ET LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE ..... 55
**2.1 DÉFINITIONS ET THÉORIES ÉCONOMIQUES DE LA PRODUCTIVITÉ** ..... 55
***2.1.1 Définitions de la productivité*** ..... 55
***2.1.2 Les contours du concept de la productivité*** ..... 58
***2.1.3 Approches théoriques de la productivité agricole*** ..... 62
***2.1.4 Les principaux facteurs qui favorisent la productivité agricole*** ..... 67
***2.1.5 Les facteurs qui limitent la productivité agricole*** ..... 67
***2.1.6 Définitions et théories sur les politiques agricoles*** ..... 70
***2.1.7 Les déterminants de la productivité agricole*** ..... 78
SECTION 2 LES TRAVAUX EMPIRIQUES SUR LA POLITIQUE ET LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE ..... 82
**2.1 LES TRAVAUX EMPIRIQUES SUR LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE** ..... 82
***2.2 Mesure de la productivité agricole*** ..... 95
***2.2.1.3 Spécification du modèle de mesure de la productivité totale des facteurs*** ..... 103

*2.2.3 Spécification du modèle d'analyse des politiques agricoles* ..... 118
CHAPITRE 3 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE ..... 125
SECTION 1 MODÈLE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS PAR L'APPROCHE D'INDICE DE MALMQUIST ..... 125
**3.1 PRÉSENTATION DES MODÈLES** ..... 128
**3.1.1 SPÉCIFICATION DES MODÈLES UTILISÉS** ..... 128
*3.1.1.1 Le modèle selon l'indice de Sten Malmquist* ..... 128
*3.1.2 Présentation des variables du modèle* ..... 149
*3.1.3 Méthodologie* ..... 151
SECTION 2 MODÈLE DES POLITIQUES AGRICOLES PAR L'APPROCHE DES INVESTISSEMENTS PUBLICS AGRICOLES ..... 153
*3.2.7.7 Modèles économétriques* ..... 172
CHAPITRE 4 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ..... 174
SECTION1 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS ..... 174
4.1 RÉSULTATS : PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS DES RÉGIONS OUEST-AFRICAINES ..... 178
4.1.2 MESURES DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ORIENTÉES OUPUT : UNE APPLICATION DE LA MÉTHODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) ..... 183
4.1.2.1 L'INDICE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ET SES DEUX COMPOSANTES ..... 183
4.1.2.2 CHANGEMENT D'EFFICACITÉ OUTPUT/INPUT ..... 184
4.1.3 RÉSULTAT DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE AGRICOLE PAR PAYS . 185
**4.1.3.1 BENIN AGRICULTURAL TOTAL PRODUCTIVITY ANALYSIS** ..... 186
**4.1.3.1.1 L'INDICE DE MALMQUIST ET SES DEUX COMPOSANTES DU BÉNIN** ..... 188
**4.1.3.1.2 MESURE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE UNE APPLICATION DE LA MÉTHODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) DU BÉNIN** ..... 189
*4.1.3.1.2.1 L'indice de l'efficacité technique et ses deux composantes du Bénin* ..... 189
*4.1.3.1.2.2 Changement de la productivité totale des facteurs du Bénin* ..... 190
**4.1.3.2 ANALYSE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DU BURKINA FASO** ..... 190
*4.1.3.2.1 L'indice de Malmquist et ses deux composantes* ..... 193
*4.1.3.2.2 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 193
**4.1.3.3 ANALYSE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DE LA CÔTE-D'IVOIRE** ..... 194
*4.1.3.3.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 198
**4.1.3.4 RÉSULTAT PRODUCTIVITÉ TOTALE AGRICOLE MALIENNE** ..... 199

*4.1.3.4.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Mali* ..... 202
**4.1.3.5 ANALYSE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS DU NIGERIA** ..... 204
*4.1.3.5.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Nigeria* ..... 207
**4.1.3.6 RÉSULTAT DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS DU SÉNÉGAL** ..... 208
*4.1.3.6.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 211
**4.1.3.7 RÉSULTAT DE LA PRODUCTIVITÉ TOTAL DU TOGO** ..... 212
*4.1.3.7.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 215
4.3.8 ANALYSE COMPARATIVE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES RÉGIONS DE NOTRE ÉCHANTILLON ..... 217
4.3.8.1 INTERPRÉTATION DES ESTIMATIONS DE LA FONCTION DE DISTANCE DE SEPHARD ..... 219
**4.3.8.1.2 HYPOTHÈSE DES RENDEMENTS D'ÉCHELLE CONSTANTS (CRS)** ..... 219
*4.3.8.1.2 Rendement d'échelle constant orienté output de la région* ..... 220
*4.3.8.4 Rendement d'échelle constant orienté output du Burkina Faso* ..... 223
*4.3.8.5 Rendement d'échelle constant orienté output de la Côte D'Ivoire* ..... 224
*4.3.8.6 Rendement d'échelle constant orienté output du Mali* ..... 225
*4.3.8.7 Rendement d'échelle constant orienté output du Nigeria* ..... 225
*4.3.8.8 Rendement d'échelle constant orienté output du Sénégal* ..... 226
*4.3.8.9 Rendement d'échelle constant orienté output du Togo* ..... 226
**4.3.8.10 HYPOTHÈSE DE RENDEMENTS D'ÉCHELLE VARIABLES (VRS)** ..... 228
*4.3.8.11 Estimations de la fonction de distance de Sephard (VRS) de la région* ..... 228
SECTION 2 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES MODÈLES ..... 234
CONCLUSION GÉNÉRALE ..... 252
PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS ..... 260
BIBLIOGRAPHIE ..... XXIV
ANNEXES ..... XXXV
TABLE DES MATIÈRES ..... CI

## Liste des graphiques

Graphique 1 Taux de variation de la température.....44
Graphique 2 Efficacité de production à la frontière.....109
Graphique 3 Indice de productivité de Malmquist orienté output .....132
Graphique 4 détermination de la frontière d'efficacité technique selon Farrell .....137
Graphique 5 Impact de l'économie et de la déséconomie d'échelle sur les mesures de l'efficacité technique de Farrell .....138
Graphique 6 Mesures des performances .....141
Graphique 7 Comparaison des différentes méthodes d'évaluation.....147
Graphique 8 Malmquist productivity index results max.....181
Graphique 9 Malmquist et ses composantes .....182
Graphique 10 Malmquist max du Bénin .....188
Graphique 11 les composantes d'efficacité technique.....194
Graphique 12 Malmquist productivity index results (summary) Max.....197
Graphique 13 Malmquist productivity index results (summary) Max.....201
Graphique 14 Malmquist productivity index results (summary).....206
Graphique 15 Malmquist productivity index results (summary).....210
Graphique 16 Malmquist productivity index results (summary) Max.....210
Graphique 17 l'indice de Malmquist et ses deux composantes .....219
Graphique 18Taux de variation de la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar).....248
Graphique 19 fonctions de réponses impulsionnelles.....249
Graphique 20 taux de variation de la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar) .....xlix
Graphique 21 avant l'adoption des politiques agricoles .....l
Graphique 22 après l'adoption des politiques agricoles .....l

## Liste des courbes

**Courbe 1 Malmquist productivity index results (summary) Max** ..... 214
**Courbe 2 Estimation de la fonction de distance Sephard de la région d'Afrique** ..... 222
**Courbe 3 (CRS) estimation de la fonction de distance Sephard du Bénin** ..... 223
**Courbe 4 (CRS) estimation de la fonction de distance Sephard du Burkina Faso** ..... 224
**Courbe 5 Estimation de la fonction de distance Sephard de la Côte d'Ivoire** ..... 224
**Courbe 6 CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Mali** ..... 225
**Courbe 7 des estimations de la fonction de distance de Sephard du Nigeria** ..... 225
**Courbe 8 CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Sénégal** ..... 226
**Courbe 9 CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Togo** ..... 227
**Courbe 10 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard de la région** .... 229
**Courbe 11 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Bénin** ..... 230
**Courbe 12 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Burkina Faso** ..... 230
**Courbe 13 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard de la Côte d'Ivoire** ..... 231
**Courbe 14 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Mali** ..... 231
**Courbe 15 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Nigeria** ..... 232
**Courbe 16 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Togo** ..... 233

## Liste des histogrammes

**Histogramme 1 Part du budget agricole sur le budget d'État** ..... 49
**Histogramme 2 Malmquist productivity index results (summary) west Africa** ..... 180
**Histogramme 3 productivité moyenne de Sten Mamquist** ..... 182
**Histogramme 4 Les deux composantes de l'efficacité technique orientée output** ..... 184
**Histogramme 5 Changements des outputs et des inputs** ..... 184
**Histogramme 6 Malmquist productivity index results (summary) du Benin** ..... 187
**Histogramme 7 productivité moyenne de Malmquist** ..... 188
**Histogramme 8 Malmquist et ses deux composantes** ..... 189
**Histogramme 9 Les composantes d'efficacité technique** ..... 189
**Histogramme 10 Changements des inputs et des outputs** ..... 190
**Histogramme 11 Malmquist productivity index results (summary)** ..... 192
**Histogramme 12 Malmquist productivity index results (summary) max-mini** ..... 192
**Histogramme 13 Productivité moyenne de Malmquist** ..... 193
**Histogramme 14 Malmquist et ses deux composantes** ..... 193
**Histogramme 15 Changement des inputs et des outputs** ..... 194
**Histogramme 16 Malmquist productivity index results (summary):** ..... 196
**Histogramme 17 Productivité moyenne de Malmquist** ..... 197
**Histogramme 18 Malmquist et ses composantes 18** ..... 197
**Histogramme 19 Les composantes d'efficacité technique** ..... 198
**Histogramme 20 Changements des inputs et des outputs** ..... 199
**Histogramme 21 Malmquist productivity index results (summary)** ..... 201
**Histogramme 22 Productivité moyenne de Malmquist** ..... 202
**Histogramme 23 Malmquist et ses composantes** ..... 202
**Histogramme 24 Productivité moyenne des composantes d'efficacité techniques** ..... 203
**Histogramme 25 Changements des inputs et des outputs** ..... 204
**Histogramme 26 Malmquist productivity index results (summary):** ..... 206
**Histogramme 27 Productivité moyenne de Malmquist** ..... 207
**Histogramme 28 Malmquist et ses composantes** ..... 207
**Histogramme 29 Les composantes d'efficacité technique** ..... 208
**Histogramme 30 Changements des inputs et des outputs** ..... 208
**Histogramme 31 Productivité moyenne de Malmquist** ..... 210
**Histogramme 32 Malmquist et ses composantes** ..... 211
**Histogramme 33 Les composantes d'efficacité technique** ..... 212
**Histogramme 34 Changement des inputs et des outputs** ..... 212
**Histogramme 35 Malmquist productivity index results (summary):** ..... 214
**Histogramme 36 Productivité moyenne de Malmquist** ..... 215
**Histogramme 37 Malmquist et ses composantes** ..... 215
**Histogramme 38 Les composantes d'efficacité technique** ..... 216
**Histogramme 39 Changement des inputs et des outputs** ..... 216
**Histogramme 40 Indice de Malmquist de la productivité totale des facteurs** ..... 218
**Histogramme 41 DEA de l'efficacité technique et ses deux composantes** ..... 219
**Histogramme 42 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Sénégal** ..... 232
**Histogramme 43 avant, pendant et après les politiques agricoles** ..... li

## Liste des tableaux

Tableau 1 Potentialités agricoles ..... 9
Tableau 2 Prédominance de la production céréalière 1984-2015 ..... 11
Tableau 3 Disponibilité alimentaire du Mali en tonne ..... 13
Tableau 4 Taux de variation de la production de la canne à sucre ..... 14
Tableau 5 Capacité d'égrenage des industries de transformation cotonnière malienne ..... 15
Tableau 6 Taux d'accroissement de la production des tubercules et racines ..... 16
Tableau 7 Taux de variation de la production des fruits et légumineuses ..... 17
Tableau 8 Production sylvicole et régénération forestière ..... 19
Tableau 9 Taux d'accroissement de la production animale ..... 20
Tableau 10 Besoins alimentaires en poisson en kg/bht/an ..... 21
Tableau 11 total des industries agroalimentaires nationales ..... 22
Tableau 12 Consommation des intrants de 2005 -2015 ..... 23
Tableau 13 Équipements agricoles ..... 24
Tableau 14 Indices des prix aux producteurs et aux consommateurs ..... 39
Tableau 15 Crédit Agricole ..... 40
Tableau 16 Accroissement global de la production de l'ensemble du secteur agricole ..... 48
Tableau 17 Composition détaillée des dépenses spécifiques vers l'agriculture et l'alimentation ..... 50
Tableau 18 Présentation des variables ..... 164
Tableau 19 Présentation des variables ..... 171
Tableau 20 Indice de productivité totale de Malmquist et ses composantes ..... 176
Tableau 21 Shephard distance function estimates (summary) west Africa ..... 178
Tableau 22 Malmquist productivity index results (summary) west Africa ..... 179
Tableau 23 Représentation simplifiée de Malmquist productivity index results (summary) west Africa ..... 180
Tableau 24 Indice de Malmquist et ses deux composantes ..... 181
Tableau 25 Shephard distance function estimates (summary) du Bénin ..... 186
Tableau 26 Malmquist productivity index results (summary) du Benin ..... 186
Tableau 27 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Bénin ..... 187
Tableau 28 Shephard distance function estimates (summary) du Burkina Faso ..... 190
Tableau 29 Malmquist productivity index results (summary)du Burkina Faso ..... 191
Tableau 30 Représentation simplifiée Malmquist productivity (summary)du Burkina Faso 191
Tableau 31 Shephard distance function estimates (summary) de la Côte D'Ivoire ..... 194

Tableau 32 Malmquist productivity index results (summary) de la Côte D'Ivoire ..... 195
Tableau 33 Représentions simplifiée Malmquist productivity index results (summary) de la Côte D'Ivoire ..... 196
Tableau 34 Shephard distance function estimates (summary) du Mali ..... 199
Tableau 35 Malmquist productivity index results (summary) du Mali ..... 200
Tableau 36 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Mali ..... 200
Tableau 37 Shephard distance function estimates (summary) du Nigeria ..... 204
Tableau 38 Malmquist productivity index results (summary) du Nigeria..... 205
Tableau 39 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Nigeria ..... 205
Tableau 40 Shephard distance function estimates (summary)du Sénégal ..... 208
Tableau 41 Malmquist productivity index results (summary) du Sénégal ..... 209
Tableau 42 Représentation simplifier Malmquist productivity index results (summary) du Sénégal ..... 210
Tableau 43 Shephard distance function estimates (summary) du Togo ..... 212
Tableau 44 Malmquist productivity index results (summary)du Togo ..... 213
Tableau 45 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Togo ..... 214
Tableau 46 Analyse de la productivité totale de quelques pays ouest-africains..... 218
Tableau 47 Efficacité productive des pays selon la tendance économique ..... 227
Tableau 48 Étude de la stationnarité à niveau des variables avec le test de ADF ..... 236
Tableau 49 la stationnarité en différence première des variables avec le test ADF ..... 236
Tableau 50 Détermination du nombre de retards ..... 237
Tableau 51 test ARDL Bounds..... 238
Tableau 52 Résultats d'estimation du modèle ARDL(4 4 4 1 1 2) ..... 239
Tableau 53 Élasticité à court et long terme des investissements publics agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole. ..... 242
Tableau 54 estimations du modèle VAR(4) ..... 246
Tableau 55 Test de causalité..... 247
Annexe 3 tableau 56 Valeur des élasticités sur le type de bien auquel on a affaire ..... xxxv
Annexe 4 tableau 57 les mesures simples de la productivité.....xxxvi
Tableau 58 Taux de variation de lnvaar et élasticités des dépenses publiques agricoles ..... xlix

**Schémas**

Schéma 1 Mécanisme international aux politiques et institutions nationales.....46
Schéma 2 Décomposition de la productivité totale des facteurs.....136
Schéma 3 Classification des modèles DEA selon CCR.....143
Schéma 4 Pilier des politiques et productivité agricoles .....260

# Sigles et abréviations

ACCROIS : Accroissement
AED : Analyse D'enveloppement des Données
BATEXI-CI : Bakary Textile Commerce et Industrie
BCC : Banker Charnes Cooper
BIT : Bureau International du Travail
BM : Banque Mondiale
BNDA : Banque Nationale de Développement agricole
C : Consommation
CBMT : Cadre Budgétaire à Moyen Terme
CCR : Charnes Cooper Rhodes
CEDEAO : Communauté Économique des États de l'Afrique l'Ouest
CEMAC : Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale
CI : Consommation Intermédiaire
CMDT : Compagnie Malienne de Développement Textile
COMATEX : Compagnie Malienne de Textile
CPS : Cellule de Planification Statistique
CRS : Rendement d'Échelle Constant
CSCRP : Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté
CVECA : Caisse Villageoise d'Épargne et de Crédit Agricole
DAP : Diamoniac de Phosphate
DEA : Data Enveloppement Analysis
DMU : Decision Making Unit
DNGR : Direction Nationale du Génie Rural
DNHE : Direction Nationale de l'hydraulique et l'Énergie
DNSI : Direction Nationale de la Statistique de l'Informatique
ECOWAP : West Africa Regional Agricultural Policy
EDDN : Essonne & Diéma Douentza Nioro du Sahel
EFFCH : Changement d'Efficacité
FAO : Food and Agricultural organization
FASAM : Formation Agricole pour la Sécurité Alimentaire au Mali
FCFA : Franc de la communauté financière africaine
FDH : Free Disposal Hull

FMI : Fond Monétaire International
FODESA : Fonds de Développement en Zones Saheliennes
G : Dépense Gouvernementale
GATT : General Agreement on Tariffs and Trade
GMM : Méthode des Moments Généralisés
Ha : Hectare
I : Investissement
IBTECH : Changement Technologique Biaisé en Entré
INSAT : Institut National de Statistique
IPC : Indice des Prix au Consommateur
IPP : Indices des Prix au Producteur
IPR/IFRA : Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée
ISFRA : Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée
K : Capital
KG/hbt/an : Kilogramme par habitant par an
Km : Kilomètre
L : Travail
LOA : Loi d'Orientation agricole
MALM : Malmquis
MAX : Maximum
MCO : Moindre Carré Ordinaire
MCOC : Moindre Carrée Ordinaire Corrigé
MCS : Matrice de Comptabilité Sociale
MEGC : Modèle d'Équilibre Général Calculable
MINI : Minimum
NB : Nota Bene
NEPAD : Nouveau Partenariat de l'Union africaine pour le développement de l'Afrique
NPK : Nitrate Phosphate
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économiques
ODHD : Observatoire du Développement Humain Durable
OMC : Organisation Mondiale du Commerce
OMD : Objectif pour le Développent du Millénaire
ONG : Organisation Non Gouvernementale

| | |
|---|---|
| OP | : Organisation Paysanne |
| OPA | : Organisation des Producteurs Agricoles |
| P.Q | : Prix Quantité |
| PAC | : Politique agricole Commune |
| PADER | : Projet d'Appui au Développement Rural |
| PAPIM | : Périmètre Irrigué de Maninkoura |
| PAS | : Politique d'Ajustement Structurelle |
| PASDR | : Plan Approche Sectorielle du Développement Rural |
| PATF | : Productivité agricole totale des facteurs |
| PAU | : Politique agricole |
| PDA | : Politique de Développement agricole |
| PDDAA | : Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture Africaine |
| PDES | : Programme de Développement Économique et Social |
| PDIAM | : Projet de Développement Intégré Aval Manantali |
| PDRIK | : Projet de Développement Intégré de la Région de Kita |
| PED | : Pays en Voie de Développement |
| PH. D | : Doctorat of Philosophie |
| PIB | : Produit Intérieur Brut |
| PND | : Plan National de Développement |
| PNIP-SA | : Plan National d'Investissement Prioritaire du Secteur agricole |
| PNIR | : Programme National d'Infrastructure Rurale |
| PNISA | : Plan National d'Investissement dans le Secteur agricole |
| PPA | : Parité de Pouvoir d'Achat |
| PS/SDR | : Politique Sectorielle/ Schéma du Développement Rural |
| PTF | : Productivité Totale des Facteurs |
| PTFP | : Productivité Totale des Facteurs de Production |
| Rdt | : Rendement |
| RGA | : Recensement Général Agricole |
| RM | : République du Mali |
| SDDDA | : Schéma Directeur Du Développement agricole |
| SFD | : Système financier Décentralisé |
| SPAAA | : Suivi des Politique Agricole Alimentaire en Afrique |
| T | : Tonne |
| T | : Terre |

| | |
|---|---|
| TIC | : Technologies de l'Informatique et de la Communication |
| UE | : Union Européenne |
| UEMOA | : Union Économique et Monétaire Ouest Africaine |
| UGB | : Université Gaston Berger |
| USA | : États Unis |
| USAGRI | : Unit State agricultural |
| USJPB | : Université des Sciences Juridiques et Politiques de Bamako |
| VA | : Valeur Ajoutée |
| VAAR | : Valeur ajoutée agricole Réelle |
| VRS | : Rendement d'Échelle Variable |
| X-M | : Exportation -Importation |

# AVANT-PROPOS

La présente thèse analyse premièrement les facteurs de la productivité totale de l'agriculture du Mali et de 6 pays de la région Ouest-africaine. Deuxièmement, elle évalue l'incidence de la composition des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle (VAAR) du Mali. Pour y parvenir à cet exercice, nous avions privilégié la programmation linéaire et 2 modèles économétriques. La programmation linéaire examine les sources de croissance de la productivité agricole à partir de l'approche non paramétrique de l'indice de Sten Malmquist de la productivité par la méthode Data Enveloppement Analysis (DEA) et par l'estimation de la fonction de distance de Sephard à la frontière de production. La programmation a été axée essentiellement sur 3 secteurs agricoles, sur le coton, le riz et le mil pour des raisons de la spécificité de production, des échanges et de leur poids dans l'économie agricole des pays de l'Afrique de l'ouest. Les régressions ont permis d'évaluer l'incidence des politiques agricoles en général et des dépenses publiques agricoles en particulier sur la valeur ajoutée agricole réelle (VAAR) du Mali à partir du modèle Vector autorégression (VAR) et du modèle autorégressif à retards échelonnés ou distribués (ARDL). Ainsi, les résultats de la programmation linéaire des régions d'Afrique montrent que l'indice de Malmquist a atteint une croissance agricole de 1,9291 majoritairement soutenus par l'efficacité technologie de 1,9283 et 1,0004 d'efficacité technique. Concernant le Mali, le résultat révèle que l'indice de malmquist est de 2,4912 supérieurs à celui (1,9291) de l'Afrique est due essentiellement par l'efficacité technologique (2,4912) que technique (1). Plus loin, la décomposition de cet indice en efficacité technique a permis de constater une inefficacité pure de 0,9999 et une inefficacité d'échelle de 1,0000 par une unité décisionnelle inefficace au seuil de 76,663 à la suite d'une mauvaise combinaison des facteurs de production. Par unité décisionnelle, on constate une inefficience en rendement d'échelle constant (CRS) en période t (c000o : 0,9919) et une inefficience en période t+1 (c111o : 0,9917) en rendement d'échelle variable (VRS) au voisinage de la frontière de production pour la région des 6 pays d'Afrique. S'agissant du Mali, on constate une inefficacité totale de 1,0000 en termes de rendement d'échelle et en termes de rendement d'échelle variable à la frontière de production sur toute la période d'étude.

L'analyse des résultats à partir des régressions révèle que les investissements publics agricoles sont sources de croissance économique au Mali à court terme et à long

terme, les deux à la fois. Le modèle ARDL nous montre globalement que les dépenses courantes agricoles dans les administrations et la superficie agricole agissent positivement sur la valeur ajoutée agricole réelle (vaar) alors que les dépenses dans le secteur agricole, la population agricole active, les équipements agricoles font varier négativement la vaar. Le modèle (VAR(4)) montre que les dépenses courantes agricoles, la superficie agricole agissent positivement sur la vaar. En effet, à court terme, si on augmente de 10% les dépenses publiques d'investissement agricole du Mali, on constate une réduction de la croissance de la vaar de 0,13% or une augmentation de 10% des dépenses administratives courantes agricoles ont un impact positif et significatif au seuil de 5% et de 10% sur la valeur ajoutée agricole réelle. En même temps, une augmentation de la superficie ensemencée de 10% fait hausser la valeur ajoutée agricole à court terme de 2,1%. La population agricole active est significative à 10%, mais elle entraine une relation négative à court terme sur la croissance de la valeur ajoutée agricole. Les équipements agricoles sont significatifs à 5%, 10% et influencent négativement la valeur ajoutée agricole réelle. À long terme, si on augmente les dépenses agricoles de 10% alors la valeur ajoutée augmente de 0,062%. Si les dépenses agricoles d'administration augmentent de 10%, la valeur ajoutée agricole réelle baisse de 0,17%. Une augmentation de 10% de la surface agricole induit une augmentation de la valeur ajoutée agricole de 0,026% comme une augmentation de 10% de la population agricole entraine augmentation de 2,1% de la valeur ajoutée agricole réelle. Une hausse de 10% des équipements agricoles entraine une augmentation de 2,6 de la valeur ajoutée agricole réelle. En conclusion, les dépenses publiques courantes agricoles (lndepfit), la superficie agricole (lnsup) agissent positivement sur la vaar alors que les lndepinvit, lnpop, lnequi font varier négativement la vaar. Contrairement à l'élasticité de court terme, les lndepinvit, la sup, la pop, les équi agissent positivement sur la vaar. Cependant, le modèle montre que l'adoption de la loi d'orientation agricole (LOA, 2005) et de la politique de développement agricole (PDA, 2013) a eu un effet entrainement positif sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle de (1,9%) avec les politiques agricoles et de (-1,9 %) en absence des politiques agricoles sur la période 1990-2004 contre un accroissement global de (0,79%) sur l'ensemble de nos observations de 1990-2016.

En conclusion, on constate globalement que la productivité agricole est tirée par 4 facteurs d'efficacité (technique, technologique, pure et d'échelle) hormis les aléas naturels et climatiques. Cependant, l'inefficacité de l'un des facteurs ralentit la

productivité totale de l'ensemble des facteurs. À savoir, à l'heure actuelle, les facteurs de productivité sont également soutenus davantage par les investissements publics agricoles (machinisme agricole et les investissements publics agricoles et moins soutenus par la population agricole active et la superficie cultivée) sans quoi la croissance agricole malienne serait moins meilleure qu'à son niveau actuel de productivité totale. Le facteur technologique explique l'ensemble des innovations telles que le machinisme, l'interface, fertilisants, pesticide […] qui engagent le progrès technologique de ce secteur. En cas d'inefficience technologique les producteurs doivent adopter les nouvelles innovations et l'intervention du gouvernement serait pertinente et se justifierait par des mesures de politique de [soutien] et de subvention dans le processus de production agricole. En effet, au regard des résultats, les 6 pays de l'Afrique de l'Ouest et le Mali doivent maintenir sinon accroitre le cap des paquets technologiques à l'état actuel de la production agricole et augmenter davantage les paquets d'efficacité technique, mais ils ne doivent jamais faire le sens inverse. Parce que l'efficacité technique est déterminée par la capacité et les manières par lesquels les producteurs parviennent à obtenir une meilleure productivité. La population agricole est l'élément capital, donc, il faut que cette population soit mieux outillée à la base par l'éducation agricole à cet effet. Le constat révèle que les résultats d'efficacité technique obtenus par les 6 pays de l'Afrique de l'Ouest et le Mali montrent que la population agricole souffre d'une capacité technique de production optimale. C'est une raison qui explique que les gouvernements respectifs de ses pays doivent formuler à présent des politiques d'éducation agricole incitative et de vulgarisation agricole à l'endroit des producteurs […]. C'est en ce sens, la politique agricole devient un complément des politiques économiques d'ensemble dont le gouvernement malien doit [adopter ou maintenir] pour parvenir à une meilleure productivité agricole.

# RÉSUMÉ

La présente thèse a pour objet d'examiner premièrement la productivité totale des facteurs de l'agriculture du Mali et de 6 pays de l'Afrique de l'Ouest. Deuxièmement, elle évalue l'incidence des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle du Mali. Pour y parvenir, nous avions utilisé un modèle de programmation linéaire, l'« indice de Malmquist » et 2 modèles de régression « ARDL et VAR ». Le traitement des données a été fait sous le logiciel R version 3.4.4 (2018-03-15), RStudio-1.1.453 et Stata 2016. Au terme des résultats obtenus, premièrement le Mali et les 6 pays de l'Afrique de l'Ouest montrent un accroissement des indices de Malmquist favorables à la productivité totale des facteurs à partir de la programmation linéaire. Autrement, on constate que cette productivité est davantage soutenue par l'efficacité technologique que par l'efficacité technique. Deuxièmement, la régression à partir du modèle ARDL indique que, les dépenses courantes agricoles dans les administrations (lndepfit), la superficie agricole (lnsup) agissent positivement sur la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar) à court terme, pendant que les dépenses dans le secteur agricole (lndepinvit), la population agricole (lnpop), les équipements agricoles (lnequi) varient négativement. À long terme, les dépenses (lndepinvit) et les équipements agricoles agissent positivement sur la valeur ajoutée agricole réelle alors que, les autres variables agissent négativement. Cependant, la régression à partir du modèle VAR révèle que la population agricole active est une variable significative qui impacte positivement la valeur ajoutée agricole réelle et l'équipement agricole. En outre, les dépenses agricoles courantes et l'équipement agricole sont non significatives, mais la variable équipement agricole influence positivement sur la superficie agricole. La valeur ajoutée agricole réelle est significative et impacte positivement les équipements agricoles. On constate également que la valeur ajoutée agricole réelle, la superficie, la population, les équipements agricoles causent respectivement l'accroissement de la population agricole active, l'utilisation des équipements agricoles et la valeur ajoutée agricole réelle. L'accroissement de la valeur ajoutée agricole réelle est dû 100% à ses propres innovations pendant les 4 premières années et 40% en moyenne proviendront des dépenses courantes agricoles, de la superficie, de la population active et des équipements agricoles sur l'horizon de 21 ans.

**Mots clés** : politique agricole, productivité totale des facteurs, Malmquist, modèle VAR, ARDL, production, investissement, valeur ajoutée, indices des prix agricoles, dépenses publiques agricoles.

# ABSTRACT

The purpose of this thesis is to examine first the total productivity of the factors of agriculture in Mali and 6 countries in West Africa. Second, it assesses the impact of public agricultural spending on Mali's real agricultural value added. To achieve this, we used a linear programming model, the "Malmquist index" and 2 regression models "ARDL and VAR". The data processing was done under software R version 3.4.4 (2018-03-15), RStudio-1.1.453 and Stata 2016. At the end of the results obtained, first Mali and the 6 African countries of the West show an increase in Malmquist indices favourable to total factor productivity from linear programming. Otherwise, we see that this productivity is supported more by technological efficiency than by technical efficiency. Second, the regression from the ARDL model indicates that, current agricultural expenditure in administrations (lndepfit), agricultural area (lnsup) acts positively on real agricultural value added (lnvaar) in the short term while expenditure in the agricultural sector (lndepinvit), the agricultural population (lnpop), agricultural equipment (lnequi) vary negatively. In the long term, expenditure (lndepinvit) and agricultural equipment act positively on real agricultural value added, while the other variables act negatively. However, the regression from the VAR model reveals that the active agricultural population is a significant variable which positively impacts real agricultural added value and agricultural equipment. In addition, current agricultural expenditure and agricultural equipment are not significant, but the variable agricultural equipment has a positive influence on the agricultural area. The real agricultural added value is significant and has a positive impact on agricultural equipment. We also note that real agricultural added value, area, population, and agricultural equipment respectively cause the increase in the active agricultural population, the use of agricultural equipment and real agricultural added value. The increase in real agricultural added value is due 100% to its own innovations during the first 4 years and 40% on average will come from the current agricultural expenditure, the area, the active population and agricultural equipment on the horizon 21 years old.

**Keywords:** agricultural policy, total factor productivity, Malmquist, VAR model, ARDL, production, investment, value added, agricultural price indices, public agricultural expenditure

# INTRODUCTION

L'agriculture occupe une place prépondérante dans l'économie de chaque nation. De ce fait, les physiocrates conclurent que tous les secteurs sont stériles excepté le secteur agricole. La preuve est que le développement de l'agriculture fournit des matières premières à l'industrie qui à son tour, permet le développement des services. C'est ainsi, l'agriculture est considérée comme l'épine dorsale des économies des pays ouest-africains en général et du Mali en particulier. Au Mali, l'agriculture occupe 70 % des activités économiques principales et 18 % des activités auxiliaires économiques et contribue en moyenne à 35 % à la formation du produit intérieur brut (PIB) soit 40 % en termes de devise (Banque mondiale, 2016). Or la question de la productivité agricole des pays de l'Afrique occidentale est une problématique majeure. Il s'agit de la productivité au-delà des contraintes naturelles, c'est-à-dire la maitrise parfaite de la combinaison des inputs pour une meilleure obtention des outputs. À cet effet, l'adoption et la mise en œuvre des politiques agricoles sont essentielles, mais elle constitue une épreuve difficile avec souvent peu de succès. Globalement, il y a la tendance naturelle qui démontre que l'agriculture est sous la contrainte climatique et la tendance technologique qui démontre que l'avancée ethnologique est essentielle pour l'obtention d'un meilleur output. Certains accusent à tors la première d'autre soutiennent la seconde vis-versa. À savoir pour notre part, nous faisons abstraction ici à la productivité donc à l'utilisation et à la maitrise parfaite des techniques et des innovations technologiques de production. Suite à l'analyse de ses tendances, nous avions exposé dans les chapitres qui suivent la productivité agricole du Mali et de 6 pays de l'Afrique de l'Ouest axée sur le secteur coton, riz et mil, suite aux raisons évoquées ci-dessus dans l'avant-propos. De manière spécifique, nous avions analysé la productivité totale des facteurs de ses pays ouest-africains et évalué l'incidence des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle (VAAR) du Mali. Pour y parvenir, nous avions utilisé à la fois un processus itératif et dynamique. Deux démarches ont été utilisées au cours de cet exercice, un modèle de programmation linéaire et 2 modèles de régression ont été adoptée pour parvenir à justifier combien de fois l'adoption de la politique agricole est un complément de la politique économique d'ensemble et un substitut qui fait accroitre la productivité agricole. Premièrement, nous avions décrit tour à tour les composantes de la productivité totale des facteurs par l'approche de l'indice de Sten Malmquist des 7 pays de l'Afrique occidentale. Deuxièmement, nous avions évalué l'incidence des

dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle du Mali à partir de 2 modèles.

Dans la section 2, nous avions adopté premièrement le modèle ARDL pour évaluer l'incidence de la composition des dépenses publiques agricole à court et long terme sur la valeur ajoutée agricole réelle. Deuxièmement, nous avions adopté le modèle VAR pour analyser les causes, évaluer les chocs et déterminer le pourcentage réel des chocs sur la vaar. Nous avions ainsi considéré par hypothèse, l'optimisation des facteurs de production : la productivité des facteurs (PTF) et les dépenses publiques agricoles sont une condition nécessaire et suffisante qui favoriseraient la croissance de la production agricole des pays de l'Afrique occidentale. Pour mieux appréhender notre sujet : ***« Politiques Agricoles et Productivité de l'Agriculture au Mali »*** est structuré en 4 chapitres. Le premier chapitre expose le potentiel agricole, l'état de la politique agricole malienne et récapitule la problématique liée à la productivité agricole. Le deuxième chapitre fait une recension théorique et empirique en rapport avec la question de recherche, les objectifs et les hypothèses dans l'optique qui décline le choix de la démarche à adopter. Le troisième chapitre expose, ainsi, la démarche méthodologique à travers la programmation linéaire avec l'indice de Malmquist et de la régression inspirée respectivement de USAGRI (2018) et de la FAO(2010). Finalement le quatrième chapitre expose l'analyse des résultats et interprétation des données suivies d'une recommandation et des perspectives à adopter à l'endroit de l'État malien et dans le cadre de la recherche continue. Pour y parvenir, nous avons adopté 3 modèles. Un modèle de programmation linéaire pour analyser la productivité totale des facteurs du Mali et de 6 pays d'Afrique de l'ouest et modèles de régression pour évaluer l'incidence de la composition des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle.

## 1 Questions de recherche

Cependant, il serait important de savoir **comment les facteurs de production influencent la productivité agricole malienne? Quelle est l'incidence des dépenses publiques agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle ?** Face à ces questions, il importe de jeter un regard approfondi sur la question de la productivité agricole malienne d'une part et d'évaluer d'autre part l'incidence des politiques agricoles mises en œuvre. La productivité de l'agriculture est analysée ici sous l'angle de la productivité totale des facteurs de production (PTFP). Ces formes

d'analyse de la productivité agricole sont très peu abordées dans les travaux scientifiques au Mali. Ces indicateurs sont donc perçus comme des critères clés d'appréciation de la productivité agricole sur lesquels est mesurée l'influence des facteurs de production. Cette préoccupation soulève les critères de la soutenabilité ou de la non-soutenabilité des dépenses publiques agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle.

## 2 Objectif général

L'objectif général de cette présente thèse consiste à analyser la productivité agricole malienne. S'agissant de la productivité, elle est définie dans la présente thèse sur le plan microéconomique comme étant la quantité de produits (ce qui est créé) par unité de facteur de production. En ce qui concerne la politique agricole, la thèse la considère comme étant un complément de la politique économique d'ensemble. À ce titre, elle est un ensemble de dispositifs institutionnels visant à accroitre la production et le revenu des agriculteurs et qui concoure au progrès général de l'agriculture (valeur ajoutée agricole réelle). La politique agricole se définit alors comme un ensemble de moyens permettant aux agriculteurs de préserver ou d'étendre leur productivité interne, et de dégager des parts de marché au détriment de leurs concurrents. Aperçue sous cet angle, la réussite de la politique agricole impose la nécessité d'instaurer un dispositif institutionnel puissant qui veillera par l'érection d'un ensemble de règles très claires, à la préservation des intérêts de chaque maillon.

### 2.1 Objectifs spécifiques

De façon spécifique, la présente thèse vise à :

- ✓ Analyser la productivité totale des facteurs de production ;
- ✓ Évaluer l'incidence des dépenses publiques d'investissement agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle (VAAR).

## 3 Hypothèses

- ✓ L'utilisation optimale des facteurs de production agricole favoriserait une meilleure productivité totale.
- ✓ Les dépenses publiques agricoles dans ses compositions auraient une influence significative sur l'accroissement de la valeur ajoutée agricole réelle.

**4 Intérêt du sujet**

Au nombre des enjeux économiques mondiaux, la famine est le premier aspect qui a le plus ébranlé, fragilisé le tissu économique et social du continent africain en général et du Mali en particulier. Dans un tel contexte, la productivité agricole du Mali s'affiche comme impératif dans l'atteinte des objectifs de croissance économique au Mali. Son épanouissement repose en partie sur la synergie à travers les **facteurs** de production et les **dépenses publiques agricoles**, d'où l'intérêt pour notre part de s'engager sur la question des politiques agricoles et de la productivité de l'agriculture au Mali.

**5 Ancrage de la thèse**

La présente recherche s'appuie sur deux (2) théories : de la physiocratie à la théorie microéconomique de production et de la théorie des politiques économiques aux politiques agricoles.

La théorie traditionnelle de la productivité agricole remonte du XVIe de la théorie traditionnelle physiocrate suivi des travaux menés par Tinbergen J. (1942) et par Solow R. (1957). Ces auteurs ont formulé des mesures de productivité dans le contexte d'une fonction de production, et les ont reliées à l'analyse de la croissance économique. Dès lors, cette discipline s'est considérablement développée, en particulier à la suite des contributions majeures apportées par Farell (1995), Zvi G. (1987) et Diewert W. Erwin (1980). Aujourd'hui, l'approche de la mesure de la productivité par la théorie de la production est cohérente et solidement établie. Elle s'appuie par ailleurs sur les théories de l'entreprise et des indices, ainsi que sur la comptabilité nationale. C'est une théorie qui permet d'analyser la productivité totale des facteurs pour comprendre l'origine des forces et des faiblesses de celle-ci. Au regard de cette théorie, la présente thèse part du principe que le Mali possède des potentialités agricoles qui permettent de booster la productivité agricole malienne par l'utilisation efficiente des facteurs de production.

La théorie des politiques agricoles s'inscrit dans le cadre général de la théorie des politiques économiques d'interventionnisme étatique en vue de répondre à l'instabilité du marché agricole : État régulateur (Pouch T., 2002). Ce type de rôle assigné à la politique agricole est d'ailleurs, ce que certains auteurs appellent la « socialisation du marché ou État régulateur ». Les tenants de la thèse néoclassique voient en cette intervention le risque que les signaux du marché soient voilés. Pour eux,

l'agriculture doit être intégrée dans la science économique académique. D'autres définitions tentent de prendre en compte l'aspect politique où les politiques agricoles sont aperçues comme un système social autonome autour des valeurs symboliques incarnées par l'agriculture. Cependant, les keynésiens considèrent la politique agricole comme un complément de la politique économique d'ensemble. Cette vision que certains marxistes avaient perçue comme une tentative d'éviction de la petite exploitation. La politique agricole doit permettre au pays de s'ouvrir sur l'extérieur en érigeant des règles en vue de préserver les intérêts des acteurs. Ceci est d'ailleurs la principale critique formulée par les théoriciens des choix publics qui voit dans toute intervention étatique l'expression des intérêts de groupes de pression dont la dangerosité sera révélée par la théorie de la capture des règles. Pour l'école des choix publics, l'État doit pouvoir réduire les externalités négatives. Nous partons du prolongement de la théorie physiocrate à la théorie néoclassique pour nous permettre d'analyser les effets des dépenses publiques sur la valeur ajoutée agricole réelle.

## 6 Structuration de la thèse

En vue de répondre à toutes ces questions, la présente thèse est structurée en 4 chapitres outre le résumé, l'introduction générale, l'avant-propos, la conclusion générale, perspective-recommandation et les annexes, chaque chapitre contient une introduction et une conclusion.

Le premier chapitre est celui de la problématique, elle analyse, en premier lieu les potentialités productives et les enjeux qui heurtent la croissance de cette productivité. En second lieu, elle analyse l'état de la politique agricole malienne au vu des politiques agricoles de la sous-région, la subvention agricole, la valeur ajoutée et des dépenses publiques agricoles. Pour finir, nous avions exposé la question de recherche, l'objectif général, les objectifs spécifiques, l'ancrage et la structuration du travail.

Le deuxième chapitre intitulé « Cadre théorique des politiques et de la productivité agricoles » fait le point sur les définitions, le contour des concepts, l'analyse théorique des politiques et de la productivité agricole dans une première section. Ensuite, nous allons passer au cadre empirique des politiques et de la productivité agricole. Les mesures de la productivité et les outils d'analyse des politiques agricoles sont exposés en second lieu. Ainsi, tous les indicateurs de mesure de la productivité et les outils des politiques agricoles sont répertoriés par la théorie

économique dans la deuxième section. À la fin de cette section, des indicateurs clés retenus dans la présente thèse sont connus et les arguments qui ont milité en leur faveur sont exposés.

Le troisième chapitre de ce travail expose la démarche méthodologique. La première section est consacrée à l'analyse de la productivité totale des facteurs. La grandeur utilisée pour mesurer la performance productive de cette agriculture est la productivité totale des facteurs (PTF). Il représente la combinaison des inputs, entrées engagées pour l'obtention des outputs, sorties de ce secteur. Il donne la meilleure mesure du niveau d'activité. Cette section présente une approche non paramétrique de mesure de la productivité totale des facteurs selon l'indice de Sten Malmquist par la méthode Data Enveloppement Analysis à partir de la fonction de distance de Sephard. Puis, nous adoptons le modèle ARDL et VAR orienté vers le secteur agricole pour évaluer l'incidence des dépenses publiques d'investissement agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle (VAAR) et analyser les chocs impulsionnels.

Enfin, le chapitre 4 , analyse et interprète les résultats obtenus des modèles de la programmation linéaire sous le logiciel R studio version 3.4.4 (2018-03-15) et de la régression des modèles ARDL et VAR sous Stata 2016.

# Chapitre 1 problématique de productivité et des politiques agricoles maliennes

Ce présent chapitre est dédié à la problématique de cette thèse intitulée « politiques agricoles et productivité de l'agriculture au Mali ». Elle donne une vision panoramique sur les potentialités du secteur agricole malien dans son ensemble. Il s'agit ici d'expliquer succinctement la performance ou la contreperformance productive à partir des données secondaires recueillies sur plusieurs sites (INSAT, FAO, BM…) et des données existant dans la littérature en rapport avec notre thématique. Nous avions procédé à des analyses économiques du secteur agricole pour illustrer par des graphiques et des tableaux, dont certains, sont présentés en annexe. Nous avions mis en exergue les difficultés inhérentes de la productivité afin d'abroger une question de recherche pertinente en rapport avec la problématique de la productivité totale agricole et la question de la valeur ajoutée agricole réelle malienne. Ce chapitre est subdivisé en deux sections, la première analyse les potentialités productives du secteur agricole. Elle aborde brièvement une présentation physique de ce secteur, la situation de la productivité économique des secteurs agricoles, les effets des consommations intermédiaires sur la croissance agricole, l'incidence des indices des prix aux producteurs et aux consommateurs et la problématique de la subvention dans la production agricole. La seconde section aborde de façon transversale l'état des politiques agricoles, les faits stylisés sur la croissance de la productivité agricole, la stratégie d'investissement public dans le secteur et la valeur ajoutée sur la croissance du secteur agricole malien. Enfin, nous avions fait ressortir les questions qui problématisent la productivité agricole et exposer l'objectif général, les objectifs spécifiques, les hypothèses, l'intérêt du travail, l'ancrage de la thèse et la structuration de la thèse.

## Section 1 Analyse du secteur agricole malien

### 1 Présentation physique

Pays enclavé de l'Afrique de l'Ouest, le Mali, à vocation agrosylvopastorale possède un vaste potentiel agricole. Ce potentiel est diversifié entre les différentes régions agro écologiques. Près de 60 % de la superficie totale (1 241 238 km²) est désertique. Le Mali partage sa frontière avec sept pays : Algérie, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée, Mauritanie, Niger, Sénégal. Il accède directement aux ports de Dakar

(1200 km), d'Abidjan (1100 km environ de Bamako), de Conakry (1000 km), de Lomé et Téma (1700 km). La structure administrative du pays se composait de huit (8) régions (Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Tombouctou, Gao, et Kidal) en plus des 2 nouvelles régions Taoudénit et Ménaka opérationnelles et y compris Nioro du Sahel, Kita, Dioïla, Nara, Koutiala, Bougouni, San, Douentza, Bandiagara portant création de circonscriptions administratives en République du Mali par la loi N°2012-017 du 02 mars 2012 et le district, de Bamako (la capitale). Avant la réforme administrative, le Mali comptait quarante-neuf (49) Cercles et (703) Communes, dont (96) urbaines et les restes rurales. Désormais, le pays devait compter 19 régions (soit 11 nouvelles régions) 78 cercles au lieu de 49 et 348 arrondissements au lieu de 285 auparavant. Du fait de la prédominance de la population dans le milieu rural, l'économie malienne repose essentiellement sur le secteur primaire en général et l'agriculture en particulier. Les activités de production agricole sont, elles-mêmes fortement influencées par plusieurs aléas naturels et chocs. En termes, de chocs, ils sont liés aux manœuvres de soutien à la production, à la commercialisation, à la transformation des produits agricoles et à l'aménagement agricoles […]. Par exemple, sur le plan des aménagements agricoles, la direction nationale du génie rural (DNGR) estime le potentiel aménageable en matière de production primaire à 43,7 millions d'ha de terres utilisables pour l'agriculture et l'élevage. Mais seulement 6 millions d'hectares sont cultivés, soit 14 % du potentiel des terres arables (DNGR-Mali, 2013). Au nombre des exploitations agricoles familiales et entreprises agricoles, le Mali compte environ 800 000 exploitations agricoles, dont 700 000 soit 80 %, pratique l'agriculture et 100 000 exploitations correspondent à des éleveurs stricts ou des pêcheurs (PNIP-SA, 2010). En termes de potentialité hydrique, le Mali n'a pas de débouché sur la mer, mais les ressources en eau des fleuves Sénégal (900 km, soit 53 % du cours) et du Niger (1700 km, soit 40 % du cours) lui offrent un potentiel irrigable estimé à plus de 2 millions d'ha (Cessouma, 2008). Au-delà de ces potentialités hydriques, le Delta intérieur du Niger constitue un potentiel considérable. Il s'étend sur plus de 30 000 km et figure parmi les plus grandes ressources agroécologiques du pays et de l'Afrique de l'Ouest. Les ressources en eaux souterraines sont estimées à 2 720 milliards de $m^3$ avec un taux de reconstitution estimé à 66 milliards de $m^3$ par an (DNHE, 2013). Quant à la pluviométrie, elle varie en moyenne entre 100 mm au nord et à 1 100 mm au sud avec un climat de type tropical. Les pluies insuffisantes et les températures élevées entrainent, ainsi, des pertes de production dans certaines poches ou bassins de production. S'agissant, de la population,

le recensement dernier a estimé la population nationale à 17 591 600 habitants en 2015 au taux de croissance global de 3, 6 % par an (INSAT, 2015). Elle comptera environ 21 millions 300 mille habitants en 2020 avec 50 % de ruraux et 25,5 millions habitants environ en 2025. Cette population est jeune, près de la moitié a moins de 15 ans contre 3 % de plus de 65 ans. Avec l'accroissement démographique et l'exode rural, les populations des villes du Mali augmentent de 4%/an (République du Mali, 2010). La population masculine et féminine évolue de manière proportionnelle avec une légère prédominance des femmes (1 %). De 2005 à 2015, la population féminine économiquement active a augmenté de 5,32 % au taux annuel moyen de 7, 66 % par an contre une baisse de 47, 34 % au taux moyen annuel de 0, 74 % de la population masculine économiquement active. En outre, la population masculine économiquement active en agriculture est plus forte de 16,36 % au taux multiplicateur de 1,16 % par an que celle de la population féminine économiquement active en agriculture (12 %) au taux multiplicateur de 1,03 % par an entre 2005 et 2015. En termes de prévision, la population agricole baisserait de 22,79 % contre un accroissement de 27,40 % de la population non agricole en 2025. Les chiffres qui précèdent présentent l'intérêt de porter une analyse approfondie sur la situation de la population agricole donc sur la productivité agricole et par conséquent sur la productivité du travail de ce secteur. En effet, selon les enseignements de Cette G. (2007), « [...] la productivité du travail est le principal déterminant des pays qui concourent à l'accroissement de son produit intérieur brut (PIB) […]. Il est cependant, une composante essentielle, mesuré et assez facilement comparable entre les périodes ou pays […] ». À ce titre, l'analyse des évolutions de la population agricole en combinaison avec les autres facteurs de la productivité agricole est capitale pour saisir d'une part la performance, d'autre part, la contreperformance du capital humain sur l'accroissement de la production de ce secteur en plus des autres potentialités. Le tableau 1 ci-dessous indique les potentialités agricoles du Mali.

**Tableau 1 Potentialités agricoles**

| | |
|---|---|
| Terre disponible agricole en million d'ha | 43,7 |
| Terre cultivée 2013-2018 en million d'ha | 6 |
| Delta du Niger en km | 300 000 |
| Nombre exploitation agricole | 700 000 |
| Nombre exploitation animale | 100 000 |
| Eau souterraine milliard/m3 | 22 720 |

| | |
|---|---|
| Reconstitution eau souterraine milliard/m3 | 66 |
| Pluviométrie au Nord | 100 |
| Pluviométrie au Sud | 1 100 |
| Population nationale 2015 en million | 17 |
| Accroissement pop nationale/an | 3,60 % |
| Prévision population nationale 2020 | 21 300 000 |
| Accroissement pop rurale/an 2025 | 50 % |
| Évolution pop de moins de 15 ans | 97 % |
| Prédominance population féminine | 1 % |
| Accroissement population féminine économiquement active 05-2015 | 5,32 % |
| Taux moyen population féminine économiquement active 05-2015 | 8 % |
| Accroissement pop masculine éco active 05-2015 | -47,34 % |
| Taux moyen population masculine économiquement active 05-015 | 74 % |
| Population féminine éco active agri 05-2015 | 12 % |
| Taux multiplicateur population féminine agricole | 1,03 % |
| Population masculine économiquement active en agriculture 05-2015 | 16,36 % |
| Taux multiplicateur population masculine agricole | 1,16 % |
| Prévision pop agricole 2025 | -22,79 % |
| Prévision population non agricole 2025 | 27,40 % |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

### 1.1 Analyse des secteurs de production agricole

#### 1.1.1 Production vivrière

En ce qui concerne les cultures vivrières, elles comptent dans leur rang les céréales, les racines et tubercules, les légumineuses et les fruits. La production céréalière a connu un accroissement global de 20,67 % au taux moyen annuel de 9,92 % entre 1984 et 2015. Pour ce qui concerne le rendement à la superficie cultivée, parmi les céréales, seul le riz suivi du blé dégage un excédent respectif à l'ordre de ( 2,28 t, 2,59 t ) et de (2,20 t, 2,43 t ) en 2005 et 2008 des superficies ensemencées. La hausse de la production du riz s'explique par l'abondance de la recherche sur le riz et par l'instauration d'une politique d'expansion de la culture du riz par l'État dans les zones irriguées (Mali, 2007). Autrefois, le riz était considéré comme un aliment de luxe et la population en grande partie n'avaient pas accès comme aujourd'hui. Suite à l'adoption de la politique agricole, l'État a favorisé l'abondance de sa production. La production

vivrière est ainsi, dominée par le riz qui est aujourd'hui l'aliment de base des maliens et qui représente plus de (80,34 %) de la production céréalière, suivie du mil (71,91 %), du sorgho (64,04 %) et du maïs (50 %) qui est une culture en pleine expansion (1984-2015). Selon le ministère du développement rural, l'analyse du bilan de la campagne de 2012/2013 a fait ressortir un excédent céréalier de 838 091 tonnes (Théreta B., 2013) Cet excédent dégagé provient essentiellement des régions de Sikasso, Ségou, Mopti et Tombouctou, pendant que celles de Kayes, Koulikoro/Bamako et les régions du septentrion sont déficitaires. Du reste, le rendement moyen annuel de la production céréalière a été estimé à 1880,73 kg/ha au cours de la période de 2009-2012, loin devant des pays comme le Burkina, le Bénin, le Ghana, la Cote d'ivoire qui ont respectivement réalisé des rendements céréaliers moyens de 1072,5 kg/ha, 1357 kg/a, 1709kg/ha, 1706,5 kg/ha au cours de la même période (BM, 2013). En chine le rendement moyen au cours de cette même période a été estimé à 5837Kg/ha pour la production céréalière (Banque mondiale, 2013). La Chine, occupe le premier rang de la production agricole mondiale, notamment des céréales et emploie 300 millions d'agriculteurs. Malgré qu'elle ne dispose que de 10 % de la superficie cultivable mondiale, elle nourrit 22 % de la population mondiale. En plus, on estime une forte diminution de la surface cultivable chinoise environ de 2 500Km$^2$/an par suite des aléas naturels et technologiques. On observe également des décalages de rendement avec les États-Unis sur une même période avec une même spéculation. Par exemple, en 2010, le rendement du sorgho du Mali fut 1t/ha contre 4,5 tonnes/ha pour les États-Unis. Au Mali, les systèmes de production agricoles sont en général extensifs avec un manque criard des moyens de production. Cependant, ce secteur se porte encore mieux comparativement à quelques pays d'Afrique cités ci-dessus. Selon le rapport sur l'évolution du secteur agricole et les conditions de vie des ménages au Mali, on dénote une faible utilisation des semences certifiées qui constitue une problématique majeure qui ralentit par moment la croissance de ce secteur (PS/SDR, 2009). Ainsi, pour la campagne 2007/2008, l'utilisation des semences certifiées a augmenté de 28 % pour le riz et 18 % pour le maïs comparativement à l'utilisation des semences locales contre 92 % pour le mil, 87 % pour le sorgho et l'arachide et 95 % pour le niébé.

**Tableau 2 Prédominance de la production céréalière 1984-2015**

| | |
|---|---|
| Analyse des secteurs agricoles | |
| Prédominance de la production céréalière 1984-2015 | |

| Accroissement global | |
|---|---|
| Riz | 84,34 % |
| Mil | 71,91 % |
| Sorgho | 64,04 % |
| Maïs | 50 % |

Production vivrière 1984-2015

| | Accroissement global moyen annuel | |
|---|---|---|
| | Céréale 20,67 % | 9,92 % |

Rendement céréalier moyen annuel du Mali comparé à d'autres pays de 2009 à 2012

| | Rendement moyen kg/ha |
|---|---|
| Mali | 1880,73 |
| Burkina | 1072,5 |
| Cote | 1706,5 |
| Bénin | 1357 |
| Ghana | 1709 |
| Chine | 5837 |

Rendement de la production du sorgho comparée du Mali et les US

| | Rendement en tonne/ha | | |
|---|---|---|---|
| Mali | 1 | | |
| USA | 4,5 | | |

Disponibilité alimentaire du Mali en tonne

| 2006 | 2012-2013 | 2017 |
|---|---|---|
| 34 331 745 | 4 745 130 | 6 312 850 |

Bilan céréalier excédentaire 2012-2013

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sikasso | | | 834 091 |
| Ségou | | | |
| Mopti | | | |
| Tombouctou | | | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La consommation de céréales s'élève en moyenne par personne et par an à 214 kg, mais la consommation des protéines d'origine animale de 16,5 kg est inférieure à celles produites au Mali (ODHD/PND, 2007). En effet, le premier cas a permis au Mali de dégager un excédent céréalier en 2006 généralement consommé par les pays de la sous-région (Mauritanie, Niger Sénégal) tandis qu'il est déficitaire dans le deuxième cas. En termes de disponibilité alimentaire, le Mali a connu une fluctuation périodique. On constate une tendance à la hausse de 34 331 745 tonnes en 2006 à 55 914 tonnes suivies d'une baisse de 4 745 130 entre 2012-2013. Ce niveau de disponibilité finit par augmenter à 6 312 850 en 2017. L'autosuffisance alimentaire a par ailleurs été atteinte avec plus de 9 millions de tonnes de céréales produites en 2016 pour une hausse de 11 %. Cette hausse se décompose essentiellement comme suit, soit 3 millions de tonnes de riz, 2,5 millions de tonnes de maïs, 2 millions de tonnes de mil et 1,5 million de tonnes de sorgho. À la suite du record de cette production, le Mali est devenu le deuxième producteur de céréales en Afrique de l'Ouest après le Nigeria entre 2015-2016. Ces progrès posent les jalons d'un développement que nous espérons durable, car l'agriculture malienne emploie les deux tiers des actifs et représente environ 40 % du PIB. En effet, la santé du secteur céréalier se porte bien et pourrait se porter encore mieux si une politique de soutien avait été envisagée pour l'ensemble de la production céréalière au lieu de miser la majeure partie de la subvention agricole sur le coton dont la valeur ajoutée est exportée à l'étranger.

**Tableau 3 Disponibilité alimentaire du Mali en tonne**

| Disponibilité alimentaire du Mali en tonne | 2006 | 2012-2013 | 2017 |
|---|---|---|---|
| | 34 331 745 | 4 745 130 | 6 312 850 |
| Autosuffisance alimentaire en million de tonnes | | | 2006 |
| Riz | | | 3 |
| Mais | | | 2,5 |
| Mil | | | 2 |
| Sorgho | | | 1,5 |
| Globale | | | 9 |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Parmi les cultures primaires, on opère au moins trois cultures assez importantes, le riz, le coton et la canne à sucre. La canne à sucre est une culture purement industrielle, le coton une culture industrielle et de rente et le riz une culture vivrière. De 1984 à 1990, la production de la canne à sucre a augmenté globalement de 111 % au taux moyen annuel de 11,26 % contre une baisse 0,72 % au taux moyen annuel de 0,063 % au coefficient multiplicateur de 1,007 % entre 1990 et 2002. De 1990 à 2002, la production a été multipliée de 1,079, un tout petit peu au-dessus des années précédentes. La production est presque restée constante de 1990 à 2002 par rapport à l'évolution de 1984 à 1990. Le taux d'accroissement moyen annuel est 0,065 par an entre 2002 à 2013 et le rendement à la superficie est de 69,79 tonnes/ha pour la période de 2007. Ce produit bénéficie un avantage de production lié essentiellement à son caractère industriel et par l'organisation de ce secteur.

**Tableau 4 Taux de variation de la production de la canne à sucre**

| Production de la canne à sucre | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1984-1990 | | 1990-2002 | | 2007 |
| Accroissement global | Taux moyen annuel | Taux moyen annuel | Coefficient multiplicateur | Rdt superficie tonne/ha |
| 111 % | 11,26 % | -0,72 | 1,007 | 69,79 |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Le coton et le riz bénéficient de la majeure partie des dépenses publiques en direction de l'agriculture et l'alimentation. Le coton est la principale culture de rente du Mali pour laquelle les producteurs perçoivent des incitations à la production grâce à des prix soutenus. La secteur coton est fortement subventionnée depuis des décennies par la compagnie malienne de développement des textiles (CMDT), fondée en 1974. La CMDT est une société d'économie mixte qui gère le secteur coton à tous les niveaux. Elle aide à subventionner la production du coton en fournissant aux producteurs des subventions aux intrants et des équipements agricoles moins onéreux. La CMDT fixe également les prix du coton, ce qui permet aux producteurs de percevoir souvent des prix qui sont systématiquement plus élevés que les prix de référence internationaux. Le coton du Mali a connu une production record de 552 000 tonnes de coton pour la saison 2014-2015, contre 440 000 tonnes la saison précédente et 513 000 tonnes en 2015-2016. Les prévisions s'avèrent encore meilleures, avec une récolte attendue de

650 000 tonnes en 2016-2017, une hausse qui s'explique par l'augmentation de 14 % des surfaces semées. Le problème majeur actuel est celui de l'exportation du coton or, les usines installées (BATEXI, COMATEX, CMDT) sur le plan national ont une capacité d'égrenage estimée à 586 000 tonnes (CMDT, 2010). Pourtant la production est compatible avec la capacité d'égrenage de nos usines (tableau 5) alors on doit réfléchir à redéfinir la commercialisation sur le marché local. Selon le SPAAA, si les producteurs de coton bénéficiaient de niveaux élevés d'appui, les sociétés d'égrenage (à savoir la CMDT) sont perdantes dans le système actuel, car la CMDT a contracté des dettes afin de soutenir la production du coton. En effet, à long terme ce soutien risquerait de créer des effets secondaires puisque la CMDT a de nombreuses dettes et elle est en cours de privatisation.

**Tableau 5 Capacité d'égrenage des industries de transformation cotonnière malienne**

| Année | Production coton en tonne | | | Prévision 2016 2017 | | Capacité d'égrenages des industries nationales | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013-2014 | 440 000 | | | | | | | | |
| 2014-2015 | | 552 000 | | 650 000 | | | 586 000 | | |
| 2015-2016 | | 513 000 | | | | | | | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Concernant le riz malien, il occupe une place importante dans l'économie voir 4 à 5% du PIB (Afrique Vert, 2004). Sa production a atteint 2,92 millions de tonnes concentrées dans le Bani et dans le Delta du Niger (80% de la production) et également dans certaines poches de production rurale. Des nouvelles perspectives s'ouvrent par l'exportation de la meilleure qualité du riz Gambiaca à l'international et l'importation massive du riz en provenance de l'Asie. Compte tenu de la subvention que le gouvernement accorde à ce secteur, il est impératif que les acteurs du secteur riz mettent le riz malien au profit du peuple malien par un plan d'action de commercialisation destiné à la consommation interne. Parce que le riz malien est fortement concurrencé

par des riz d'origine étrangère. D'ailleurs, c'est une cause élémentaire pour laquelle le Mali assombrit davantage dans l'insécurité alimentaire.

**1.1.1.2 La production des racines et des tubercules**

La production des racines et des tubercules est dominée essentiellement par la pomme de terre par un accroissement global de 77,69 % au taux moyen annuel de 5,55 %. En effet, la pomme de terre a connu une baisse de 640 768 t à 157 439 t sur la période de 2013 à 2014 avec un rendement excédentaire de 18,06 t/ha en 2005 et de 12,38 t/ha en 2008. La patate douce a connu une augmentation de 143,20 % au taux moyen annuel de 13,52 % et de l'igname 113,55 % au taux moyen annuel de 11,45 %. Les carotte et navet connaissent une augmentation de 52,06 % au taux moyen annuel de 7,23 % entre 2005-2014. Quant au manioc la production diminue de 11,44 % chaque année en moyenne. Aujourd'hui, ces tubercules et racines sont concurrencés sur le marché national par celles de la France en pomme de terre, de la Cote d'Ivoire en manioc et du Maroc en carotte à des prix artificiellement gonflés dont on a l'impression d'avoir une tendance d'équilibre qualité prix. De ce fait, l'importation de ces produits a ainsi incité les producteurs nationaux à accroitre leur production pour répondre à la demande de la consommation interne.

**Tableau 6 Taux d'accroissement de la production des tubercules et racines**

| Production des tubercules et racines | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Année | 2005-2014 | | 2013 | 2014 | | 2005 | 2008 |
| | | Accrois | Taux moyen annuel | Production en tonne | | rdt excédent tonne/ha | | |
| Pomme de terre | | 77,69 % | 5,55 % | 640 768 | 157 439 | | 18,06 | 12,38 |
| Patate douce | | 43,20 % | 13,52 % | | | | | |
| Ignames | | 113,55 % | 11,45 % | | | | | |
| Carotte et navet | | 52,06 % | 7,23 % | | | | | |
| Manioc | | -11,44 % | Baisse continue d'année en année | | | | | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrystat, BM.

**1.1.1.3 Les légumineuses et les fruits**

Globalement, la production des légumineuses a atteint 26 265 382, 73 t en 2006 et 2 951 062 t en 2014, soit une baisse globale de 90 265,38 %. Pour ce qui concerne les fruits, la production est de type saisonnier lié au climat du pays. La production des légumineuses est dominée par la tomate avec un accroissement global de 7336,46 % au taux moyen d'accroissement annuel de 43,19 %/an de 2004 à 2015 avec un rendement d'échelle de 10,30 tonnes à l'hectare en 2008. Cependant, la production de l'échalote est en baisse de 13,41 % au taux moyen annuel de - 1,3 % entre 2004 et 2014 avec un rendement à la superficie de 97,17 % et presque cent pour cent en 2004 contre 54,5 % en 2008. Bien que l'échalote représente une culture phare d'indication géographique, mais la volatilité de son prix aux producteurs rencontre un sérieux problème d'incitation à la production. Au nombre des fruits, nous avons les pastèques, les manques, les oranges, les bananes et les melons cantaloups. La production des pastèques a augmenté de 68,14 % entre 2005 à 2010 avec un taux d'accroissement annuel de 9,04 %. De 2004 à 2014, la production des mangues a diminué globalement de 60,82 % au taux moyen annuel de -8,16 %. Cette baisse pourrait être expliquée par le manque de politique de reboisement et aussi bien par la politique d'urbanisation de la ville, puisque les champs de mangues sont en général, dans les périphériques de la ville. Les manguiers sont coupés au profit d'avoir des terrains à usage d'habitation. Pour ce qui est les oranges, la production globale des oranges fit une légère augmentation de 1,05 % au taux d'accroissement annuel de 0,095 % entre 2004 à 2014. Quant aux bananes, la production a connu une croissance globale de 131,18 % entre 2004 à 2009. Cette forte augmentation pourrait être interprétée par l'augmentation de la demande de consommation d'après la loi keynésienne. La production de la banane devient de plus en plus intéressante pour les agriculteurs, car l'indice des prix aux producteurs a connu un record de 180 réalisant ainsi une marge bénéficiaire presque la double. La production des fruits est également concurrencée par les importations en provenance du Maroc, de la Côte d'Ivoire dont le programme de compétitivité et diversification agricole (PCDA) a endigué la dépendance extérieure pour soutenir la production fruitière locale malgré une certaine insuffisance des mesures d'accompagnement.

**Tableau 7 Taux de variation de la production des fruits et légumineuses**

| Les légumineuses et les fruits |
|---|
| **Les légumineuses** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Production globale en tonne | | | | | |
| Année | 2006 | 2014 | 2004-2015 | 2008 | 2004-2014 |
| | | | Accrois globale | Rendement | Taux rdt |
| Production globale | 2 6 265,38273 | 2 951 062 | | | |
| Baisse de la production | 90 265,38 % | | | | |
| Tomate | | | 7336,46 % | 10,3 t | |
| Échalote | | | -13,41 % | | 97,17 % |
| | | | | | |
| **Production des fruits 2004 2014** | | | | | |
| | Accrois globale | Taux moyen | | | |
| Pastèque 2005-2010 | 68,14 % | 9,04 %. | | | |
| Mangue | 60,82 %* | 8,16 %* | | | |
| Orange | 1,05 % | 0,095 % | | | |
| Banane 2004-2009 | 131,18 % | | | | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

#### 1.1.1.4 La foresterie

Le domaine forestier national couvre environ 100 millions d'hectares sur lesquels uniquement 21 millions (soit 17 % du territoire national) sont exploités et dont le taux de régénération est estimé à 7 millions de tonnes par an. La superficie reboisée a augmenté de 2 417 ha à 3 164 ha entre 2005 et 2009 contre 116 ha en 2017 (ministère de l'environnement et de l'assainissement, 2017). La production des bois de chauffage était presque constante en 2001 au taux de variation globale de -18,13 %. Par rapport à l'année 2001, la baisse est de 18,13 %, mais de 2007 à 2013, la production est devenue plus importante avec une hausse globale de 170,46 % au taux moyen annuel de 7,92 %. En 2017, les produits de cueillette ont enregistré des productions intéressantes, ainsi cela se constate pour le karité (175 8000 tonnes), la gomme arabique 45 000 tonnes, un produit phare pour une indication géographique comme l'échalote du pays dogon et le henné de Banamba, etc. Actuellement, on compte 113 forêts classées couvrant une superficie totale de 1 339 000 ha soit 1 % du territoire national, pour un objectif visé à terme de 15 % (PNISA, 2014).

**Tableau 8 Production sylvicole et régénération forestière**

| La foresterie | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Domaine total en million | Domaine exploité million | Écart estimé | Taux régénération en million | Accroissement forestier | Taux moyen annuel |
| 100 | 21 | 17 % | 7 | 170,46 % | 7,92 %. |
| Production en tonne | | | | | |
| Karité | 175 8000 | | | | |
| Gomme arabique | 45 000 | | | | |
| Forêt classée | | | | | |
| Nombre | Superficie ha | Écart estimé | Objectif visé | | |
| 113 | 1 339 000 | 1 % | 15 % | | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**1.1.1.5 Le sous-secteur de l'élevage**

La production animale est le deuxième sous-secteur agricole qui contribue à la formation du PIB (17,57 % en moyenne) supérieur à celle de la production végétale (9,15 %) (PNISA, 2014). La performance de ce sous-secteur est évaluée sur la base de trois produits principaux : la viande, les œufs et le lait. Parmi les animaux vivants, les caprins sont les plus dominants de 2006 à 2014, mais les poules ont battu le record entre 2014 et 2015. De 2006 à 2015, la production bovine a augmenté de 35,43 %, mais le taux annuel moyen a baissé de 5,06 %. La production porcine a connu un accroissement global de 15,83 % avec un taux moyen annuel de -8,80 %. Celui des caprins connait également un taux d'accroissement global de 66,73 % suivi d'une baisse de 2 % chaque année. Pour les ovins la production augmente de 70,71 % avec une baisse en moyen 1,72 %/an. Concernant les poules, le taux d'accroissement global est de 181 539 % au taux moyen annuel de 45,53 % contre une baisse globale de 81, 64 % entre 2006 et 2015. Dans l'ensemble la production des poules connait une augmentation record dans la fréquence animale. Le nombre de certains animaux comme camélidés, chevaux et l'âne est insignifiant dans la production animale. En termes de production, la viande

bovine a connu une dévolution de 33 337 t à 1 569 t soit une baisse globale de 95,29 % entre 2006 à 2007 contre un accroissement global de 37,33 % entre 2008 et 2015. La production de la viande bovine est plus pondérant que les viandes des autres animaux dont l'évolution de la production est en dessous de 10 000 t sur la période de 2006 à 2015. Pour ce qui est de la production du lait, elle s'est accrue de 2 002 529 t en 2009 soit un accroissement global de 46,52 % de 2006 à 2009 contre une baisse de 1 215 255 t en 2015 soit un enregistrement d'une contreperformance globale de 154,36 % de 2009 à 2015. Pour ce qui concerne le secteur de l'aviculture, au-delà de la prédominance des poules parmi les animaux vivants entre 2014 et 2015, la potentialité des autres sujets de volaille est presque négligeable, mais on enregistre l'augmentation globale de la production des œufs de poules et autre volaille de 1337,4 % soit un taux annuel moyen en hausse de 14,25 % entre 2006 et 2015. Dans la particularité, la pondeuse à elle seule fait un accroissement global de 1456,31 % entre 2005 et 2013 contre une production en baisse globale de 26,38 % entre 2013 et 2015. Bien que l'élevage soit le troisième produit d'exportation du Mali après l'or et le coton, le secteur reçoit moins d'un dixième du budget alloué à l'agriculture (SAPAA, 2014). Pour l'élevage, le pays dégage des excédents importants en viande rouge et en lait dont l'accès à la transformation et à la commercialisation rencontre d'énormes difficultés à cause des insuffisances d'organisation des acteurs du secteur et du conditionnement.

**Tableau 9 Taux d'accroissement de la production animale**

| Production animale | | |
|---|---|---|
| | Accrois globale | Taux moyen animal |
| Bovine | 35,43 % | -5,06 % |
| Porcine | 15,83 % | -8,80 % |
| Ovine | 70,71 % | -1,72 % |
| Poules | 181 539,00 % | 45,53 % |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

#### 1.1.1.6 L'aquaculture

La production aquacole a subi une baisse de 97,34 % globalement entre 2009 à 2012. De 2012 à 2013, on constate une progression de récolte avec un taux global en hausse de 1503, 63 %. La production totale aquacole selon le type d'environnement d'élevage est estimée à 5168 tonnes en 2009 contre une baisse de 2 400 tonnes en 2015, soit une baisse de 10,38 % en 2015 par rapport à 2009 en moyen par an. Le système de

production aquacole national est caractérisé par deux types d'exploitations que sont : la pêche artisanale et semi-moderne par l'installation des étangs. Cette production aquacole ne permet pas de couvrir les besoins alimentaires en poisson selon les normes de la FAO. Soit 11,91 kg/hbt/an selon la recommandation de la FAO or le Mali connait une consommation de 0,13 kg/hbt/an, soit un déficit de 99,99 %. Beaucoup d'efforts restent donc à fournir dans le sous-secteur des pêches et de l'aquaculture pour couvrir les besoins des populations sans avoir recours aux importations en évolution massives. On estimées ainsi une importation de 6643tonne en 2004 et de 14 436 tonnes de poissons congelés en 2008. Le gouvernement devrait booster la production nationale de poissons et améliorer sensiblement le taux de couverture des besoins en produits aquacoles.

**Tableau 10 Besoins alimentaires en poisson en kg/bht/an**

| Besoins alimentaires en poisson en kg/hbt/an | | |
|---|---|---|
| Norme FAO | Mali | Déficit |
| 11,9 | 0,13 | 99,99 |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

### 1.1.1.7 Transformation agroalimentaire

En termes, d'accueil des produits agroalimentaires, les activités de transformation des produits agricoles à but commercial portent sur une diversité de matières premières agroalimentaires à savoir : les céréales (riz, blé, fonio, mil, sorgho et maïs), les fruits et légumes (mangue, échalote, gombo, agrumes, oseille rouge, tamarin, gingembre…), les produits d'origine animale (lait, viande, miel…), l'arachide et quelques cultures dites industrielles (coton, sésame, canne à sucre). Au recensement industriel, le Mali comptait 202 entreprises industrielles agroalimentaires, la production de ce secteur a atteint 260 milliards de FCFA 396 367 444,81 € (INSAT, 2006). EN 2015, le recensement industriel réalisé dénombrait 829 entreprises industrielles essentiellement d'industrie de transformation des produits agroalimentaire dont 765 en activité. La plupart, soient 52,69 % sont installées dans le district de Bamako. Ces entreprises industrielles employaient 30 438 personnes selon le dernier rapport corrige en 2015 contre 13 127 personnes en 2002. La valeur ajoutée créée par le secteur industriel agroalimentaire s'est élevée à 398,06 milliards de F CFA en 2010 ; 442,31 milliards en 2011 ; 1 289,09 milliards en 2012 ; 1 465,64 en 2013 et 782,48 milliards en

2014. Le taux d'accroissement annuel moyen a été de 11,11 % en 2011, 191,44 % en 2012, 13,69 % en 2013 et - 46,61 % en 2014.

Au regard de toutes ces potentialités, l'utilisation efficiente des ressources agricoles favoriserait la productivité de l'agriculture et l'abondance alimentaire au Mali si la question énergique et le soutien à la transformation avaient suivi la production. Ce contexte de la transformation agroalimentaire est un axe essentiel de la productivité agricole qui s'inscrit dans le volet la politique de développement et de protection de l'environnement. Parce qu'on considère que la transformation comme une source qui participe à la sécurité alimentaire, au développement des territoires et dans la valorisation des produits agricoles du territoire à caractère indication géographique (IG), appellation d'origine contrôlée (AOC).

**Tableau 11 total des industries agroalimentaires nationales**

| Entreprise agroalimentaire | | | |
|---|---|---|---|
| Année | Nombre | En activité | Disponibilité énergétique |
| 2006 | 202 | * | 9 % |
| 2015 | 829 | 765 | 14 % |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM. * : aucune donnée.

### 1.1.1.8 Analyse des consommations intermédiaires

Les intrants chimiques, pour ce qui est des intrants chimiques agricoles, on observe essentiellement l'utilisation de 4 produits chimiques, dont trois dans la répartition de la consommation des pesticides et les engrais chimiques. La consommation des insecticides, des pesticides Nda et des rodenticides connaissent respectivement une baisse globale environ de 100 % (18 136 t), 97, 09 % (4 881,5 t) et 100 % (620,6 t) entre 2005 et 2015 au taux moyen annuel de -56,21 %, -32,51 % et de -100 %. Les engrais chimiques se composent de l'urée, du DAP et du complexe NPK. De 1998 à 2012, la consommation des engrais chimiques a atteint une consommation maximale de 179 752 t en 2004, soit une baisse globale de 41,01 % au taux de -3,46 % par an pour l'urée, 162 752,85 t en 2007, soit 33,02 % au taux de -2,64 % par an pour le DAP et de 34 302, 13 tonnes entre 2005-2006, soit 91,20 % au taux de -26 % par an pour le NPK. En effet, la production de certaines cultures démontre que les engrais chimiques ont été utilisés sur 100 % des superficies de coton, 29 % des superficies de

maïs, 19 % des superficies de riz, 2 % des superficies de mil (soit en moyenne 49 kg/ha) et 4 % des superficies de sorgho (soit 41 kg/ha) (ministère du développement rural, 2007). Ces quantités d'engrais sont inférieures à celles recommandées par la déclaration d'Abuja en 2010. La faible utilisation des engrais chimiques sur les cultures céréalières pourrait s'explique par la politique de subvention des engrais pour certaines cultures, les difficultés d'accès au crédit agricole et le manque d'intérêt économique des doses préconisées sur des cultures essentielles destinées à l'autoconsommation. Pourtant, le Mali fait partie des pays africains signataires de la déclaration d'Abuja pour une hausse du niveau d'utilisation d'engrais au moins 50kg par hectare d'ici 2015. Sur le plan de la production de ces engrais, le Mali possède des entreprises spécialisées au taux de couverture (importation/exportation) globalement excédentaire soit, 16 103,8 % de 2002 à 2004 ; 348,61 % en 2010 et de 571,24 % en 2011. La production des engrais chimique est de plus en plus importante, mais son utilisation est en deçà des normes recommandée par la déclaration d'Abuja.

**Tableau 12 Consommation des intrants de 2005 -2015**

| Utilisation des intrants de 2005 à 2015 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Taux moyen de consommation annuelle | | | | Écart de consommation des engrais kg/ha | |
| Produits chimiques | | Engrais chimiques | | | |
| Pesticide | -31,51 % | Urée | -3,46 % | Mali | 41 |
| Insecticide | -56,21 % | NPK | -26 % | | |
| Rodenticide | -100 % | DAP | -2,64 % | Norme Abuja | 50 |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

### 1.1.1.9 Équipements agricoles

S'agissant des équipements agricoles, les producteurs utilisent des outils de production traditionnelle entre autres, des charrues, des houes asines représentant environ 71 % du nombre total d'exploitations agricoles. On observe 15 % possession de multiculteurs et 18 % des semoirs (RGA, 2005). Toujours, selon le recensement général agricole (RGA) de 2006-2007, sur 2 358 3 08 ha des superficies recensées, soit 72 %, sont cultivées à la traction animale pendant que 17 % sont encore en manuel contre à peine 1 % faiblement motorisé. Le labour attelé est celui qui est le plus répandu au Mali. La charrue et le semoir sont les plus utilisés dans l'agriculture malienne. Le taux global d'accroissement de l'utilisation de la charrue a progressé de 63,72 % au taux moyen annuel de 3,34 % (2001 à 2015). Quant au semoir, leur utilisation a connu

un léger accroissement global de 24,53 au taux 1,47 % proportionnellement moins important que la charrue. En effet, l'agriculture malienne est très faiblement modernisée. Elle repose sur des exploitations familiales de petite taille puisque 68 % des exploitations cultivent moins de 5 ha, 18 % ont des superficies comprises entre 5 et 10 ha et seulement 14 % dépassent 10 ha (CPS, 2009). Ces exploitations sont basées sur la polyculture céréalière et sur l'élevage. Cependant, certaines exploitations dans le nord du pays présentent une très forte spécialisation pastorale eue égard aux conditions agro climatiques sahéliennes et subsahariennes. (DNSI et al, 2008).

**Tableau 13 Équipements agricoles**

| Équipements agricoles 1980-2016 | | | |
|---|---|---|---|
| | | Moyenne | |
| Traditionnels | | 71 % | |
| Semi-moderne | | 28 % | |
| Moderne | | 1 % | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Au Mali, les productions agricoles se développent dans cinq zones agro écologiques et concernent les productions végétales, animales, aquacoles et forestières. Au nombre des productions végétales, on a les cultures de rente, les cultures vivrières et les cultures maraichères. Pour ce qui concerne les cultures de rente, le coton est la principale culture de rente au Mali, qui génère la première source de devises. L'analyse du secteur agricole montre, malgré les atouts du potentiel agricole, le pays n'arrive pas encore à couvrir régulièrement la totalité de ses besoins alimentaires pour atteindre un niveau de souveraineté alimentaire durable. Les principales contraintes qui pèsent sur la productivité agricole sont entre autres les aléas climatiques, sècheresses, inondations, les risques sanitaires, les déprédateurs, feux de brousse, faible recours aux engrais et aux semences améliorées, faible niveau de mécanisation agricole, un faible niveau d'alphabétisation des producteurs agricoles, une maitrise insuffisante des problèmes environnementaux […]. À ces contraintes s'ajoutent : l'enclavement des zones de production, la problématique de gestion du foncier agricole, le faible accès aux crédits agricoles, la faible capacité d'organisation des producteurs, la faible valorisation des produits agricoles, la faiblesse du système d'information et de statistique agricole, la fluctuation des prix et l'instabilité des revenus agricoles, la faiblesse des échanges

commerciaux avec les pays de la sous-région et à l'internationale (République du Mali, 2014).

**Section 2 Les politiques agricoles**

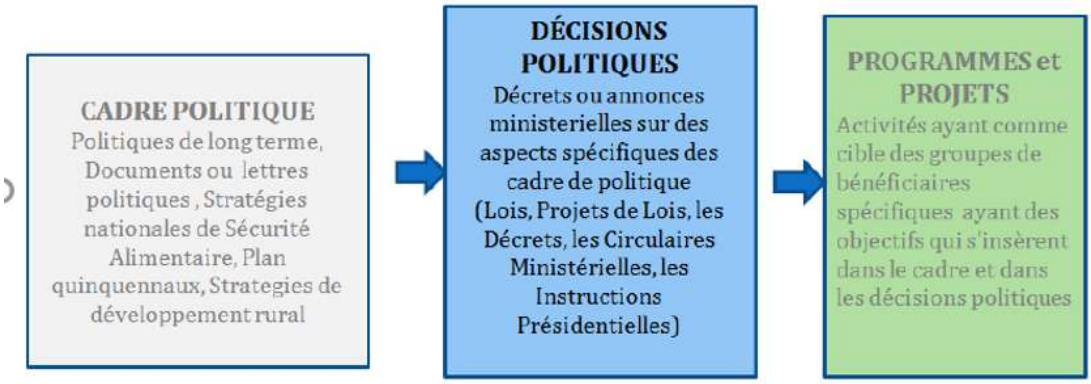
**1.1.2 État de la politique agricole au Mali**

Ces dernières années, le secteur agricole malien a connu plusieurs mutations selon les politiques des différents gouvernements successifs. À l'indépendance en 1960, la politique agricole était axée essentiellement sur le développement des cultures industrielles. Au cours de la période révolutionnaire en 1968, elle a connu une rupture notamment avec l'accent sur le développement des cultures vivrières. À partir des années 1992, le marché agricole a été libéralisé profitant ainsi de la diversification agricole. Ces reformes vont du schéma directeur du développement agricole (SDDA, 1992) à l'adoption de la loi d'orientation agricole (LOA, 2005), au cadre stratégique pour la croissance et la réduction de la pauvreté (CSCRP, 2006) intégrant les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) au projet de développement économique et social (PDES) dont le volet agricole constitue la base du travail gouvernemental pour améliorer la production et la productivité ainsi que la gouvernance dans le secteur agricole et à la présente politique de développement agricole du Mali (PDA, 2013). Aux chapitres 1, 3, 7 des objectifs de la loi d'orientation agricole des articles 9, 137, 176, 143, portent sur les questions relatives à l'augmentation de la production, à la productivité et aux mesures de soutien d'accroissement de la productivité agricole malienne conformément à la recommandation de la politique agricole de l'union économique monétaire ouest-africaine (PAU) instituée en 2001 par les pays de l'UEMOA. Cette politique vient compléter les ambitions des États membres qui visent, entre autres le renforcement de la performance des activités économiques contenues dans le traité révisé de l'union dans un cadre de coordination harmonisée des politiques sectorielles nationales, par la mise en œuvre d'actions communes et éventuellement des politiques communes. Elle vise ainsi, à contribuer, de manière durable à la satisfaction des besoins alimentaires de la population, au développement social et économique des États membres à réduire la pauvreté. Les axes prioritaires définis vont de l'adaptation des systèmes de production à l'insertion de l'agriculture dans l'espace UEMOA. Cependant, toute politique qui se veut la promotion de l'agriculture dans l'union doit tenir compte des lignes directrices contenues dans la politique agricole de l'UEMOA. Parallèlement à la loi d'orientation agricole, la politique de développement agricole (PDA, 2013) évoque également le défi d'améliorer la productivité […] agricole avec l'ambition de diversifier, d'intensifier et de moderniser les systèmes de production agricole. Dans le contexte de cette politique, il est affirmé que le gouvernement du Mali

encourage la recherche-développement et la vulgarisation agricole pour assurer la productivité des secteurs par des mesures facilitant l'accès aux intrants, l'utilisation des variétés à haut rendement et l'adoption d'itinéraires techniques performants de production. Ce choix des hautes autorités maliennes se justifie par la disponibilité des ressources agricoles, une opportunité qu'il convient de valoriser pour créer un climat propice à un renouveau du secteur agricole. Ainsi, en 2009, le gouvernement du Mali, l'union africaine, la CEDEAO, la profession agricole, les collectivités territoriales, les ONG, les associations de développement, le secteur privé et les partenaires techniques et financiers ont signé un pacte pour la mise en œuvre du plan national d'investissement dans le secteur agricole (PNISA) dans le cadre de la LOA (PDA, 2013). Comme initiative, les actions de ce pacte consistent à stimuler la productivité agricole de manière à réduire la pauvreté et d'éradiquer la famine sur le continent. La politique du programme détaillé pour le développement de l'agriculture en Afrique et economic community of west Africa agricultural policy (ECOWAP/PDDAA) contribuent à promouvoir un cadre favorable pour impulser ce processus au niveau des pays. S'agissant du PNISA, il vise essentiellement à augmenter les niveaux de production et améliorer les rendements des secteurs de productions agricoles par un appui à la professionnalisation de tous les acteurs des divers maillons du secteur agricole. Dans cette optique la stratégie adoptée est une approche genrée qui tient compte les besoins des groupes vulnérables, en particulier des femmes et des jeunes, en vue de renforcer leur implication dans le processus de décision et dans la mise en œuvre des activités de développement de l'agriculture. On observe une flexibilité dans la mise en œuvre des projets, dont l'intervention répond à la demande des acteurs à la base, moyennant leur contribution financière ou en nature. Dans le cadre du passage de l'approche projet à l'approche sectorielle, le programme national d'irrigation de proximité dans le secteur agricole (PNIP-SA) a été consolidé au volet du PNISA pour renforcer la productivité de l'agriculture dans les bassins de production conforme aux recommandations du travail sur les pôles agroindustriels du Mali (2013). Le PNIP-SA s'inscrit dans le cadre du plan de passage de l'approche projet à l'approche sectorielle et notamment du PNISA. Ce dernier permet, dans l'esprit de la déclaration de Paris à laquelle le Mali a souscrit, la mise en cohérence, l'harmonisation des procédures et la synergie entre la multitude de projets et programmes soutenus par divers partenaires techniques et financiers. À ces programmes et projets viennent substituer plusieurs autres volets agricoles dont le but ultime consiste à améliorer la productivité et la compétitivité

agricole, à garantir la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations, une gestion durable des terres, garantir des zones d'élevage et de pêcheries. Plusieurs stratégies sont définies pour y parvenir, parmi lesquelles la diversification et la relance des secteurs, les infrastructures et les aménagements ruraux, l'appui aux OP, l'appui aux services agricoles, la vulgarisation, la recherche et le développement intégré. Ces stratégies devront être renforcées sur le plan macroéconomique par une politique fiscale appropriée et la vulgarisation des techniques et des systèmes d'exploitation qui assurent des rendements élevés et la préservation du patrimoine écologique. Aussi, des efforts de libéralisation des différents maillons de l'économie nationale doivent être poursuivis à cet effet. À tout ceci s'ajoutent la libéralisation des prix des produits et des intrants agricoles, le renforcement des capacités des institutions du secteur à assurer les fonctions appropriées, et l'amélioration de la productivité, la santé et la nutrition des couches vulnérables. D'autres actions sont prévues à savoir le renforcement de la recherche agronomique et des services de vulgarisation, la promotion d'une intensification durable de l'agriculture et une gestion des ressources naturelles et l'organisation des acteurs du secteur agricole. Le Mali a également adopté la déclaration de Maputo pour relever les contraintes liées à la productivité de l'agriculture relative à la réduction de la pauvreté et à assurer la sécurité alimentaire par une allocation de 10 % du budget national à l'agriculture, mais la faiblesse de la productivité de l'agriculture malienne demeure toujours même avec une allocation de 15,1 % du budget national, supérieur à celle de la déclaration de Maputo.

**Schémas Processus des politiques agricoles au Mali**




**Source :** (Suivi des Politiques Agricoles et Alimentaires en Afrique (SPAAA, 2013))

#### 1.1.2.1 La subvention agricole au Mali

La subvention agricole est un instrument parmi plusieurs autres instruments des politiques agricoles dont l'État malien utilise pour renforcer la capacité des producteurs et soutenir la production et la productivité agricole malienne. Au Mali, l'ensemble des mesures de politique agricole mises en œuvre porte en grande partie en direction des subventions agricoles telles que, les subventions en équipements pour l'aide à l'acquisition de biens, les subventions d'intrants à la production (engrais, semences, aménagements des superficies agricoles, approvisionnement en eau), la politique de gestion de l'offre des prix axés essentiellement sur le coton et l'encadrement agricole. Selon les statistiques de la banque mondiale, tous les pays subventionnent leur agriculture. Cependant, la part du revenu assuré par ces subventions varie énormément d'un pays à l'autre. Ceux qui subventionnent faiblement leur agriculture sont l'Australie, le Brésil et l'Argentine. Dans ces pays, l'estimation du soutien aux producteurs (ESP), voir mesure du soutien agricole varie de 0,2 % (Brésil) à 10 %. Parmi ces pays, on trouve notamment des pays du groupe de Cairns. Cependant les États-Unis, l'Union européenne (UE) subventionnent fortement leur agriculture respectivement à l'ordre de 17 % pour les premiers et de 34 % pour les seconds (OMC, 2012). Comme ces ensembles représentent un poids très important, leurs subventions sont très critiquées notamment, car ces États sont exportateurs nets de denrées agricoles. En revanche, certains pays importateurs de denrées agricoles maintiennent des niveaux de soutien très élevés (estimations supérieures à 40 %) pour sauvegarder une agriculture dans leurs frontières. Ces pays sont entre autres la Suisse, le Japon, la Norvège, la Corée du Sud […]. Selon le Cabinet de Conseil Américain associates (2011), spécialiste du commerce et de la politique agricole, a montré que quatre pays avaient fortement augmenté leurs subventions agricoles : le Brésil, l'Inde, la Turquie et la Thaïlande et le soutien moyen aux producteurs dans les pays de l'OCDE à 30 %. Concernant le Mali, l'agriculture représentait près de 40% du PIB malien et occupe plus de 75% de la population active (Banque mondiale, 2017). En effet, suite à l'importance de ce secteur, le gouvernement malien lui consacre près de 15% du budget national. Par mesure spéciale, le budget de l'État destinée à l'agriculture a été de 47 milliards de FCFA en 2015, soit 20% du budget consacré au développement rural (Ministère de l'Agriculture, 2015). Le gouvernement justifie ces subventions par sa volonté d'assurer l'autosuffisance, la sécurité alimentaire et de faire de l'agriculture le moteur de développement du Mali. Le taux de la subvention agricole malienne a été le même que celle de la subvention

agricole perçut par la France dans la cadre de la politique agricole commune 20% (Communiqué européen, 2008) pour la période de 2007. Par ailleurs, la subvention agricole chinoise multiple la subvention agricole malienne de 235,96 milliards de fois de celle du Mali si nous considérons le taux de change du dollar constant à 500 FCFA pour un dollar (Kassogué B. et al., 2018). En effet, au regard des constats nous en arrivons à des problématiques majeures auxquelles la subvention agricole est confrontée et par conséquent le gouvernement tente aujourd'hui d'apporter une gestion adaptée. Nous avions soumis à notre proposition au gouvernement malien qui aurait pris connaissance du contenu de notre recommandation (Kassogué B et al., 2019). Il y a eu, à cet effet, une nette amélioration de « la Gestion de l'Offre de la Subvention agricole (la GOSA) » par l'identification et la numérisation des agriculteurs comme une alternative pour pallier aux problèmes actuels de la subvention agricole au Mali.

#### 1.1.2.2 Objectifs de la subvention agricole

Les objectifs de la subvention sont variables selon les avantages comparatifs et du potentiel agricole du pays, mais nous retenons quelques points généraux communs à tous les pays du monde. Premièrement, la subvention vise à maintenir un niveau de production agricole dans certains pays ou régions. Deuxièmement, elle soutient le revenu des agriculteurs, par des aides directes et des prix garantis. Troisièmement, elle stabilise les prix sur les marchés intérieurs. Quatrièmement, elle assure l'indépendance alimentaire. Cinquièmement elle permet d'exporter des denrées agricoles. Sixièmement elle favoriser la modernisation, la réorientation des exploitations agricoles, par exemple à travers les contrats territoriaux d'exploitation.

#### 1.1.2.3 Les types de subventions agricoles

Les types de subventions agricoles sont en général de six ordres. Il s'agit principalement soit d'aides sur les prix de vente permettant notamment d'exporter à des prix inférieurs aux prix de revient. C'est le cas notamment des restrictions aux exportations du coton malien par exemple. Soit d'aides pour l'écoulement des produits, aides à la commercialisation par exemple de l'échalote dogon. Soit par les aides alimentaires du programme alimentaire mondial-PAM pour couvrir les besoins des populations vulnérables. Soit d'aides directes aux exploitants, à la surface ou par tête de bétail ou encore pour la réalisation de mesures agroenvironnementales par exemple de la vaccination (dédié campagne de vaccination). Soit aux taux d'intérêt bonifiés pour les investissements, par exemple à l'achat du machinisme agricole. À l'exception du

coton et des aides alimentaires aucune de ces subventions n'a fait l'objet d'un projet de loi en République du Mali pourtant la subvention agricole est un instrument qui corrobore avec les mesures citées ci-dessus. Certains considèrent que la subvention agricole créée des distorsions de concurrence souvent considérées comme contraire aux intérêts des pays en développement. C'est l'une des pierres d'achoppement des négociations de l'organisation mondiale du commerce (OMC), qui a classé ces subventions dans plusieurs boites en fonction de leur impact distorsif sur le marché mondial. Le maintien de mesures de soutien et de subventions provoque souvent des distorsions sur les prix dans certains pays membres et sur le marché mondial. Ce qui est non seulement préjudiciable aux intérêts de certains pays producteurs (notamment les pays en voie de développement dont l'économie nationale ne permet pas des niveaux de subventions aussi élevés que dans les pays développés (OMC, 2011).

**1.1.2.4 Problématique de la subvention agricole au Mali**

***La subvention agricole, les critiques sont-elles fondées?***

Lorsqu'on traite de la problématique de la subvention agricole, la majorité de la littérature nous présente des transactions en direction des pays développés et des pays en voie de développement en ciblant principalement 3 continents, l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie. Pour ce qui concerne l'Europe, la subvention agricole est axée sur l'élasticité prix aux producteurs et prix aux consommateurs. Pour ce qui est du continent américain, elle est axée sur la gestion de l'offre. L'Europe et les États-Unis sont les deux au monde qui subventionnent très fortement leur agriculture, 34% pour l'Europe et 17% pour les États-Unis (PAC, 2014). Concernant l'Afrique en général et le Mali en particulier, la subvention agricole est considérée comme un phénomène controversé qui manque de rigueur dans la gestion de l'offre. En effet, la situation des subventions est assez inquiétante et elle prend une importance croissante dans le débat public actuel malien. En effet, l'union des producteurs agricoles du Mali et le journal libre Afrique posent la crédibilité de la soutenabilité, la pertinence et l'efficacité des subventions agricoles au Mali. C'est à cet effet que l'union des producteurs (rices) agricoles du Mali ait dévoilé en mai 2016, l'épineuse question de tentative de détournement d'engrain subventionné déjà produit dans le pays et des engrais frelatés (OPA, 2016). C'est un enjeu majeur au-delà des intérêts privés des uns et des autres, il en va de l'intérêt général de l'agriculture, des agriculteurs et de la société malienne tout entière. On parle des paysans sans subvention ou qui bénéficient très peu de la subvention, mais on est aussi à la veille de parler du gouvernement qui manque de

rigueur, de pertinence et une nouvelle orientation dans la gestion de la subvention agricole. Ce n'est pas juste de la subvention, il s'agit bien une stratégie de développement agricole que le gouvernement doit sauvegarder conformément à la politique de développement agricole (PDA, 2014) élaboré et mise en approbation en 2014 dont la loi d'orientation agricole de 2005 n'a fait aucune mention légale sur la subvention agricole. Dans le journal, Essor, l'opposition officielle a demandé au gouvernement au pouvoir de mettre la subvention agricole du Mali à l'abri des consortiums d'intérêt particulier. Ainsi, à partir de cet instant, l'union des producteurs (rices) agricoles du Mali tire la sonnette d'alarme pour dire, il faut agir très vite. Pour donner suite à ces exactions, le gouvernement tient à rassurer une meilleure utilisation des ressources de l'État, car il est question de l'utilisation des deniers publics et d'un secteur très important dans l'économie malienne.

Pour donner suite à l'analyse, faut-il déposer la loi de la subvention agricole ou faut-il la maintenir ou la donnée une nouvelle réforme ? Pourquoi penser à l'abolition ou à une reforme de gestion de la subvention agricole au Mali ? Quel serait son impact ? L'impact est tellement difficile à déterminer ; il y a plusieurs études qui ont été faites sur la question et comme l'économie n'est pas une science exacte. Il y a au tas d'études favorables et d'études défavorables. Autrement, il y a les études qui soutiennent la subvention agricole comme pour dire qu'elle est bénéfique contrairement à d'autres études qui trouvent le contraire. Ce qu'il faut comprendre, c'est l'objectif premier du projet de loi de la subvention agricole. C'était ou c'est encore à présent d'augmenter la production et la productivité agricole au meilleur prix possible pour l'ensemble des producteurs et garantir à tous les producteurs un prix maximum qui ne nuirait pas le consommateur.

#### 1.1.2.5 Étude expérimentale

Parmi les études qui abordent la subvention agricole, nous distinguons celles qui ont mesuré les effets de la subvention des agriculteurs en Europe, en Afrique, en Asie et en Amérique. Ces continents sont très hétérogènes, par ailleurs, la subvention agricole pourrait être analysée autrement mais la finalité ne pourrait pas être différente des objectifs auquel tous les pays aspirent : assurer l'abondance productive et le bienêtre socioéconomique des bénéficiaires.

Martin et al. (2005) trouvent que deux possibilités se présentent dès lors que l'on protège ou que l'on subventionne l'agriculture: soit le prix intérieur de ce secteur

augmentera par rapport au prix intérieur de l'industrie et des services, soit ses couts de production diminueront par rapport aux autres secteurs. En conséquence, la production agricole deviendra plus rentable et la valeur du produit marginal du capital et du travail augmentera dans le secteur agricole par rapport aux autres secteurs. Dans ces conditions, une partie du capital et du travail précédemment mis en œuvre dans l'industrie et les services se déplacera vers le secteur agricole, de sorte que la production dans l'industrie et dans les services aura tendance à diminuer. Quoi qu'il en soit, la protection accordée à l'agriculture a l'effet d'une taxe à l'importation sur les autres secteurs de production de biens échangés (Martin et al, 1989). Une politique de prix incitatifs favorise la production. En effet selon Hugon (2008) les pays africains (Côte d'Ivoire, Kenya, Malawi) qui ont adopté des prix incitatifs et/ou stabilisés ont connu des progrès notables de production. Bon nombre d'auteurs ont montré que l'application de prix incitatifs encourage les producteurs à augmenter leur offre. Soulé et al (2011) ont montré qu'avec la mise en œuvre au Bénin du Programme d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire (PUASA) qui a permis la distribution de semences améliorées et des engrais spécifiques aux producteurs agricoles en 2008-2009, la production de produits vivriers particulièrement du riz a augmenté de 113% par rapport à son niveau de 2007 et de 187% par rapport à son niveau de 2003. Pour Andrew et al. (2013) la subvention semble avoir été le catalyseur à moyen et à long terme de l'augmentation de la demande d'engrais et de semences améliorées, malgré quelques impacts négatifs sur le développement du secteur privé sous la forme d'effets de substitution à court terme. Le secteur privé endosse de plus en plus le rôle de fournisseur principal d'engrais destiné au programme et son exclusion du marché du détail des engrais subventionnés n'a pas empêché la croissance de la demande d'engrais du commerce à moyen terme. Sur le marché des semences, l'augmentation de la subvention aux semences depuis 2009-2010 semble étouffer légèrement les ventes commerciales. Toutefois, comme le marché des engrais, à moyen ou à long terme, elle pourrait stimuler la demande de semences améliorées à mesure que les paysans constatent les avantages de l'adoption de ces technologies.

#### 1.1.2.6 Démarche méthodologique

##### 1.1.2.6.1Types de données utilisées

Les données brutes utilisées couvrent la période allant de 2001 à 2015 et de 2018 issus de la Base de données du CountryStat-Mali et de la direction nationale de l'agriculture malienne (A.D.N.). Les données utilisées sont les prix à la production des

secteurs des biens échangeables, le coton et non échangeables, le riz, le maïs et le mil subventionnés par le gouvernement malien.

**1.1.2.6.2 Calcul des indices de prix des produits exportables et non échangeables subventionnés dans la production agricole malienne**

Le choix du bien agricole échangeable est fait dans le cadre de la théorie de l'économie dépendante. Nous considérons les biens échangeables ou secteurs exposés sont au nombre de deux dans le présent papier : les biens d'exportation et les biens non échangeables subventionnés dans la production agricole du Mali. Sont considérés comme biens échangeables, les biens agricoles dont les exportations ou les non échangeables représentent plus de 10% de leur production. Dans le cas contraire, ces biens sont considérés comme étant des biens non échangeables ou secteurs non exposés. Les prix de ces derniers sont déterminés par l'offre et la demande sur le marché domestique. Au regard de ce qui précède, nous considérons comme biens échangeables exportables le coton comme le bien échangeable. Les biens non échangeables sont le maïs, le mil et le sorgho. Les indices de prix d'un groupe de biens sont alors obtenus par une moyenne géométrique de prix des biens appartenant à ce groupe. Le coefficient de pondération étant la part moyenne de chaque bien dans la production totale de ce groupe. Ainsi donc, le taux de change réel des biens exportables par rapport aux non échangeables de ces produits agricoles subventionnés dans la production agricole est donné par la formule :

$$\boldsymbol{TCR_{X.EN} = E \times \frac{P_X}{P_{EN}}}$$

Avec $\boldsymbol{P_X}$ et $\boldsymbol{P_{EN}}$ les indices de prix respectivement des exportables et des non échangeables des produits agricoles subventionnés dans la production au Mali et $\boldsymbol{E}$ le taux de change nominal à l'incertain dont nous considérons égal à 1 par hypothèse que le franc CFA soit contant à l'interne. Par rapport aux critères de choix, le représentant de la direction nationale de l'agriculture précise que tous les producteurs ont droit à la subvention, quelle que soit la catégorie (petit, moyen ou grand producteur) ». Au-delà des critères de choix, le représentant, signale que toutes les cultures ne sont pas subventionnées ou du moins ne le sont pas dans la même proportion. Par exemple, le riz, le blé, le maïs et le coton bénéficient presque à 100% de la subvention agricole tandis que le mil, le sorgho […] bénéficient très légèrement de la subvention et le maïs conventionnel bénéficie environ de 50% (A.D.N., 2018). De 2013 à 2017, cette volonté politique s'est matérialisée par une augmentation de la subvention des intrants

agricoles. Cet effort a permis d'observation une performance due à la fixation d'un prix incitatif de 250 FCFA le kilo aux cotons-cultures. Le cout de la subvention a été relevé à 12,5 milliards de francs CFA pour le coton contre 32,5 milliard pour le reste des secteurs.

**1.1.2.6.3 Modèle d'analyse**

Le modèle d'équilibre général à trois biens de Dornbusch (1974) et de Sjaastad (1980) est adapté au contexte de notre étude à deux biens agricoles exportables et non échangeables subventionnés dans la production agricole au Mali. Nous expérimentons ce nouveau modèle sur le plan sectoriel notamment dans le secteur de la subvention agricole malienne et au travers des divers travaux scientifiques. Au nombre de ces travaux, on peut citer ceux de Mundlak, Cavallo et Domenech (1990) sur les « effetcs of macroeconomic policies on sectoral prices ; de White et Wignaraja (1992) sur « exchange rates, trade liberalization, and aid : Sri Lankan experience ; de Dorosh et Valdès (1990) sur « effects of exchange rate and trade policies on agriculture in Pakistan ; de Bautista (1987), Oyejide (1986), Tshibaka (1997, 1986), Valdès (1986).

**1.1.2.6.4 Analyse économique**

Soit : $\boldsymbol{TCR_{X.EN} = E \times \frac{P_X}{P_{EN}}}$ = **1 x** $\frac{12,5}{20,1}$ = **0,62x100= 62%.** Ce chiffre révèle que le coton malien emporte un taux de 62% de la subvention sur le reste de la subvention totale des engrais.

**Degré d'ouverture du Mali aux échanges commerciaux** = $\frac{X+M}{\frac{2}{PIB\ \ agricole}x100}$

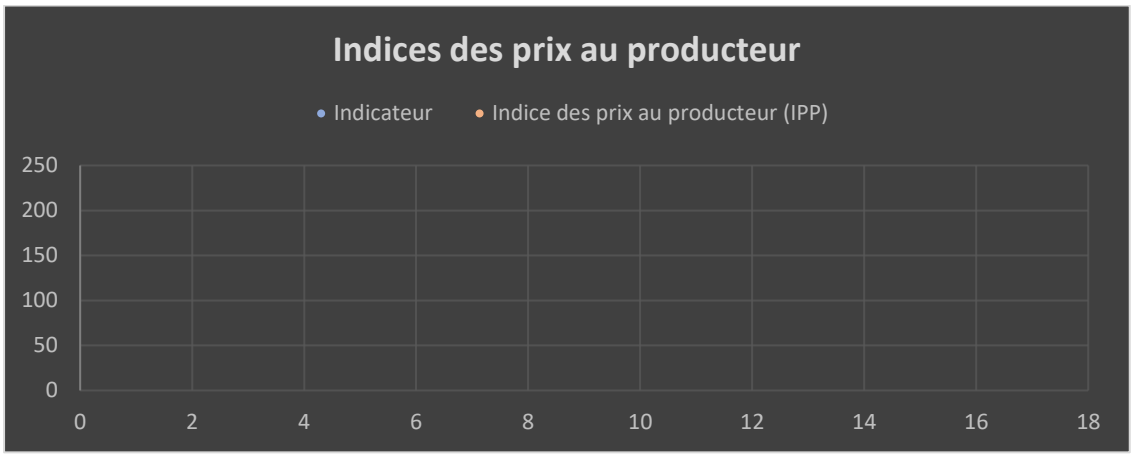
$= \frac{32,6}{\frac{2}{36}x100} =$ 45,28% effort à l'exportation avantageuse en matière des échanges grâce une entrée de devise qui s'explique par la représentation du coton malien sur le marché mondial.

**1.1.2.6.5 Production agricole subventionnée exportable et non échangeable en République du Mali**

En termes des échanges commerciaux (externe), la subvention agricole nuit aux producteurs, elle fait obstacle à l'ouverture des marchés concurrentiels. L'exemple de la production du coton subventionné exporté sur le marché mondial est un succès mitigé. En termes des échanges intérieurs, la subvention nuit aux consommateurs, elle fait obstacle à la baisse des prix aux producteurs qui reçoivent la subvention et à la hausse des prix aux consommateurs. Parce que le coton est exporté et il parvient aux consommateurs l'importation du produit avec la valeur ajoutée sans profiter de la

subvention. On note également une insuffisance de politique de prix pour la production vivrière au profit de la culture du coton.

**1.1.2.6.6 Indice des prix au producteur des produits agricoles exportables et non échangeables subventionnés dans la production en République du Mali**
**<u>Nuages de points (1)</u>**




Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La subvention agricole nuit aux producteurs, on a ici l'évolution en indice des prix des produits agricoles subventionnés. On constate que la marge agrégée des consommateurs et des producteurs et on constate que cette marge est moins contrôlée. Pourquoi l'indice des prix au consommateur est plutôt linéaire (2) par rapport à l'indice des prix au producteur (1) ? Par ce que les prix ont augmenté en franc CFA constant depuis de moitié sur l'ensemble des périodes. Donc on accroit la marge au producteur lorsque les prix augmentent.

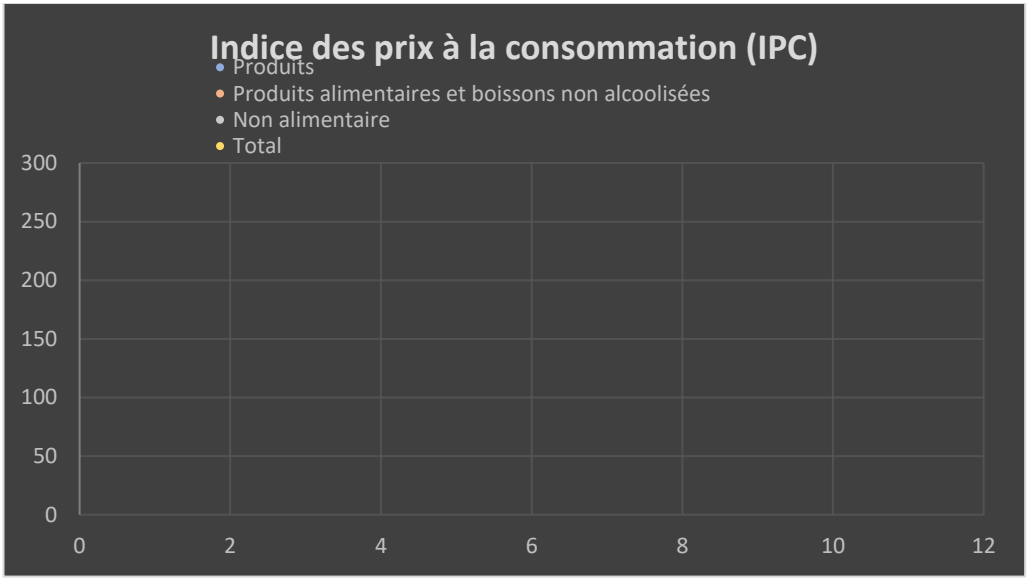
**1.1.2.6.7 Graphique prix à la production des cultures primaires subventionnées : exportable et non échangeables**

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La subvention agricole nuit au producteur est la conclusion et pourtant la marge que le producteur obtient au Mali est plus que celle des concurrents des autres pays d'Afrique par ce que la production du coton est subventionnée verticalement en amont en aval du secteur. On s'en sort bien, ce sont des résultats stables profitables et la base du développement de la croissance à l'international par acquisition, c'est le système dans lequel il est investi. La subvention agricole fait obstacle à d'autres marchés. C'est un sujet qui a été assez abordé dans la littérature donc nous passons par-dessus parce que le Mali a signé plusieurs accords commerciaux de libre-échange dans lequel le Mali arrive difficilement à tire son épingle de jeu dans ces négociations.

**1.1.2.6.7 Indice des prix à la consommation des produits agricoles exportables et non échangeables subventionnés dans la production en République du Mali**

**Nuages de points (2)**




Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La subvention agricole nuit aux consommateurs, par exemple, monsieur X a tendance à dire que le consommateur est le premier acheteur tandis que plusieurs économistes n'approuvent pas ce point de vue. L'idée c'est selon laquelle un système de régulation peut servir aussi à partager le CFA du consommateur entre les différents maillons, donc ce qui nous intéresse en fin de compte c'est le CFA du consommateur. La première affirmation c'est le prix des produits sous la subvention agricole sont moins cher en Europe et ailleurs. C'est général comme commentaire, c'est un général vrai, mais il y a une ennemie, aujourd'hui c'est faux. Pourquoi c'est faux aujourd'hui? Parce que c'est le taux de change qui a changé aujourd'hui par exemple pour le coton au Mali. Alors si on regarde des relevés de prix faits sur le marché, au Mali, on voit ici les prix

des produits agricoles subventionnés sont les plus élevés au monde et le prix à la production est deux fois moins chers au Mali par ce que c'est la subvention. La politique de la subvention agricole est régressive pour le consommateur c'est-à-dire qu'elle affecte plus fortement les consommateurs à faible revenu qui payent plus cher. Certes, il n'y a aucune analyse de sensibilité au résultat, au taux de change si on refait l'étude ou le calcul à parité, ça donne des résultats inverses et donc la politique de subvention est progressive pour les consommateurs. Pour donner suite à l'analyse théorique, la réforme de la subvention agricole en Australie, en Europe, au Canada, aux États-Unis, au Sénégal est un grand succès à copier. Les arguments qui sont évoqués, la production par ferme a augmenté de 61% depuis les reformes et c'est aussi mentionné que le nombre des producteurs a baissé de 50% cependant la production a augmenté de l'année de la réforme, c'est un succès triomphant. En revanche, la réforme que le Mali pourrait adopter dans le cadre de la subvention agricole serait en effet la gestion de l'offre de la subvention agricole du Mali (GOSA). **La Gestion de l'Offre de la Subvention agricole** fera l'objet d'un autre chapitre dans lequel on inventerait l'ensemble des orientations majeures de la réforme des subventions agricoles au Mali. **En conclusion,** les critiques de la subvention agricole ne relèvent pas d'analyse rigoureuse. Le vrai problème, c'est la question de la valeur de quota subventionnée attribuée aux différentes secteurs agricoles. Le coton bénéficie plus de la moitié du budget de subvention dont la valeur ajoutée est exportée à l'étranger. Il y a service de détruire le système pour attaquer à ce problème, mais il faut attaquer au vrai problème c'est-à-dire ajuster la subvention agricole en faveur des cultures vivrières.

#### 1.1.2.6.8 Analyse des indices des prix aux producteurs et aux consommateurs

En ce qui concerne le prix au producteur de tous les sous-secteurs de l'agriculture, il fluctue entre 100 et 236 de 1998 à 2014. Cette analyse montre qu'on observe une inélasticité des indices de prix rigides au consommateur. Sauf, un désavantage de 94 indices des prix au producteur (IDP), mais une élasticité d'indice des prix au consommateur a marqué la période de 2000. En même temps, l'indice des prix au consommateur a été désavantagé de 2005 à 2007 dans une assiette de 87 à 88 indices. À partir de 2008, un équilibre est intervenu suivi d'une amélioration d'indice des prix aux consommateurs de 2009 à 2015. En effet, l'élasticité des prix au producteur augmente géométriquement alors la tendance des prix au consommateur a évolués à un rythme arithmétique. Cela pourrait s'expliquer par le faible revenu des consommateurs

qui réduit leur pouvoir d'achat. Par ailleurs, entre 2005 et 2010, les producteurs de tous les produits de base analysés au Mali ont perçu, sauf pour le coton, des prix inférieurs à ce qu'ils auraient pu être dans un environnement politique plus favorable. Les producteurs de coton bénéficient de politiques de soutien, et les prix intérieurs ont été systématiquement plus élevés que les prix de référence internationaux. L'appui est fourni sous la forme d'une combinaison de politiques de fixation des prix et de subventions aux intrants (SPAAA, 2013). Les producteurs de cultures de base comme le sorgho ou le mil perçoivent des prix bien inférieurs à ceux qu'ils pourraient percevoir, si l'on utilise les prix régionaux comme valeur de référence. En effet, le gouvernement malien restreint les exportations de ces produits, qui sont cultivés par les petits exploitants pour la consommation domestique en général afin d'assurer leur sécurité alimentaire. Le gouvernement n'offre pas d'appui budgétaire conséquent pour stimuler la production et trouver des marchés de niche pour créer des opportunités de commercialisation de ces produits. Le gouvernement encourage plutôt l'autoconsommation de ces cultures de base qui lui semblent moins profitables . Par rapport à l'évolution des prix, la mauvaise campagne agricole de 2011 a enregistré une hausse des prix des produits alimentaires en 2012 avec comme conséquence une inflation de 5,3 %, soit près du double de l'objectif poursuivi dans la zone UEMOA (3 %). L'inflation des prix à la consommation a été que de -0,6 % en 2013 et de 0,9 % en 2014 en raison de la bonne campagne agricole et à la baisse du prix des produits pétroliers. Sur la période 2012-2014, la moyenne annuelle du taux d'inflation a été estimée à 1,9 % contre une moyenne de 1,3 % pour la zone UEMOA.

**Tableau 14 Indices des prix aux producteurs et aux consommateurs**

| Indices des prix au producteur (IPP) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Année | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Indice des prix au producteur (IPP) | 136 | 118 | 94 | 137 | 173 | 139 | 100 | 169 | 134 | 124 | 164 | 180 | 185 | 181 | 236 | 175 | 183 |
| Indice des prix à la consommation (IPC) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Année | | | | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | | |
| Produits | Produits | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Produits alimentaires et boissons non alcoolisées | | | | 87 | 87 | 88 | 100 | 104 | 107 | 113 | 122 | 118 | 118 | 121 | | |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**1.1.2.6.9 Crédit agricole**

Pour ce qui concerne le crédit agricole, la Banque Nationale de Développement agricole (BNDA) du Mali accorde 2 principaux pôles de financement de crédit agricole à court et à moyen terme. À court terme, elle accorde essentiellement à des coopératives, pour l'achat d'intrants agricoles (engrais, insecticides, herbicides, commerce...). À moyen terme, la BNDA finance le crédit des achats d'équipements agricoles (charrues, tracteurs) ou la construction d'infrastructures rurales (magasins de stockage, centres d'alphabétisation ou de santé, pistes rurales...). La moyenne du montant d'un prêt tourne entre 5 et 6 millions de francs CFA par dossier, entre 7 500 et 9 000 euros. Le crédit s'échelonne sur une durée de douze mois s'il s'agit d'intrants et de quatre à cinq ans pour des équipements agricoles. Il existe aussi les structures mutualistes dénommées « Systèmes financiers Décentralisés (SFD) » qui sont constitués de structures de crédit solidaire, des caisses d'épargne et des crédit agricoles autogérés ou warrantage. La plupart des SFD se limitent, compte tenu de leur surface financière et des risques, au financement des crédits d'une campagne agricole. Les organisations paysannes traitent avec les institutions financières pour le financement à crédit des engrais (11 à 12 % de taux d'intérêt/an). Le taux d'intérêt maximum autorisé pour les S.F.D. est de 27 % l'an. Le défi majeur de ces institutions demeure la problématique du financement des investissements, notamment des aménagements hydroagricoles et autres infrastructures. Par ailleurs, il existe d'autres problèmes au niveau de l'offre qui porte entre autres sur le manque de financement à faible cout pour les institutions de micro finance, le niveau élevé des couts de transaction, l'absence d'instruments appropriés de gestion des risques pour les prêts ruraux…

**Tableau 15 Crédit Agricole**

| Crédit Agricole | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Prêt en moyenne | Durée | Taux d'intérêt | Taux de décaissements |
| B.N.D.A | 5,5millions | 12 mois | 11,50 % | 10 % |
| S.F.D | 500 000 F CFA | 12 m mois | 27 % | 18 % |

Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**1.1.2.6.10 Changement climatique et productivité agricole**

Nous n'avons pas l'intention de faire une étude approfondie du changement climatique sur la productivité agricole, mais nous voudrions montrer que le changement climatique n'est pas sans effet sur la question de la production agricole.

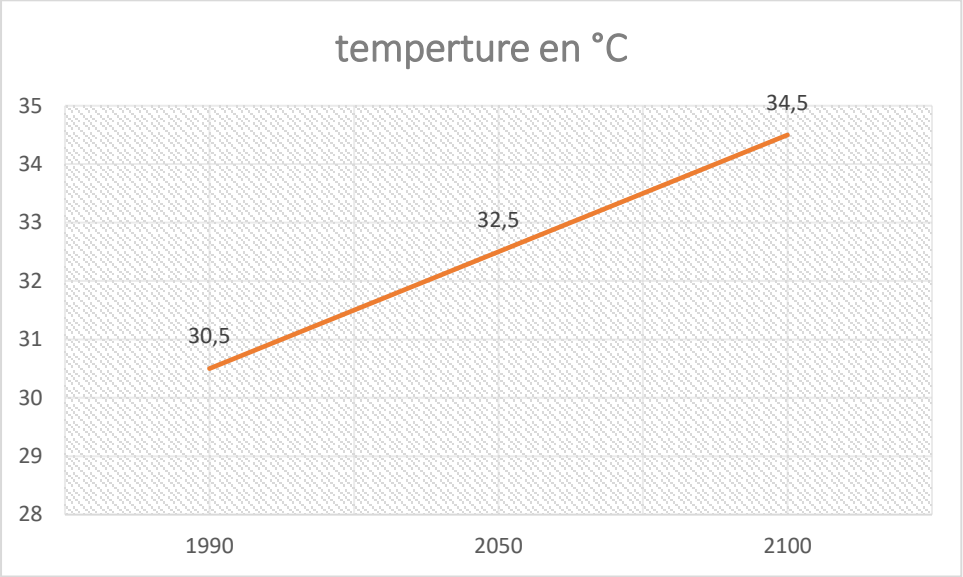
Par son origine, le réchauffement climatique se distingue par de nombreuses caractéristiques […] dont la faible disponibilité en eau dans le sol , l'indice de stress du couvert végétal, l'infiltration du nitrate par le lessivage et par l'accumulation du méthane sous la terre […]. Les principaux dommages environnementaux associés à l'activité agricole sont engendrés soit par la conversion directe ou indirecte d'espaces naturels en espaces cultivés (émissions de gaz à effet de serre et érosion de la biodiversité), soit par les excès d'intrants amenés sur l'espace cultivé (nitrates, phosphates, pesticides […] ) et par l'intensification agricole. Autrement, l'intensification au sens de l'élévation des rendements agricoles par l'intensité culturale par les intrants génère des dégradations environnementales sur les surfaces cultivées, mais elle permet de produire plus sur cette surface cultivée[?]. Cependant, l'adaptation de l'agriculture aux effets du changement climatique reste un défi majeur dans le monde en général, spécifiquement pour l'Afrique parce que le continent africain peine à disposer les fonds nécessaires pour soutenir le phénomène du changement climatique. Le réchauffement climatique est aujourd'hui le point focal des débats actuels du monde sur les prérogatives d'émergence du secteur agricole. Il survient suivant le déséquilibre de la biosphère susceptible de provoquer plus généralement une augmentation de la température de l'univers qui affecte gravement la croissance économique agricole des nations. Il s'agit en effet, pour la gouvernance mondiale de gérer une question en faveur des intérêts humains qui permettrait considérablement de réduire l'émission du gaz à effet de serre. La gouvernance mondiale se veut à cet effet sauvegarder le changement climatique sous contrôle et elle préconise que la température soit maintenue au tour de 1,5°C ou à 2°C maximum, température létale à l'échelle mondiale (Soultan et al, 2013). À savoir, l'agriculture compte pour environ 14% des émissions mondiales du gaz à effet de serre. Suite à la déclaration du pourcentage d'émission du gaz à effet de serre, les faits annoncent les pays en développement sont responsables de 74% soit 4% pour l'Afrique en termes des émissions dues à l'agriculture (COP22, 2016). Selon les statistiques, le bilan concernant l'Afrique est plus que préoccupant, à savoir en termes de pourcentage, l'Afrique est responsable seulement de 4% des émissions de gaz à effet de serre et possède 6/10 pays les plus menacés par le changement climatique dans le

monde. En effet, près des 2/3 de la population africaine sont déjà affectées et 65% des terres arables au niveau de la planète sont africaines et sont potentiellement menacées. Les statistiques indiquent aussi que la baisse des rendements agricoles pourrait atteindre 20% d'ici 2050 par des risques d'une augmentation de la migration liée au changement climatique. Selon la F.A.O, les régions des pays en voie de développement sont les plus touchées par ce changement climatique et son impact limiterait la production vivrière au moins jusqu'en 2050. C'est une catastrophe qui va ainsi contribuer au déplacement de certaines populations à la recherche d'un autre milieu du mieux-être et on en enregistre plus de 10 millions de réfugiés climatiques à l'heure actuelle (OIM, 2018). Au fait, près 95% sur 100 milliards de dollars du fonds alloué au changement climatique des pays en voie de développement vont à l'agriculture par ce que la situation alimentaire est plus agissante que les autres problématiques et aussi parce qu'on estime que l'agriculture est responsable soit à 74% du réchauffement climatique. C'est la raison pour laquelle la production agricole connait de graves difficultés climatiques avec des conséquences sur la question alimentaire. Les pays en développement connaissent une décroissance de 9 à 21% de leur production totale à cause du changement climatique. Selon Tembely D.(2009) dans le journal infosept, l'agriculture africaine est un secteur vital qui concentre entre 25% et 35% des emplois directs selon les pays et génère des revenus de près de 70% de la population. Cet auteur indique d'ici 2050, 1/3 de la population mondiale vivra en Afrique. Autant de chiffres nous interpellent et nous obligent en effet, à revoir le bordereau des priorités mondiales de l'agriculture africaine en général et malienne en particulier aux faciès du changement climatique. En outre, ce changement affecte les systèmes de production, modifie les termes des échanges commerciaux des produits agricoles par la hausse des températures liée à une forte élévation du dioxyde de carbone. Comme conséquence, on assiste aux phénomènes extrêmes de sècheresses, des vagues de chaleur, des inondations et une augmentation violente des tempêtes. Ainsi, le changement climatique présente des répercussions inquiétantes sur les quatre dimensions de la sécurité alimentaire: disponibilité, accessibilité, utilisation et la stabilité. Avec une fréquence accrue des phénomènes climatiques extrêmes, le changement climatique exacerbe la variation de la production agricole dans toutes les régions, l'effet majeur étant ressenti dans les régions les plus pauvres. Ceci se manifeste par une diminution considérable de la productivité du secteur agricole qui se traduirait par une augmentation de la pauvreté et de la croissance du taux de mortalité. Ainsi, en l'absence de mesures de soutien adapté,

la production agricole de plusieurs pays est condamnée à subir les effets du changement climatique surtout dans les pays à faibles revenus déjà très exposée à la sècheresse, aux inondations aussi bien aux cyclones en Europe, en Amérique et en Asie. En Afrique, le changement climatique pourrait accroitre la dépendance de nombreux pays vis-à-vis des importations alimentaires, et réduire le potentiel de production agricole du continent de 15 à 30% à l'horizon 2080-2100. Le plus grave impact du changement climatique sur l'agriculture est attendu en Afrique subsaharienne fortement en fonction du revenu agricole avec des taux de pauvreté et d'insécurité alimentaire les plus élevés dans le monde (FAO, 2012). L'adaptation du secteur agricole au changement climatique serait couteuse, mais il est vital pour la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la préservation des écosystèmes pour une question de vie humaine. Les incidences du changement climatique sur l'agriculture et les conséquences en termes de sécurité alimentaire sont d'ores et déjà inquiétantes.

En revanche le constate est alarmante et c'est la raison pour laquelle l'initiative triple «A» fut adopté à la COP 22 en 2016, dans les buts de réduire la hausse du climat par des stratégies et plan d'action […]. L'initiative a été adoptée par 27 pays, dont le Mali, dans l'intérêt de réduire les risques qui affaiblissent la production agricole par la vulnérabilité environnementale face aux effets du changement climatique. Deux volets sont adoptés au contexte de ce changement climatique, il s'agit du volet adaptation de l'agriculture et du volet répartition équitable des fonds pour le changement climatique. La prise de mesures nécessaires à l'adaptation du continent africain au changement climatique s'impose aujourd'hui comme une urgence. Concernant le Mali, le taux de variation moyen est de 6,55% pour la période de 1990 à 2050 et de 6,15 pour la période de 2050 à 2100 ( graphique 2 ci-dessous). Le constat est vraiment alarmant parce que l'élévation de la température est au-dessus de la moyenne de 2°C au-delà desquels les conséquences sont assez graves pour la croissance économique de l'agriculture malienne et mondiale.

***Graphique 1 Taux de variation de la température***




*Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO 2018.*

Au nombre des mesures de réduction du changement climatique sur la production agricole, nous préconisons d'accroitre premièrement le piégeage du carbone dans le sol grâce aux initiatives de la foresterie, d'agroforesterie et aux pratiques de travail du sol, améliorer l'efficacité de la gestion des substances nutritives et remettre en état les terres dégradées sont en quelque sorte des mesures potentielles de réduction du réchauffement climatique. Deuxièmement, nous suggérons le développement des indications géographiques (IG) agricoles, appellation d'origine contrôlée afin d'optimiser la gestion des ressources naturelle et une production adaptée à la question du changement climatique (agriculture durable).

**1.1.2.6.11 Changement climatique et politiques agricoles**

Sur le plan des conventions, le Mali a ratifié plusieurs accords sur l'adaptation du changement climatique (schémas 1 ci-dessous). Ces accords sont entre autres la convention de lutte contre la désertification, la protection de la biodiversité par l'adoption de plusieurs textes législatifs et règlementaires pour gérer les questions environnementales, notamment celles du changement climatique. En 2011 le Mali a adopté la stratégie nationale du changement climatique (SNCC) et un plan d`action nationale climat (PANC) face aux grands risques et enjeux du changement climatique sur la santé économique agricole (République du Mali, 2011).

Au plan institutionnel, le gouvernement du Mali a pris des mesures favorables au changement climatique entre 2010 et 2011. Il s'agit de la création de l'agence pour

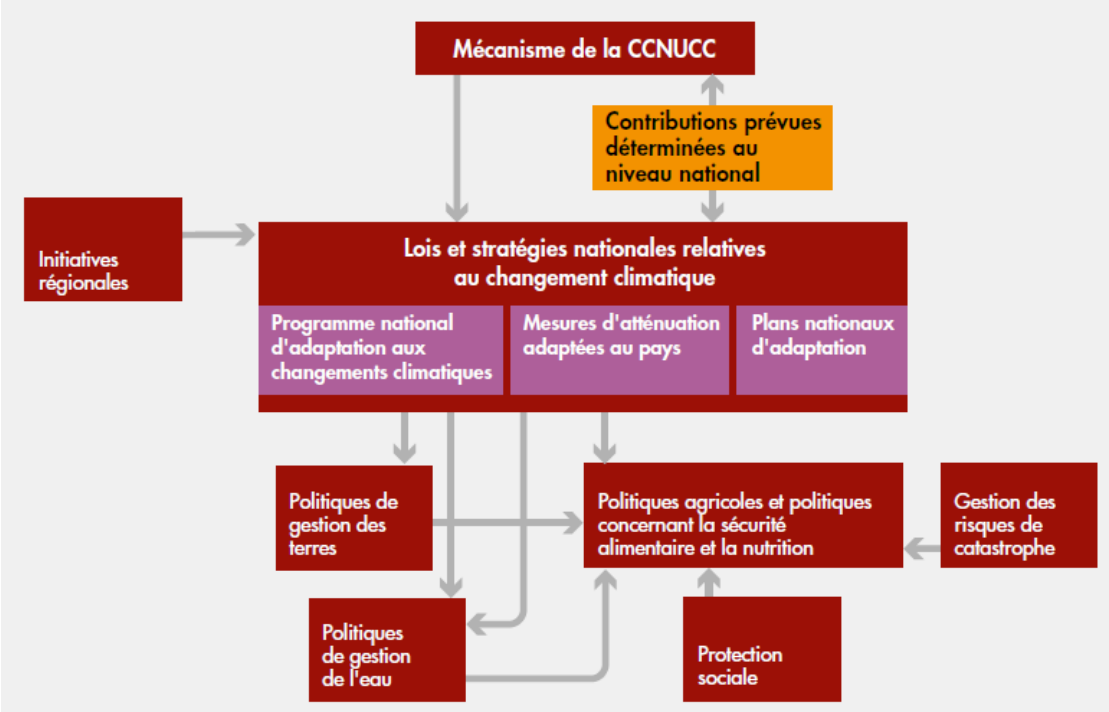
l'environnement et le développement durable (AEDD); la création d'un conseil national de l'environnement (CNE); la création du comité national du changement climatique au sein du CNE et la législation nationale sur les évaluations environnementales stratégiques (EES). Pour y parvenir, le Mali dispose des institutions publiques relatives à l'intervention dans le domaine du changement climatique. Parmi celles-ci, on peut citer le centre national de recherche scientifique et technologique (CNRST), l'Université de Bamako, l'école nationale d'ingénieurs (ENI), l'institut d'économie rurale (IER), l'institut polytechnique rural de formation et recherche appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, une centaine d'ONG, d'associations regroupées au sein du « Reso Climat Mali ». En ses termes, le Mali définit 8 orientations de politique nationale et 10 orientations sectorielles sur les changements climatiques.

Au nombre des orientations de politique nationale on distingue entre autres la gouvernance anticipative au changement climatique, les politiques et stratégies sectorielles d'intégration au changement climatique, la planification nationale et territoriale au changement climatique, la stratégie des actions d'adaptation de renforcement des actions, la prévention et gestion des risques des catastrophes naturelles, la promotion des actions d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, la sensibilisation du public, l'éducation, la formation et le renforcement des capacités en matière de changements climatiques, la promotion et le renforcement de la coopération internationale et sous régionale autour des changements climatiques.

Au point des orientations sectorielles du changement climatique concernent entre autres le secteur agricole, des ressources en eau, des ressources naturelles, de l'énergie, de la santé et de l'assainissement, du transport, de l'éducation, de l'aménagement du territoire, d'industrie et de la mine.

Malgré ses avancées notables en matière de politique et stratégie en faveur du changement climatique, le Mali continue à faire partir des pays les plus touchés par le réchauffement climatique qui mine à présent l'émergence de son agriculture (graphique 2 ci-dessus). Les faits révèlent que les estimations expérimentales d'émissions du gaz à effet de serre s'aggraveraient davantage d'ici 2050 et 2100 pour l'Afrique en général et pour le Mali en particulier avec un impact potentiel sur l'agriculture (graphique 2 ci-dessus).

***Schéma 1 Mécanisme international aux politiques et institutions nationales***




Source : FAO et CCNUCC ( convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques).

En conclusion, l'agriculture durable semble être la réponse au changement climatique et l'intensification semble être la solution à l'abondance productive et dispose la capacité d'adaptation aux phénomènes climatiques plus extrêmes.

**1.1.2.6.13 Analyse de la croissance du secteur agricole malien**

La contribution du secteur agricole au PIB a représenté 40,96 % en moyenne sur la période 2015 (BM, 2015). Elle joue rôle important sur le PIB selon la tendance annuelle des sous-secteurs qui lui composent. Ainsi, entre 2005 et 2010, le PIB du sous-secteur de la production végétale (agriculture) fit un accroissement global de 12,12 % contre 9,15 % (2010-2017). On constate une baisse de 18,18 % pour l'élevage contre une hausse de 13,23 % (2010-2017). On note aussi une baisse de 27,27 % pour la sylviculture contre une décroissance de 23,12 % (2010-2017). On observe 0 % pour la pêche contre un accroissement de 4,35 % (2010-2017) (BM, 2012 ; Africa database et INSTAT, citées par Bourdet, Dabitao et Dembélé, 2011 ; PNISA, 2014). La contribution du secteur de l'agriculture au produit intérieur brut du Mali est en fluctuation permanente, qui ralentit, par moment la performance de son économie. Or selon plusieurs auteurs à savoir Cette G. (2007), Kahneman & Krueger (2006),

McGillivray & Shorrocks (2005), Obsberg & Shape (2005) […] conviennent que le produit intérieur brut est l'indicateur le plus souvent retenu pour appréhender le niveau de développement d'un pays et des secteurs d'activité des nations.

***Cependant,*** *la bonne croissance du secteur agricole malien par moment ne doit pas masquer la faiblesse productive de ce secteur. Tout d'abord, selon le ministère de l'environnement de l'assainissement (MEA, 2011), l'agriculture malienne est extensive et peu productive résultant d'une somme de facteurs, notamment : la dépendance aux aléas climatiques et une pluviométrie en baisse de 30% sur les 30 dernières années. Pour Fané (2016), les sècheresses et les inondations ainsi que des invasions acridiennes régulières affaiblissent la productivité de l'agriculture malienne. Un groupe de chercheurs maliens étudie le potentiel des pôles agroindustriels et situe le manque des infrastructures de production adéquates en particulier comme une problématique majeure suivie par le faible niveau de l'irrigation des poches de production (agropole, 2013). Selon le plan national d'investissement dans le secteur agricole (PNISA, 2011), la faible productivité de l'agriculture malienne est liée aux difficultés d'accès aux intrants (terres, engrais) et au crédit bloquant ainsi les investissements agricoles. Le suivi des politiques agricoles et alimentaires en Afrique (SPAAA, 2013) met en exergue le faible niveau d'éducation des producteurs. Pour le « Monitoring African Food and Agricultural Policies project methodology : concept paper » (FAO, 2016), constate que la vulgarisation et la recherche agricole ne parviennent pas très souvent aux acteurs du secteurs avant de mettre l'accent sur le dispositif du cout élevé de transport, la perte pendant la transaction et le conditionnement des produits agricoles. Selon la cellule de planification statistique du Mali (CPS, 2011), la faible productivité de l'agriculture malienne est liée à la pauvreté et à la fragilité des sols, qui entraine une détérioration générale des ressources naturelles. Quant à Diakité L & Koné B (2010), la vulnérabilité de cette agriculture fait face à la volatilité des prix sur le marché intérieur et international. Selon le NEPAD (2006, 2008) ; la Banque Mondiale (2008), la faiblesse de la productivité agricole de l'Afrique en général et du Mali en particulier se caractériserait par la faiblesse des dépenses publiques dans le secteur de manière générale, particulièrement les dépenses d'investissement (aux soutiens inadaptés des subventions) et par la mauvaise organisation des acteurs du secteur. En conclusion, l'économie malienne est fortement dépendante des activités agricoles dont les niveaux de production et de productivité agricole sont encore globalement tributaires par plusieurs aléas. Cependant, bien que*

*l'agriculture étant le moteur de l'économie malienne, de nombreuses difficultés de production réduisent l'efficacité de ce secteur. « Un tel faciès de l'économie en présence d'une population rurale en forte croissance, se traduit surtout par de fortes fluctuations du PIB et une paupérisation accrue de la population » (SPAAA, 2013).*

**Tableau 16 Accroissement global de la production de l'ensemble du secteur agricole**

| | Accroissement global de 2005-2010 | Accroissement global de 2010-2017 |
|---|---|---|
| Production végétale | 12,12 % | 9,15 % |
| Élevage | -18,18 % | 13,23 % |
| Sylviculture | 27,27 % | 23,12 % |
| Pêche | 0 % | 4,35 |

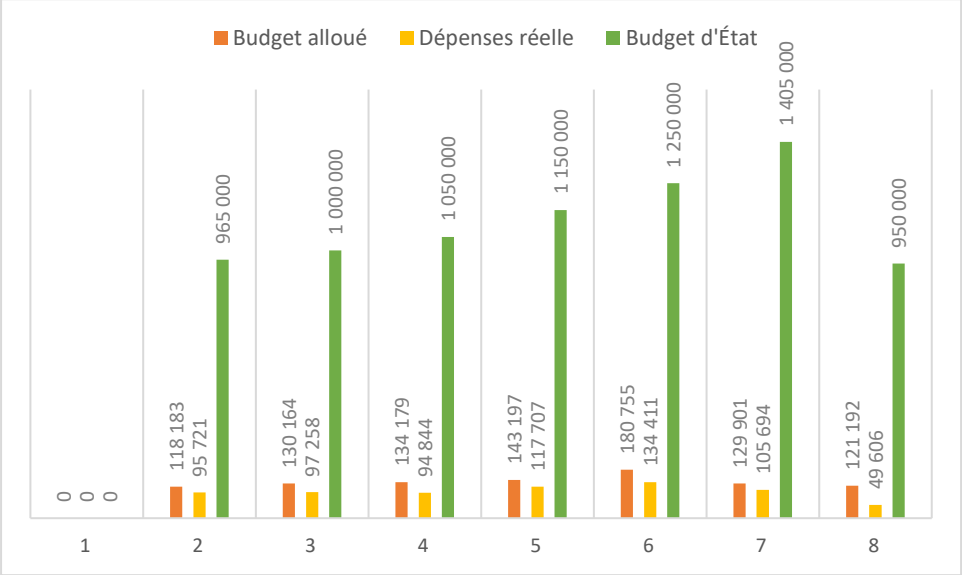
Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**1.1.2.6.14 La stratégie d'investissement dans le secteur agricole malien**

Sur le plan des investissements publics dans le secteur de l'agriculture, le gouvernement du Mali utilise le Cadre Budgétaire à Moyen Terme (CBMT) qui est un outil budgétaire à partir duquel, est formulé le projet de loi de finances. Elle permet d'apporter une réponse technique aux problèmes d'articulation entre les stratégies de développement et le budget de l'État et permet également de situer la loi de finances dans une perspective pluriannuelle et de préciser la trajectoire des finances publiques. L'objectif de la politique budgétaire vise ainsi le renforcement de la soutenabilité de la politique budgétaire en cohérence avec les critères de convergence de l'UEMOA et de la CEDEAO et les contraintes de viabilité de la dette publique. Les interventions publiques dans le secteur de l'agriculture au Mali sont déterminées par des politiques et stratégies sectorielles et sous-sectorielles, assorties de programmes et de plans d'action. Le secteur dispose de trois (3 ) principaux documents de référence qui sont : La loi d'orientation agricole (LOA) promulguée le 5 septembre 2006, intègre l'ensemble des politiques et stratégies du secteur de développement agricole et en fixe le cadre d'orientations à long terme ; le cadre stratégique pour la croissance et la réduction de la pauvreté (CSCRP) adopté par le Gouvernement en 2006 est le cadre unique de référence à moyen terme sur la période 2007-2011 intégrant les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) ; le projet de développement économique et social (PDES) dont le volet agricole constitue la base du travail gouvernemental pour

améliorer la production et la productivité ainsi que la gouvernance dans le secteur agricole. Cette volonté a été traduite par l'élaboration et l'adoption du plan de passage à l'approche sectorielle pour le développement rural (PASDR) par l'élaboration d'une politique de développement agricole (PDA) en 2013 et d'un programme national d'investissement dans le secteur agricole (PNISA,2014). Le cadrage macroéconomique sur lequel est bâti le cadrage budgétaire du Mali repose sur les hypothèses de l'évolution de l'environnement économique international, sous régionaux ainsi que celles des secteurs porteurs de l'économie malienne. Les hypothèses spécifiques sur l'économie nationale reposent sur la poursuite de la politique de soutien au secteur primaire à travers la subvention des intrants agricoles et la mécanisation agricole (des dépenses publiques agricoles). En termes de réalisation, le financement de l'agriculture au Mali passe par deux canaux, les dépenses de fonctionnement et les dépenses d'investissements. Les dépenses de fonctionnement constituent l'ensemble des dépenses faites pour les salaires et pour les activités courantes des départements en charge de l'agriculture. Les dépenses d'investissements concernent les dépenses faites pour l'acquisition et l'installation des infrastructures agricoles. Le budget d'investissement du secteur se caractérise par la mise en œuvre et la poursuite de grands projets de développement rural.

**Histogramme 1 Part du budget agricole sur le budget d'État**




Source : Construit par l'auteur à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Dernièrement, les mesures à court terme, telles que les subventions aux intrants variables où la suppression de taxes à l'importation a reçu beaucoup d'attention politique. Les mesures à long terme, cependant, sont également importantes pour une

augmentation durable de la production. Elles pourraient comprendre l'accroissement des incitations à la production, l'augmentation du revenu des producteurs grâce à des prix plus élevés et la réduction de la vulnérabilité aux chocs extérieurs. À savoir, les chaines de valeur sont très mal organisées par les acteurs du secteur qui appliquent des marges excessives. Il en découle que les prix intérieurs sont déconnectés des prix internationaux et régionaux. Par conséquent, il s'agira de prendre en compte les conséquences à moyen terme de mesures comme la suppression des taxes à l'importation ou les restrictions d'exportation, car elles ont un effet direct sur les prix aux producteurs et peuvent compromettre le revenu et les incitations à la production. En effet, le problème agricole est difficile à appréhender. Si nous interrogeons les parties prenantes suivant la question, en quoi consiste le problème du secteur agricole ? Il n'est pas étonnant ni surprenant de recevoir des réponses différentes selon la fonction qu'exerce la personne interrogée. Selon l'agriculteur, le problème agricole réside dans la faiblesse du revenu au producteur, la ménagère s'accorde pour dénoncer le niveau des prix des produits, l'homme politique déplore pour sa part l'importance des dépenses publiques engagées dans le secteur agricole. Ils ont tous tendance à ramener le problème agricole à ses effets, et nous laissent perplexes devant un catalogue souvent contradictoire, qui ne répond pas à notre désir de comprendre le pourquoi et le comment… La première chose à faire dans l'analyse des politiques agricoles consistera à élargir notre champ de vision. Pour ce qui concerne le problème agricole de l'Afrique subsaharienne en général et du Mali en particulier, plusieurs auteurs dénoncent un déficit notoire de politique agricole, caractérisé par la faiblesse des dépenses publiques agricoles (Diagne Youssoupha S.&SY H. et Thiam D., 2014). C'est la raison pour laquelle nous avions fait un état de lieux des politiques agricoles et analysé les causes profondes de la productivité agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle.

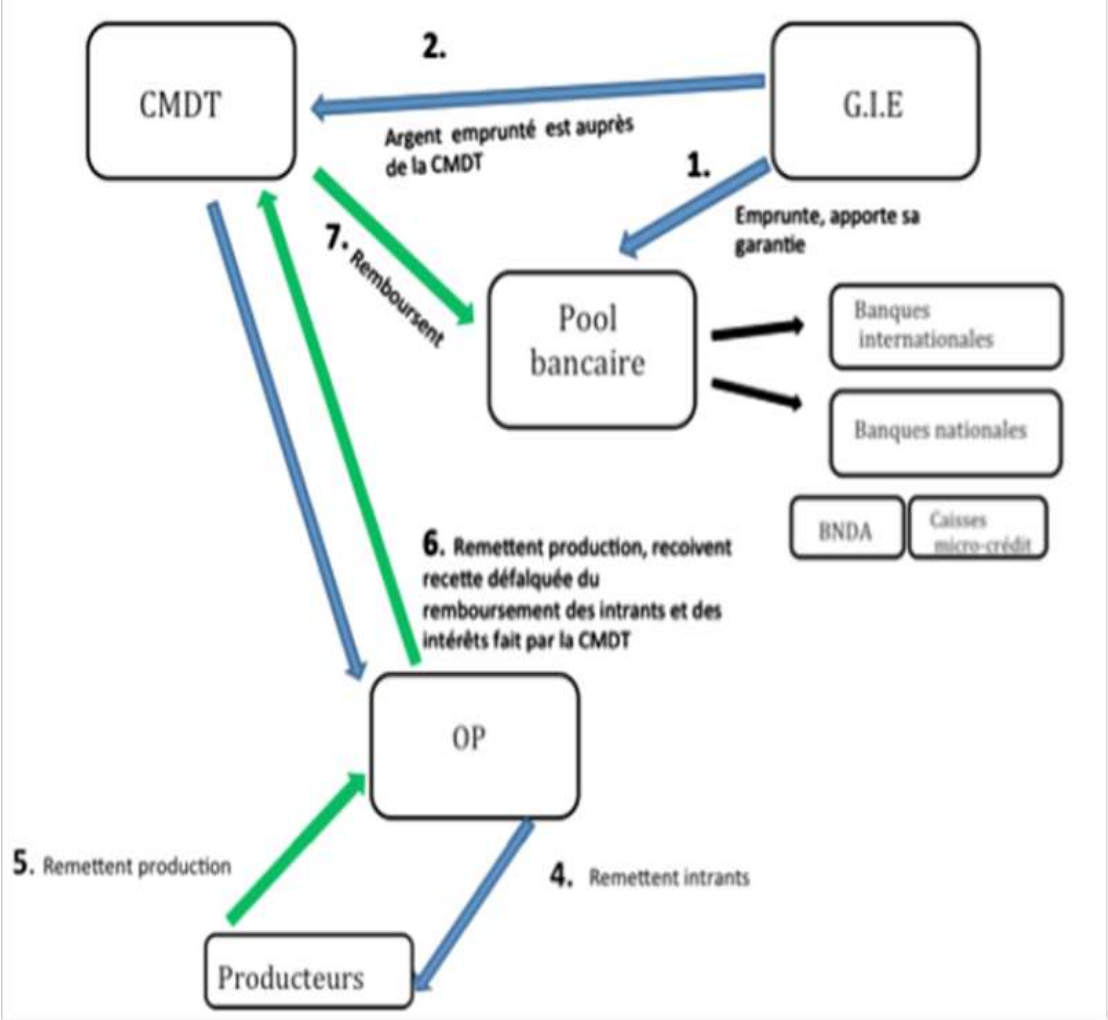
**Tableau 17 Composition détaillée des dépenses spécifiques vers l'agriculture et l'alimentation**

| Composition détaillée des dépenses spécifiques vers l'agriculture et l'alimentation au Mali (%), 2006-2012 | |
|---|---|
| Évolution en % de 2006-2012 | |
| Paiements aux producteurs — subvention aux intrants | 37 % |
| Paiements aux producteurs — soutien au revenu | 1 % |

| | |
|---|---|
| Recherche agricole | 2 % |
| Vulgarisation | 1 % |
| Formation agricole | 10 % |
| Infrastructure agricole | 22 % |
| Paiements aux autres agents | 2 % |
| Paiement aux consommateurs | 1 % |
| Assistance technique | 3 % |
| Inspection (animale et végétale) | 7 % |
| Stockage | 4 % |
| Commercialisation | 10 % |

Source : construit par l'auteur à partir des données de SAPAA, 2014

**Schémas : Exemple de système de financement de la campagne agricole cas du coton**




**Source :** (*SPAAA, 2013)*

**1.1.2.6.15 Analyse de la valeur ajoutée du secteur primaire**

Par ailleurs, la répartition de la valeur ajoutée du secteur primaire (agriculture, élevage, pêche et forêt) à prix courant et constant apparait beaucoup plus importante que les autres secteurs à l'ordre de 4 208 pour l'agriculture contre 3 578 pour l'élevage, 1 444 pour la pêche contre 707 pour la sylviculture pour la période de 2014 (Mali countrystat, 2018) . Les producteurs de toutes les secteurs des produits de base, y compris le coton, percevraient des prix plus élevés si les inefficacités structurelles étaient traitées par des politiques de long terme. Parmi ces inefficacités figurent la faiblesse des infrastructures de commercialisation, les marges excessives des commerçants par le fait du manque d'information et d'organisation des producteurs et les taxes illicites élevées le long des routes commerciales. Développer de meilleurs systèmes de stockage ou conditionnement permettrait aux producteurs d'éviter le bradage des produits agricoles et les effets des prix saisonniers bas afin de stabiliser les prix de la plupart des produits de base (SPAAA, 2013). Après les faibles croissances économiques constatées en 2012 et 2013, l'économie malienne a renoué avec un niveau de croissance forte en 2014. En effet, durant l'année 2012, l'économie malienne a été paralysée par la crise sociopolitique du 22 mars 2012. Les activités économiques dans presque tous les secteurs ont subi deux effets, un effet endogène et un effet exogène qui a entrainé la suspension des financements extérieurs par certains partenaires au développement, qui a eu une incidence négative sur la poursuite des grands projets agricoles. Dans ce contexte difficile, le produit intérieur brut, en termes réels, a enregistré une croissance nulle (0,0 %) en 2012. Par contre, le PIB agricole en 2017 a été de 40,7 % (Banque mondiale, 2017). En 2014, l'économie malienne a connu une performance de 7,2 % contre 1,7 % du PIB réel en 2013, imputable à un rebond de la croissance du secteur primaire. Grâce à une pluviométrie favorable et la mise en place des intrants agricoles en début de campagne, la production agricole a augmenté de près de 15 %. Au cours de la même période le PIB réel du secteur secondaire a enregistré une croissance de 9 % supérieur à celui du tertiaire environ 4 %. Malgré cette performance enregistrée en 2014, la performance de l'économie malienne sur la période 2012-2014 a été largement en deçà de la moyenne des pays de l'UEMOA, avec une croissance réelle moyenne de 3,0 % contre 6,3 % pour l'UEMOA. De 2015 à 2018, le PIB du secteur agricole a connu un accroissement global environ de 4,6 % en moyen (FMI, 2017) soit un taux d'accroissance de 11,9 % par an, ce qui dépasse l'objectif d'allocation budgétaire au secteur agricole de 10 % du NEPAD. Cette tendance s'inscrit

dans le cadre du Mali vision de 2060 à consacrer 15 % soit 34,3 milliards de FCFA/an (ministère de l'économie et de finance, 2016) du budget d'état à l'agriculture en vue de faire du mali une puissance agricole exportatrice nette. De 1992 à 2017, l'agriculture malienne est financée à travers les dépenses effectuées par le gouvernement et les partenaires au développement et ce budget a atteint une moyenne de 15 % du budget national (adapté des résultats du secteur agricole : revue des politiques, stratégies et programmes de financement de l'agriculture).

***Face à la faiblesse*** *de la productivité et donc du déficit de couverture des besoins alimentaires, le Mali fait recours aux importations massives qui deviennent de plus en plus importantes pour satisfaire la demande alimentaire nationale comme source de la problématique de l'agriculture malienne. La raison serait que les politiques publiques sont plutôt axées sur la compétitivité que sur la productivité de l'agriculture si on observe le quota sur la subvention agricole. Selon Sacko I. (2018) « ce n'est pas la peine de produire du riz si ce riz devient plus cher que le riz qu'on importe. Donc, cette compétitivité doit être par la question de productivité. À moyen et à long terme, ce qu'on peut faire, ce sont des choix de productions et de développement des capacités productives en améliorant la productivité pour améliorer la compétitivité des secteurs » (Malijet, 2018). Plusieurs auteurs confirment que les politiques publiques devraient être axées sur la productivité que sur la compétitivité (Poter et al., 2007 ; l'OCDE, 2011). Ils déclarent en substance que « la productivité dépend à la fois de la valeur des produits et services d'une nation, mesurée par les prix qui peuvent être obtenus sur des marchés ouverts et concurrentiels avec l'efficacité par laquelle ils peuvent être produits. En effet, l'objectif visé doit être axé sur la productivité et non sur les exportations.*

*Cependant, le débat sur la problématique de la contribution de l'agriculture à la croissance économique est au centre des préoccupations depuis les travaux de Kuznets (1971) et de la théorie économique sur la mesure de la productivité qui remonte aux travaux de Tinbergen J. (1942) et de Solow R. (1957). Dès lors, cette discipline s'est considérablement développée, en particulier suite à la contribution majeure de Dale W. Jorgenson (1995), Zvi G. (1987) et Diewert W. Erwin (1980). En effet, une agriculture qui se veut productive doit répondre aux piliers de la sécurité alimentaire et pouvoir assumer les principaux rôles à savoir, être capable de participer à la croissance ; favoriser l'augmentation des revenus des producteurs agricoles et contribuer au financement du reste de l'économie. En dépit de toutes ces réformes,*

*force est de constater que le secteur agricole malien continue d'être miné par des contreperformances jetant ainsi des doutes sur l'efficacité réelle des facteurs de production et des politiques agricoles élaborées et mises en œuvre en plus des aléas naturels.*

Cependant, il serait important de savoir **comment les facteurs de production influencent la productivité agricole malienne? Quelle est l'incidence des dépenses publiques agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle ?** Face à ces questions, il importe de jeter un regard approfondi sur la question de la productivité agricole malienne d'une part et d'évaluer d'autre part l'incidence des politiques agricoles mises en œuvre. La productivité de l'agriculture est analysée ici sous l'angle de la productivité totale des facteurs de production (PTFP). Ces formes d'analyse de la productivité agricole sont très peu abordées dans les travaux scientifiques au Mali. Ces indicateurs sont donc perçus comme des critères clés d'appréciation de la productivité agricole sur lesquels est mesurée l'influence des facteurs de production. Cette préoccupation soulève les critères de la soutenabilité ou de la non-soutenabilité des dépenses publiques agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle.

# Chapitre 2 cadre théorique des politiques et de la productivité agricole

Ce second chapitre expose le cadre théorique avec une recension critique des débats actuels sur les politiques et la productivité agricole. Dans la première section, nous allons répertorier les définitions, le contour des concepts, les théories économiques et les déterminants sur les politiques et la productivité agricole. Quant à la deuxième section, nous exposons les études empiriques ainsi que les mesures et la spécification des modèles menées essentiellement sur la question des politiques et de la productivité agricole. Ceci pour nous permettre d'avoir des arguments solides qui justifieraient le choix des modèles théoriques et empiriques opéré dans le cadre du présent travail qui soutiennent la suite logique du prolongement à faire dans le chapitre 3 de la démarché méthodologique.

**Section 1 les théories sur la politique et la productivité agricole**

La littérature économique nous enseigne que la question de la productivité agricole est au centre des débats actuels sur la sécurité alimentaire du monde en général et du Mali en particulier. De ce fait, nous allons chercher à savoir l'origine du mot productivité et son utilité qui se prêtent au contexte de la présente thèse. Dans un premier temps, nous exposons les définitions et les contours du concept de la productivité, ensuite nous allons présenter en second lieu, les facteurs qui favorisent et limitent la productivité agricole.

## 2.1 Définitions et théories économiques de la productivité

### 2.1.1 Définitions de la productivité

Aujourd'hui, nous constatons que la notion de [productivité] est utilisée presque dans tous les domaines ; qu'ils soient scientifiques ou non et par la plupart des individus. Cependant, elle pourrait, très souvent, porter à confusion, lorsqu'elle n'est pas bien utilisée sur le choix des concepts. C'est la raison pour laquelle, nous allons nous investir à définir et d'en examiner les contours de ce mot. Nous utilisons le terme [notion] de productivité plutôt que [mot] par abstraction aux concepts globaux plutôt vagues du mot [productivité] dont certains auront tendance à confondre avec plusieurs autres de ses concepts que nous allons exposer ci-dessous.

Par son origine, la productivité est une notion qui tire sa source du verbe latin « producere » qui signifie mener en avant, étendre, mais aussi procréer, développer, faire grandir et correspondant au participe « productus » du mot latin. À partir du XVe siècle, le mot explose pour donner naissance à toute une famille de mots français : produire, producteur, productif, produit, production et productivité. Par la suite, au XVIIIe siècle, les physiocrates se sont intéressés au concept de [productivité] pour décrire la faculté de produire. Ainsi, son sens s'est affiné au fil des temps et c'est au début du XXe siècle qu'un grand nombre de chercheurs et enseignants trouvèrent l'intérêt d'étudier la performance productive des nations sinon des facteurs de production. Nous comprenons, à partir de cet instant, que la productivité est la capacité des nations à produire des outputs maximums à partir des inputs minimums. Il s'agit de la capacité de production obtenue par unité de facteurs de production ou de la matière produite, dans un temps donné, sur une surface de terre ou un volume obtenu dans une matière.

Quant aux économistes, ils attachent, au mot productivité, une signification plus précise, celle du rapport entre une production et les ressources mises en œuvre pour l'obtenir ou encore entre une production et l'une seulement de ses ressources. À cette étape, le point de vue de plusieurs auteurs se distingue selon les approches qu'ils utilisent pour appréhender la notion de productivité. Selon (OCDE, 2011), la productivité est un « concept absolu » qui représente la capacité de transformer des facteurs de production (les intrants) en produits ou extrants. Kaci (2006) ne considère pas que la productivité soit un concept absolu non moins la capacité à transformer, mais il stipule que la productivité désigne l'accroissement de la production par rapport aux ressources utilisées dans la production. Quant à Gamache (2006), il considère que la productivité comme le rapport entre la production et l'ensemble ou une partie des intrants ou ressources mise en œuvre pour produire. Pour Lipsey et al. (1979), la productivité mesure l'efficacité avec laquelle une économie met à profit les ressources dont elle dispose pour produire des biens et offrir des services. Huffman (1993) considère que la productivité est l'un des facteurs qui contribuent à la croissance économique soutenue d'un pays. Ces différentes définitions entrainent un changement qui affecte la productivité et c'est la raison pour laquelle la productivité a constitué un domaine d'intérêt pour les économistes. Ceci, pour au moins deux raisons selon (Hayami et 1985 ; Ball, 1985 ; Fan, 199 ; Capalbo, 1988), premièrement, ils considèrent que la productivité est une unité de mesure utilisée dans des buts de comparaison.

Deuxièmes, ils pensent que la productivité sert à expliquer les différentes sources de croissance relativement aux divers changements intervenus dans la production tels que l'efficacité technique, les économies d'échelle et les changements technologiques. Ainsi, nous considérons que la productivité est un concept fondamentalement temporel qui permet de mesurer les progrès réalisés dans la production. Une valeur positive de croissance de la productivité est alors associée à une augmentation de l'efficience due aux progrès technique et technologique tel que, les innovations qui modifient les méthodes de production : amélioration des méthodes de travail, machines plus performantes, nouvelles technologies (engrais, semences, aménagements des superficies agricoles, approvisionnement en eau, l'encadrement agricole, les investissements publics agricoles « subvention et gestion de l'offre agricole »).

Aujourd'hui, deux approches sont essentielles pour saisir le concept de la productivité, on parle soit de la productivité partielle ou apparente et de la productivité totale des facteurs. La première est le rapport entre un volume de production à la quantité d'un seul facteur. En d'autres termes, la productivité partielle, concerne un indice de production sur un intrant particulier utilisé pour voir l'évolution de la production unitaire d'un intrant donné dans le temps. Par exemple la productivité du travail, consisterait à augmenter ou à réduire les performances, notamment en ce qui concerne les variations du travail, du capital, de la technique ou tout autre facteur. Il en est de même pour la productivité de la terre, elle est souvent utilisée pour décrire la productivité de la terre, c'est-à-dire le rendement à l'échelle de la superficie cultivée. Quant à la seconde, elle est le rapport entre le volume de la production au volume total des facteurs dépensés au cours du cycle de production. Cependant, le niveau de productivité varie en fonction de 2 éléments distincts : l'efficacité technique et l'efficacité technologie. L'efficacité technologique représente la capacité des exploitations à utiliser les meilleures technologies disponibles et l'efficacité technique permet de mesurer l'efficacité avec laquelle tous les intrants sont, convertis-en tous les extrants. Il s'agit de la performance du processus de production économique mesurée en unité physique ou monétaire, par ratio entre les facteurs employés et les produits obtenus. L'efficacité technique se décompose en efficacité pure et en efficacité d'échelle. Ces composantes de la productivité totale des facteurs sont souvent utilisées pour mesurer l'adoption d'une forme spécifique d'innovation. Son évolution dépend de la période couverte du secteur, du pays considéré et de l'indicateur choisi. Si la productivité partielle des facteurs est utile pour étudier un seul facteur de production,

elle peut en revanche être trompeuse comme indicateur pertinent de productivité, car elles ne reflètent pas les changements intervenus dans l'utilisation d'autres intrants. Ainsi un programme qui subventionne fortement les engrais fait augmenter à la fois la productivité de la terre et celle du travail, mais fait baisser la productivité globale (totale des facteurs) et l'excédent économique. En revanche, la productivité totale (ou globale ou multifonctionnelle) est considérée comme un indicateur pertinent de mesure de la productivité. Elle se définit comme un indice de l'ensemble des extrants par rapport à un indice de l'ensemble des intrants. Une augmentation de la productivité est un élément déterminant de la progression du niveau de vie d'un pays ou d'une région. À long terme, elle constitue la principale source de croissance économique. Selon Cette B. (2007), le produit intérieur brut (PIB) réel est l'indicateur le plus souvent employé pour rendre compte de l'évolution de la productivité d'un pays ou du secteur d'une économie. En d'autres termes, la productivité désigne le rapport entre la valeur ajoutée et la quantité de facteurs de production utilisés pour la produire. La valeur ajoutée (VA) est la différence entre la valeur totale des biens produits et celle des biens et services consommés au cours du cycle de production, soit en totalité (il s'agit alors des consommations intermédiaires CI) soit partiellement (c'est la dépréciation du capital fixe).

### 2.1.2 Les contours du concept de la productivité

En agriculture, la productivité est un indicateur phare soutenu qui comprend plusieurs concepts qui expliquent la croissance de la productivité agricole (Hayami et Ruttan, 1985). Quant aux économistes, ils estiment que la productivité découle de l'amélioration d'efficacité technique, technologique, efficacité pure, allocative et du changement intervenu des rendements d'échelle (Kumbhakar et Lovell, 2000).

#### 2.1.2.1 L'efficacité

L'efficacité consiste à la réalisation du maximum de résultats avec le minimum d'effort ou de moyen, en effet, la capacité d'arriver à ses buts. Ainsi, elle est définie comme la capacité à réaliser des objectifs et elle est exprimée en pourcentage puisque la valeur est obtenue en mettant en rapport deux objectifs de même nature. Le concept de l'efficacité prise dans son sens large dépend de la réalisation de l'objectif que se fixent les auteurs. L'efficience fait plus appel à la productivité des facteurs et s'appréhende dans le même sens de l'efficacité technique ou productive. Un grand nombre de définitions peuvent lui être associées, mais une convergence semble se

dégager autour d'elles : l'efficacité ou la performance productive est le résultat d'une meilleure productivité dans une exploitation issue d'un arbitrage judicieux de la combinaison des facteurs. En d'autres termes, le concept repose essentiellement sur la capacité d'une unité à produire de façon efficace avec les ressources nécessairement limitées dont elle dispose. L'aspect judicieux de la combinaison des facteurs de production fait pencher le sens du concept vers l'aspect technique de production. L'accent est donc mis sur la productivité des facteurs qui peut être influencée par d'autres éléments qui peuvent être repérés à partir des recherches empiriques. À un niveau donné d'output, le vecteur Q° a un ensemble image qui est sa section en inputs : X (Y° = $\{x/(x, y°)\epsilon y\}$. La frontière efficace de la section en input X (Q °) est le sous-ensemble : $X^*(Y°) = \{X/X\epsilon\ X\ (Y°), \lambda X \notin X(Y°), \forall\lambda\epsilon[0,1[\}$. L'efficacité technique d'un couple (X, Y°) ∈Y est mesurée par le nombre réel : E (X, Y°) Min { $\lambda/\lambda\ X\epsilon\ X^*$ (Y°)}. Si le couple (X, Y°) ∈Y est techniquement efficace, alors E (X, Y°) = 1, s'il est inefficace, E (X, Y°) < 1. En d'autres termes, plus E (X, Y°) est faible, plus le couple (X, Yo) est inefficace. Le degré d'inefficacité est la différence entre l'efficacité maximale c'est-à-dire l'unité, et l'efficacité observée. Cette notion d'efficacité technique (ET) se décompose en deux éléments distincts si l'on tient compte du type de rendements dans lequel la production a lieu : une efficacité pure (ETP) et une efficacité d'échelle (EÉ).

#### 2.1.2.2 L'efficacité d'échelle

Elle constitue une utilisation des facteurs de production dans des proportions optimales compte tenu de leur prix. Elle détermine si l'unité de production opère à une échelle optimale ou non. L'échelle optimale est entendue ici comme étant la meilleure situation à laquelle peut parvenir l'unité de production en augmentant proportionnellement la quantité de tous ses facteurs. C'est en effet, le produit de deux ratios qui varie entre 0 et 1 et cela équivaut pour l'efficacité technique, l'efficacité technique pure et l'efficacité d'échelle.

#### 2.1.2.3 L'efficacité pure

L'efficacité technique pure reflète la manière dont les ressources de l'unité de production sont gérées. Elle correspond au rapport intrant potentiel/intrant actuel.

Finalement, l'efficacité d'échelle caractérise l'écart existant entre les performances constatées et celles qui seraient obtenues dans une situation de rendements d'échelle constants. Le rendement d'échelle constant correspond à un

équilibre concurrentiel de long terme où le profit est nul. À long terme, tous les facteurs de production peuvent être ajustés par le producteur pour réduire son inefficacité.

**2.1.2.4 L'efficacité technologique**

Elle indique un changement dans la technologie disponible. L'efficacité technologique résulte de l'adoption d'innovation ou de régression technologiques.

**2.1.2.5 L'efficacité de répartition ou allocative**

Appelée aussi efficacité prix, traduit sa capacité à utiliser les intrants dans leur proportion optimale compte tenu de leur prix respectif ou à produire une combinaison optimale d'extrants compte tenu de leurs prix respectifs. Ces concepts d'efficacité sont ceux qui intègrent le concept d'efficience introduit par Leibenstein (1966) qui conduit son observation sur les exploitations qui n'exploitent pas les ressources de façon optimale. En ce qui concerne les exploitations, l'efficacité traduit la capacité à réaliser un résultat attendu, identifiable, mesurable. L'efficacité technologique reflète en occurrence les avancées technologiques, tandis que l'accroissement de l'efficacité technique traduit le processus de production, la manière par laquelle les agriculteurs arrivent à utiliser les ressources de façon optimale.

**2.1.2.6 L'efficience**

L'efficience donne une indication de la capacité des exploitations à utiliser la technologie existante de la meilleure manière. Elle est composée des trois concepts d'efficacité. L'efficience est une mesure des moyens mis en œuvre dont la productivité est la mesure la plus simple de l'efficience, c'est-à-dire du rapport entre les ressources mises en œuvre et les résultats obtenus. Dans son acceptation générale, l'efficience se définit comme « le rapport entre ce qui est réalisé et les moyens mis en œuvre » ou bien comme « l'expression d'une comparaison entre les résultats et les efforts consentis ou les ressources consacrées à la poursuite d'un objectif » (Leibenstein, 1966). Dans sa définition la plus large, une exploitation est efficiente en matière de couts si elle les minimise pour une quantité donnée d'output (efficience-coût) et elle est efficiente pour ce qui est de ses profits si elle les maximise pour une combinaison donnée d'input et d'output (efficience revenue). L'efficience est aussi la maximisation des résultats ou la minimisation des moyens. C'est en fait une productivité, une rentabilité. La productivité est alors un indicateur d'efficience. L'efficience est fréquemment appréciée en termes de cout de production, de profit ou de productivité et est mesurée pour produire un bien ou un service.

**2.1.2.7 Le rendement**

En agriculture, la productivité résulte de deux types de considérations : le rendement et l'efficience. En économie, le rendement est l'équivalent physique de la productivité. Par exemple, le rendement d'un travail est le ratio quantités produites par nombre d'heures de travail. On peut appeler rendement d'un bien ou d'un service sur le marché, le ratio quantité vendue par nombre d'heures mises pour le vendre. Le rendement d'un champ de maïs est le ratio du nombre de tonnes à l'hectare. En agriculture, le rendement agricole est la production par surface de terrain cultivé (généralement par hectare). Bernard et Colli (1996) révèlent qu'en français le terme « productivités » est substitué plus tard à celui qui était utilisé dès le milieu du XIXe siècle, d'abord à propos de (rendement à l'hectare), puis pour apprécier les résultats du travail humain (rendement d'un mineur de fond). Ces auteurs justifient la préférence accordée au mot productivité par des raisons d'ordre étymologique. Il serait, en effet « plus conforme à la réalité moderne puisqu'il remplace la notion de restitution par celle de production et de création ». Mais les autres soulignent que le terme « rendement est cependant resté attaché aux lois dites « des rendements croissants ou décroissants ». Il convient en outre de relever ici toute ambigüité du terme « rendement » qui désigne alternativement un rendement physique comme il a été dit ici, et un rendement monétaire (ce que rapporte quelque chose et particulièrement, un profit, un bénéfice). Bien qu'ayant des définitions différentes dans la littérature, force est de constater que ces concepts signifient souvent la même chose pour les différents cadres et sont souvent employés l'un pour l'autre sur le terrain. Le caractère abstrait de ces termes est l'absence de convention relative à leur élaboration qui entraine une certaine confusion dans la littérature. Cependant, malgré ces difficultés de définition, ces notions gardent leur importance, car elles permettent aux cadres d'évaluer la pertinence de leurs décisions et de tester dans le temps la viabilité de leurs choix stratégiques.

**2.1.2.8 La performance**

Selon Landsheere G. (1979), la performance désigne « […] un résultat individuel par opposition au résultat ou au rendement collectif ». Legendre R. (1993) précise que la notion de performance se rapporte au « *rapport entre l'accomplissement réel, à savoir les résultats obtenus avec l'utilisation d'un niveau de ressource de référence au regard d'attentes fixées et de résultats projetés qui peut être un niveau de ressources standard ou étalon, un niveau de ressources de comparaison non standard,*

*un niveau de ressource fixé comme objectif indépendant de toute comparaison* ». Ainsi, la notion de performance à une forte connotation économique. En essayant de faire le lien entre ces différents concepts, nous pouvons dire que l'efficience est une mesure interne de la performance qui est une notion plus large, car elle englobe souvent l'efficacité, et souvent l'efficience. La performance peut constituer également un dépassement, un déploie et une mesure du succès perçu par le public. Le concept d'efficience est néanmoins plus restrictif que celui d'efficacité, car ce dernier concept touche à des aspects informels et inclut finalement l'efficience (ci-dessous schéma détaillé de la performance).

**Schéma 2 de performance**

**Source** : Minéry S et al.(2017)

En effet, améliorer la productivité, ce n'est pas forcement travailler dur ou plus, mais travailler intelligemment. La productivité permet ainsi de mesurer l'efficacité du système productif, pour comparer la production réalisée et les quantités de facteurs de production utilisés. De toutes ces définitions, nous retenons dans le cadre de cette étude que la productivité se définit comme le rapport entre ce qui est produit et les unités d'input qui ont été consommées pour y parvenir à un meilleur score de production. Cependant, que nous renseignent les approches théoriques sur la productivité agricole ?

### 2.1.3 Approches théoriques de la productivité agricole

Le concept de productivité trouve toute son importance dans ce qu'il est, un moyen de mesure la performance agricole. Il occupe une place de choix dans la pensée économique en partant de la théorie physiocrate à la théorie néoclassique de la production, de la consommation et de la répartition. Cet intérêt a été à l'origine d'une évolution remarquable de la théorie économique sur la question de la théorie microéconomique de production.

**2.1.3.1 La productivité, de la théorie physiocrate à la théorie néoclassique**

La notion de productivité a commencé à se préciser avec les travaux des physiocrates tels que Quesnay (1694-1774). Cet auteur précurseur, lui-même propriétaire foncier, constate qu'en engageant des frais plus élevés (achats de bœufs, chevaux, charrue, et fumier) la terre est mieux cultivée avec moins de travail et donne à son propriétaire un produit plus important. Plus tard, il en déduit de raisonnement de ce qu'il qualifie de la « théorie du surplus agricole ». À la même époque, Turgot établit au contraire que la terre fournit des rendements décroissants au fur et à mesure de la mise en culture des terrains moins fertiles. Cependant, Malthus reprend parallèlement cet argument dans la même logique que Turgot en parlant du « pouvoir de production limitée de la terre » dans son « Essai sur le principe de population » en 1798. Pour les classiques anglais, en particulier Adam Smith en 1776 introduit la notion de productivité du travail, pour désigner le rendement physique du travail « les recherches sur les causes de la richesse des nations » s'ouvrent par un premier livre relatif aux « causes qui ont perfectionné les facultés productives du travail ». Il définit dans ce cadre la puissance productive du travail comme la « quantité d'ouvrage qu'un même nombre de bras est en état de fournir » et développe l'idée selon laquelle celle-ci peut s'améliorer grâce à la « division du travail ». Ainsi, les gains de productivité du travail qui en résultent bénéficient aux salariés en favorisant la diminution des prix des produits manufacturés. La théorie du surplus agricole établit avant tout le rôle des avancés en capital dans l'augmentation de la production agricole, et donc dans l'accroissement du revenu national, puis qu'elle considère l'agriculture comme seule source de richesse. L'école marginaliste opère un renversement complet de la problématique, en tirant parti des travaux de Say J.B. (1828-1829). Ce dernier auteur pense que, la production met en jeu les services productifs de trois éléments : l'industrie de l'homme (au sens actuel de travail), les capitaux, et les agents naturels. Il constate empiriquement que celui qui détient l'un de ces éléments utiles à la production peut exiger une rémunération quand il en cède son usage (Destais et Gillot-Chappaz, 2000). Cependant Say n'aborde ni la question de la quantification de cette rémunération ni celle de sa justification théorique, ce qui amènera plus tard Von Böhm Bawerk à la qualifier de « fondatrice de la théorie naïve de la productivité ». Jevons (1871), pionnier de l'école marginaliste anglaise, jette les bases d'une théorie du capital. Il précise en effet que la productivité reste encore une grandeur attachée au travail, puisqu'il définit le degré de productivité par quantité produite en échange d'un certain montant de salaires et un indicateur de productivité

correspondant à l'inverse d'un coût de production unitaire à taux de rémunération fixé. Jevons va plus loin dans l'analyse des revenus du capital en se fondant sur l'idée de relier la rémunération des moyens de production et leur contribution marginale à la production. Ses successeurs au sein de l'école néoclassique, développent une analyse des rendements marginaux du capital et la productivité marginale du travail et en font des outils de répartition du revenu total entre les facteurs de production. Les économistes néoclassiques selon la théorie de la répartition pensent que ce n'est pas seulement la terre, mais aussi tous les facteurs de production qui reçoivent une rémunération égale à leur productivité marginale à l'optimum. Ainsi, l'économiste américain John Bates Clark (1847-1938) développe le théorème de l'épuisement du produit. Ce théorème stipule que, lorsque la fonction de production est homogène de degrés 1 et lorsque les facteurs sont rémunérés à leur productivité marginale, alors le revenu de la production, est intégralement absorbé par les facteurs.

**2.1.3.2 Théorie microéconomique de la production à la productivité**

Dans le passé, les économistes n'ont pas toujours donné la même définition à la réalisation d'une production. Ainsi les physiocrates de la France rurale au milieu du XVIII$^{e}$ siècle ne voyaient de véritable production que dans l'agriculture (Picard, 1994). Adam Smith définissait quant à lui la production comme l'activité qui concouraient à la réalisation d'un bien matériel destinée à être vendue sur le marché. D'une manière générale, on peut admettre que la production d'une unité, d'une exploitation agricole, d'une nation, d'une industrie est exprimée par la fonction de production qui donne la quantité maximale de l'output qui peut être obtenue par une combinaison des facteurs (travail, capital et terre). Autrement dit, la fonction de production caractérise l'ensemble des contraintes (contraintes imposées par les ressources limitées en facteurs de production et par les possibilités techniques de production) qui relient les quantités produites aux quantités de facteurs utilisés avec les techniques possibles (Brossier, 2007). Ainsi, la forme générale d'une fonction de production pour une firme quelconque est : $y = f(x_1, x_2 ... x_j)$ avec y = quantité produite ou l'output par la firme considérée ; f désigne la fonction de production et $(x_1, x_2 ... x_j)$ les facteurs (inputs) utilisés par cette firme. Dans le cas d'une exploitation agricole, les inputs sont le capital, le travail et la terre. La productivité moyenne d'un facteur Xi, est le rapport de la quantité de bien produite à la quantité de facteurs utilisée, soit : productivité moyenne du facteur Xi = Y/Xi. Le raisonnement différentiel introduit par Ricardo (1821), en

matière d'analyse de la productivité est reprise par la théorie marginaliste. C'est ainsi que les marginalistes définissent la productivité marginale comme étant le supplément de production qui résulte de l'utilisation d'une unité supplémentaire d'un facteur. Sachant que tous les autres facteurs restent constants. ÄY du facteur Xi = äY, la productivité marginale ÄXi = äXi. La productivité marginale diminue lorsqu'on augmente l'utilisation du facteur, les quantités utilisées des autres facteurs étant maintenues à l'identique. Ce constat est général et on parle alors de « loi des rendements marginaux décroissants ». Elle s'énonce également de la manière suivante : la production moyenne par unité de facteur (productivité moyenne) diminue lorsque la quantité consommée de ce facteur augmente (Brossier, 2007). Les différentes mesures de productivité décrites sont des mesures physiques, il est également possible d'exprimer la productivité moyenne et la productivité marginale en valeur (en multipliant les mesures physiques par les prix).

**2.1.3.3 Pertinence du concept de la productivité agricole**

La productivité peut être définie au niveau d'une personne, d'une entreprise, d'une exploitation, d'une industrie ou d'une nation qui exécute une tâche donnée, des activités économiques pour produire un bien donné. La productivité augmente lorsqu'on obtient une plus grande quantité de produits avec les mêmes intrants. En agriculture, deux considérations ont donné naissance à la productivité : le rendement et l'efficience. Dans ce sens, au sens strict, le rendement est la production par unité de terre ou par unité de sujet. Le rendement mesure donc le rapport entre la quantité de produits agricoles récoltée et la superficie de terre qui a produit cette récolte (Beitone et al., 2008). En ce sens, le rendement concerne la terre, le sujet, la productivité concerne le travail, le capital et la terre évaluée en termes physique ou monétaire. On distingue généralement les rendements d'échelle, des rendements factoriels. Les rendements d'échelle affectent l'évolution de la productivité globale des facteurs. Elle augmente lorsque les rendements d'échelle sont croissants, diminue lorsqu'ils sont décroissants et ne change pas lorsqu'ils sont constants. Les rendements factoriels désignent une relation entre la quantité produite d'un bien et la quantité d'un facteur de production supposé variable, toutes choses égales par ailleurs. Ils permettent de mesurer l'efficience productive d'un des facteurs et constituent un des éléments caractérisant une fonction de production. Les rendements factoriels affectent l'évolution de la productivité marginale du facteur variable. Cette dernière augmente lorsque les

rendements factoriels sont croissants, diminue lorsqu'ils sont décroissants et ne change pas lorsqu'ils sont constants. Dans tous les systèmes économiques les individus rationnels, cherchent à être les plus efficaces possible, c'est-à-dire à produire le plus possible compte tenu des facteurs de production (capital, travail, terre...) dont ils disposent. Non seulement il faut chercher à avoir une productivité élevée, mais aussi vouloir continuellement l'augmenter ; c'est la recherche de « gains de productivité ». C'est un indicateur dynamique introduit par Jevons, qui correspond à une augmentation de la productivité. Le gain de productivité est un surplus qui peut être distribué aux salariés (hausse des salaires, prime, promotion, baisse de la durée du travail...), à l'agriculture (augmentation des fonds propres, financement des investissements), aux consommateurs (baisse des prix). La hausse de la productivité est due à plusieurs facteurs : l'organisation du travail, la motivation, la performance du matériel, l'environnement des exploitations, le climat social, l'expérience, la qualification, la responsabilité et la confiance. Pour autant, elle présente des enjeux et des contraintes. En termes des enjeux, selon plusieurs études, les agriculteurs dans les pays en voie de développement n'arrivent pas toujours à exploiter pleinement leurs potentialités techniques ou attribuent de manière inefficace leurs ressources productives (Bravo-Ureta et al., 1993 ; Thiam et al., 2001). Ce qui implique un faible niveau de productivité en Afrique. Cette productivité agricole est reconnue comme un des déterminants à la fois du bienêtre des populations rurales et la croissance des économies des pays de l'Afrique subsaharienne (Block, 1994). Selon Eicher (1999), le secteur agricole ne peut assurer son rôle primordial de stimulant de la croissance économique, de générateur d'emploi et de fournisseur de devises à cause du faible niveau de productivité dans ce secteur. Ceci explique la grande importance de l'analyse de la productivité agricole, non seulement pour la prospérité des populations rurales, mais également pour la sécurité alimentaire des nations. L'amélioration de la productivité aura ainsi une grande incidence sur la croissance économique. Par ailleurs, comme le note le BIT (2005) le développement économique agricole passerait généralement par le déclin de l'emploi agricole résultant de l'augmentation de la productivité. En effet, dans le secteur agricole, les principales caractéristiques de la relation productivité/emploi tiennent à la nature même de la production agricole. Lorsque le niveau de vie augmente, la part du budget que les individus consacrent à l'alimentation diminue. Il s'ensuit que l'accroissement de la production obtenu grâce à l'amélioration de la productivité agricole n'entraine pas une augmentation équivalente de la demande et par conséquent, une déclinaison de

l'emploi. Après avoir passé en revue les enjeux de la productivité, nous nous posons à présent la question de savoir, quels sont les principaux facteurs qui favorisent la productivité agricole ?

### 2.1.4 Les principaux facteurs qui favorisent la productivité agricole

La littérature nous donne un certain nombre de facteurs qui favorisent la croissance de la productivité. Selon Cette B. (2007), ces facteurs sont au nombre de deux types, les facteurs institutionnels et les facteurs non institutionnels.

Selon Cette B. (2007), **les facteurs non institutionnels** susceptibles d'accroitre la productivité agricole sont au nombre de trois ordres. Le premier concerne les grandes innovations technologiques à long terme ; le deuxième est l'investissement en recherche et développement, les investissements publics éducatifs et les infrastructures à court terme, la troisième concerne l'accumulation du capital, la diffusion des techniques, les aspects organisationnels en moyen terme. En plus de ces facteurs, Cette G. (2007) estime que les changements de structures économiques sont également des facteurs non institutionnels qui sont susceptibles d'influencer les évolutions de la productivité. Certains auteurs comme Belorgey (2003), Lecat et Maury (2004,2006) ; considèrent que les écarts de niveau de vie et la productivité par actif sont des facteurs qui explique la productivité des nations. Les écarts de niveau de vie entre les pays sont liés au développement des infrastructures publiques, aux taux de scolarisation et surtout des variables macroéconomiques du taux d'emploi, le crédit au secteur privé et à l'inflation. Quant à la productivité par actif, elle comprend essentiellement la durée du travail, le taux d'emploi, l'importance de la production et de la diffusion des TIC, le taux d'investissement et la position du cycle, c'est-à-dire le taux d'utilisation des capacités de production. **Sur le plan institutionnel,** les facteurs qui favorisent la productivité sont abordés par deux grandes thèses. La première, c'est la thèse selon laquelle les techniques de production et la forme d'organisation des acteurs favoriseraient la productivité des nations (Aghion et Howitt, 2006; Crafts, 2006). La seconde thèse consiste à prouver que les services en charges de l'agriculture, la protection, la labélisation, la normalisation des produits agricoles favorisent davantage à assurer une meilleure croissance de la productivité agricole.

### 2.1.5 Les facteurs qui limitent la productivité agricole

En général, on peut dire que : la taille de l'exploitation et les couts de transactions sont deux éléments essentiels qui peuvent empiéter sur la productivité

agricole (Sen, 1962, 1966 ; Berry et Cline, 1979 ; Bardhan, 1973 ; Deolalikar, 1981). Berry et Cline (1979).

**2.1.5.1 La taille de l'exploitation**

Au début du monde, la terre agricole semblait être une ressource en quantité infinie et l'organisation de son occupation ne semblait pas être une préoccupation majeure. Mais au fure et à mesure que la densité de la population augmentait, la terre devient relativement de plus en plus une denrée agricole [rare] et la façon de la distribuer a pris une place importante dans les débats politiques (Piette, 2006). L'efficacité économique de sa gestion entre la taille d'une exploitation agricole et sa productivité a donné lieu à des études dès les premières ères de l'économie du développement. Certaines études théoriques et empiriques suggèrent que cette relation est négative, c'est-à-dire que plus la taille d'une exploitation est grande, plus celle-ci est inefficace (Sen, 1962, 1966 ; Berry et Cline, 1979 ; Bardhan, 1973 ; Deolalikar, 1981). En effet, Berry et Cline (1979) furent les premières à vérifier empiriquement la relation entre la taille d'une exploitation et sa productivité en utilisant les données du Brésil, de la Colombie, de la Philippine, du Pakistan, de l'Inde et de la Malaisie. Ils démontrent que la productivité est plus grande sur les petites exploitations que sur les grandes exploitations. Cependant, d'autres hypothèses néoclassiques suggèrent qu'il ne devrait pas y avoir de corrélation entre la productivité et la taille d'une exploitation (Bhalla et Roy, 1988). Dans un monde où tous les marchés fonctionnent parfaitement, la distribution de la terre est telle que la production de l'économie est maximisée. En occurrence, la relation négative serait due aux imperfections sur les marchés du travail, de la terre, du capital et du crédit dans les pays en développement (Piette, 2006). Pour Sen (1966), les exploitants qui sont incapables de vendre leur main-d'œuvre sur le marché l'appliquent sur la terre familiale. En conséquence, l'intensité de la main-d'œuvre sur les petites exploitations est plus grande et la production par unité de terre est plus élevée. Les marchés de la terre, du capital physique et du crédit sont quant à eux imparfaits puisque les petits exploitants, n'ayant pour la plupart du temps pas de garantie, ne sont pas capables de les acquérir. Alors que les imperfections du marché du travail augmentent la productivité des petites exploitations, celles des marchés du capital et du crédit ont le résultat inverse. Ainsi, Mahesh (2000) a étudié la relation entre la taille de l'exploitation et la productivité en Inde (Kerala). L'auteur trouve que les grandes exploitations possèdent un niveau de productivité très élevée. L'explication

de ce résultat serait que les petites exploitations utilisent généralement la main-d'œuvre familiale qui est moins efficiente que la main-d'œuvre salariale. En parlant de l'agriculture pakistanaise, Kausar (2008) trouve que les exploitations de petites et de grandes tailles sont plus productives que celles de tailles moyennes. La principale raison à cela est que, les exploitations de petite taille sont plus productives, car elles utilisent intensément la main-d'œuvre et l'irrigation tandis que les exploitations de tailles moyennes sont inefficaces dans la combinaison des inputs et celles de grandes tailles utilisent un maximum de capital. La littérature sur cette relation est très limitée en Afrique comme le note Usabuwera (1995) à travers une étude de cas sur le Rwanda. Les résultats de cette étude confirment l'existence d'une relation inverse entre la productivité et la taille de l'exploitation. En effet, les contraintes liées à l'accès à la terre, l'accès au marché du travail sont moins importants pour les petites exploitations par rapport aux exploitations de grande taille. Dans ce cas, cette relation est affectée par la qualité de la terre, les couts liés à l'utilisation des fertilisants et produits chimiques, les investissements pour conserver la qualité de la terre. Cette relation a été longuement discutée et ne fait l'objet d'aucun consensus entre chercheurs. Ainsi, il a été suggéré à plusieurs reprises dans la littérature économique que la révolution verte aurait diminué ou même inversé la relation négative entre la taille d'une exploitation et sa productivité (Deolalikar, 1981).

#### 2.1.5.2 Les couts de transaction

Le lien entre l'infrastructure publique et la productivité est souvent positif, même si cela n'est pas systématique. Ce lien n'est pas unidirectionnel et n'est pas facile à mesurer. Ainsi, l'absence des infrastructures publiques est souvent source d'accroissement de couts de transactions. Ces couts de transactions peuvent influencer la décision de participer ou non au marché des agriculteurs comme le montre Dejanvry et al. (2000). On distingue selon ces auteurs les couts de transactions proportionnelles et les couts de transactions fixes. Les couts de transactions proportionnelles augmentent les prix effectivement payés par les acheteurs et diminuent les prix effectivement reçus par les vendeurs, créant ainsi une bande de prix avec laquelle les ménages jugent de la non-profitabilité de l'entrée sur le marché. Ces couts de transactions sont associés aux frais de transport et sont dus à l'imperfection de l'information sur le marché. Tandis que les couts de transactions fixes englobent les couts de recherche de marchés, les couts de surveillance, de pénalités, de supervision qui sont inhérents au marché avec

asymétrie d'information. Le terme « révolution verte » désigne le bond technologique réalisé en agriculture au cours de la période 1944-1970, à la suite des progrès scientifiques réalisés à la période de la deuxième guerre. Elle a été rendue possible par la mise au point de nouvelles variétés à haut rendement, notamment de céréales (blé et riz), grâce à la sélection variétale. L'utilisation des engrais minéraux et des produits phytosanitaires, la mécanisation et l'irrigation y ont aussi contribué. Elle a eu pour conséquence un accroissement spectaculaire de la productivité agricole (mais les estimations de cette augmentation restent encore très controversées) et a permis d'éviter les famines catastrophiques, avec pour résultat une augmentation sans précédent de la population mondiale depuis 1950 (www.wikipedia.com, consulté le 18 août 2016). Ainsi, la combinaison entre le comportement de choix rationnel et les couts de transactions provoquent des incitations favorables aux comportements opportunistes, conduisant à la sélection adverse et à l'aléa moral dans les transactions, qui, tous les deux occasionnent des couts élevés. Divers travaux empiriques ont pu vérifier ces analyses théoriques. Ainsi, Minten et Stifel (2003) ont analysé pour le cas de Madagascar, l'implication de l'isolement dans la pauvreté rurale. Les auteurs se concentrent spécialement sur l'impact des couts de transactions sur la productivité agricole. Les résultats de cette étude confirment l'existence d'un lien direct entre l'isolement et la productivité. Par exemple, en ce qui concerne particulièrement la qualité de la route, l'effet sur la productivité du riz agit à travers les couts de transaction sur le coût des inputs utilisés. Par ailleurs, Binswanger et al. (1993) ont démontré que les routes sont autant importantes pour la croissance des outputs agricoles que l'utilisation des engrais en Inde pendant les années 1970, ceci grâce à la réduction des couts de transaction.

### 2.1.6 Définitions et théories sur les politiques agricoles

En effet, la situation actuelle des politiques agricoles a conduit plusieurs économistes, agronomes, sociologues […] et hommes politiques à travailler sur la question et identifier les causes et proposer des solutions très différentes les unes des autres. Il apparait ainsi que les symptômes de ce problème ne sont pas des faits litigieux, mais plutôt les effets de la coordination d'un grand nombre de causes que les scientifiques n'ont pas encore toutes mis à jour (Sneessens J-F., 1983). Les principaux effets visibles des politiques agricoles sont assez préoccupants et expliquent le grand nombre de recherches sur ce sujet. Selon Gardner K. (1992), les américains cernent le

problème autour de deux symptômes principaux : le revenu agricole bas et les fluctuations dans ce revenu agricole. Quant aux européens, ils dénombrent aussi deux symptômes à savoir : les excédents de la production avec des prix très-haut et des dépenses publiques énormes (Sneessens, 1983). En ce qui concerne les africains et selon Harrigan J. et al. (1995) on observe également deux effets, des prix aux producteurs trop bas et des prix à la consommation artificiellement gonflée. Ces piètres performances de l'agriculture de ses différents continents sont attribuées aux effets pervers des politiques agricoles. Face à ce constat, il importe d'analyser les effets des politiques sur la croissance de la valeur ajoutée agricole et d'en formuler des réponses adaptées en vue de résoudre ces difficultés pour le cas du Mali.

Cependant, nous allons passer en revue à la définition des concepts pour bien cerner la situation dont les fondements des politiques semblent être le stimulant de la productivité agricole et accroitre la valeur ajoutée agricole réelle.

#### 2.1.6.1 Définition des concepts

##### 2.1.6.1.1 Politique

D'une manière générale, on entend par politique un ensemble d'actions, de décisions, de stratégies, d'options […], prises par un gouvernement en vue de donner une réponse à un problème donné. Cette politique sera dite macroéconomique si ces actions portent sur les agrégats comme les taux d'intérêt, la masse monétaire, les dépenses publiques et les taxes […]. Elle est dite commerciale lorsqu'elle vise à agir sur les tarifs ou quotas d'importation, d'exportation ou encore sur le taux de change [...]. Les actions peuvent également porter sur des secteurs bien déterminés de l'économie (agriculture, santé, éducation…) ; dans ce cas de configuration, on parle de politique sectorielle ou microéconomique.

##### 2.1.6.1.2 Politique économique

Une politique économique se définie comme une ligne d'action délibérément choisie et suivie par une institution publique (entreprise privée et famille également) (de Frahan B. H., 2005). C'est en effet, une ligne d'action basée fondamentalement sur un plan ou programme relativement précis grâce à un processus de réflexions. Une politique économique a comme objectif de résoudre un problème particulier en agissant sur un levier pour atteindre des résultats souhaités. Dans un premier temps, les problèmes qui affectent directement l'économie sont perçus, identifiés et évalués. Deuxièmement, plusieurs groupes d'intérêts (les parties prenantes) ou organisation et

leaders nationaux favorisent la prise de conscience du problème par le public. Cette prise de conscience permet de préciser l'identité du problème et de générer des idées comme solution au problème. Troisièmement, des propositions de réponses sont émises et des groupes d'intérêt se réunissent autour de ces diverses propositions des chercheurs et leaders informés qui analysent davantage ce problème et évaluent ces propositions. Quatrièmement, un compromis est négocié par les décideurs et le gouvernement décide une ligne d'action.

**2.1.6.1.3 Politique agricole**

De manière générale, une politique agricole est à la fois considérée alimentaire et rurale qui se définit comme une ligne d'actions publiques prises par des gouvernements dirigés principalement vers les problèmes agricoles, mais pas exclusivement. Elle est aussi dirigée vers les problèmes des communautés rurales, vers les problèmes de production, de consommation alimentaire, de l'agro-industrie et vers les problèmes de commercialisation. La politique agricole se caractérise en général par deux types d'intervention. La première est basée sur le marché des ressources et intrants agricoles et la seconde est axée sur le marché des produits agricoles et alimentaires. En outre, toute politique agricole doit s'inscrire dans une perspective de développement durable, économiquement faisable, socialement équitable et écologiquement sain non seulement pour le présent, mais aussi pour le futur. En revanche, qu'est-ce qui justifie alors les interventions du gouvernement dans ce secteur? Selon (Stiglitz J. E. (1987) cité par Sadoulet E. & DeJanvry A. (1995), les raisons pour lesquelles les gouvernements souhaitent intervenir sont liées à deux types de distorsions : les distorsions endogènes et les distorsions exogènes. Les premières font partie d'une structure de marché et sont donc inhérentes aux systèmes (dysfonctionnement du marché). C'est le cas des externalités (externalités technologiques et externalités financières), des biens collectifs ou de monopoles naturels. Autrement, ces interventions sont orientées sur l'efficience pour empêcher les dysfonctionnements du marché. Ce type d'intervention concerne la transmission des signaux de prix, la réduction des couts de transaction, l'optimisation dans l'utilisation des ressources en vue d'atteindre les économies d'échelle. Les distorsions exogènes sont induites par une politique, en général par des interventions gouvernementales d'ordre social, politique, stratégique, géopolitique et idéologique. Ces interventions ne s'orientent pas sur l'efficience, mais plutôt sur le bienêtre (réduction de la pauvreté et distribution de revenu), la sécurité alimentaire et la durabilité. Selon Brummer B. et al. (2006), l'action

gouvernementale doit aller dans le sens d'une politique de protection agricole que sur le dispositif interventionniste à soutenir l'agriculture (Brummer B. et al., 2006). Ces critiques sont tournées explicitement vers l'exigence d'une réduction, ou parfois d'un démantèlement total de soutiens accordés à l'agriculture. Mais ces critiques surviennent dans un climat intellectuel et scientifique largement dominé par l'économie néoclassique qui exprime la thèse que toute politique agricole engendre des distorsions de concurrence et ampute plus généralement les surplus du consommateur et du producteur. En revanche d'autres deux faits récents remettent en cause le cas d'une politique protectionniste sellette. Le premier est la perte de vitesse (et même l'échec) du « consensus de Washington » qui fut l'épine dorsale des politiques d'ajustement structurel et le second est celui de la négociation de l'Uruguay citée précédemment et qui s'est matérialisée par la hausse générale des prix d'importation des produits alimentaires sans que l'assistance promise de l'OMC ne se suive (Savadogo K.et al., 2009). La politique interventionniste est construite dans des circonstances précises, indissociables à la théorie keynésienne qui semble être révolue ou du moins très largement remise en cause. En tant que ramification de ces politiques, la politique agricole est à son tour concernée par ces mutations radicales des décisions publiques. Pour de nombreux économistes « ruraux » (du qualificatif attribué aux économistes dont le champ d'analyse est l'agriculture et le rural), il faut des politiques agricoles dans un contexte de dérèglementation. Si leurs modalités ont changé, leur principe fondamental qui est de soutenir l'activité agricole demeure. Une investigation approfondie sur le cas américain montrerait à quel point une rupture totale avec les pratiques anciennes d'intervention est difficilement envisageable en raison de l'enjeu que représente notamment l'internationalisation de l'agriculture. Cette survivance invite donc l'économiste à s'interroger sur ce qu'est une politique agricole. De quoi parle-t-on lorsque l'on annonce qu'il faut ou qu'il ne faut pas de politique agricole ? Dans ce qui suit, nous tentera d'apporter une séquence de définitions qui se succèderont en fonction des critères sur lesquels sont bâties ces politiques, et qui alterneront dans une approche de la théorie économique (voir annexe 5 enjeux et définition de la politique agricole).

#### 2.1.6.2 Finalités et Objectifs des politiques agricoles

L'objectif principal d'une politique agricole est de contribuer de manière durable à la satisfaction des besoins alimentaires de la population, au développement

économique et social, à la réduction de la pauvreté et à la protection de l'environnement. D'une manière généralement, une politique agricole vise à assurer la croissance économique, la distribution équitable des revenus entre les acteurs ayant participé d'une manière ou d'une autre au processus de production, à l'amélioration de la sécurité alimentaire, à la préservation de l'environnement et à la gestion des ressources naturelles. S'agissant des politiques agroalimentaires, elles émanent des politiques agricoles et son ultime but est d'assurer l'abondance alimentaire, c'est-à-dire la stabilité liée à la limitation de volatilité des prix, la variation brusque de prix et/ou des quantités des produits et de la production agricole. La stratégie agroalimentaire a pour finalité de satisfaire les besoins alimentaires d'une population donnée, tout en optimisant les ressources du système alimentaire en place et la création de l'emploi à travers l'efficacité socioéconomique et le développement des compétences à partir du secteur agricole.

#### 2.1.6.3 Les politiques agricoles qui favorisent la productivité agricole

Selon Marx on peut distinguer trois types d'instruments de politiques agricoles entre autres la politique de l'environnement et de développement rural; la politique de production; la politique de prix et du revenu. Mais selon Colman et Young (1989), les instruments d'intervention des politiques agricoles sont de deux ordres. Ceux du premier sont classés selon leurs définitions et niveaux d'intervention au niveau de l'exploitation, au niveau du marché domestique et au niveau de la frontière. Ceux du deuxième ordre d'intervention sont classés en fonction du point d'impact du marché des produits agricoles et du marché des intrants agricoles. Pour Ritson (1977), les instruments d'intervention de politique agricole sont classés selon les intérêts des agriculteurs sur l'augmentation des revenus et sur la réduction des couts des intrants. En effet, au-delà de ces approches d'intervention (Josling E. et al., 1985 cités par de Frahan, 2005) estiment qu'il serait plus juste et utile de classer les instruments de politique agricole selon le niveau d'intervention à la frontière, à la consommation finale, à la distribution sur le marché du produit, sur le marché des intrants variables et sur le marché des facteurs fixes. L'économiste Togolais Kako Nubukpo s'appuie sur la théorie d'interventionnisme étatique et révèle que les dépenses publiques agricoles sont traditionnellement considérées comme un facteur de stimulation de la croissance productive. À la Suite de ces approches, il est admissible de comprendre qu'une politique agricole comprend plusieurs objectifs simultanés et implique plusieurs

instruments qui sont mis en œuvre à l'aide des règlementations spécifiques. En général, pour notre part, il faudrait au moins un instrument pour atteindre un objectif. Si deux objectifs sont poursuivis simultanément il faudrait au moins deux instruments.

**2.1.6.4 La politique de prix et du revenu**

Ces politiques consistent à stabiliser les prix et les revenus ou à les augmenter selon la situation économique du pays dans laquelle on se trouve. La stabilisation des prix permet de favoriser les consommateurs à leur permettre d'accéder aux biens à des prix relativement bas sinon au meilleur prix possible. Tandis que, l'augmentation des prix permet de maintenir la population agricole en place et donc un niveau de production domestique voire le revenu agricole. Les instruments utilisés dans le cadre de ces politiques sont : les droits de douane, les taxes, le quota ou contingentement à l'importation ou à la production, les payements compensatoires, le stock régulateur, le prix minimum, la subvention sur les intrants agricoles, le taux de change réel, le taux d'intérêt et le taux d'inflation […].

**2.1.6.5 La politique de production**

Elles consistent à faciliter les changements dans la dimension et l'organisation des exploitations et à soulager les difficultés et pertes de revenus temporaires à cause des ajustements. Les instruments utilisés sont les réformes foncières, les aménagements agricoles, la politique de remembrement, de démembrement, la politique couplée decouplée, le programme de recherche publique, la vulgarisation, le crédit agricole et les dépenses publiques d'investissement agricole.

**2.1.6.6 La politique de développement rural et de l'environnement**

Ces politiques consistent à soutenir les régions économiquement défavorisées et à encourager l'offre de bénéfices sociaux et environnementaux non marchands. Les instruments utilisés sont le fonds de développement économique et social pour soutenir les régions marginales, la promotion de l'emploi rural et les mesures agroenvironnementales par exemple des indications géographiques, appellation d'origine controlée.

**2.1.6.7 La politique d'investissement public agricole**

La littérature économique nous enseigne combien de fois les dépenses publiques de manière générale, l'investissement en particulier sont incontournables au processus de la production agricole. Dans ce contexte Nupukpo expose deux théories qui s'opposent et en même temps qui se complètent. La première est celle de la théorie

néoclassique du libéralisme économique et la seconde est celle de la théorie d'interventionnisme : étatique-régulateur. En effet, la préoccupation majeure qui équivaut à cette situation serait bien de savoir, quels sont les facteurs qui conduiraient les États à augmenter ou à restreindre leur degré d'intervention sur l'économie ? L'état intervient dans un grand nombre domaine d'activité économique et sociale à la suite des échecs constatés du libéralisme qui a créé le désordre tel que l'inflation, le chômage et les inégalités sociales. En outre, les faits expérimentaux du libéralisme ont permis d'observer que les crises économiques n'ont pas pu être évitées dans certains cas et cela a donné naissance à une autre vision de l'État sous l'impulsion de Keynes J.M. On fera référence ici à l'analyse keynésienne par opposition à l'analyse libérale. L'État devient garant de l'intérêt général et se donne pour objectif de mettre la population à l'abri du besoin et du risque. Il devient un État-providence. Toutefois, cet interventionnisme varie grandement selon les époques et le lieu. Pour certains, le gouvernement doit intervenir pour fournir un ensemble de biens publics à l'éducation, à l'agriculture, à la santé et aux infrastructures […] dont nous considérons bénéfiques pour la croissance économique. Alors, que pour d'autres, l'augmentation des dépenses publiques est accompagnée par un accroissement des taxes et une monétarisation du déficit budgétaire, lesquels dénaturent l'allocation des ressources et réduisent la croissance économique. Easterly et Wetzel (1989) ont conclu qu'une augmentation des dépenses publiques implique un accroissement des prélèvements fiscaux et une hausse du déficit budgétaire, ces deux éléments ayant pour effet la création de distorsions dans l'économie et l'effet d'éviction du secteur privé. En effet, l'accroissement des dépenses publiques peut également entrainer la croissance économique par son impact sur la consommation (effet keynésien), si l'horizon des consommateurs est tel qu'ils ne s'agissent pas d'un ajustement fiscal futur (Artus, 1996). Selon Devarajan et al (1996) ont trouvé qu'une hausse des dépenses publiques exerce un effet positif sur la croissance du PIB. En occurrence, l'agriculture soutenue par l'augmentation des investissements aura comme effet, l'augmentation sensible de la part des produits agricoles obtenus en produits différenciés à forte valeur ajoutée. Cet accroissement permettrait également à cet effet de porter fruit vers l'agribusiness, l'agro-industrie et aussi bien vers d'autres sous-secteurs de l'économie. En effet, les investissements agricoles favoriseraient un climat économique, social et politique positif qui donnerait un nouvel élan sur les possibilités de substitution des importations de produits alimentaires à forte valeur ajoutée et les taux rapides d'urbanisation sur le pays. Puisque

l'investissement joue un rôle clé dans la croissance économique, en effet, nous sommes amenés à nous demander par quels mécanismes il peut agir sur la création et sur l'accroissement des richesses. L'l'investissement est source de croissance parce qu'il stimule la demande globale dans un pays qu'il soit public ou privé, mais il arrive parfois que l'investissement privé ne soit pas en mesure de fournir un service indispensable, en raison de défaillances du marché ou parce qu'il s'agit d'un bien public alors l'investissement public devient essentiel. C'est le cas des infrastructures majeures, tel que l'irrigation, les routes rurales, la recherche agricole et la vulgarisation agricole, ainsi que pour la majeure partie des services d'éducation et de santé. Les investissements de ce type stimulent pratiquement toujours l'emploi d'intrants et la production agricole. Il faut ensuite l'existence des services publics qui régularisent les opérations et les transactions privées pour que les échanges puissent se dérouler dans un cadre institutionnel par des mécanismes puissants visant à garantir la sécurité des régimes fonciers, les contrôles sanitaires, la protection des contrats, la protection de la propriété intellectuelle et un accès équitable aux garanties prévues par la loi. Le système du commerce international détermine ainsi les possibilités que les pays puissent tirer profit des avantages comparatifs qui conditionnent la structure des investissements agricoles. Par exemple, après les négociations des tarifs douaniers sur le commerce international, les échanges des produits agricoles ont modifié la structure de la production agricole pour créer des possibilités de croissance agricole dans quelques pays, par exemple la production des olives ou la betterave sucrée ne fait pour l'instant aucun objet d'investissement au Mali. Au niveau international, il préconise le libre-échange (aucune entrave aux échanges), laissant ainsi profiter des avantages comparatifs extérieurs. Cela dit, il y a aux tas de choses, d'études favorables et non favorables. Pour ce qui concerne les études non favorables à la productivité agricole, selon les libéraux, l'État doit se limiter à ses fonctions régaliennes soit un rôle d'État gendarme. Toute ingérence (intervention) de l'État dans les affaires privées doit être refusée, car elle risque de perturber le libre jeu du marché et donc de créer des situations de crise. Dans le passé, les politiques de nombreux pays en développement ont été caractérisées par une discrimination antiagricole par les règlementations administratives restreignant la libre circulation des biens et services agricoles. Aussi bien, l'instabilité politique fait l'objet de grands débats dans la littérature politico économique. Selon les auteurs, elle est mesurée soit par les émeutes, les manifestations politiques, les guerres civiles, la fréquence des coups d'État ou les remaniements

ministériels. Les études empiriques ont abouti, à la conclusion selon laquelle l'instabilité politique affecte négativement la croissance économique en général et en particulier sur la productivité agricole. Barro (1991) a constaté que le nombre d'assassinats politiques et la fréquence des coups d'État agissent négativement sur la croissance économique et Ghura et Hadjimichel (1996) ont conclu que l'instabilité politique est néfaste à la croissance. En effet, l'instabilité politique peut avoir des effets directs sur les résultats économiques. Les bouleversements institutionnels et les guerres civiles génèrent une perte de la force de travail qualifié, la destruction des routes, et d'autres formes d'infrastructures nécessaires à la production et aux échanges. À ceci s'ajoutent les catastrophes naturelles (inondation, feux de brousse, baisse de la pluviométrie et les effets des ennemies de la plante). Depuis les années 80, des programmes d'ajustement structurel ont tenté d'éliminer ces distorsions et de rendre les économies plus réceptives aux investissements. Le climat d'investissement peut être notamment amélioré par les mesures suivantes : redéfinition des rôles des secteurs publics et privés, décentralisation des prises de décisions (notamment rôle des ONG et approches participatives dans les programmes du développement), récupération des couts et durabilités financiers des services gouvernementaux.

En conclusion, d'après Binswanger (1993), la croissance agricole est le résultat combiné d'une série de relations de cause à effet qui s'enchainent, notamment des facteurs exogènes et des possibilités, grâce aux interventions du secteur public face aux réactions du secteur privé et des agriculteurs. On distingue principalement deux conceptions dans la gestion d'une économie de type capitaliste : l'État libéral et l'État-providence. Le libéralisme limite l'action de l'État à ses fonctions régaliennes soit un rôle d'État gendarme par contre l'État-providence étend ses prérogatives régaliennes à d'autres domaines : stabilité des prix, soutien de la croissance, emploi, protection sociale… L'État ne se fait plus seulement arbitre ou gardien de l'ordre public, il est aussi entrepreneur (il réalise certaines productions : infrastructures routières, ferroviaires...) et redistributeur. Le degré d'interventionnisme étatique est plus ou moins développé suivant les besoins en des situations de crises.

### 2.1.7 Les déterminants de la productivité agricole

Les paragraphes suivants expliquent les principaux déterminants de la productivité agricole. La productivité agricole désigne l'efficacité avec laquelle les agriculteurs combinent des inputs pour produire des outputs. C'est un facteur important

de rentabilité et d'efficience productive du secteur agricole. Selon Solow (1957), la croissance de la production est largement due à un accroissement de la productivité.

En revanche, Hayami et Ruttan (1985) ont montré que la production agricole peut s'accroitre de deux manières. Premièrement, la croissance de la production est due à une augmentation de l'utilisation de la terre, du capital, du travail et des consommations intermédiaires. Deuxièmement, la croissance de la production agricole est occasionnée par des avancées dans les techniques de production. En outre, la littérature, sur les déterminants de la productivité agricole nous renseignent, les leviers sur lesquels les parties prenantes doivent agir afin d'accroitre la performance agricole. Globalement, la productivité agricole est améliorée au niveau des inputs qui entrent directement dans le processus de production, mais aussi à travers un environnement propice au développement du secteur.

Wiebe K. (2003) démontre dans une étude sur la qualité des sols et conclut la dégradation des terres peut poser de sérieux problèmes de production dans les zones où les sols sont fragiles. Ainsi, Gisselquist R.A.R (1999) a mis en relief la géographie et la productivité agricole en Inde. Son analyse montre que les différences dans les rendements céréaliers, entre le nord, le centrent et le sud de l'Inde est fortement lié à la variation géographique régionale. Cet auteur montre également que les précipitations et la température dans les États tropicaux et secs influencent les rendements des céréales alimentaires supérieurs. Si nous approximons l'apport de Wiebe à celui de Gisselquist nous concluons que la productivité agricole est par ailleurs géographique et qu'elle pourrait poser un sérieux problème alimentaire dans les zones où les sols sont fragiles, mais constituerait également une menace à l'échelle mondiale si nous intégrons l'accord de l'OMC comme une politique mondiale dans les échanges commerciaux.

Par ailleurs, Rozelle et al. (1999) abordent la productivité agricole au contexte géographique des flux migratoires dont l'analyse retient de plus en plus l'attention des chercheurs. À ce titre, Rozelle et al. (1999) ont essayé d'établir des liens entre les transferts de fonds, la migration et la productivité agricole chinoise. La migration du travail est, en effet, un phénomène important qui influe sur le développement économique des nations. L'étude à travers une régression économétrique simple révèle que la migration a un impact négatif sur la productivité agricole tout en considérant que le flux migratoire de la population rurale vers les centres urbains diminuant fortement la main-d'œuvre agricole. Cependant ils analysent que les effets négatifs de ce phénomène sur la productivité sont exténués par les transferts de fonds des migrants

qui contribuent significativement à amoindrir l'insécurité alimentaire. En effet, la migration est un phénomène qui ne pourrait pas permettre certainement à l'agriculture d'avoir un bon cadre qui permet aux agriculteurs de produire dans des conditions optimales, de se nourrir décemment et de commercialiser dans les meilleures conditions une partie de leur production.

Antle J.M. (1983), quant à lui, il s'intéresse aux infrastructures agricoles, soucieux de l'environnement de pratique de l'agriculture, pour démontrer l'importance de la mise en place des infrastructures dans l'accroissement de la productivité agricole. Comme attendu, l'impact des infrastructures sur la productivité agricole s'est révélé positif. Le développement de l'agriculture d'un pays est largement tributaire par l'existence d'infrastructures de qualité, notamment dans le transport, les aménagements hydroagricoles et la communication. Cela dit, il est aussi, important de moderniser et de développer les pratiques culturales. Dans ce sens, Alston (2010) a réalisé une revue exhaustive de la littérature relative à l'innovation et à la recherche-développement dans la croissance de la productivité agricole. Il aboutit à la conclusion que le taux de rendement des investissements dans la recherche-développement est en particulier élevé.

Kussa M.U. (2012) pour sa part, s'est intéressé aux effets de la santé des agriculteurs sur la productivité agricole en Éthiopie. Il constate que les agriculteurs malades ont, en moyenne, un score de 33,5 % pour ce qui est de l'efficience technique, contre 48,9 % pour les ménages en bonne santé. L'auteur montre, ainsi, que la mise en place d'un dispositif sanitaire adéquat aide à accroitre la productivité des agriculteurs.

En effet, quant aux revues des déterminants économiques ayant été identifiés par les études empiriques comme les variables ayant les plus grands impacts sur la productivité agricole font état de trois principaux facteurs économiques exerçant une influence majeure sur sa croissance. Ces trois facteurs font l'objet d'un large consensus parmi les économistes à travers le monde. Il y a l'investissement en matériel et outillage ; le développement des compétences et l'ouverture au commerce et les investissements en termes des dépenses publiques agricoles (Harris F.M.A., 1999). À ceux-ci, il pourrait s'ajoutent plusieurs autres ayant les effets indirects et qui suscitent encore des débats quant à l'importance de leur influence sur la croissance de la productivité (Gamache R., 2005). Habituellement, la croissance de la productivité affiche une corrélation élevée avec l'investissement en matériel et outillage. Les pays qui ont les taux d'investissement élevés en matériel et outillage par rapport au PIB ont

aussi des taux de croissance élevés dans l'ensemble. Ce réajustement permet de corriger l'effet de la convergence conditionnelle ou le « rattrapage » toute chose égale par ailleurs, on peut s'attendre à ce qu'un pays pauvre connaisse une croissance plus rapide qu'un pays riche (Harris, 1999). Cette corrélation vaut autant pour les pays développés que pour les pays en développement et elle tient sur de longues périodes. Par ailleurs, les changements de technologie par les investissements en matériel et outillage ont une grande importance dans la croissance de la productivité agricole (Nkamleu GB., 2004).

En outre, le développement des compétences constitue également un moteur de la croissance à travers deux canaux. Dans un premier temps, des travailleurs plus qualifiés favorisent l'innovation et la production de nouvelles technologies. Les individus détenant des compétences plus élevées ont une propension à transmettre à leur entourage, ils contribuent ainsi à l'accroissement de la productivité des autres travailleurs (Harris, 1999). Cependant, Gamache (2005) identifie quelques éléments qui peuvent permettre le développement des compétences à influencer la productivité, parmi lesquels le taux de fréquentation scolaire, la formation continue, l'expérience des travailleurs et l'échange d'information. En ce qui concerne les autres facteurs économiques qui influencent la productivité, on présentera ici l'innovation, la diffusion des technologies. Dans la littérature, selon Schumpeter, l'innovation s'assimile au progrès technique, ce qui consolide théoriquement le rôle de l'innovation dans la croissance de la productivité. Le progrès technique peut se définir comme une nouvelle manière de produire qui permet d'obtenir plus de produits avec les mêmes quantités de facteurs de production (Beitone et al., 2008). À partir d'un modèle néoclassique Sadoulet E. & de Janvry A. (1995), démontre le lien entre la productivité et le progrès technique à partir d'un modèle néoclassique traditionnel où la fonction de production décrit la façon dont les ressources sont transformées en produits. Ils arrivent à la conclusion que deux éléments essentiels empiètent sur la productivité : la taille de l'exploitation et les couts de transactions.

À la lumière de ces quelques paragraphes, Aghion et Howitt (1992,2006) concluent que les facteurs de productivité sont nombreux et les pays n'en bénéficient pas tous au même titre à cause de l'interdépendance entre les facteurs institutionnels et non institutionnels.

**Section 2 les travaux empiriques sur la politique et la productivité agricole**

Dans cette section, nous inventerions en premier lieu les travaux empiriques et ensuite en second temps et les outils et les approches de mesures des politiques et de la productivité agricole. Pour finir, nous faisons une revue des modèles de détermination des politiques et de la productivité agricole qui fera l'objet d'une étude empirique au chapitre (3) dans la démarche méthodologique.

**2.1 Les travaux empiriques sur la productivité agricole**

Dans cette sous-section, nous avions recensé à peu près les travaux empiriques sur la productivité de façon transversale dans tous les secteurs d'activités en général et sur l'agriculture en particulier. Par ceci, nous prenons le soin d'exposer que l'application de mesures de la productivité n'est pas seulement une fonction spécifiquement agricole, mais elle touche aujourd'hui tous les secteurs d'activité économique. Ainsi, à partir du 20e siècle, le développement des nations s'est accru principalement par l'industrialisation des nations autour du paradigme structure-comportement-performance (SCP) des industries (Porter M. et al., 1992). Ce paradigme de Mason et Bain a été mis en œuvre pour pallier les insuffisances de la microéconomie traditionnelle sur la conduite de la performance des organisations industrielles. Dès lors, le champ d'analyse de la microéconomie traditionnelle s'est élargi et diversifié par l'entrée en enjeu de la nouvelle théorie économique fondée sur la microéconomie moderne. Par la suite, l'avènement de la microéconomie moderne a permis ainsi de mieux appréhender et d'analyser les problèmes liés à une meilleure utilisation des ressources par les unités de production. Selon la littérature économique, la diversification et l'élargissement de ce champ d'études se justifieraient par les enjeux de performance productive qui sont d'ordre inter ou extra organisationnel des unités de production. Ainsi pour analyser la performance du secteur de l'agriculture, la productivité agricole est un élément important qui permet d'appréhender les enjeux de sa performance. Cependant, la performance productive agricole pourrait être liée aux intrants de production (semences, engrais, matériels agricoles…), mais aussi aux facteurs socioéconomiques. Ainsi, les exploitations veuillent sur l'allocation des ressources ou sur l'utilisation efficace des facteurs de production de façon à mieux les combiner malgré qu'il soit réellement difficile de surmonter les défaillances des exploitations parce que la production agricole est soumise de façon permanente à plusieurs contraintes (Smith A., 1776). Il serait nécessaire d'éviter tout

dysfonctionnement de la production agricole résultant des comportements des exploitations. À cet effet, la nécessité d'un cadre analytique se pose avec acuité pour saisir et expliquer les raisons de performance ou de contreperformance productive des exploitations agricoles. Cependant, la littérature économique actuelle offre un cadre méthodologique approprié fondé sur la microéconomie moderne (Porter M. et al., 1992), enrichi par Leibeinstein (1966). Si, nous considérons Q= (L, K, T) la fonction de production d'une exploitation agricole avec Q l'output et K, L et T respectivement les inputs, le capital, le travail et la terre on dira que l'exploitation est techniquement efficace lorsqu'elle se situe sur la frontière des possibilités de production. Autrement dit, avec une quantité déterminée de facteurs, elle obtient le plus haut niveau de production réalisable, qui serait dû à une bonne utilisation des ressources et son inefficacité serait à une mauvaise combinaison des ressources. Ainsi, à technologie et une dotation en facteurs de production identiques, les exploitations peuvent parvenir à des résultats différents en termes de productivité. Dès lors, toutes les exploitations ne se situent pas sur la « frontière efficiente » de l'ensemble de production à partir de l'instant où toutes les exploitations ne valorisent pas de la même façon l'existence d'un input X, distinct des facteurs classiques (capital, travail et terre), et qui reflète la qualité globale de la gestion des ressources au sein des exploitations. Parmi les faits générateurs des surplus, on pourrait insister selon Leibeinstein sur les facteurs de motivation liés aux conditions générales du travail, du capital et de la disponibilité des intrants agricoles […] à pouvoir réaliser une production optimale avec le minimum de ressources possibles. Les travaux empiriques présentent ainsi, de façon générale et complète les facteurs sur lesquels agir afin d'améliorer la productivité totale des facteurs.

Cependant, Soh SG (2011) évalue la performance du système bancaire des pays de la communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC) sur la période 1993 à 2008 autour de deux cadres d'analyse, l'organisation interne de l'activité de production des firmes bancaires et l'impact du crédit de la microfinance sur le niveau de vie des ménages au Cameroun. S'agissant de l'organisation interne de production, les estimations se fondent sur les approches non paramétriques à la frontière de production. Plus spécifiquement à partir du modèle DEA à travers l'indice de Malmquist, pour mesurer les scores de l'efficacité techniques des banques, en considérant les crédits offerts comme output. Les résultats montrent globalement des scores contrastés, selon qu'ils considèrent les crédits totaux ou selon que ces crédits

sont décomposés suivant leur maturité. De façon générale, les banques de la zone CEMAC réalisent de meilleurs scores pour l'efficacité d'échelle, tandis que dans la comparaison des situations des pays, les banques de la Guinée équatoriale réalisent les meilleurs scores d'efficacité pour la région. D'auteurs comme Bloy, Chehilli et Saidane (1995) ont identifié le secteur bancaire comme facteur explicatif de l'efficacité des entreprises. Ces auteurs montrent que les difficultés des entreprises sont dues pour la plupart à l'inefficacité du système bancaire moderne, lequel est structurellement déconnecté par rapport à la réalité des besoins et empêche de ce fait les banques d'être un véritable facteur de performance pour l'entreprise. D'autres facteurs comme l'infrastructure publique, l'ouverture commerciale, la gestion des taux de change sont cités comme susceptibles d'influencer la performance des entreprises.

Kalaitzandonakes et al. (1992) ont appliqué trois méthodes d'estimation de l'efficacité technique dans le secteur agricole pour une comparaison sur un échantillon de 50 producteurs de grains de Missouri. La méthode paramétrique des Moindres Carrés Ordinaires corrigés (MCOC) a été utilisée dans un premier temps, ensuite la méthode du maximum de vraisemblance d'une frontière stochastique et enfin un modèle DEA du type CRS. Les résultats des deux premières méthodes en termes de scores moyens d'efficacité sont respectivement de 0.57 et 0.85. Le score moyen d'efficacité obtenu par la méthode DEA est de 0.97. Ces résultats suggèrent que ce sont les scores qui diffèrent selon les méthodes, mais ces trois méthodes déclarent inefficaces les producteurs.

Une méta analyse réalisée par Bravo-Ureta, B.E. & Pinhero, A.E (1993) sur l'analyse de l'efficacité dans l'agriculture des pays en développement a recensé les résultats obtenus sur un ensemble de 30 études portant sur 14 pays et utilisant des approches non paramétriques et paramétriques. Il ressort de l'étude que le score moyen d'efficacité technique de toutes ces études est de 72 %, l'efficacité économique est de 43 % et l'efficacité allocative est de 68 %. Ces résultats montrent que l'agriculture dans les pays en développement souffre de l'inefficience productive.

L'étude de Parik, A. & Shah M.K. (1996) sur les exploitations agricoles dans le Nord-Ouest des provinces du Pakistan donne les résultats suivants : frontière non paramétrique (CRS = 51,7 %), frontière statistique (CRS= 8,23 %), frontière programmation linéaire (VRS=78.7%), frontière stochastique (Cobb Douglas, Half-Normal CRS= 95,6 %), frontière stochastique (Cobb-Douglas, Exponent, CRS=97,4%) et frontière stochastique (Translog, Half-Normal, VRS=96,2%). L'estimation économétrique laisse croire que le niveau d'efficacité technique est expliqué par des

facteurs socioéconomiques et démographiques. Les résultats montrent que l'éducation, le crédit et l'âge sont des facteurs pertinents qui contribuent à l'amélioration de l'efficience.

Sharma et al. (1997) et Lebel et al. (1999), ont comparé l'approche stochastique, et les deux variantes du DEA (CRS et VRS), respectivement pour les producteurs de porcs en Hawaï et les entrepreneurs forestiers dans le Sud Est des États-Unis. Les résultats obtenus par Sharma et al., montrent que le niveau moyen d'efficacité technique calculé à partir d'une fonction frontière stochastique est plus élevé que celui obtenu par la méthode DEA soit 0,749 contre 0,726 et 0,644 pour VRS et CRS. Lebel et al., obtiennent également un score moyen d'efficacité technique plus élevé avec une frontière stochastique (0.89) qu'avec les modèles DEA (0,79 et 0,84 pour CRS et VRS). Néanmoins, les coefficients de corrélations rapportés par Sharma et al., entre les indices d'efficacité obtenus par l'estimation des deux variantes du DEA et ceux de la méthode stochastique sont très élevés. Toutefois, certains auteurs contredisent ces résultats, et rapportent de faibles coefficients de corrélation selon la frontière retenue (stochastique ou DEA), Hjalmarson et al. (1996), Mbaga et al. (2000).

Sur un échantillon de 40 établissements publics dans l'État d'Utah, Chakraborty, K. et al. (2001) ont eu à mener une étude sur l'efficacité technique. La frontière stochastique avec deux composantes (distribution semi-normale et distribution exponentielle) et la frontière DEA sont appliquées sur la période 1993. Pour la spécification stochastique, les scores moyens d'efficacité technique pour la distribution semi-normale et distribution exponentielle sont respectivement de 0,858 et 0,897. Le score moyen d'efficacité technique pour la frontière DEA est de 0,916. Un modèle Tobit a été estimé sur les scores d'efficacité technique pour la frontière DEA et la distribution semi-normale. Les résultats montrent que certains facteurs socioéconomiques et environnementaux influencent négativement le succès des élèves. On remarque que les rendements d'échelle exercent une influence certaine dans les pays utilisant les techniques agricoles intensives, les scores d'efficacité s'améliorent lorsqu'on prend en compte cette dernière. Ce résultat est établi sur les travaux de Piot (1994), Guzman et Arcas (2008) et Boussemart et Dervaux (1994). Cependant les travaux menés sur l'élevage des moutons en Grèce aboutissent à des résultats divergents, l'inefficacité totale étant beaucoup plus attribuable à l'inefficacité technique pure qu'à l'inefficacité d'échelle selon Fousekis P., et al. (2001). L'étude des

exploitations combinant culture et élevage aboutit aussi à des résultats intéressants, les exploitations mixtes étant les moins efficaces pour Lattruffe (2003).

Certains auteurs ont essayé de distinguer l'efficacité technique d'efficacité allocative en prenant en compte les prix des inputs, comme Caputo et Lynch (1993). Si on se tourne plus spécifiquement vers les agriculteurs des pays en développement, on va parvenir à un certain nombre de points communs et de divergences.

Tout d'abord on peut remarquer que les pays en développement ont des scores d'efficience technique très bas que les pays développés, ce qui est le signe de grandes divergences entre exploitations et révèle un fort potentiel de rattrapage. Ces inefficacités allocative et d'échelle constatée peuvent s'expliquer par l'existence des distorsions dans le système des prix et dans les conditions d'exercice des exploitations, Diana & Zepeda (2002). Si on suit l'étude de Nkamleu (2004) sur l'Afrique, les progrès obtenus en Afrique francophone proviennent plutôt des rendements d'échelle.

En étudiant les facteurs qui peuvent affecter l'efficacité technique de la filière café dans la région du centre ouest en Côte d'Ivoire, Nyemeck B.J. et al. (2003), utilisent la méthode d'enveloppement des données (DEA) pour mesurer l'efficacité technique de 81 exploitations de café en se basant sur une enquête réalisée en 1998. L'analyse montre que le niveau d'efficacité technique moyen est 36 % en rendements d'échelle constants et de 47 % en rendements d'échelle variables, ce qui donne un niveau d'efficacité d'échelle de 76,6 %. En cherchant les déterminants de ces scores d'efficacité, les auteurs ont estimé économétriquement les scores d'efficacité des deux technologies (CRS et VRS) sur quelques variables explicatives par un modèle Tobit.

Gouse, M. ; Kirsten, J.F et Jenkens, L. (2003), ont mené une étude sur le coton bio en Afrique du Sud. L'objectif de l'étude était d'évaluer l'impact de l'adoption de cette culture sur les revenus des grandes exploitations et les petites exploitations. Ils ont ensuite mesuré l'efficacité technique des grandes exploitations par la méthode DEA. Trois périodes sont retenues avec un nombre variable d'exploitations agricoles, 9 en 1998/1999, 15 en 1999/2000 et 39 en 2000/2001. Les résultats ont donné un score moyen d'efficacité technique totale de 0,85; de 0.99 pour l'efficacité technique pure et de 0.85 pour l'efficacité d'échelle en période 1998/1999. Pour la période 1998/1999, les scores moyens d'efficacité technique totale, d'efficacité technique pure et d'efficacité d'échelle sont respectivement de 0,69; 0,86 et 0,80. Enfin, pour la période 1999/2000, les trois types d'efficacité sont respectivement de 0,51; 0,67 et 0,76. Sous technologie CRS et VRS, pour la première période, une seule exploitation est sur

la frontière. Pour la deuxième période, 3 exploitations sont efficientes en CRS et une exploitation en VRS. Et enfin, pour la troisième période, 6 exploitations sont efficientes en CRS et 4 exploitations en VRS.

Shafiq M. & Reheman T. (2000), dans leur étude sur les exploitations de production cotonnière au Pakistan, ont utilisé la méthode non paramétrique Data Envelopment Analysis. L'objectif était d'identifier les sources de l'utilisation inefficiente des ressources destinées à la production du coton. L'échantillon s'est porté sur 120 fermes d'exploitation cotonnière dans la région du sud du Pakistan (Pendjab). Les auteurs ont calculé l'efficacité technique et l'efficacité allocative sous les deux technologies (CRS et VRS). Rappelons que l'efficacité allocative tient compte des prix des inputs et des outputs. Pour l'efficacité technique, 10 fermes ont un score d'efficacité égal à 100 % en CRS et 30 fermes en VRS. Pour l'efficacité allocative, 14 fermes sont déclarées efficientes en CRS et 34 fermes en VRS. Les analyses montrent par ailleurs que les fermes déclarées techniquement efficientes le sont aussi allocativement.

D'autres auteurs utilisent la frontière stochastique dans le secteur agricole. Ainsi, Bravo-Ureta B.E. & Evenson R. (1994) pour leur part, utilisent une frontière stochastique pour mesurer l'efficacité de la production agricole des exploitations paysannes à l'Est du Paraguay. Il s'agit de 87 exploitations cotonnières et 101 exploitations de manioc pour l'année 1987. Pour les exploitations de coton, les scores d'efficacité moyens sont 40,67 % pour l'efficacité économique, 58,24 % pour l'efficacité technique et 70.12 % pour l'efficacité allocative. Pour les exploitations de manioc, les scores d'efficacité moyens sont de 52,26 % pour l'efficacité économique, 58,67 % pour l'efficacité technique et 88,94 % pour l'efficacité allocative. Les auteurs ont ensuite recalculé les scores d'efficacité par rapport aux caractéristiques socioéconomiques de la région, mais les résultats n'étaient pas pertinents. Ils concluent qu'une bonne politique d'éducation et d'extension des services permettra d'améliorer les performances productives des exploitations.

De même, Battese G.E & Hassan S. (1999) ont plutôt appliqué une frontière stochastique pour mesurer l'efficacité technique des exploitations cotonnières dans le district de Vehari au Punjab (Pakistan). L'échantillon retenu était de 45 exploitations cotonnières pour la période 1996/1997. Les scores d'efficacité technique obtenus varient entre 0,699 à 0,991 avec une moyenne de 0,93. L'estimation économétrique d'une fonction Cobb-Douglas montre que l'irrigation, les pesticides et les surfaces

cultivées influencent positivement la production du coton. Par contre, les semences impactent négativement cette dernière.

Par ailleurs, Chakraborty K., Misra S. & Jonhson P. (2002) dans leur étude sur l'efficacité technique des fermes cotonnières dans 4 contés de l'État de Texas, comparent deux méthodes : la méthode DEA et la méthode SFA (Stochastic Frontier Analysis). L'étude est portée sur un échantillon de 77 exploitations cotonnières (54 irriguées et 23 non irriguées) sur la période 1998. Les résultats obtenus sont sensiblement les mêmes. En effet, 80 % des exploitations agricoles irriguées sont déclarées efficientes (0,799 en CRS, 0.886 en VRS et 0,80 en SFA) et 70 % des exploitations non irriguées le sont aussi (0,708 en CRS, 0,888 en VRS en 0,709 en SFA). Une fonction Cobb-Douglas est ensuite estimée sur les scores d'efficacité technique des deux types d'exploitations.

Bekolo C. (1991) a examiné à travers les données des programmes de restructuration, l'incidence du cadre institutionnel sur l'efficacité des entreprises publiques camerounaises. Il démontre en particulier que ces programmes présentent l'inconvénient d'ignorer le problème fondamental expliquant leurs défaillances à savoir leur dépendance vis-à-vis de l'État. L'ingérence des pouvoirs publics caractérisée par l'entretien des missions floues ou complaisantes ne tient pas compte des règles saines de gestion nourries par les soucis d'efficacité.

Ahodo (1991), part de la théorie du capital humain et étudie un échantillon de 258 propriétaires de quatre secteurs d'activités économiques au Togo. Il parvient à établir une relation plus explicite entre talent managérial et instruction scolaire ; confirmant ainsi la relation préétablie entre éducation et performance. Des études antérieures attribuaient déjà la faible capacité de gestion des entreprises au faible niveau d'éducation. La formation améliore la productivité de l'individu. C'est du moins la thèse défendue par les théoriciens du capital humain. La productivité du travailleur est affectée par le niveau moyen du capital humain. Le niveau spectaculaire du développement économique atteint par le Japon et les nouveaux pays industrialisés ces dernières décennies illustrent bien l'importance du capital humain dans la croissance économique et donc de la sphère de production.

Au niveau mondial, Alston et al (2010) établissent un vaste tableau pour analyser les différents indicateurs de la productivité totale et partielle des pays et régions à partir des statistiques de la FAO par des estimations de la croissance de la PTF. Ils arrivent à la conclusion avec peu de preuves qui expliquent le ralentissement

de la productivité totale des facteurs bien que la croissance annuelle de la productivité fut légèrement inférieure en 2000 par rapport à celle de 1990. Cependant, il estime que la croissance de la productivité totale des facteurs s'est ralentie dans les pays développés, mais ils enregistrent des gains de productivité dans plusieurs économies émergentes, comme l'Afrique du Sud, le Brésil, et la Chine. Ils notent également une reprise rapide de la productivité dans de nombreuses économies en transition, en particulier dans les anciens pays du bloc soviétique.

En Europe et aux États, Ball V.E. al (2010) réalisent une étude comparative pour analyser la croissance de la productivité agricole aux États-Unis et dans onze pays membres de l'Union européenne (Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, France, Grèce, Irlande, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni et Suède). Ils constatent globalement que la PTF de l'agriculture américaine a été supérieure à celle de l'agriculture européenne sur la période 1973-2002, à la seule exception de certains pays pour des périodes particulières (la Belgique jusqu'en 1985 et les Pays-Bas jusqu'en 1992). En particulier, l'Épagne et la Suède ont enregistré des taux de croissance de la productivité agricole supérieurs à ceux des États-Unis, du fait notamment qu'elles partaient sur des données plus basses que les autres pays de l'étude. Dans une période antérieure, Ball V.E. al. (1997) ont analysé aussi l'évolution de la productivité agricole aux États-Unis au moyen de la méthode des indices de Fisher. Ils ont constaté que la PTF estimée pour les États-Unis a augmenté au taux annuel moyen de 1,94 % sur la période et que les taux de croissance les plus élevés ont été observés sur les périodes 1966-69 (2,75 %) et 1989 à 94 (2,87 %), contre moins de 1 % avant 1957.

Gopinath M. et al., (1995) étudie la valeur ajoutée agricole de la PTF de l'Allemagne, du Danemark, des États-Unis, de la France et du Royaume-Uni et constate que la croissance de la PTF est le principal moteur de la croissance de la valeur ajoutée agricole. Ils constatent également que, les quatre États membres de l'Union européenne ont eu une croissance de la valeur ajoutée agricole supérieure à celle des États-Unis, mais leur taux de croissance, qui était très élevé dans les années 70, a diminué dans la période antérieure. Butault J.P. et Resquillart V. (2010), adoptent une démarche méthodologique et des données qui se rapproche celles de Gopinath M. et al (1995), mais pour une période plus longue (1954-2008) au lieu de (1973-2002). Ils établissent un lien entre l'évolution des productions agricoles française et américaine et l'évolution de la productivité partielle des facteurs. Ils constatent que la production agricole a fortement progressé (2,1 % par an) entre 1960 et 1979 et elle est devenue plus intensive,

avec une augmentation de la PTF de 1,5 % par an. Entre 1979 et 1996, la croissance de la production s'est ralentie de 1,1 % par an, mais la productivité partielle des consommations intermédiaires et du capital et la croissance de la PTF ont connu un accroissement de 1,9 % par an. Au milieu des années 90, les gains de la PTF observés sont en baisse de 0,6 % par an ont été observé et peuvent expliquer la stagnation de la production agricole française ces dernières années. Si la productivité du travail a continué d'augmenter, celle des consommations intermédiaires est restée stable et celle du capital a diminué.

Dans l'OCDE (2011) et plusieurs auteurs, Butault J.P. et Resquillart V. (2010) Butault J.P. et Resquillart V. (2010) examinent les causes potentielles du déclin de la productivité et considèrent en premier lieu qu'elles sont liées aux baisses de prix des produits résultant des réformes successives de la politique agricole. En second lieu, ils attribuent ces causes à une détérioration de la productivité des consommations intermédiaires qui indiquent peut-être que le progrès technique marque une pause ou que des technologies permettant d'économiser les intrants n'ont pas été adoptées, car elles impliquent un changement trop important des techniques de production. En conclusion, ils notent que le renforcement des règlementations relatives à la santé et à l'environnement affecte négativement la productivité totale des facteurs.

Latruffe L. (2010) étudie la PTF des pays de l'Afrique subsaharienne et détermine que la chute significative de la PTF est liée davantage à des conditions climatiques défavorables. Tandis que, dans une période antérieure Sheng et al. (2000) avaient démontré la faiblesse de la productivité totale des facteurs due à la production agricole extensive des pays d'Afrique Subsaharien au cours de la période de 2003 à 2006.

Rungsuriyawibonn S. et Lissitsa A. (2006) utilisent l'analyse d'enveloppement des données (AED) pour calculer les indices de Malmquist de la PTF de l'UE et ils constatent que la PTF a progressé de 1,3 % par an dans la période 1992-2002. Ils considèrent la progression du changement technologique (1,36 %) comme la principale raison, tandis que l'efficacité technique est la mesure qui permet de réaliser le maximum de production à partir d'un ensemble de données d'intrants, a chuté de 0,11 %. Pourtant, sur la même période, la progression annuelle de la PTF observée dans l'UE est de 1,4 %, soit légèrement supérieure, due à une augmentation d'efficacité technique de 1,12 % et du changement technologique de 1,3 % tandis que l'efficacité d'échelle décroit légèrement de -0,002 %. En effet, on observe une grande disparité de

la productivité totale des facteurs entre les États membres, l'amélioration de la productivité totale des facteurs s'établit entre -0,5 % en Irlande et 5,3 % en Estonie.

Coelli T. J. Rao. C. (2005) appliquent la même méthode sur une période plus longue (1980-2000) et ils constatent également que la croissance de la PTF dans les États membres de l'UE est due pour l'essentiel au changement technologique tandis que dans les nouveaux États l'évolution de l'efficacité technique apporte une contribution importante à la croissance de la PTF.

Carroll J. et al. (2009) calculent la croissance de la PTF pour plusieurs types de production en Irlande au cours de la période de 1996 à 2006 et de 2000 à 2006 pour la production ovine. Ils démontrent que le taux annuel de croissance moyen sur la période est de 2 % pour l'élevage bovin, de 1,4 % pour la production laitière, de 0,9 % pour le finissage bovin, 0,4 % pour l'élevage ovin et de -0,2 % pour les céréales. Ils font également état d'une variation de l'efficacité technique, qui présente des évolutions différentes au cours du temps. Tous les types de production enregistrent la pire variation de l'efficacité technique (détérioration) sur les dernières périodes. En effet, la moyenne de la variation de l'efficacité technique sur tous les types d'exploitation, affiche la pire détérioration survenue au cours de la première période de 1996 à 97 de (-1,564 %) et la meilleure progression a été enregistrée au cours de la dernière période 2005 à 2006 de (1,365 %).

Galles, Barnes et al (2010) étudient les différents types d'exploitation en Angleterre et aux Pays-Bas et ils constatent que l'efficacité technique est relativement élevée pour la plupart des exploitations et qu'elle a été relativement plus stable sur la période 1989-2008 en dépit des turbulences du marché, dues notamment aux maladies des animaux et au reformes des politiques publiques. Dans une étude similaire couvrant la période 1982-2002 Hadley D. (2006) n'a constaté aucune variation pour les exploitations céréalières et avicoles, voire des diminutions pour les exploitations des polycultures et les exploitations mixtes. Ils calculent le changement technologique et constate qu'il est toujours positif, les exploitations céréalières et mixtes enregistrent les progrès les plus importants (5,8 % et 5,2 % respectivement) et les exploitations avicoles les plus faibles (1,6 %). Il rappeler à cet effet, que la PTF mesure la croissance résiduelle de la production qui n'est pas s'expliquer par le taux de variation des services du travail, du capital et des facteurs intermédiaires.

Carter (1984) estime dans son étude portant sur l'agriculture indienne que les petites exploitations produiraient approximativement 15 % moins que les grandes

exploitations si elles utilisaient la même quantité d'intrants (Carter Michael R., 1984). Les économistes qualifieraient ces établissements comme étant inefficaces au sens technique du terme. En revanche, en prenant en compte le fait que les opportunités extérieures sont quasi-inexistantes, alors ces fermes doivent être perçues comme efficaces et génératrices d'emplois. Pour les raisons mentionnées, il est donc plus sécuritaire, selon Carter, d'utiliser la production par unité de terre comme mesure de la productivité. Pour donner suite à cette étude, Berry R. Albert et William R. Cline (1979) concluent que les mesures supérieures de l'efficacité renforcent les résultats empiriques au lieu de les contredire.

Bates (1983) et la Banque Mondiale (2008) constatent que les dépenses publiques agricoles, en termes d'investissements ruraux dans les infrastructures, l'éducation, la recherche et le développement agricole et la santé sont également un instrument de promotion de la croissance agricole. Ils estiment les politiques agricoles dans les pays d'Afrique subsaharienne connaissent un déficit notoire, caractérisé par la faiblesse de leurs dépenses publiques agricoles.

Thirtle et al. (1995) ont mené une étude sur l'agriculture de 22 pays d'Afrique Subsaharienne sur la période de 1971 à 1986. Leurs résultats montrent que ces pays ont enregistré un taux de croissance de la productivité globale des facteurs d'environ 0,85 %. Ce niveau de la productivité globale des facteurs s'explique par l'effet combiné d'une perte d'efficacité technique de (0,5 %) et d'un faible gain en progrès technique de (1,35 %). Ils trouvent que l'essentiel de la croissance de la productivité agricole au Burkina Faso (1,57 %) vient de l'efficacité technique (1,11 %), le progrès technique ne contribuant que de 0,46 %.

Une étude similaire a été faite par Coelli et Rao (2003) sur la production agricole de 93 pays de 1980 à 2000. Les résultats montrent que le taux de croissance moyen de la productivité globale des facteurs dans ces pays a été de 2,1 % avec une contribution de l'efficacité technique de 0,9 % et du progrès technique de 1,2 %. Dans les pays développés (Amérique, Europe et Australie), l'efficacité technique n'a pratiquement pas contribué à la croissance de la productivité agricole, pourtant en Asie et en Afrique, l'efficacité technique contribue au moins de moitié à la croissance de la productivité agricole.

Dans une revue d'économie du développement Savadogo et al. (2014), étudient les sources de croissance de la productivité globale des facteurs dans les exploitations cotonnières du Burkina Faso à partir d'une approche de la frontière de production ils

examinent les sources de croissance de la productivité globale des facteurs dans les exploitations cotonnières burkinabés. Les résultats mettent en évidence une détérioration de la croissance de la productivité globale des facteurs de 0,40 % sur la période d'étude qui s'explique essentiellement par la baisse du taux de croissance de l'efficacité technique (0,38 %). Les rendements d'échelle décroissants (0,02 %) et l'inefficacité allocative (0,02 %) ont également contribué à la perte de croissance de la productivité globale des facteurs. Cependant, les résultats indiquent une légère hausse du taux de progrès techniques de 0,02 % dans les exploitations cotonnières.

Bouaouaja E. (2003), appréhender l'efficacité relative des compagnies d'assurance par le biais de la méthode d'enveloppement des données (la Data Enveloppement Analysis en anglais, DEA) à partir des travaux de Duberger (2003), en menant des tests pour vérifier si la vague de démutualisation de 1999-2000 a eu un impact notable sur l'efficacité de ces compagnies. Les résultats obtenus montrent que l'appartenance à un groupe (canadiennes vs étrangères ou d'une année par rapport à une autre) ne conduit pas systématiquement à une destruction de la valeur. Par ailleurs, les firmes étrangères qui détiennent une part importante dans l'industrie de l'assurance vie au Canada se sont rattrapées en 1999 pour réaliser une productivité supérieure à celle des firmes locales, même les plus importantes, qui se sont lancées dans un processus de démutualisation. Toujours avec la DEA, il analyse divers types d'efficacité (efficacité technique, efficacité technique pure, efficacité d'échelle, efficacité d'allocation, efficacité de cout et efficacité de revenu), des compagnies d'assurance IARD et conclut qu'en moyenne, la grande majorité des assureurs IARD affichent une faible performance sur la période d'étude. Par ailleurs, l'analyse de la variation de la productivité au cours de la période d'étude, à l'aide de l'indice de Malmquist, a révélé une croissance de la productivité grâce au progrès technologique et à un déplacement sur la frontière de production.

Quesnel J.P (2006) analyse « la variation de la productivité et du rendement d'échelle en DEA par l'intégration de la règlementation » et en arrive aux résultats qui démontrent clairement qu'il existe un lien entre la règlementation en vigueur et les déterminants de la productivité des firmes. En effet, lorsque ce facteur est pris en compte, on constate que l'efficacité des firmes dans la gestion des intrants variables augmente, alors que l'efficacité associée aux facteurs quasi fixes et à la règlementation ralentit la croissance de la productivité. Ce qu'il faut alors en retenir est l'importance d'intégrer la règlementation dans les analyses subséquentes.

Ambapour S. (2004) compare l'efficacité technique des systèmes de santé en Afrique subsaharienne par d'une une application de la méthode DEA. Les résultats obtenus montrent que l'efficience technique moyenne varie de 84 % à 72 % selon la combinaison des inputs et des outputs. Les différences constatées dans les scores d'efficacité selon la combinaison choisie d'inputs et d'outputs montrent ainsi la sensibilité de la méthode d'estimation de l'efficience au choix des modèles. Plus loin, Ambapour, S. (2001) a fait une comparaison entre la frontière paramétrique et non paramétrique dans son étude sur les entreprises de chemins de fer dans 10 pays en Afrique (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Niger, Cameroun, Gabon, Sénégal, Togo, Rwanda et Zaïre) sur la période 1982-1989. Les résultats donnent un score moyen d'efficacité technique de 85,4 % pour la frontière paramétrique (Moindres Carrés Décalés) et de 85.5 % pour la frontière non paramétrique (modèle DEA-VRS).

Belloumi M. et Najran University (2011), d'analysent les implications économiques des actions environnementales. Plus précisément nous allons nous intéresser à étudier l'impact des stratégies environnementales sur la productivité des entreprises qui ont subi des pressions provenant de différents **stakeholders**. Ils réalisent une étude sur un échantillon de 26 industries manufacturières tunisiennes sur la période 1994-2008. Cette étude mesure dans un premier temps l'évolution de la productivité totale des facteurs (PTF) ainsi que de ses composantes à l'aide de la méthode DEA. Elle montre que, pendant cette période, la PTF a progressé en moyenne de 1,5 % par an. Cette progression s'explique par un progrès technique de 1,6 % et par une faible perte d'efficacité de 0,1 %. Dans un deuxième temps, elle cherche à évaluer l'effet des stratégies environnementales sur la croissance de la PTF en adoptant l'approche économétrique des données de panel et les résultats ont montré que les actions environnementales ont un double effet contradictoire. D'une part, elles peuvent entrainer une détérioration de la productivité et d'autre part, elles peuvent favoriser l'activité économique.

The International Food Policy Research Institute (IFPRI, 2002) montre qu'une augmentation de 10 % de la productivité des petits paysans en Afrique peut faire passer près de 7 millions de personnes au-dessus du seuil de pauvreté d'un 1 $/jour.

Sur la période 1980-2001, la FAO (2005) trouve que l'agriculture a l'avantage comparatif à baisser de 2,7 fois plus efficacement la pauvreté au seuil de 1 $ par jour dans ¼ des pays les plus pauvres et à 2 fois plus efficacement dans ¼ des pays les plus riches.

En effet, la productivité totale des facteurs fait l'objet d'un débat critique, mais il apparait évident qu'elle est une mesure plus juste de la productivité totale des facteurs. Toutefois, la difficulté avec cette approche est que les petites exploitations et les grandes exploitations comme dans l'agriculture des pays développés et des pays en voie de développement n'utilisent pas nécessairement les mêmes facteurs de productions. La seule façon de remédier à ce problème serait d'effectuer une transformation permettant d'évaluer les facteurs de production dans la même unité de mesure. Il faudrait donc multiplier la quantité de chacun des facteurs de production par son prix du marché afin d'avoir une donnée agrégée (Ray B, 2001). Il y a cependant des facteurs de production qui n'ont pas de prix réel sur le marché. Le plus important d'entre eux est la main-d'œuvre familiale. Une solution serait d'estimer son coût d'opportunité du travail sur la ferme, c'est-à-dire le salaire que le travailleur pourrait obtenir sur le marché du travail de l'exploitation selon l'approche de la FAO.

**2.2 Mesure de la productivité agricole**

En somme, il est question de faire un état de lieux des mesures de la productivité agricole à travers les différents apports théoriques de l'école physiocrate à la théorie de l'épuisement du produit à travers la théorie microéconomique de la production. L'analyse économique de la productivité agricole est abordée ici à travers ses déterminants, ses mesures, ses enjeux, ses facteurs productifs et limitatifs.

Au sens strict, la productivité est le rapport entre une quantité physique de biens produits et la quantité physique d'un ou de plusieurs facteurs de production mis en œuvre pour les produire. Pour faciliter l'agrégation des données, les quantités physiques sont, la plupart du temps, remplacées par leur valeur en monnaie. Toute augmentation de la production, ne provient pas d'une augmentation correspondante du ou des facteurs tenus en compte, est considéré comme une amélioration de la productivité de ce ou de ces facteurs.

Selon plusieurs auteurs (Denny et al. ; 1981 ; Auer et al., 1979 ; Denny et al. ; Gollop et al. (1980), la mesure de la productivité peut être faite à tous les niveaux, soit au sein d'une unité de production, de la région, des nations et du monde. La mesure peut porter sur la productivité d'un facteur de production particulier tel que le travail ou sur l'ensemble des facteurs de production, productivité globale (Vincent et al, 1963), productivité du travail intégré (Postner et al., 1983) ou productivité totale des facteurs (Solow R., 1957). Le terme productivité recouvre deux types de résultats distincts, le

niveau de productivité et le taux de croissance de la productivité. Étant donné une fonction de production $YT = F(X_t)$, $YT/X_t$ est la mesure du niveau de productivité alors que $(Y_1/X_1 - Y_0/X_0)/(Y_0/X_0)$ est la mesure du taux de croissance du niveau de productivité. On note que ces deux termes sont souvent confondus. Il arrive que l'on annonce dans les médias une baisse de la productivité alors que le niveau de la productivité accroit, mais le taux de croissance de la productivité ralentit. Pour y parvenir à mesurer la productivité, il existe deux types d'approches. La première implique l'utilisation du rapport entre la production et un ou plusieurs facteurs de production. La mesure de la productivité d'un seul facteur par exemple du travail relève de ce type d'approche. Le second type d'approche repose sur la prise en compte de l'ensemble des outputs sur l'ensemble des inputs, les mesures de la productivité totale des facteurs sont de ce type. Aujourd'hui, toutes les mesures de la productivité utilisées sont soit partielles ou totales, à savoir que la productivité du travail est la mesure la plus ancienne et la plus répandue selon Abrarmovitz (1956) et Solow (1957).

#### 2.2.1.1 La productivité partielle des facteurs

La production est une activité économique qui permet de créer des produits à partir des facteurs de production tels que le capital, le travail, la terre et des biens et services qui s'échangent habituellement sur le marché. Étudier la productivité consisterait ainsi à identifier, à définir et à mesurer les facteurs de production que sont la terre, le travail, le capital et ses composantes ( la consommation intermédiaire et le progrès technique). Nous n'avons pas l'intention de développer les enjeux de la productivité partielle. Au besoin, de préférence nous renvoyons ses facteurs à l'annexe 59. Parce qu'en conclusion, la productivité partielle est un indicateur qui souffre cependant d'une limite importante. Elle attribue la totalité de la production agricole à un seul facteur. Malgré son utilité, la mesure de la productivité partielle se révèle insuffisante pour déceler les causes du phénomène mesuré. Son principal défaut est d'imputer à un seul facteur l'ensemble des progrès technologiques. C'est ce qui empêche de discerner avec précision l'impact de facteurs tels que l'augmentation du ratio capital-travail, la qualité de l'équipement, l'effet des dépenses de recherche et développement, l'impact de la hausse des couts de certains facteurs (énergie) et de la terre.

**2.2.1.2 La Productivité totale des facteurs**

Dans la théorie néoclassique, « l'unité de production est le centre de décision unifiée et le siège d'optimisation qui ne permet pas le gaspillage des ressources » (Savadogo K., 2014). Elle évolue dans un marché de concurrence parfaite et elle est appelée à disparaitre dans le processus de sélection naturelle du marché si elle n'est économiquement efficace. En effet, la productivité globale des facteurs mesure l'efficacité par laquelle les producteurs combinent les facteurs de production. Elle compare la production réalisée à la quantité de capital, de terre et de travail utilisés. La première formalisation théorique de la productivité totale est l'œuvre de Solow R. (1957). En partant d'une fonction de production générale à rendements d'échelles constants, Solow trouve que le taux de croissance de la production est la somme des taux de croissance des facteurs pondérés par leurs élasticités de production et du taux de croissance de la technologie. Solow considère que toutefois les élasticités ne sont observables que si l'on suppose que les facteurs sont rémunérés à leur productivité marginale. Ainsi, le résidu de Solow ou taux de croissance de la productivité globale des facteurs (PGF) est donné par le déplacement de la fonction de production pour un niveau donné d'intrants. Autrement dit, c'est la croissance de la production qui n'est pas expliquée par l'accroissement des facteurs de production. Cependant, cette approche est purement théorique. En réalité, lors des applications empiriques plusieurs difficultés sont rencontrées et de nombreuses critiques sont portées sur la méthodologie de calcul, sur les hypothèses de base et l'interprétation des résultats. De nombreuses méthodes de mesure de la productivité totale des facteurs (PTF) ont été développées au cours de ces dernières décennies. Elles comprennent globalement deux approches : une approche paramétrique et une approche non paramétrique.

**2.2.1.2.1 Les méthodes non paramétriques**

Les méthodes non paramétriques sont des méthodes qui ne nécessitent pas d'estimation de la fonction de production, elles concernent les méthodes d'indices et l'analyse d'enveloppement des données. La méthode des indices est issue directement de l'approche de la comptabilité de la croissance. Les techniques utilisées peuvent différer, mais elles ont en commun de décrire la productivité comme le rapport des outputs sur les inputs. Il existe de nombreux indices, à savoir l'indice de Fare-Primont, de Laspeyres, de Paasche, de Fisher et Törnqvist, Divisia et de Malmquist et s'écrivent ainsi:

**Indice de Laspeyres:** $Q^L = \sum_{m=1}^{m} p_{m0}\, y_{m1} \;/\; \sum_{m=1}^{m} p_{m0}\, y_{m0}$ [1]

***Indice de Paasche***: $Q^P \sum_{m=1}^{m} p_{m1}\, y_{m1} / \sum_{m=1}^{m} p_{m1}\, y_{m0}$ [2]

***Indice de Fisher***: $Q^F = \sqrt{Q^L \times Q^P}$ [3]

***Indice de Tornqvist***: $lnQ^T = \left(\frac{1}{2}\right) \sum_{m=1}^{m} \left[\left(\frac{P_{m0} y_{m0}}{\sum_{m=1}^{m} P_{m0} y_{m0}}\right) + \left(\frac{p_{m1} y_{m1}}{\sum_{m=1}^{m} p_{m1} y_{m1}}\right)\right] ln\left(\frac{y_{m1}}{y_{m0}}\right)$ [4]

***Indice Divisia de la PTF***: $\frac{P\dot{T}F}{PTF} = \sum \frac{P_{Yi} Y_i}{Revenus} \frac{Y_i}{Y_i} - \sum \frac{P_{Xj}}{P_{Xj}} \frac{X_j}{X_j}$ [5]

***Indice de Malmqvist***: $m_i(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}, x_i^t, y_i^t) =$

$$\underbrace{\left[\frac{d_{i,crs}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{d_{i,crs}^t(x_i^t, y_i^t)}\right]}_{ECH} \underbrace{\left[\left\{\frac{d_{i,\mathrm{crs}}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{d_{i\,crs}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}\right\}\left\{\frac{d_{i,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t)}{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}\right\}\right]^{1/2}}_{TCH} \quad [6]$$

Les propriétés de ces indices « traditionnels » reposent, dans la plupart des cas, sur deux hypothèses importantes, au comportement des unités de production et à leur technologie. Les unités de production sont économiquement efficientes (efficience technique et efficience allocative) et les technologies donnent lieu à des rendements d'échelle constants. Enfin, pour obtenir un indice de croissance de la PTF dans un cadre d'inputs et d'outputs multiples, permet d'apprécier le changement dans la production totale relativement au changement dans l'utilisation des facteurs, il suffit de calculer le rapport suivant :

$$\boldsymbol{PTF = \frac{Q}{Q^*}} \quad [7]$$

En effet, l'avantage des indices traditionnels réside dans le peu de données nécessaires nous permettant de calculer des indices seulement avec deux observations suivies des autres avantages comme la spécification très flexible de la technologie et la possibilité de traiter un ensemble de plusieurs inputs et outputs.

En outre, la principale limite de cette approche est que ni l'erreur de mesure ni les points aberrants ne sont pris en compte dans l'estimation, les mesures y sont donc très sensibles. Il apparait également d'autres limites dans le cas des indices traditionnels avec hypothèse de pleine efficience. Si cette dernière n'est pas vérifiée, la mesure du changement technologique peut être confondue avec des changements dans l'efficience technique et l'efficience allocative.

**2.2.1.2.2 Analyse d'enveloppement des données (DEA)**

L'analyse d'enveloppement des données (DEA) est celle de la deuxième méthode non paramétrique qui utilise la programmation linéaire. Il s'agit, à l'intérieur d'un ensemble comparable d'unité de production, d'identifier celles qui manifestent les meilleures pratiques et qui forment une frontière d'efficience. Ainsi, la frontière est définie par les unités de production les plus performantes de l'échantillon et enveloppe les autres observations. Une fois la frontière en portion construite à partir des données sur les unités de production, les mesures d'efficience seront calculées relativement à celle-ci. Les niveaux et les changements de productivité et de rentabilité sont mesurés avec divers indices comme l'indice de productivité de Malmquist classique et aussi des indices de Färe-Primont, de Fisher, Laspeyres, de Lowe et de Paasche, qui sont [multiplicativement] complets. Cependant, si nous travaillons sous R studio avec les indices de productivité comme dans notre cas, le logiciel nous donne certain nombre de propriétés leurs concernant.

Les indices Färe-Primont et Lowe vérifient la propriété de transitivité et sont utilisés pour faire des comparaisons multilatérales ou multi temporelles.

Les indices de Fisher, Laspeyres, Malmquist et Paasche ne sont pas transitifs et ne doivent être utilisés dans la comparaison binaire.

Autrement, tous les indices peuvent également être décomposés en différentes composantes, fournissant des informations pertinentes sur les sources d'amélioration de la productivité et de la rentabilité.

Dans l'utilisation de l'indice de productivité de Malmquist, l'indice de changement technologique peut être décomposé en composantes de changement technologique biaisées.

Dans le cas de Fisher, Laspeyres, Paasche et des indices transitifs Färe-Primont et Lowe, il est en outre possible d'exclure le changement technologique. Les prix fictifs

dégressifs, utilisés dans les calculs de ces indices, sont également retournés. Le paquet permet également d'interdire les changements technologiques négatifs.

Tous les calculs sont effectués avec l'analyse de l'enveloppe des données non paramétrique (DEA), et plusieurs hypothèses concernant les rendements d'échelle sont disponibles. Le package permet le calcul parallèle en tant qu'option, en fonction de la configuration de l'ordinateur de l'utilisateur.

**2.2.1.2.3 Les méthodes paramétriques**

Les méthodes paramétriques reposent sur l'estimation d'une fonction de production qui exige par conséquent de répondre à deux peines essentielles. Premièrement alertées par Marschark J. et Andrews W. H. (1944), il s'agit du biais de simultanéité, c'est-à-dire que les producteurs choisissent leurs facteurs de production en connaissant leur propre niveau de productivité. Le choix des inputs est alors corrélé avec des « chocs » de productivité (non observés par l'économètre, mais connue par l'exploitation), ce qui biaise l'estimation de la fonction de production par les MCO (moindres carrés ordinaires).

Le second problème est celui de la sélection et renvoie à la question de savoir si les producteurs choisiront ou pas de rester sur le marché compte tenu de leur niveau de productivité et ce niveau de productivité dépend des facteurs de production. Le biais de simultanéité peut être résolu par les trois méthodes paramétriques suivant la méthode de la frontière stochastique, la méthode semi-paramétrique et la méthode de moments généralisés (GMM).

Cependant, elles ne résolvent pas toutes les biais de sélection, seule la méthode semi-paramétrique d'Olley S. et Pakes A. (1996) tente, en effet, de répondre à ce problème. Notons que ce risque de biais est faible lorsqu'il s'agit d'étudier un panel non cylindré, mais très élevé dans le cas d'un panel cylindré puisqu'il y a une forte probabilité de ne retenir que les plus productives.

**2.2.1.2.4 L'analyse de la frontière stochastique**

L'analyse de la frontière stochastique, est une méthode a été développée conjointement par Aigner J.D. et al. (1977), Meeusen W. et van den Broeck J. (1977) et Battese G.E. et Corra G.S. (1977) sur des données en coupe instantanée. La démarche consiste à modéliser le processus de production de manière à définir la quantité maximale d'outputs qui peut être produite avec un vecteur d'inputs et une technologie donnée. Puisqu'un producteur n'a pas nécessairement un comportement optimal, la

frontière va représenter les meilleures pratiques. Pour répondre au biais de simultanéité, on introduit une autre variable aléatoire représentant le bruit statistique, afin d'isoler le terme d'erreur purement aléatoire de celui reflétant l'inefficacité technique de l'exploitation en imposant des hypothèses sur la distribution, mais aussi sur l'indépendance de ces deux termes. Ainsi, le terme d'erreur est décomposé en deux parties : une composante stochastique symétriquement distribuée absorbant le bruit statistique, et une composante stochastique avec une distribution inégale (ou partielle) représentant l'inefficience. Le bruit statistique et l'inefficience sont distribués indépendamment l'un de l'autre et des autres répresseurs.

L'avantage de ce type de méthode est de tenir compte du fait que la performance des firmes peut être modifiée par des facteurs qui sont hors de leur contrôle pour voir l'effet des facteurs exogènes de celui des facteurs sous contrôle de l'exploitation.

Cependant, ce type de modèle est restrictif dans la mesure où il suppose que le changement d'inefficience est le même pour toutes les unités de production. En revanche, ce type de méthode est, comme le DEA, un modèle de frontière confronté aux mêmes problèmes que ceux soulevés précédemment (l'efficience technique est relative aux meilleures firmes de l'échantillon, l'introduction d'une firme supplémentaire peut modifier les résultats et il est difficile de comparer l'efficience moyenne de deux échantillons).

Un autre inconvénient de cette méthode est la nécessité de spécifier une forme fonctionnelle de la fonction de production. Enfin, lorsqu'on utilise ce type de méthode, on se trouve également confronté à la difficulté d'avoir à traiter le cas des exploitations qui produit plusieurs biens.

**2.2.1.2.5 La méthode semi-paramétrique**

La méthode semi-paramétrique a été développée par Olley S. et Pakes A. (1996) puis suivie par Levinshn J. et Petrin A. (2003). Olley S. et Pakes A. (1996) qui proposent d'utiliser le niveau d'investissement de l'unité de production comme une variable proxy des chocs de productivité non observés. La variable proxy vérifie le terme d'erreur corrélée avec les inputs en écartant les variations qui sont liées au terme de productivité. Les auteurs tentent aussi d'éliminer une autre source de biais (la sélection) en prenant en compte dans une étape intermédiaire la probabilité de survie de chaque unité de production. Cette méthode est considérée plus extrême en données, parce qu'il est, car il est essentiel de savoir soit le niveau d'investissement de l'unité à

toutes les périodes soit la consommation intermédiaire des inputs pour cotter la productivité.

En effet cette méthode souffre d'une faiblesse conditionnelle dans les estimations non paramétriques. Ackerberg D. A. et al. (2005) fait savoir qu'il peut y avoir probablement une colinéarité de $\boldsymbol{l_{it}}$ avec la fonction non paramétrique dans la première étape de l'estimation ce qui entraîne un risque de mauvaise ou de non-identification du coefficient de $\boldsymbol{l_{it}}$.

**2.2.1.2.6 La méthode des moments généralisés (MMG)**

La méthode des moments généralisés (MMG) est une méthode d'estimation de la productivité initiée par Blundell R. et Bond S. (1998, 2000). Elle estime la fonction de production en différences premières et en niveaux pour écarter les biais de simultanéité. Les inputs et l'output retardées sont utilisées comme instruments de l'équation en différences premières et les différences retardées comme instruments de l'équation en niveaux. De la même manière que pour la méthode des frontières stochastiques et la méthode semi-paramétrique, les avantages de cette approche reposent sur l'élimination du biais de simultanéité et la prise en compte de l'erreur de mesure, elle permet aussi de tester la validité des instruments utilisés.

Cependant, la principale faiblesse de cette mesure est qu'elle ne permet pas de dissocier l'efficience technique du bruit statistique. Autrement dit, lorsque l'on estime la PTF par la méthode GMM, la mesure obtenue comprend à la fois les facteurs hors et sous contrôle de l'unité de production. Ce modèle requiert un grand nombre d'individus, à l'instar de la méthode semi-paramétrique.

En effet, les mesures de la PTF concernent le choix entre une méthode paramétrique ou non et déterministe ou pas, dépend très fortement de notre conception de la situation réelle des unités de production.

En effet, une méthode non paramétrique ne fait aucune hypothèse sur une fonction de production particulière contrairement aux méthodes paramétriques. Par ailleurs, une méthode déterministe suppose, elle, que tout est sous contrôle de l'unité de production alors qu'une méthode non déterministe intègre la possibilité de chocs exogènes qui peuvent affecter la production de l'unité de production comme le climat, les infrastructures publiques et l'erreur de mesure. Chacune des méthodes de la mesure de la PTF a ses avantages et ses inconvénients.

En effet, nous portons notre choix sur la méthode non paramétrique de l'indice de Malmquist pour analyser la productivité totale agricole de 6 pays en plus du Mali en ce sens que sa compréhension est essentielle à la compréhension des autres types d'approches. En plus, l'indice de Malmquist a fait l'objet de plusieurs recherches, tant au niveau théorique qu'empirique que nous allons développer dans la partie revue empirique spécifique de la productivité totale des facteurs à partir de cet indice. Pour en arriver à une mesure correcte de la productivité totale des facteurs de l'agriculture des 6 pays de la région ouest africaine, nous procèderons, d'abord à une étude des fondements théoriques de la mesure de la productivité selon l'approche Malmquist, puis nous reprenons à travers les analyses empiriques effectuées selon cette même approche, les éléments théoriques et empiriques utilisés pour définir les différentes variables et la spécification particulières à cette étude.

#### 2.2.1.3 Spécification du modèle de mesure de la productivité totale des facteurs

##### 2.2.1.3.1 Indice Malmquist

Ces dernières années, les investigations de mesures de la productivité totale agricole occupent une place considérable dans la littérature des sciences économiques(usagri, 2019). En revanche, on constate que plusieurs méthodes ont été mises au point pour permettre d'observer l'échelle de la production à la frontière, l'efficacité technique, technologique, le changement, la performance et la contreperformance de l'unité de production (Battese George E., 1992). Cependant, l'adoption de ces méthodes est souvent une fonction de la technique d'estimation des données et de la nature de l'activité de production observée. Si on estime que la méthode utilisée est une fonction de type Cobb-Douglas ou translog, la méthode adoptée est qualifiée de paramétrique, autrement, elle est qualifiée de non paramétrique. De nombreux progrès ont été réalisés au cours de ces dernières années par la méthodologie de fonction de production à la frontière présentée par Farell (Farrell M. J., 1957). Ces développements méthodologiques se sont accompagnés d'une quantité considérable de travaux empiriques, utilisant pour la plupart l'approche paramétrique par l'usage des fonctions de production stochastique, et l'approche non paramétrique par l'usage des approches par la courbe enveloppe Data Envelopment Analysis. Plus récemment, une méthode non paramétrique a été développée pour permettre de calculer des indices de productivité globale des facteurs en utilisant les mesures d'efficacité. Cette approche permet lorsqu'on a des données de panel, de combiner l'approche par la courbe

enveloppe et l'indice de productivité de Malmquist pour mesurer les changements dans la productivité, et décomposer ces changements en changement technologique et changement du niveau d'efficacité. En effet, l'indice de productivité de Malmquist a été introduit dans la littérature en 1982 par Caves, Christensen et Diewert Coelli (1996), qui furent les premiers à initier cette mesure. Puis, plus tard, Fare et al., (1994) développent une méthode non paramétrique qui permet d'apprécier l'indice de Malmquist par la fonction de distance. Cependant cet indice montre que la variation dans la productivité globale des facteurs provient des composantes de la variation d'efficacité technique et de la variation en efficacité technologique. Selon Fare et al. (1994), l'indice de Malmquist est un indice de changement de productivité basé sur les outputs entre une période de base (s) et une période (t) comme suit (équation 8) :

$$\boldsymbol{m_0(y_s, x_s, y_t, x_t)} = \left[\frac{\boldsymbol{d_o^s(y_t, x_t) d_0^t(y_t, x_t)}}{\boldsymbol{d_o^s(y_s, x_s) d_0^t(y_s, x_s)}}\right]^{1/2} \qquad (8)$$

Où $\boldsymbol{d_o^s(y_t, x_t)}$ mesure la distance du point $(\boldsymbol{y_p x_t})$ par rapport à la frontière de la période s. Cet indice de Malmquist représente la productivité au point de production $(\boldsymbol{y_t, x_t})$ relative au point $((\boldsymbol{y_s x_s})$ et une valeur supérieure à 1 traduit une croissance positive de la productivité globale des facteurs entre les périodes s et t. Une manière équivalente d'écrire cet indice de productivité est :

$$\boldsymbol{m_0(y_s, x_s, y_t, x_t)} = \frac{\boldsymbol{d_0^t(y_t, x_t)}}{\boldsymbol{d_t^s(y_s, x_s)}}\left[\frac{\boldsymbol{d_o^s(y_t, x_t) d_0^t(y_s, x_s)}}{\boldsymbol{d_o^s(y_t, x_t) d_0^t(y_s, x_s)}}\right]^{1/2} \qquad (9)$$

Dans la seconde équation (9), l'expression entre les crochets est la moyenne géométrique des mesures du déplacement de la frontière par rapport aux mêmes unités de production observée à la période (le premier ratio), puis à la période s (le second ratio). Cette expression entre les crochets permet d'apprécier le changement technologique entre les deux périodes s et t de déplacement de la frontière. L'expression hors du crochet mesure le changement du niveau d'efficacité technique de Farell entre les périodes s et t. Ce terme est l'équivalent du ratio de l'efficacité technique de Farell à la période t sur cette même efficacité à la période s, sous l'hypothèse de rendement d'échelle constant (EFTrec). Ceci se décompose en deux composantes ; une, traduisant l'efficacité pure, et l'autre l'efficacité d'échelle. L'indice d'efficacité pure est obtenu en recalculant les indices d'efficacité sur les mêmes données sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables (EFTrev). L'indice d'efficacité d'échelle (EFE) quant à

elle est le ratio de l'efficacité sous l'hypothèse de rendement d'échelle constant sur l'efficacité sous l'hypothèse de rendement d'échelle variable.

$$\boldsymbol{EFE} = \frac{\boldsymbol{EFT_{rec}}}{\boldsymbol{EFT_{rev}}} \qquad (10)$$

On note que la plupart des études sur la productivité adoptent la méthode non paramétrique DEA (Charnels et al., 1978) pour décomposer la productivité totale des facteurs construite à partir de l'indice de Malmquist en efficacité technique et en progrès technique (Thirtle C. D. et al, 1995 ; Coelli T. J. Rao. C., 2003 ; Färe R. et al., 1994, Usagri, 2017). Cette méthode est appréciée autant de fois malgré sa forme fonctionnelle particulière qui n'offre pas une distribution à un terme d'erreur et elle ne prend pas en compte les chocs aléatoires et n'a aucune propriété statistique permettant de faire des tests d'hypothèse sur la validité des résultats obtenus (Amara N. et Romain R., 2000 ; Seiford L. M. et Thrall R. M., 1990).

Cependant, l'indice de productivité total de Malmquist présente deux principaux avantages, aucune hypothèse n'est faite sur la forme fonctionnelle de la technologie de production sous-jacente ; les données sur les prix des outputs et des inputs ne sont pas indispensables contrairement aux indices de Tornqvist Divisia […] (Coelli T., op.cit.). Néanmoins, il a l'inconvénient d'être sensible à l'échantillon choisi, plus l'échantillon est restreint, plus l'apparition d'inefficacités est improbable (Coelli, T et Rao, P.D.S).

À titre d'illustration, Jorgenson D. W. and Griliches Z (1967), Jorgenson et al. (1987), Antle M. John & Capalbo M.Susan (1988), ont mesuré la croissance de la productivité agricole aux États-Unis en utilisant l'indice de Malmquist. Ils estiment que la croissance de la productivité totale agricole des États unis (USA) est de 1,8 % sur la période de 1948 à 2004. Selon Blancard S. et Boussemart J.P. (2006), la productivité totale des facteurs se définit ainsi, comme le rapport des outputs à l'ensemble des inputs effectifs. La Statistique Canada présente à cet effet, la productivité globale des facteurs comme : « une moyenne pondérée de la productivité du capital et de la productivité du travail, où les pondérations sont respectivement les parts du capital et du travail » dans la production (Gamache, 2005). Selon Abramovitz (1956), la productivité totale des facteurs est considérée comme une « mesure de notre ignorance » parce que les erreurs de mesure dans les séries du travail, dans celle du stock du capital physique, l'omission d'éléments sont susceptibles d'influencer la qualité et la productivité des facteurs. En effet, ces biais soulèvent un ensemble de mise en garde à l'égard de l'utilisation du résidu de Solow. Jorgenson et Grilliches (1967) soulèvent le problème de l'agrégation

des facteurs de production, l'impossibilité de distinguer entre différents types ou qualités de capital et de travail qui pourraient entrainer une surestimation du progrès technologique. Dans de nombreuses études, la croissance de la PTF est utilisée comme indicateur de la compétitivité agricole au cours du temps. Elle présente un certain nombre davantage par rapport à d'autres indicateurs. Elle est clairement définissable, mesurable à l'aide de méthodes standards et dans une certaine mesure, elle peut être comparée dans le temps et dans l'espace et pour différentes échelles d'étude. En outre, la capacité de quantifier les avantages économiques dans le temps fait de la PTF un outil intéressant qui peut être incorporé à un cadre d'analyse coût-avantage pour l'analyse de la productivité de l'agriculture. Ces avantages en font l'outil de choix pour l'examen de l'efficacité des politiques conçues pour accroitre le bienêtre économique. Cependant, l'estimation des relations entre mesures gouvernementale (investissements publics agricoles) et la productivité offrent certains défis, car les décalages entre la mise en œuvre de la politique et son incidence sur la productivité sont souvent grands et parce que d'autres facteurs influencent la productivité. Pour Alston et al (2010) et d'autres, la PTF prend en compte tous les intrants et tous les extrants d'un secteur. Suite à leurs analyses, ils considèrent que la PTF construite de cette manière est purement théorique. Ces auteurs préfèrent donc utiliser le terme de productivité multifactorielle (PMF) lorsqu'ils font référence à des études empiriques pour connaitre de façon explicite que certains extrants et intrants sont inévitablement exclus de l'analyse du fait de l'insuffisance de données. Les deux termes sont employés de manière interchangeable dans la littérature. En économie, les critères de performances sont divers. Coelli et al (2005) révèlent que la croissance de la PTF comporte trois composantes significatives que l'on peut estimer à l'aide de données sur les exploitations : le changement technologique, l'efficacité technique et l'efficacité d'échelle. Cependant, une certaine ambigüité existe entre les termes de performance, d'efficacité, d'efficience et de rendement. La productivité d'une exploitation est représentée par le rapport entre sa production et le (s) facteur (s) de production employé (s). Lorsque tous les facteurs de production sont pris en compte, il s'agit de la productivité totale des facteurs (PTF). La mesure de la PTF résume deux notions principales : la première est le changement technologique (ou le progrès technique) et la seconde est l'efficience. Le changement technologique peut être défini comme l'ensemble des innovations qui entrainent une transformation des moyens, des méthodes de production et de l'organisation du travail. Quand un changement

technologique intervient entre deux périodes de (0 à 1) se traduit par un déplacement de la fonction de production. Ainsi, en période 1, toutes les exploitations vont produire plus de biens pour chaque niveau d'input relativement à la période 0. Ce progrès technique est, soit non incorporé (ou autonome), c'est-à-dire qu'il s'applique à l'ensemble de l'appareil productif, soit incorporé lorsqu'il s'applique seulement à une certaine partie des inputs. Quant à l'efficience, elle se décomposer en trois éléments (Farell M. J., 1957, Coelli et al., 1998). On distingue d'abord l'efficience **technique** qui est l'aptitude d'une exploitation (compte tenu d'un niveau technologique fixé) à obtenir une production maximale à partir d'un ensemble de facteurs donnés ou, à l'inverse, à utiliser le moins possible de facteurs de production pour un niveau de production donné. Ensuite, la deuxième, une exploitation techniquement efficience accroit pleinement son niveau de productivité par l'exploitation de ses économies d'échelle. C'est ce que l'on désigne lorsqu'on fait référence à **l'efficience technique à rendements d'échelle** variables. Enfin, la troisième composante est l'efficience **allocative** qui renvoie à la capacité d'une exploitation à utiliser les facteurs de production dans des proportions optimales compte tenu de leur prix. D'une façon générale, l'efficience d'une exploitation est toujours définie relativement à un point de référence, lequel peut être un optimum ou une moyenne. Ce choix du point de référence doit être précisé, car il n'est pas sans conséquence sur la compréhension et l'interprétation des mesures obtenues. Ces diverses méthodes de mesure peuvent être classées en deux groupes comme décrits plus haut, selon que nous les utilisions de manière paramétrique ou non. Dans cette thèse nous utilisons la méthode non paramétrique par l'analyse d'enveloppement des données **Data Envelopment Analysis (**DEA).

#### 2.2.1.3.2 Indices de productivité à l'aide de l'analyse de l'enveloppe de données (AED)

Caves, Christensen et Diewert (1982) ont étendu par la suite la relation de base, initiées par Solow (1957), permettant de ce fait un changement technologique qui n'est pas neutre au sens de Hicks et des rendements d'échelle variables. Ils partent de l'indice de productivité de Malmquist et représentent la technologie par des fonctions de distance d'input ou d'output. Un indice de Malmquist a deux orientations possibles. La première est l'orientation output, qui mesure le changement de productivité afin de connaitre la proportion d'outputs supplémentaires qui peut être produite, en utilisant le niveau donné d'inputs et l'état de la technologie à cet instant, relativement à ce qui peut

être produit sous une technologie de référence. La seconde est l'orientation input, où il s'agit de mesurer le changement de productivité en examinant la réduction possible des inputs utilisés avec un niveau d'outputs et une technologie donnée. Pour définir une fonction de distance output, nous commençons par décrire la production technologique d'une unité de production à l'aide de l'ensemble des possibilités de production, P (x), qui représente l'ensemble de tous les vecteurs d'outputs, $y \in R_+^M$, qui peuvent être produits en utilisant le vecteur d'inputs, $x \in R_+^K$ , compte tenu d'un certain niveau technologique, soit :

$$\boldsymbol{P(x) = \{y \epsilon R_+^M : x \text{ peut produire } y\}} \qquad [11]$$

Ainsi, la fonction de distance d'output, notée $d_o$, est définie comme suit :

$$\boldsymbol{d_o\,(x, y) = min\{\delta : (y/\delta) \epsilon p(x)\}} \quad [12]$$

La fonction de distance d'output définit la distance entre un vecteur d'inputs donné, x, et un vecteur d'outputs, y, comme la valeur minimale d'un scalaire $\delta$ tel que y/$\delta$ reste réalisable. Cette fonction prendra une valeur inférieure à 1 si le vecteur d'outputs y est un élément de l'ensemble de production réalisable P (x), une valeur égale à 1 si y est localisée sur la frontière et une valeur supérieure à 1 si y est localisé hors de l'ensemble. Färe R. et al. (1994) spécifient ainsi un indice de changement de productivité de Malmquist à orientation output comme la moyenne géométrique des deux types d'indice de Malmquist de Caves, Christensen et Diewert [1982], en introduisant la possibilité d'inefficience technique, autrement dit quand $d_o^t(x_t, y_t) \leq 1$ et $d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) \leq 1$. ainsi

$$\boldsymbol{m_o(y_t, x_t, y_{t+1}, x_{t+1}) = \left[\frac{d_o^t(y_{t+1}, x_{t+1}}{d_o^t(y_t, x_t} \times \frac{d_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_o^{t+1}(y_t, x_t)}\right]^{1/2}} \quad [13]$$

Nous pouvons développer cet indice de manière à isoler un terme d'efficience technique :

$$\boldsymbol{m_o(y_t, x_t, y_{t+1}, x_{t+1}) = \frac{d_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_o^t(y_t, x_t)}\ efficience\ technique} \qquad [14]$$

$$\boldsymbol{\left[\frac{d_O^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_o^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})} \times \frac{d_o^t(y_t y_t, x_t)}{d_o^{t+1}(y_t, x_t)}\right]^{1/2}\ changement\ technique} \quad [15]$$

Le premier terme revient à comparer la position de l'exploitation en t+1 avec sa position de départ en t, ce qui représente alors l'efficience technique de l'exploitation entre ces deux périodes. Le second terme compare la position de l'exploitation lorsqu'elle change

de technologie entre les périodes en t+1, ce qui revient à calculer l'évolution de la technologie. Une valeur de cet indice supérieure (inférieure) à 1 indique une croissance positive (négative) de la PTF. Färe R. et al (1994) ont, par la suite, proposé une décomposition permettant de mesurer l'efficience d'échelle. Ils réutilisent le terme d'efficience technique, qui représente le rapport de deux fonctions de distance à rendements d'échelle constants, et le décomposent en un terme de changement d'efficience technique pure, mesuré relativement à la frontière en supposant des rendements d'échelle variables ($ET_{REV}$) et un terme de changement d'efficience d'échelle (EE) :

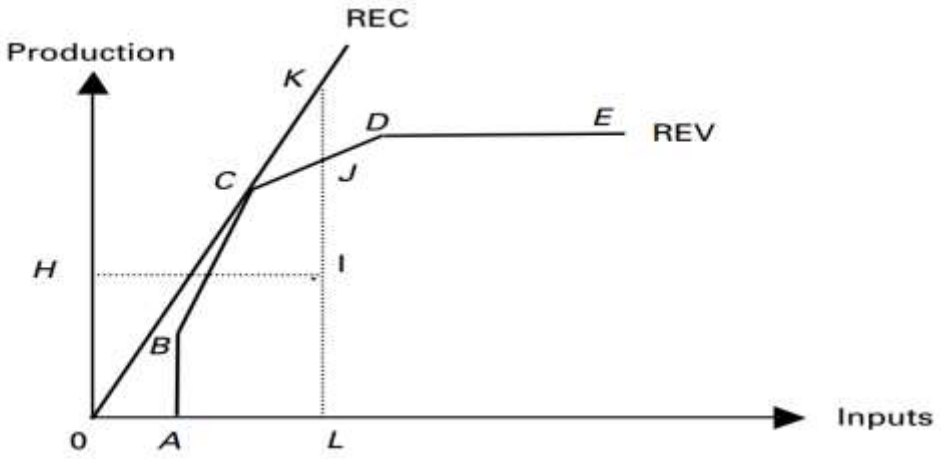
$$ET_{REV} = \frac{d_{o,REV}^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_{o.REV}^{t}(y_t, x_t)} \quad [16]$$

$$EE = \left[ \frac{d_{o,REV}^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) \Big/ d_{o,REV}^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_{o.REV}^{t+1}(y_t, x_t) \Big/ d_{o,REV}^{t+1}(Y_t, x_t)} \times \frac{d_{o,REV}^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) / d_{o,REV}^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{d_{o,REV}^{t+1}(y_t, x_t) / d_{o,REV}^{t+1}(y_t, x_t)} \quad [\mathbf{17}] \right]$$

Ici, le choix entre une hypothèse de rendements d'échelle constants et une hypothèse de rendements d'échelle variables à orientation input ou à orientation output n'importe pas, s'il s'agit uniquement de l'indice de productivité de Malmquist. C'est seulement dans la décomposition de celui-ci que les hypothèses sur les rendements d'échelle et sur l'orientation modifient les résultats.

Selon l'approche DEA, plus précisément, l'idée selon laquelle si un producteur X est capable de produire yX avec zX, alors d'autres producteurs sont aussi capables de faire la même chose s'ils sont efficients. Ainsi, le producteur X et les autres peuvent être combinés pour former ce que nous pouvons appeler un producteur virtuel avec des inputs et des outputs composites. Le cœur de l'analyse revient à trouver le meilleur producteur virtuel pour chaque producteur réel. Nous pouvons illustrer cette approche avec un bien unique et un seul facteur de production à l'aide d'un graphique. Ce que nous avons appelé le producteur virtuel sera représenté par la frontière de production 0K sous rendements d'échelle constants et par la frontière de production ABCDE sous rendements d'échelle variables. Les exploitations pleinement efficientes sont alors localisées sur la frontière et les autres, à droite de la frontière.

**Graphique 2** Efficacité de production à la frontière




Source : Banker, Charnes et Cooper (1984)

Considérant une exploitation qui se situe au point I, avec une production H et une quantité d'inputs L avec des rendements d'échelle variables notées REC, l'efficience de la production($\boldsymbol{TE_o^{REV}}$) est définie comme par : $\boldsymbol{TE_o^{REV}} = \frac{\boldsymbol{LI}}{\boldsymbol{LJ}}$. En considérant des rendements d'échelle constants, notés REC, l'efficience technique s'écrit $\boldsymbol{TE_o^{REV}} = \frac{\boldsymbol{LI}}{\boldsymbol{LK}}$. Ces mesures sont bornées entre 0 et 1. De cette manière, la mesure d'efficience technique en rendements d'échelle constants peut être décomposée en efficience technique pure (c'est-à-dire en rendements d'échelle variables) et en efficience d'échelle (SE) : $TE^{REC} = TE^{REV} \times SE$. L'efficience d'échelle à orientation output est de la forme :$\boldsymbol{SE_o} = \frac{\boldsymbol{LJ}}{\boldsymbol{LK}}$. Le terme d'analyse d'enveloppement des données est introduit par Charnes, Cooper et Rhodes (1978) dans un modèle à orientation input et à rendements d'échelle constants. Depuis, de nombreuses extensions ont été apportées, comme celle de Banker R.D. et al. (1984) qui introduit l'hypothèse de rendements d'échelle variables. Ici, nous ne présenterons que le problème de programmation linéaire à orientation output.

Le modèle de base est le suivant : la variable y mi représente la quantité de bien sm (m=1, 2..., M) produite par la firme i et x ki la quantité d'inputs k (k=1, 2..., K) utilisée par cette même firme i. Le problème de programmation linéaire est donc le suivant :

$$\boldsymbol{max\varphi_0,}$$
$$\boldsymbol{\varphi_0, \lambda}$$
$$\boldsymbol{S.C\ -\varphi_o y_{m0} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_i\, y_{mi} \geq 0, m = 1, \dots m}$$
$$\boldsymbol{x_{k0} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_i x_{ki} \geq 0, k = 1, \dots k}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{\lambda_i = 1, \lambda \geq 0}$$

Avec k i est la part du producteur i dans l'échantillon utilisé pour construire le producteur virtuel et $\varphi_0$ −1 (avec $1 \leq \varphi < \infty$) représente l'augmentation d'output qui est obtenue par l'unité de production 0 avec des quantités d'inputs constantes, $1/\varphi_0$, 0 définit ainsi l'efficience technique de l'exploitation 0. Les contraintes représentent la définition de la surface technologique correspondant à l'exploitation 0. Ainsi, le niveau des outputs de l'unité de production 0 doit être inférieur ou égal à la combinaison linéaire observée pour les outputs et le niveau de ses inputs doit être supérieur ou égal à la combinaison linéaire observée pour les inputs. Le vecteur d'output de l'unité de production 0 est alors ajusté au facteur $\varphi_0$ (l'inverse de $\sum_{i=1}^{N} \lambda_i, y_{mi'}$) sur la frontière. À présent, l'efficience des unités de production obtenue est uniquement pour la période courante et non l'efficience à travers le temps qui n'est pas traitée. Cependant, par Färe et al. (1994), utilisent une approche dynamique qui permet d'apprécier l'indice de productivité de Malmquist en décomposant la croissance de la productivité en changement de l'efficience technique d'une part, et en changement technologique d'autre part. L'indice de productivité et ses composantes sont tous calculés à partir des fonctions de distance (équation 15). *Or les résultats des problèmes de programmation linéaire, par exemple l'équation (18) ont tous une réciprocité à la fonction de distance avec 4 fonctions de distance à évaluer, ce qui revient à résoudre 4 problèmes de programmation linéaire pour chaque unité de production i avec une technologie à rendements d'échelle constants à partir de :*

$$\left[\boldsymbol{d_o^{t+1}(y_{0t+1}, x_{0t+1})}\right]^{-1} = \boldsymbol{max\varphi}_{\substack{0, \\ \varphi_0, \lambda}} \qquad [18]$$

$$\boldsymbol{S.C} \; -\boldsymbol{\varphi_o y_{m0t}} + \boldsymbol{1} + \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{\lambda_{it+1}\, y_{mi+1} \geq 0, m = 1, \dots m} \qquad [19]$$

$$\boldsymbol{x_{k0} + 1 - \sum_{i=1}^{n} \lambda_{it+1} x_{kit+1} \geq 0, k = 1, \dots k}$$

$$\boldsymbol{\lambda_{it+1} \geq 0}$$

$$\left[\boldsymbol{d_o^{t}(y_{ot+1}, x_{ot+1})}\right]^{-1} = \boldsymbol{max\varphi}_{\substack{0, \\ \varphi_0, \lambda}} \qquad [20]$$

$$\boldsymbol{S.C} \; -\boldsymbol{\varphi_0 y_{mot+1}} + \sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{\lambda_{it} y_{mit \geq 0,} \;\; m=1, \dots m}$$

$$x_{k0t} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_{it+1} \geq 0, k = 1, \dots, k$$

$$\lambda_{it} \geq 0$$

$$[d_o^{t+1}(y_{0t}, x_{0t})]^{-1} = max\varphi_{\varphi_0,\lambda}^{0,} \qquad [21]$$

$$S.C \ -\varphi_0 y_{m0t} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{it+1} y_{mit+1} \geq 0, \ \ m = 1, \dots, m$$

$$x_{k0t} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_{it+1} x_{kit+1} \geq 0, k = 1, \dots, k$$

$$\lambda_{it+1} \geq 0$$

$$[d_o^{t}(y_{0t+1}, x_{0t+1})]^{-1} = max\varphi_{\varphi_0,\lambda}^{0,} \qquad [22]$$

$$S.C \ -\varphi_0 y_{m0t+1} + \sum_{i=1}^{n} \lambda_{it} y_{mit} \geq 0, \ \ m = 1, \dots, m$$

$$x_{k0t+1} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_{it} x_{kit} \geq 0, k = 1, \dots, k$$

$$\lambda_{it} \geq 0$$

Cette méthode considère que la technologie est indépendante des unités de mesure. Ainsi, si les fonctions de distance (19) et (20) représentent le problème de programmation linéaire de (18) respectivement à la période t+1 et à la période t, pour les fonctions de distance (21) et (22), il s'agit d'un problème de programmation linéaire à périodes multiples. Pour plus de précision, considérons le cas de la fonction de distance de l'équation (22), l'observation de l'unité de production 0 provient de la période t+1 alors que la technologie est construite à partir des données en t. Dans le cas d'un modèle à orientation output, le résultat indique le pourcentage d'outputs que l'unité de production produit relativement au niveau d'outputs qui pourraient être potentiellement produit si l'unité de production est notamment, pleinement efficiente pour un niveau d'inputs donné.

Cette méthodologie possède plusieurs avantages., il ne nécessite pas supposer une forme fonctionnelle de la fonction de production sans permettre de spécifier la forme de la technologie qui intègre directement cette hétérogénéité. Elle ne fait pas de distinction entre l'importance relative des outputs et des inputs dans le processus de prise de décision de l'unité de production qui peut utiliser plusieurs inputs et outputs. Sa flexibilité et son adaptabilité ont suscité de nombreux déploiements à partir du modèle de Charnes A. et al. (1978). Cependant, la fonction frontière obtenue par ces procédures non paramétriques est déterministe, ce qui suppose que tout est sous contrôle de l'unité de production. Ainsi, les écarts observés par rapport à cette frontière sont attribués à de l'inefficacité, autrement aucune variation aléatoire n'est possible. En effet, cette limite représente l'inconvénient majeur de cette méthode, car la non-prise en compte de l'erreur de mesure rend la construction de la frontière très sensible aux

observations extrêmes. Cazals et al. (2002) a également mis en évidence la sensibilité de l'enveloppe de cette méthode. Par ailleurs, on précise que les résultats d'efficience obtenus sont relatifs aux meilleures unités de production de l'échantillon, de sorte que l'introduction d'une unité de production supplémentaire pourrait modifier l'ensemble des scores d'efficience. Il convient donc d'être prudent lorsqu'il s'agit de comparer l'efficience moyenne de deux échantillons distincts. Ces scores reflètent uniquement la dispersion de l'efficience dans chaque ensemble. Ils ne donnent aucune information sur l'efficience d'un échantillon relativement à l'autre.

#### 2.2.1.4 Les travaux empiriques sur les politiques agricoles

##### 2.2.1.4.1 La politique agricole complément de la politique économique d'ensemble

Nous partons de la théorie néoclassique pour analyser que la politique agricole est un complément de la politique économique d'ensemble. La théorie néoclassique contient les outils notoires en ce sens qu'elle permet d'établir les critères d'évaluation des décisions publiques à partir d'un modèle simple à deux agents, un producteur et un consommateur, maximisant leur profit et leur utilité. Dans ce modèle, il est établi que la rencontre des offres et des demandes permettrait d'avoir un prix d'équilibre sur le marché selon l'hypothèse de la concurrence pure et parfaite. Cet équilibre économique est considéré optimum si les biens et services sont repartis au profit des agents économiques sans pour autant que cette procédure ne nuise à un autre agent économique quelconque. Cependant, pour apprécier l'optimum, Pareto établit le principe de formation d'un équilibre optimal qui permettrait d'apprécier les effets d'une politique d'intervention sur le marché, notamment d'une politique visant à agir sur les prix. Selon Pareto, en régime non interventionniste, la charge fiscale supportée par les agents économiques est égale à zéro, et l'agrégation des surplus du consommateur et du producteur donne le bienêtre collectif. En revanche, toute action sur les prix modifie la répartition des biens et entraine des distorsions de concurrence et des pertes de bienêtre des agents économiques. Le critère de Pareto invite ainsi, à considérer de ce point de vu que l'intervention de l'État sur un marché est inefficace, car les mécanismes agissant sur ce marché sont définis comme un mode d'allocation des ressources efficient. À cet effet, il recommande que l'État doit s'abstenir pour laisser le marché à parvenir à un équilibre optimo-parétien, équilibre qui ne peut être modifié au profit d'un individu sans nuire à un autre individu. C'est-à-dire sans que la répartition des biens et services entre les agents ne soit l'objet d'une quelconque modification (Gould J.P. et Ferguson

C. E., 1966). ***En effet, considérant que l'agriculture est un secteur qui produit des biens de consommation destinés à la consommation humaine et animale, ne peut de ce point de vue se distinguer du reste de l'économie.*** Par conséquent, si des aides aux agriculteurs se justifient, c'est au titre du social qu'elles doivent être versées et non pour stimuler une production ou une exportation. En ce sens, il s'agit d'un complément monétaire dirigé vers les ménages agricoles et en aucun cas vers des producteurs. Mais Destanne de Bernis G. (1975) considère que l'optimum de Pareto repose sur un ensemble d'hypothèse particulièrement restrictive dont les mécanismes du marché pourraient entrainer à un équilibre économique. Cependant, la dynamique des marchés agricoles se caractérise par des fluctuations d'une amplitude à tel point que souvent l'offre et la demande s'éloignent de l'équilibre par la volatilité des prix agricoles. Ces fluctuations surviennent lorsqu'il apparait une instabilité chronique des produits agricoles sur les marchés et c'est bien en cela Bernis justifie la pertinence de l'intervention de l'État pour éviter des conséquences graves. Ces conséquences sont en quelque sorte la perte du bienêtre collectif qui pourrait renverser ainsi la logique néoclassique. Boussard J.-M. et al. (988) précisent par ailleurs que le comportement d'offre du producteur n'est pas fondamentalement déterminé par l'anticipation du prix. La mise en œuvre d'une production agricole, outre qu'elle dépend des aléas climatiques, est étroitement corrélée aux disponibilités financières détenues par les agriculteurs dans la mesure où elles leur offrent l'opportunité d'adapter leurs structures pour de nouvelles productions jusque-là mises en sommeil, quel que soit le niveau des prix. Contrairement à ce que postule la théorie néoclassique, la relation prix offre n'est pas stable à court terme. Pour atteindre la stabilité, cette relation suppose donc une intervention sur le marché pour garantir des prix qui orientent les productions et équilibrent l'offre et la demande. L'économie expérimentale agricole nous enseigne enfin que les agriculteurs sont averses au risque, car la volatilité des prix agricole traduit en particulier par une forte perturbation sur le marché des produits agricoles. Ces remarques conduisent à signaler que l'instabilité des marchés entraine des contraintes chez le producteur. Cependant, la politique agricole pourrait par conséquent être admise comme une réponse à l'instabilité du marché des produits agricoles surtout qu'on analyse aisément la situation réelle qui influence les quantités produites et demandée sur les prix agricoles et réciproquement. Dans ce cas agricole, cette relation est plus connue sous le qualificatif de « loi de King », nom du (secrétaire de la commission de la comptabilité publique du Duché de Lancaster), qui à la fin du XVIIe siècle, formula

sa thèse selon laquelle une faible récolte de blé entraine une augmentation du prix du blé au-dessus du prix d'équilibre, et selon une disproportion croissante, alors qu'une récolte abondante aura l'effet inverse (Guitton H., 1938). L'explication de cette « loi de King » réside dans le constat statistique d'une inélasticité de la demande par rapport au prix d'un bien agricole. Une augmentation de récolte débouche sur une amputation du revenu des agriculteurs, car l'excès d'offre ne trouve pas de demande suffisamment forte pour être absorbée. ***En effet, la nécessité d'organiser le marché agricole trouve sa légitimité dans ce double mouvement par une offre et une demande abondante et insuffisante des produits agricoles.*** Toutefois, le raisonnement de King porte, à bien y regarder, davantage sur le problème de l'insuffisance de la récolte que sur celui de son abondance, car une faible production expose l'économie au risque de la dépendance alimentaire. L'instabilité du marché, outre qu'elle empêche la formation d'un équilibre économique, contient dans le cas de l'agriculture le danger de la dépendance alimentaire vis-à-vis de l'extérieur. C'est précisément sur ce point qu'insiste Boussard lorsqu'il indique, en prenant appui sur les travaux du conseiller agricole du Président Franklin D. Roosevelt M. Ezekiel, qu'à partir du moment où le marché de concurrence pure et parfaite n'est pas en mesure d'assurer l'équilibrage automatique de l'offre et de la demande en raison de la faible élasticité de cette dernière. Le risque est de voir l'économie d'un pays tomber dans la récession économique et dans la dépendance alimentaire. Outre les ravages des récoltes imputables aux aléas climatiques, ce sont les dysfonctionnements profonds du marché qui provoquent ces famines, ce qu'a justement rappelé Armatya Sen auteur du prix Nobel. Cet économiste d'origine indienne avance en effet, la thèse selon laquelle les famines sont principalement dut à une insuffisance de la demande plus qu'à une rareté des disponibilités alimentaires (Sen A., 1981). Cette posture est d'une importance capitale pour comprendre ce que c'est une politique agricole. En effet, Sen estime que la théorie de l'équilibre économique ne peut s'exprimer, en particulier à travers la rationalité du consommateur, qu'à la suite de la satisfaction des besoins primaires. Une politique agricole, dans la mesure où l'un de ses objectifs consiste à garantir la production à des prix raisonnables pour le consommateur, a donc bien pour mission d'allouer les ressources de manière plus efficace que le seul marché concurrentiel (Boussard J.-M., 1999).

***Pour certains économistes, la croissance agricole peut être contournée sur le chemin vers l'industrialisation et le décollage d'un pays tandis que d'autres l'ont identifiée comme une condition première pour la croissance économique globale***

***(Hazell B.R. Peter, 2017).*** Le débat se focalise autour de la question de savoir comment l'agriculture peut être le facteur moteur de la croissance économique par la littérature qui enseigne qu'également combien les dépenses publiques de manière générale, l'investissement agricole en particulier sont incontournable à la productivité agricole. Théoriquement considérée comme source de produits, de facteurs et d'échange extérieur, l'agriculture procure des contributions marchandes qui ont soutenu le décollage du secteur industriel, du service et palier le déclin de sa propre part dans l'économie (Johnston B. Mellor J., 1961 ; Shultz, 1978). Cependant, l'activité agricole comme toute autre activité de production exige des investissements. Cette idée est soutenue par les théories de la croissance en matière des dépenses publiques. Les dépenses publiques d'investissement agricole de la théorie de la croissance démontrent à travers les théories keynésiennes et de la croissance endogène développée à partir de la fin des années 70 notamment par Romer M. Paul (1986), Barro (1990), Barro, Robert J. and Xavier Sala-i-Martin (1992), Aghion et al., (2004) ont justifié l'intervention judicieuse de l'État dans la productivité agricole. Ces interventions consistent à améliorer les rendements d'échelle, la recherche ou l'innovation, la connaissance et le capital humain […] comme facteurs pouvant faire apparaitre des externalités positives et par conséquent être source de croissance. En matière d'investissement, deux théories fondamentales mettent en relation l'investissement et la croissance économique. Ce sont la théorie de la croissance d'équilibre et la théorie des étapes de la croissance. Selon la première, toute croissance repose sur un effort minimum d'investissement de départ Rosenstein-Rodan P.N. (1953). Pour la deuxième, le facteur investissement adéquat est sine-quo-non pour une transition vers une croissance soutenue Rostow W.W. (1960). Il est question d'exposer les principales initiatives en matière de croissance économique agricole, leur importance et les défaillances liées aux initiatives des politiques agricoles. L'étude des impacts des dépenses publiques dans la croissance économique découle de la théorie keynésienne selon laquelle, les dépenses publiques sont un facteur déterminant de la croissance économique à travers l'effet multiplicateur que celles-ci engendrent.

**2.2.1.4.2 Revue empirique de la composition des dépenses publiques agricoles**

Ainsi, sur le plan des revues empiriques, la FAO (1994) trouve à l'aide d'un modèle d'équilibre partiel sur 15 pays en développement que les dépenses publiques de

fonctionnement ont un impact positif et stochastiquement significatif sur le PIB agricole, mais l'élasticité de ces dépenses est largement inférieure à l'unité.

Dorosh A. et al., (2003) trouvent pour 8 pays de l'Afrique subsaharienne que les investissements dans l'agriculture favorisent davantage les pauvres que les investissements similaires dans le secteur manufacturier.

Bravo-Ortega et Lederman (2005) concluent qu'une augmentation du PIB global due à la productivité de la main-d'œuvre agricole est en moyenne 2,9 fois plus efficace pour augmenter les revenus du quintile le plus pauvre dans les pays en développement. Selon Fan et Zhang (2000), utilisent des équations simultanées sur la période 1978-97 pour 25 provinces de la chine et trouvent que les dépenses publiques en éducation, en recherchent agricole et en vulgarisation, en télécommunication rurale ont un impact largement positif sur la réduction de la pauvreté et la croissance de la production agricole.

Pour Anderson K.J.et al (2006), l'augmentation dans le stock du capital public améliore la productivité totale des facteurs de production. Suphannachart et Warr (2009) concluent à partir d'un modèle à correction d'erreur pour la période (1970-2006) sur la Thaïlande que les investissements publics en recherche agricole ont un impact positif et significatif sur la PTF.

À travers la revue de littérature, une formulation générale d'une fonction de croissance a été utilisée dans les études depuis Barro (1990), Tenou K. (1999) et Nubukpo K. (2003) dans les pays africains relatifs à l'impact des dépenses publiques sur la croissance économique. Pour le cas spécifique des impacts sur la valeur ajoutée réelle agricole, plusieurs modèles d'estimation sont utilisés. On dénote le modèle à équations simultanées (Bénin et al, 2009), les modèles d'équilibre général calculable, le modèle d'équilibre partiel (FAO, 1994).

Suphannachart et Warr (2009) concluent à partir d'un modèle à correction d'erreur pour la période 1970-2006 sur la Thaïlande que les investissements publics en recherche agricole ont un impact positif et significatif sur la PTF.

Dans « l'Afrique contemporaine », Nubuko K. (2007) publie que les dépenses publiques sont dans un certain nombre de cas indispensables, notamment en ce qui concerne le financement des activités régaliennes des États (sécurité, éducation, santé). En outre, l'examen des différentes forces de rappel (ou coefficients de correction d'erreur) des équations du modèle à correction d'erreur montre une forte hétérogénéité

des délais de réponse sur la croissance économique liée aux dépenses publiques dans les différents pays de l'UEMOA.

#### 2.2.1.4.3 Outils d'analyse des politiques agricoles

Plusieurs outils sont utilisés pour analyser les effets des politiques agricoles à partir de plusieurs modèles économétriques. Un modèle est une expression condensée, généralement sous forme d'équations, d'une théorie. C'est aussi un ensemble de relations entre les variables qui décrivent la réalité en sciences sociales et ces relations décrivent les relations mathématiques. En économie, les modèles comportent généralement deux sortes d'ingrédients, un ensemble d'équations qui exprime les liens supposés entre les variables ; un classement en deux catégories des variables retenues par le modèle : les variables exogènes (ou explicatives ou prédéterminées) et les variables endogènes (ou expliquées ou déterminées par le modèle). Ceci étant, nous passons en revue les différents instruments d'analyses des politiques agricoles qui justifierait le choix de notre modèle adapté au contexte de cette thèse. Parmi plusieurs de ses modèles nous exposons que quelques-uns en annexe 60 en rapport avec la question des politiques agricoles (les modèles d'offre, de demande, de ménage agricole, multi marchés, d'équilibre partiel et le modèle d'équilibre général).

### 2.2.3 Spécification du modèle d'analyse des politiques agricoles

#### 2.2.3.1 Par l'approche des dépenses publiques agricoles : revue de la littérature

L'État est généralement assimilé à un producteur qui délivre des biens et services à partir des ressources (taxes) dont il dispose. Par conséquent il serait raisonnable de passer en revue les contributions théoriques comme empiriques consacrées à l'analyse des politiques agricoles en général et des dépenses publiques agricoles en particulier. De nombreux auteurs ont ainsi utilisé la croissance économique comme le baromètre qui permet d'apprécier l'efficacité des dépenses publiques et la soutenabilité des investissements en direction du secteur agricole. Cependant l'activité agricole comme toute autre activité de production exige des investissements dont l'idée est soutenue par les théoriciens de la croissance économique. C'est notamment le cas des auteurs néoclassiques dans la théorie de la croissance endogène au début des années 1990 (Romer, 1990 ; Barro, 1990 ; Rajhi T., 1993 ; Artus P. et Kaabi M., 1993) qui ont démontré un lien positif entre les dépenses publiques et la croissance économique. Herrera, 1998 ; Herrera S. et al., 2000 ; soutiennent également cette idée à partir du modèle d'équilibre général dynamique que les dépenses publiques d'éducation ont un impact positif sur le taux de croissance du PIB agricole à long terme. L'étude des

impacts des dépenses publiques dans la croissance économique découle de la théorie keynésienne selon laquelle, les dépenses publiques sont un facteur déterminant de la croissance économique à travers l'effet multiplicateur que celles-ci engendrent. Dans la revue de littérature, une formulation générale d'une fonction de croissance a été utilisée dans les études depuis Barro (1990), Tenou (1999) et Nubukpo (2003) des pays africains relatives à l'impact des dépenses publiques sur la croissance économique. Pour le cas spécifique des impacts sur la valeur ajoutée agricole réelle, plusieurs modèles d'estimation sont utilisés. On dénote le modèle à équations simultanées (Bénin et al, 2009), les modèles d'équilibre général calculable, le modèle d'équilibre partiel (FAO, 1994) exposé ci-dessus. Cependant, la valeur ajoutée (VA) est une entité complexe qui peut être définie théoriquement de plusieurs façons dont deux sont les suivantes. La première comprend la somme de la consommation privée des ménages (C), de l'investissement privé des ménages et des entreprises (I), des dépenses publiques (G) et des échanges extérieurs (X-M). Le second point de la valeur ajoutée réel (VA) est la différence entre la valeur de la production (P.Q) et les consommations intermédiaires (C.I) utilisée dans la production telle que la main-d'œuvre, le capital humain et les variables non agricoles (infrastructures, etc.). Conformément à la théorie économique, la valeur ajoutée agricole ne peut être expliquée par les seules variables « dépenses publiques : dépenses de fonctionnement, de biens d'équipement, dépenses de recherches et développement, dépenses-en infrastructures… ». Il y a aussi les variables conventionnelles (facteur capital, facteur travail), les engrais utilisés, l'électrification rurale, le capital humain, le taux de scolarisation en milieu rural, l'indice des termes de l'échange de l'agriculture, les télécommunications qui sont des facteurs susceptibles d'influencer la productivité agricole. Mais pour un problème de disponibilité des données, seuls les dépenses publiques agricoles courantes, les dépenses publiques agricoles d'investissement, les engrais, les équipements agricoles (tracteurs), la population active employée dans l'agriculture et les superficies de terres cultivées sont utilisés dans cette analyse économétrique. Pourquoi les pouvoirs publics devraient-ils investir dans l'agriculture ? La justification des investissements publics provient de deux sources fondamentales : les inefficacités économiques causées par des défaillances du marché et les inégalités dans la répartition de biens et services (Aparajita Goyal et John Nash, 2016). Comme indiqué dans la problématique, les dépenses publiques agricoles ont pour vision de corriger les insuffisances notamment des performances productives qui affectent le secteur agricole afin d'accroitre

significativement la productivité de ce secteur. Deux raisons principales nous conduisent à justifier l'utilisation de modèle VAR ET ARDL au détriment du modèle log quadratique dans le secteur agricole pour des raisons d'un régression fallacieuse. La première est liée aux pressions exercées en faveur de la libéralisation du secteur agricole pour évaluer les incidents liés aux remises en cause du rôle interventionniste des États, imposées par les contraintes budgétaires. La deuxième est liée aux effets précèdent de la politique d'ajustement structurel qui ont conduit à l'élaboration des différentes politiques agricoles. Ainsi, un grand nombre de modèles ont été construits pour analyser l'impact des politiques agricoles. En effet de nombreux modèles ont, cependant, analysé les changements de politiques agricoles sur l'ensemble de l'économie et sur le bienêtre des nations. Burniaux J.M. et al. (1988) utilisent un modèle dénommé RUNS (rural/urbain/Nord/Sud) pour évaluer l'incidence de la politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne sur le reste de l'économie. Ils aboutissent à la conclusion que la politique agricole commune a eu un impact positif sur l'économie en faveur de la hausse des prix de production agricole et de la baisse probable des prix des biens intermédiaires qui se traduiraient par une augmentation des revenus.

La Banque mondiale (2008) conclut à partir d'un échantillon de pays en développement que la croissance du PIB due à l'agriculture est au moins deux fois plus efficace dans la réduction de la pauvreté que la croissance du PIB due à d'autres facteurs. En Chine, ce chiffre a été de 3,5 fois plus efficaces en termes de réduction de la pauvreté que la croissance due aux autres secteurs et de 2,7 fois plus efficace en Amérique latine.

Harchaoui T.M. et Tarkhani F. (2003) ont en revanche, testé le rôle des investissements publics sur la productivité des entreprises à partir d'un panel de 37 branches industrielles canadiennes et aboutissent à un effet significatif, mais faible. Le même exercice a été réalisé dans le cas du Sénégal par Diagne Y.S. et Fall A. (2007) sur un échantillon 10 branches d'activité. Les auteurs conclurent que les infrastructures publiques contribuent fortement à la croissance de la Productivité totale des facteurs. Par contre, des auteurs tels que Fölster et Henrekson (2001) estiment un modèle de croissance sur des données de panel qui regroupe 22 pays de l'OCDE et aboutissent à un effet négatif des dépenses publiques sur la productivité agricole. Selon ces auteurs, l'importance de la taille du secteur public expliquerait ce résultat. Ils confirment les contributions empiriques d'Engen E. et Skinner J. (1992) Grier K.B. (1997) Hansson

P. et Henrekson M. (1994) et de la Fuente (1997) qu'une grande taille [large intervention] du gouvernement est un facteur qui bloque la croissance économique. Dans la même veine, Barro (1990) et Slemrod J. (1995) suggèrent qu'il existe un seuil à partir duquel la taille du secteur public influence négativement la dynamique de l'activité économique.

Dans un autre registre, Crettez B. Job I. et Loupias.C. (1997) se sont intéressés au mode de financement des dépenses publiques à travers un modèle de croissance endogène à générations imbriquées pour montrer que l'endettement public n'est pas favorable à la croissance. Un autre baromètre retrouvé dans la littérature empirique est la méthode qui permet d'apprécier l'efficience des dépenses publiques par la minimisation des couts. À cet égard, Zeegers J. (1970) s'intéresse aux dépenses publiques belges en matière répressive, il développe un modèle d'optimisation inspiré de Becker G. (1965) pour minimiser les couts sociaux associés à la délinquance. Becker considère, tant que les sommes consacrées à la lutte contre la délinquance sont inférieures à l'économie réalisée, la répression est rentable et qu'au-delà de l'optimum, une augmentation du budget de la police ne se justifie plus. Dans son modèle, il optimise la fonction de coût social de la délinquance qui est composée du coût direct de l'infraction, du coût de la recherche des délinquants et de la prévention du crime, et du coût social des sanctions. La limite de ce modèle est qu'il ne prend en compte que les aspects financiers de la répression sans intégrer la dimension liée à l'amélioration du bienêtre. D'autres auteurs ont plutôt recours à la construction d'indices pour mesurer l'efficience des dépenses publiques. C'est le cas d'Afonzo et al (2003) qui conçoivent un indice d'efficience du secteur public pour un échantillon de 23 pays industrialisés. Cet indice est obtenu à partir de ratios mesurant des indicateurs de performance du secteur public par rapport à leurs dépenses respectives. En effet, sur la période d'étude, les méthodes d'estimation de frontières d'efficience déterministe et stochastique ont dominé la littérature empirique en matière de dépenses. L'origine de ces approches remonte aux années 50 avec Debreu G. (1951) et Farell M.J. (1957) qui distinguent deux types d'inefficience : l'inefficience technique et l'inefficience allocative. Dans le premier cas, le producteur utilise un excès d'inputs pour atteindre un niveau donné de production. En d'autres termes, il aurait pu réaliser des économies. Dans le second cas, l'inefficience est liée à une mauvaise combinaison des facteurs de production compte tenu de leurs prix et de leur productivité marginale. De ce cas de figure, les modèles de frontières d'efficience permettent de quantifier la distance qui séparant l'unité de

production de la zone d'efficience. Alors que, les approches déterministes du type Data Envelopment Analysis (DEA) développées notamment par Charnes, Cooper et Rhodes (1978) et Afonso et al., (2004) ne définissent pas de forme fonctionnelle de la production et utilisent des méthodes d'optimisation et imputent tous les écarts par rapport à la frontière à l'inefficience. En revanche, les modèles de frontière stochastique spécifient la fonction de production et sont basés sur des méthodes économétriques et décomposent l'éloignement par rapport à la frontière en facteur d'inefficience et chocs aléatoires (d'Aigner D., 1977 ; Kumbhakar and Lovell, 2000 ; Greene, 2005).

Empiriquement, la FAO (1994) trouve à l'aide d'un modèle d'équilibre partiel sur 15 pays en développement que les dépenses publiques de fonctionnement ont un impact positif et stochastiquement significatif sur le PIB agricole, mais l'élasticité de ces dépenses est largement inférieure à l'unité.

Dorosh et Haggblade (2003) trouvent pour 8 pays de l'Afrique subsaharienne que les investissements dans l'agriculture favorisent davantage les pauvres que les investissements similaires dans le secteur manufacturier.

Bravo-Ortega et Lederman (2005) concluent qu'une augmentation du PIB global due à la productivité de la main-d'œuvre agricole est en moyenne 2,9 fois plus efficace pour augmenter les revenus du quintile le plus pauvre dans les pays en développement.

Fan et Zhang (2000) pour 25 provinces de la chine ayant utilisé des équations simultanées sur la période 1978-97 trouvent que les dépenses publiques en éducation, en recherche agricole et en vulgarisation, en télécommunication rurale ont un impact largement positif sur la réduction de la pauvreté et la croissance de la production agricole.

L'objectif de la présente thèse dans cette section est d'évaluer l'incidence des investissements sur la valeur ajoutée agricole réelle via son instrument privilégié que sont les dépenses publiques agricoles. **L'analyse économétrique porte seulement sur le Mali à l'aide du modèle ARDL et du modèle VAR.** Elle va considérer la valeur ajoutée agricole comme expliquée par les dépenses publiques agricoles (courantes et d'investissement) et une variable mise en interaction avec les dépenses publiques traduisant l'effet des politiques agricoles. Les modèles ARDL et VAR sont utilisés pour évaluer l'incidence des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle. Nous utilisons des données de diverses sources : la Banque Mondiale, la FAO, du site countrystat Mali et de l'OCDE. Pour y parvenir, nous avions adopté 2 modèles,

à savoir le modèle ARDL et le modèle VAR suite aux résultats des tests. Nous avions utilisé le modèle ARDL et le modèle VAR pour évaluer l'incidence de la composition des dépenses publiques sur la croissance de la valeur ajoutée agricole et les chocs impulsionnels.

**2.2.3.1.1 Le modèle ARDL**

Nous exposons ci-dessous les modèles et les raisons qui nous ont guidés à adopter ses 2 modèles. C'est à cet effet que l'économie appliquée est une conception essentielle qui confronte la théorie économique à une situation réelle pour trouver des solutions aux problèmes économiques dans un contexte bien précis. Les modèles « AutoRegressive Distributed Lag (ARDL) », ou « modèles autorégressifs à retards échelonnés ou distribués (ARRE) » en français, sont des modèles dynamiques. Ces derniers ont la particularité de prendre en compte la dynamique temporelle du délai d'ajustement et des anticipations dans l'explication d'une variable (série chronologique) pour améliorer les prévisions et l'efficacité des politiques économiques contrairement au modèle simple (non dynamique) dont l'explication ne restitue qu'une partie de la variation de la variable à expliquer. On distingue 3 types de modèles dans la famille des modèles dynamiques (équation ci-dessous). Si l'on considère la variable dépendante « yt » et la variable indépendante « xt », l'on notera : les modèles autorégressifs (AR) sont des modèles dynamiques où l'on trouve, parmi les variables explicatives (xt ), la variable dépendante décalée (ses valeurs passées). En général, ils se présentent comme suit (forme implicite) :

$$\mathbf{y_t = f(x_t, y_{t-p})} \ldots \mathbf{(1a)}$$

Le terme « autorégressif » traduit la régression d'une variable sur elle-même, soit sur ses propres valeurs décalées. Les modèles à retards échelonnés ou distributed lag (DL) sont des modèles dynamiques ont pour variables explicatives ses valeurs passées ou décalées. En général, leur forme s'écrit comme suit:

$$\mathbf{y_t = f(x_t, y_{t-q})} \ldots \mathbf{(1b)}$$

Le terme « retards échelonnés » montre que les effets à court terme de xt sur xt sont différents de ceux à long terme. D'un point de temps à un autre, les échelles de réaction de yt au changement de xt diffèrent. Les modèles autorégressifs à retards échelonnés (ARDL) combinent les caractéristiques des 2 précédents ci-dessus. On y trouve, parmi les variables explicatives ( Xt), la variable dépendante décalée ( Xt-p) et les valeurs passées de la variable indépendante (Yt-q ). Ils ont la forme générale suivante:

$$\mathbf{Y_t = f\left(x_t, x_{t-p}, y_{t-q}\right) \ldots (1c)}$$

Pour inconvénient, ces modèles dynamiques souffrent généralement de problèmes d'autocorrélation d'erreurs, avec la présence de la variable endogène décalée comme explicative (modèles AR et ARDL), et de multicolinéarité (modèles DL et ARDL) qui complique l'estimation des paramètres par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO).

**2.2.3.1.2 Le modèle vectoriel autorégressif (VAR)**

Le modèle VAR permet d'analyser les effets de la politique économique à travers la simulation de chocs aléatoires et la décomposition de la variance. Cependant, cette évaluation s'effectue en postulant la constance de l'environnement économique « toutes choses étant égales par ailleurs ». Les processus VAR(p) (vectoriel auto régressif) constituent une généralisation des processus AR (auto régressif) au cas multi varié. Ils ont été introduits par Sims (1980) comme alternative aux modèles macroéconomiques d'inspiration keynésienne. Selon Sims (1980), ces modèles macroéconomiques souffrent d'un certain nombre d'insuffisances, telles que :

- les restrictions à priori trop fortes sur les paramètres par rapport à ce que prédit la théorie ;
- l'absence de tests sérieux sur structure causale ;
- le traitement inadéquat des anticipations.

C'est un modèle qui ne s'intéresse qu'aux relations statistiques qui existent entre les variables. Il est bien utilisable dans le cadre de l'agriculture sur la croissance agricole nationale à court et à long terme (Doucouré B. Fodyé, 2008).

# Chapitre 3 Démarche méthodologique

Selon plusieurs auteurs Campenhoudt & Quivy, « la démarche méthodologique est l'ensemble des opérations par lesquelles les modèles d'analyse […] sont soumis à l'épreuve des faits, confrontés à des données observables » (2011, p. 141). Il s'agit ici « d'expliquer l'approche méthodologique utilisée pour atteindre les objectifs fixés et ainsi infirmer (ou confirmer) la question de départ » et [les hypothèses s'il y a lieu] (Mongeau, 2011 p. 79). Cette étape nous permet ainsi de rendre compte des démarches d'une manière suffisamment précise. Ainsi, ce présent chapitre est celui dédié à la démarche méthodologie, abordée après les chapitres portant sur la problématique et le cadre théorique des politiques agricoles et de la productivité de l'agriculture au Mali que nous avions vus précédemment. Ce chapitre expose entre autres les modèles sur la productivité totale des facteurs par l'approche non paramétrique de l'indice de Sten Malmquist (section 1) et les modèles ARDL et VAR pour évaluer la composition des dépenses publiques agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle et analyser les chocs impulsionnels (section2). Pour ce faire, nous allons présenter dans ces deux sections les sources de collecte des données, les méthodes de traitement et les méthodes de représentation adaptée aux exigences des variables. Par la suite, nous allons passer à l'analyse et à l'interprétation des résultats obtenus à partir du logiciel R, Rstudio et Stata dans le chapitre (4).

## Section 1 Modèle de la productivité totale des facteurs par l'approche d'indice de Malmquist

La mesure de la productivité totale des facteurs peut se faire avec plusieurs fonctions, modèles et indices sous la forme d'une relation mathématique entre la quantité de facteurs de production (input) et celle de produits (output) qui en résultent. Cette manière de mesurer la productivité est difficilement exhaustive, car il est délicat de prendre en compte l'ensemble des facteurs susceptibles d'affecter le lien inputs-outputs. Le cadre théorique et empirique adapté s'inscrit dans le prolongement des travaux de Caves, Christensen et Diewert (Coelli, 1996) et Fare et al. (1994), Nodkitidjé (2009) et du site usagri (2018).

Parmi les différentes approches, le choix en dépend de la disponibilité des variables, des formes fonctionnelles de certaines propriétés telles que l'homogénéité ou la flexibilité des fonctions correspondantes. Ainsi, le choix entre une approche

paramétrique ou non, déterministe ou pas, dépend très fortement de notre conception de la situation réelle des facteurs de production agricole et de la disponibilité des données. Selon Dovis M. (2009), une méthode non paramétrique ne fait aucune hypothèse sur une fonction de production particulière contrairement aux méthodes paramétriques. La différence fondamentale entre l'approche paramétrique et l'approche non paramétrique réside dans le fait que la première se base sur un modèle statistique explicite concrétisé par l'utilisation d'une forme fonctionnelle particulière. Or pour la seconde, ce qui n'est pas le cas dans l'approche non paramétrique. On peut utiliser moins d'information dans l'approche non paramétrique, mais, cependant, les résultats pourraient être moins précis et il pourrait y avoir un risque d'influencer les résultats en imposant une forme fonctionnelle qui n'est la plus appropriée (Nodkitidjé, 2009). En effet, la pertinence des hypothèses générait des résultats forts pourvu que les contraintes (par exemple de la forme fonctionnelle choisie) soient vraies. Toutefois, l'approche paramétrique regroupe la frontière de production déterministe et la frontière de production stochastique. Théoriquement, le recours à des frontières stochastiques permet d'isoler le terme d'erreur purement aléatoire de celui reflétant l'inefficacité technique de l'exploitation et devrait par conséquent conduire à une mesure plus précise de son efficacité technique. L'utilisation des méthodes déterministes attribue tout écart affiché par rapport à la frontière, à l'inefficacité technique serait donc une surestimation des niveaux d'inefficacité technique (Amara et Romain, 2000). Les conclusions selon Bravo-Ureta et Rieger (1990) permettent cependant de nuancer ce dernier résultat ; du moins pour ce qui est de la comparaison de l'approche déterministe et de l'approche stochastique. Pour ces auteurs, l'utilisation d'une frontière déterministe ou d'une fonction frontière stochastique conduit à la même conclusion générale lorsque le but de l'étude est de déterminer si une exploitation est efficace ou inefficace. Ce sont plutôt les valeurs calculées des indices d'efficacité technique qui pourront différer selon que la frontière est déterministe ou stochastique. Ils sont parvenus à cette conclusion en comparant les résultats obtenus selon plusieurs méthodes d'estimation de la frontière pour des fermes laitières de la Nouvelle-Angleterre et de l'État de New York. Par ailleurs, une méthode déterministe suppose que tout est sous contrôle de l'entreprise alors qu'une méthode non déterministe intègre la possibilité de chocs exogènes qui peuvent affecter la production de l'entreprise (comme le climat, les infrastructures publiques, l'erreur de mesure...). En tout état de cause, il semblerait évident que la convergence ou la divergence des résultats selon les approches non paramétriques ou

paramétriques dépendent fortement de l'échantillon retenu (Amara et Romain, 2000). Et donc, le choix de la frontière de production se base sur la qualité des données et en fonction de l'objectif du travail. De plus, le choix de la méthode d'estimation n'est pas primordial lorsque l'objectif de l'étude est d'identifier les facteurs qui déterminent l'efficacité des exploitations et non de rechercher leur niveau absolu d'efficacité (Romain et Lambert, 1995). Comme on peut le constater, il ne s'avère qu'aucune de ces approches ne domine l'autre ; chacune a son intérêt et elles sont dans une certaine mesure complémentaire, surtout lorsqu'il manque des informations sur les prix. Dans cette section, notre démarche a essentiellement pour but de voir comment se traduisent ces différences théoriques sur le plan empirique à partir de la productivité totale des facteurs selon l'approche de l'indice de Malmquist pour nous permettre de dissocier l'incidence des facteurs sur l'évolution du taux de croissance de la productivité. Une caractéristique attractive de cet indice est que la majorité des études utilisent l'approche non paramétrique DEA (Charnes et al., 1978) pour décomposer la productivité globale des facteurs construits à partir d'un indice de Malmquist en efficacité technique et en progrès technique (Thirtle et al., 1995 ; Coelli et Rao, 2003 ; Färe et al., 1994). Bien que cette approche ait un avantage très privilégié, mais elle ne prend pas en compte les chocs aléatoires et n'a aucune propriété statistique permettant de faire des tests d'hypothèse sur la validité des résultats obtenus (Amara et Romain, 2000 ; Seiford et Thrall, 1990). Malgré ces limites, elle est généralement utilisée pour établir le lien qui existe entre la productivité agricole et les facteurs explicatifs de sa croissance. Ainsi, la méthode non paramétrique permet d'éviter les erreurs qui peuvent être causées par le mauvais choix de la fonction de production. L'approche non paramétrique permet plus facilement la prise en compte de la technologie multi production. Néanmoins, elle attribue toutes les inefficacités à l'exploitant et ne tient pas compte des facteurs aléatoires hors du contrôle de l'exploitant, qui peuvent être source d'inefficacités. Au terme de cette analyse où il a été question d'étudier l'efficacité dans la théorie économique, il ressort qu'elle dépend de plusieurs facteurs. Son étude est faite grâce à deux méthodes à savoir l'approche paramétrique et l'approche non paramétrique. Cependant après une étude comparative des dites méthodes, il s'avère que la méthode non paramétrique est celle qui intègre dans l'analyse le caractère multi facteur qui caractérise les unités de production du Mali et des 6 autres pays ouest-africains de notre observation. Toutefois, le choix de l'une ou de l'autre de ces méthodes n'a aucun impact

majeur sur le résultat final, lorsque l'objectif de l'étude est d'identifier les facteurs qui expliquent la productivité totale des facteurs.

### 3.1 Présentation des modèles

Une agriculture est dite productive si elle utilise ses inputs de manière optimale, ce qui suppose qu'il n'existe aucune possibilité d'augmenter le produit sans accroitre au préalable la quantité d'inputs utilisés. Plusieurs études ont montré dans le cas des pays en développement, que le secteur agricole soufre d'inefficacité. Cette situation nous conduit à analyser le cas de l'agriculture malienne et de 6 autres pays ( Bénin, Burkina-Faso, Côte D'Ivoire, Nigeria, Sénégal et le Togo), car ces dernières sont indispensables pour saisir la performance productive agricole du Mali et comparativement aux autres pays de la région ouest-africaine.

#### 3.1.1 Spécification des modèles utilisés

La mesure de la productivité totale des facteurs dans le cadre de cette thèse se fera par la méthode non paramétrique de l'indice de Sten Malmquist et par celle de la méthode DEA qui servira à estimer les facteurs qui expliquent l'état de performance de l'agriculture malienne et de la région de notre échantillon. Enfin, cette section se terminera par la présentation d'un échantillon issu des caractéristiques de l'agriculture malienne et de la région. Il sera question dans cette sous-section de présenter les différents modèles qui serviront non seulement à estimer la productivité totale des facteurs et ses composantes.

##### 3.1.1.1 Le modèle selon l'indice de Sten Malmquist

Définie comme le ratio Output/Input, la productivité totale varie à la fois en fonction de l'efficacité du processus de production et par le type de technologie utilisé. En outre, la mesure de la croissance de la productivité d'une agriculture entre deux ou plusieurs périodes, revient selon, Malmquist à décomposer cette notion en deux composantes essentielles. La première est le changement du niveau d'efficacité technique et la seconde est le changement technologique dont l'ensemble constitue la mesure de la productivité totale des facteurs de l'indice de Malmquist. Mais nous mettons en exergue l'efficacité technique qui se décompose en deux notions de mesure, l'efficacité pure et l'efficacité d'échelle dont la méthode data enveloppement analysis serait la mieux adaptée et appropriée pour cerner ces deux mesures.

En effet, l'indice de Malmquist (M ou malm ou Malm) mesure le changement de productivité totale des facteurs en distinguant le changement d'efficience dans le temps du progrès technique (Färe, Grosskopf, Lindgren, Ross,1994) basé fondamentalement sur la programmation linéaire. Cet indice est calculé empiriquement en termes de fonction de distance et compare l'output obtenu en période t avec les inputs de cette période à l'output obtenu en t avec les inputs de la période t+1. La décomposition de cet indice permettrait ainsi, aux unités de suivre le rythme des unités de production **leaders** en matière d'innovation et d'amélioration de l'efficacité technique dans le temps par exemple, soit deux ensembles de production selon les auteurs ci-dessus:

$$\boldsymbol{s^t} = \{(\boldsymbol{x^t}, \boldsymbol{y^t}): x^t \ \boldsymbol{peut\ produire}\ \boldsymbol{y^t}\ )\}\boldsymbol{et\ s^{t+1}}$$

$$=\{(\ \boldsymbol{x^{t+1}}, \boldsymbol{y^{t+1}}): x^{t+1}\ \boldsymbol{peut\ produire}\ \boldsymbol{y^{t+1}})\}, \qquad [1]$$

$\boldsymbol{o}$ü $(\ \boldsymbol{x^t}, \boldsymbol{y^t})\ \boldsymbol{et}\ (\ \boldsymbol{x^{t+1}}, \boldsymbol{y^{t+1}})$ Représentent respectivement les quantités d'inputs et d'outputs aux deux périodes t et t+1. Ces quantités sont définies dans $\boldsymbol{R^n_+}$ et t = 1…t. Quatre fonctions de distance orientées output peuvent être déterminées en combinant les frontières en t, et t+1 d'une part, et d'autre part les quantités d'inputs et d'outputs en t et t+1.

### 3.1.1.2 Les indices de productivité de productivité de Malmquist orientés en outputs

Selon Shepard (1970) et Färe (1988), la fonction distance orientée en output à la période t et la technologie à rendements d'échelle constants se définit comme suit.

$$\boldsymbol{d^t_{o,crs}(x^t_i, y^t_i) = min\left\{\theta: \left(x^t_i, \frac{y^t_i}{\theta}\right) \epsilon s^t_{crs}\right\}} \qquad [2]$$

$$=[\mathbf{max}\{\boldsymbol{\theta}: (\boldsymbol{x^t_i}, \boldsymbol{\theta y^t_i})\boldsymbol{\epsilon S^t_{crs}}\}]^{-1} \qquad \textbf{(2.1)}$$

$$=[\boldsymbol{f^t_o(x^t_i, y^t_i)}]^{-1} \qquad \textbf{(2.2)}$$

$\boldsymbol{f^t_o}(.)$ représente dans (1), la mesure de l'efficience technique de production de Farrell (1957). Le terme $\boldsymbol{d^t_{o,crs}(x^t_i, y^t_i) \leq 1}$ si et seulement si $(\boldsymbol{x^t_i}, \boldsymbol{y^t_i})\ \boldsymbol{\epsilon}\ \boldsymbol{s^t_{crs}}$ et que $\boldsymbol{d^t_{o,CRS}(x^t_i, y^t_i) = 1}$ si et seulement si $(\boldsymbol{x^t_i}, \boldsymbol{y^t_i})\ \boldsymbol{\epsilon}\ \boldsymbol{S^t_{crs}}$ est la frontière de production.

En effet, rappelons que l'indice de Malmquist fut exposé pour la première fois par **C**aves, **C**hristensen et **D**iewert (1982) en tant qu'indice théorique nommé indice de productivité de Malmquist. Cependant, Sten Malmquist aurait montré comment construire des indices de quantités comme ratio des fonctions de distances d'après les

travaux de Färe, R., S. Groskopf, M. Norris et Z. Zhang (1994), l'indice synthétique de productivité de Malmquist est défini comme suit :

$$\boldsymbol{m_o(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}, x_i^t, y_i^t)} = \left[\frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{o,crs}^t(x_i^t, y_i^t)}} \times \frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}}\right]^{1/2} \qquad [\mathbf{3}]$$

Ces auteurs considèrent que la technologie à la période t est la référence dans cette formulation. C'est une fonction de distance qui mesure le changement proportionnel maximum de l'output requis pour rendre $(\boldsymbol{y^{t+1}}, \boldsymbol{x^{t+1}})$ opérationnel relativement à la technologie de la période t. Elle calcule la distance qui sépare une observation de la frontière technologique. En outre, quant à la deuxième équation (3), elle conceptualise l'indice de productivité totale de Malmquist. C'est un indice synthétique de Malmquist qui représente la moyenne géométrique des deux indices tels que définis par Caves, Christensen et Diewert (1982) de manière à ne pas choisir une référence particulière, soit :

$$\boldsymbol{M_{ccd}^t} = \frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t)}} \qquad [\mathbf{4}]$$

et

$$\boldsymbol{M_{ccd}^{t+1}} = \frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{o,crs}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}} \qquad [\mathbf{5}]$$

Quant au terme de l'équation (5), elle présente une caractéristique capitale de composer cet indice en deux composantes indépendantes l'une de l'autre, soit le changement sur le plan de l'efficience $(\boldsymbol{ECH_i^t})$ et le progrès technologique $(\boldsymbol{TCH_i^t})$ comme suit :

$$\boldsymbol{ECH_i^t} = \frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{o,crs}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}} \qquad [\mathbf{6}]$$

$$\boldsymbol{TCH_i^t} = \left[\left(\frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}\right)\left(\frac{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t)}}{\boldsymbol{d_{o,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}}\right)\right]^{1/2} \qquad [\mathbf{7}]$$

La sixième équation (6) est définie comme le ratio de l'efficience technique de Farrell à la période t+1 divisée par l'efficience technique de Farrell à la période t, alors que l'équation (7) traduit la moyenne géométrique de l'évolution technologique observée au niveau des intrants $\boldsymbol{x^{t+1}}$ et l'évolution technologique évaluée des intrants $\boldsymbol{x^t}$. Finalement, l'équation (2) précedente peut être reformulée comme suit :

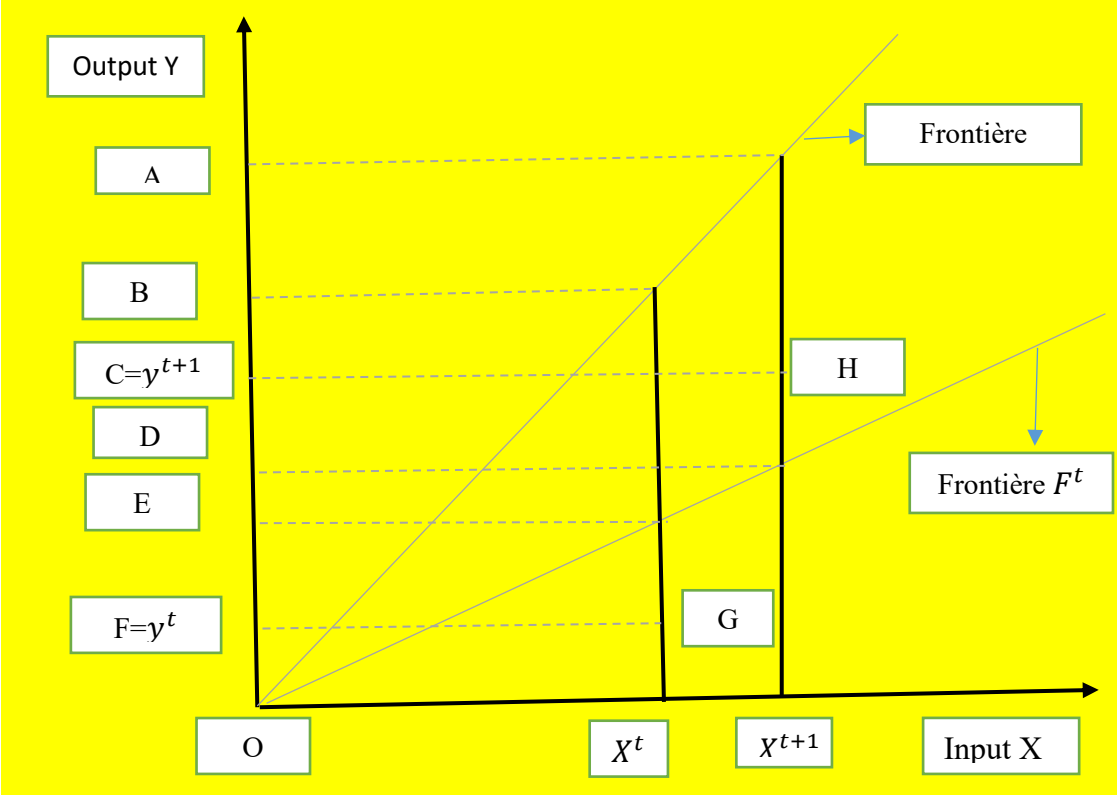
$$\boldsymbol{M_o\left(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}, x_i^t, y_i^t\right) = MALM_i^t = (ECH_i^t) \times (TCH_i^t)} \qquad [8]$$

Soit encore l'équation (8) suivante, correspondante à l'équation (7) du chapitre précédant est reformulée comme-ci :

$$M_i(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}, x_i^t, y_i^t) = \underbrace{\left[\frac{d_{i,crs}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{d_{i,crs}^t(x_{i,}^t\, y_i^t)}\right]}_{ECH} \underbrace{\left[\left\{\frac{d_{i,crs}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}{d_{i,crs}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}\right\}\left\{\frac{d_{i,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t)}{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_{i,}^t y_i^t)}\right\}\right]}_{TCH}^{1/2} \quad [9]$$

Le premier terme de l'équation (9) représente le changement de l'efficacité technique c'est-à-dire un rapprochement ou un éloignement de la frontière des meilleures pratiques. Cependant, sur la base de rendements d'échelle constants (CRS), Färe et al. (1994) décomposent l'efficacité technique en efficacité technique pure et efficacité d'échelle à l'image de Farrell (1957). L'efficacité d'échelle fait référence à la taille de l'unité de production alors que l'efficacité technique pure se réfère à l'utilisation optimale des ressources par les gestionnaires de l'unité de production. Quant au second terme de l'équation (9), il traduit le changement technologique ou les innovations représentées par un déplacement de la frontière de production à la période t+1. On peut ainsi, calculer pour chaque unité de production i les trajectoires dans le temps de la productivité, du changement de l'efficacité technique et du progrès technique. Cependant, une valeur d'ECHit et TCHit supérieure à 1 traduit respectivement une amélioration de l'efficacité technique et du progrès technique entre les deux périodes. D'après l'hypothèse ci-dessus si nous considérons que $x^t = x^{t+1} et\ y^t = y^{t+1}$, l'indice de productivité totale Mo (.) = 1. Par conséquent une valeur de Mo (.) supérieure à 1, traduit un gain de productivité. Pour illustrer davantage cette formulation par l'approche de la frontière de détermination de l'indice de productivité de Malmquist, nous nous inspirons des travaux des auteurs (Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A.Y., et Seiford, L.M., 1994) représentés par le graphique ci-dessus.

**Graphique 3 Indice de productivité de Malmquist orienté output**




Source : Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A.Y, Seiford, L.M (1994)

Selon ces auteurs, le graphique ci-dessus permet ainsi, de démontrer l'efficience technique aux périodes t et t+1 dont les données sont représentées respectivement par la figure OF/OE et OC/OA. En effet, pour ce qui est du taux de croissance de la productivité, nous considérons To comme le ratio et $\boldsymbol{To} = (\boldsymbol{OC}/\boldsymbol{OX^{t+1}})/\ (\boldsymbol{OF}/\boldsymbol{OX^{t}})$. Autrement, cette expression peut encore se réécrire de la manière suivante : To= {(OC/OA) / (OF/OE)} × $\{(\boldsymbol{OA}/\boldsymbol{OX^{t+1}})/\ (\boldsymbol{OE}/\boldsymbol{OX^{t}})\}$. Le premier terme est le ratio de l'efficacité technique à la période t+1 par rapport à la période t et le second terme est le ratio de la productivité de la frontière en t+1 par rapport à la productivité de la frontière en t. Cependant, la mesure de croissance de la productivité par To peut résulter soit d'une amélioration de l'efficience, soit d'un mouvement favorable de la frontière de production. C'est ce qui fut développé précédemment ci-dessus. Au point de vue graphique, les composantes de la fonction de distance sont de quatre ordres et se calculent comme suit :$\boldsymbol{D_o^t}\ (\boldsymbol{y^t}, \boldsymbol{x^t}) = \frac{\boldsymbol{OF}}{\boldsymbol{OE}}$. Ceci est la distance qui permettrait de mesurer l'efficacité relative de la production en G comparée à la frontière de la période t. $\boldsymbol{D_o^{t+1}}(\boldsymbol{y^{t+1}}, \boldsymbol{x^{t+1}}) = \frac{\boldsymbol{OC}}{\boldsymbol{OA}}$ , correspond à la distance qui mesure l'efficacité relative de la production en H comparée à la frontière de la période t+1. La fonction

$\boldsymbol{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1}) = \frac{OC}{OD}}$ est la distance de mesure de l'efficacité relative de la production en H comparée à la frontière de la période t. enfin, $\boldsymbol{D_o^{t+1}(x^t, y^t) = \frac{OF}{OD}}$ est la fonction de distance qui correspond à la mesure de l'efficacité relative de la production en G comparée à la frontière t+1. En outre, $\boldsymbol{F^t}$et $\boldsymbol{F^{t+1}}$ représentent les ensembles de productions relatives aux périodes t et t+1. Cependant, si une unité de production se trouve en dessous de la frontière$\boldsymbol{F^t}$ par exemple, tout déplacement dans le but de se rapprocher vers cette frontière est appelé « efficacité technique ». En revanche, si la frontière elle-même se déplace, en passant de $\boldsymbol{F^t}$ F à $\boldsymbol{F^{t+1}}$, nous considérons que c'est le fait du progrès technologique. Par conséquent, les technologies des meilleures pratiques doivent être utilisées par les unités de production afin de suivre les leaders qui les permettraient se situer sur la frontière. Cependant, Griefell, Tatjé et Lovell (1995), conteste la capacité des indices de Caves et al., orientés en outputs permettent de rendre compte des gains de productivité en présence d'une technologie à rendements variables. Ces observations sont aussi valables pour une technologie à orientation inputs.

### 3.1.1.2 Les indices de productivité de Malmquist orienté input

En effet, la procédure de détermination de l'indice de productivité de Malmquist orientée en input est la même que celle utilisée précédemment pour l'orientation output. Pour définir cet indice, les auteurs supposent qu'à chaque période t = 1…, et T la technologie de production $\boldsymbol{S^t}$ qui permet de modéliser la transformation des inputs de $\boldsymbol{x^t \epsilon R_n^+}$ en outputs

$$\boldsymbol{y^t \epsilon R_n^+ : S^t = \{\, x^t, y^t : x^t \; peut \; produire \; y^t\}} \qquad \textbf{(1)}$$

En considérant le théorème selon le développement de Shephard (1970), la fonction de distance input est définie comme suit :

$$\boldsymbol{d_{1,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t) = inf\{\theta : (\theta x_i^t, y^t) \epsilon s_{crs}^t\} = (sup(\theta : (\frac{x^t}{\theta}, y^t) \epsilon s_{crs}^t\})^{-1}} \quad \textbf{(2)}$$

Cette formulation ci-dessus caractérise en effet, la technologie. $\boldsymbol{d_{1,\mathrm{crs}}^t(x^t, y^t) \leq 1}$ Si seulement si $\boldsymbol{(x^t, y^t) \epsilon s^t \; et \; d_{1,\mathrm{crs}}^t(x^t, y^t) = 1}$ et si seulement si $\boldsymbol{(x^t, y^t)}$ est sur la frontière de production. Nous utilisons les fonctions de distance relatives à deux périodes pour déterminer l'indice de Malmquist suivant l'équation (3) ci-dessous :

$$\boldsymbol{d_{1,\mathrm{crs}}^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = inf\{(\theta : (\theta x^{t+1}, y^{t+1})\} \epsilon s_{crs}^t} \qquad \textbf{(3)}$$

Cette fonction de distance mesure le changement proportionnel maximum d'inputs requis pour rendre $\boldsymbol{(x^{t+1}, y^{t+1})}$ faisable relativement à la technologie en t. De la même

manière, nous définissons une fonction distance qui mesure le changement proportionnel en input nécessaire pour rendre $(\boldsymbol{x^t}, \boldsymbol{y^t})$ faisable avec la technologie en t+1 :

$$\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}$$

L'indice de productivité orienté input de Caves, Christensen, et Diewert prend la technologie dans un premier temps comme une référence définie comme suit :

$$\boldsymbol{M_{i,Ccd}^t} = \frac{\boldsymbol{d_{i,CRS}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t)}} \qquad \textbf{(4)}$$

En prenant la technologie en t+1 comme période de référence, l'indice de Caves, Christensen, et Diewert est défini par :

$$\boldsymbol{M_{i,Ccd}^{t+1}} = \frac{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}} \qquad \textbf{(5)}$$

L'indice de productivité orienté input de Färe, Grosskopf, Lingdgren et Ross est défini comme la moyenne géométrique des deux indices.

$$\boldsymbol{M_i(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}, x_i^t, y_i^t)} = \left[\left(\frac{\boldsymbol{d_{i,crs}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}}\right)\left(\frac{\boldsymbol{d_{i,crs}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t, y_i^t)}}\right)\right]^{1/2} \qquad \textbf{(6)}$$

Cet indice peut se réécrire de la façon suivante en suivant Färe et al. (1994) :

$$\boldsymbol{M_i(x_i^{t+1}, y_i^{t+1}, x_i^t, y_i^t)}$$

$$= \underbrace{\left[\frac{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^t(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{d_{i,\mathrm{crs}}^t(\boldsymbol{x_i^t, y_i^t})}\right]}_{ECH}\underbrace{\left[\left\{\frac{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^{t+1}, y_i^{t+1})}}\right\}\left\{\frac{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^t(x_i^t, y_i^t)}}{\boldsymbol{d_{i,\mathrm{crs}}^{t+1}(x_i^t y_i^t)}}\right\}\right]^{1/2}}_{TCH} \qquad [7]$$

La décomposition de cet indice tient compte de la variation de l'efficacité technique et du changement technologique entre les deux périodes selon le même principe que précédemment exposé ci-dessus. Les termes de droite et de gauche s'interprètent exactement de la même manière que pour les fonctions de distance orientées en outputs.

La fonction de distance comprend quatre composantes, que ce soit à orientation input ou à orientation output :

$$\boldsymbol{d_i^t(x^t, y^t)}; \qquad \boldsymbol{d_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}; \qquad \boldsymbol{d_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}; \qquad \boldsymbol{d_i^t(x^t, y^t)} \qquad [8]$$

Chaque composante mesure une efficacité relative bien précise. Quatre programmes linéaires correspondant à ces quatre composantes de la fonction de distance sont résolus afin de calculer l'indice de productivité de Malmquist. Selon

Coelli, T. et al. (1998), si on a T périodes, la règle consiste à calculer (3T –2) programmes linéaires pour chaque firme. Pour N firmes avec N=20 et une période de 10 ans (T=10), le nombre de fois que le programme linéaire sera résolu est : N.*(3T-2) = 20*(3*10-2) =560 PL. La décomposition de l'efficacité technique sous l'hypothèse des rendements constants en efficacité technique sous l'hypothèse de rendements variables et d'efficacité d'échelle entrainera le calcul de programmes additionnels et une contrainte supplémentaire (contrainte de convexité) c'est-à-dire ∑λi = 1. Par exemple si nous avons N pays et T années, le nombre de programmes linéaires à résoudre passera de N. (3T-2) à N. (4T-2). Ceux-ci étant, l'indice de productivité de Malmquist présente deux principaux avantages. Le premier avantage est qu'il ne fait aucune hypothèse sur la forme fonctionnelle de la technologie de production sous-jacente. Le second avantage est que les données sur les prix des outputs et des inputs ne sont pas indispensables contrairement aux indices de Tornqvist (Coelli T., op.cit.). Par contre, il y a un inconvénient qu'on doit tenir compte sur la sensibilité de l'échantillon choisi. C'est par ce que, plus l'échantillon est restreint, plus l'apparition d'inefficacités est improbable (Coelli, T et Rao, P.D.S). Nous présentons sur la base de rendements d'échelle constants (CRS), les quatre programmes linéaires à orientation output de chaque composante de la fonction de distance :

$$[\boldsymbol{d_o^t(x^t, y^t)}]^{-1} = \boldsymbol{Max\theta, \lambda\theta},$$

$$^{S}/_{C} \begin{cases} -\boldsymbol{\theta y_i^t + y^t\lambda \geq 0}, \\ \boldsymbol{x_i^t - x^t\lambda \geq 0}, \\ \boldsymbol{\lambda \geq 0}, \end{cases} \qquad (\boldsymbol{PL1})$$

$$[\boldsymbol{d_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}]^{-1} = \boldsymbol{Max\theta, \lambda\theta},$$

$$^{S}/_{S} \begin{cases} -\boldsymbol{\theta y_i^{t+1} + y^{t+1}\lambda \geq 0}, \\ \boldsymbol{x_i^{t+1} - x^{t+1}\lambda \geq 0}, \\ \boldsymbol{\lambda \geq 0}, \end{cases} \qquad (\boldsymbol{PL2})$$

$$[d_o^{t+1}(\boldsymbol{y^{t+1}, x^{t+1}})]^{-1} = \boldsymbol{Max\theta, \lambda\theta},$$

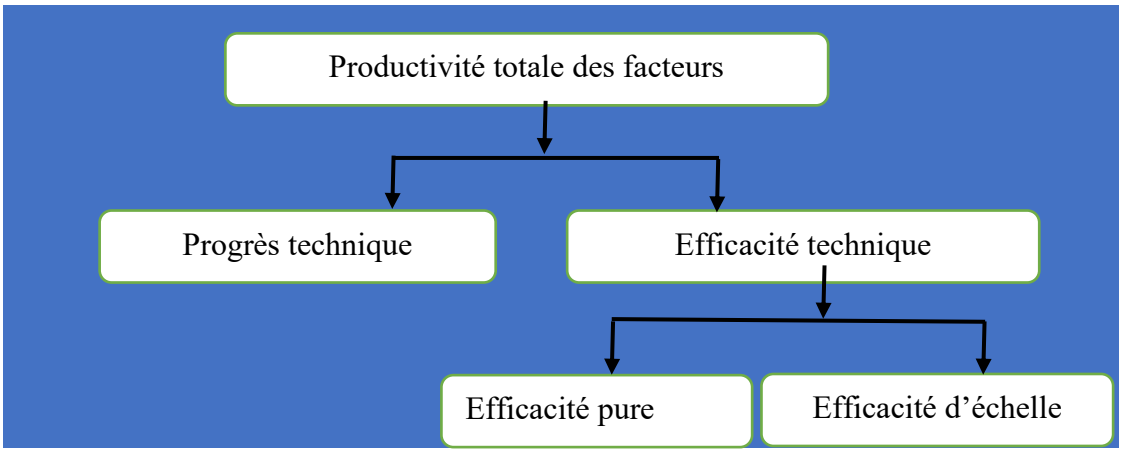
$$^{S}/_{S} \begin{cases} -\boldsymbol{\theta y_i^{t+1} + y^{t\lambda} \geq 0}, \\ \boldsymbol{x_i^{t+1} - x^t\lambda \geq 0}, \\ \boldsymbol{\lambda \geq 0}, \end{cases} \qquad (\boldsymbol{PL3})$$

$$[\boldsymbol{d_o^{t+1}(x^t, y^t)}]^{-1} = \boldsymbol{Max\theta, \lambda\theta},$$

$$^{S}/_{C}\begin{cases}-\boldsymbol{\theta y_i^t} + \boldsymbol{y^{t+1}\lambda} \geq \mathbf{0}, \\ \boldsymbol{x_i^t} - \boldsymbol{x^{t+1}\lambda} \geq \mathbf{0}, \\ \boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0},\end{cases} \qquad (\boldsymbol{PL4})$$

Pour la technologie à orientation input, le principe de calcul des quatre programmes linéaires des quatre composantes de la fonction distance est le même. Selon Coelli et al., la décomposer l'efficacité technique en efficacité pure et en efficacité d'échelle impose la contrainte de convexité (N1'λ) pour tenir compte des rendements d'échelle variables. Le processus de décomposition de la productivité totale des facteurs est résumé par le schéma 2 ci-dessous.

**Schéma 3 Décomposition de la productivité totale des facteurs**




Source : construit par l'auteur à partir de la revue de littérature

D'une manière générale, l'indice de productivité de Malmquist a fait l'objet de plusieurs études empiriques. Dans ce qui suit, nous allons examiner les instruments d'analyse de l'efficacité productive.

### 3.1.1.3 Les instruments d'analyse de l'efficacité productive

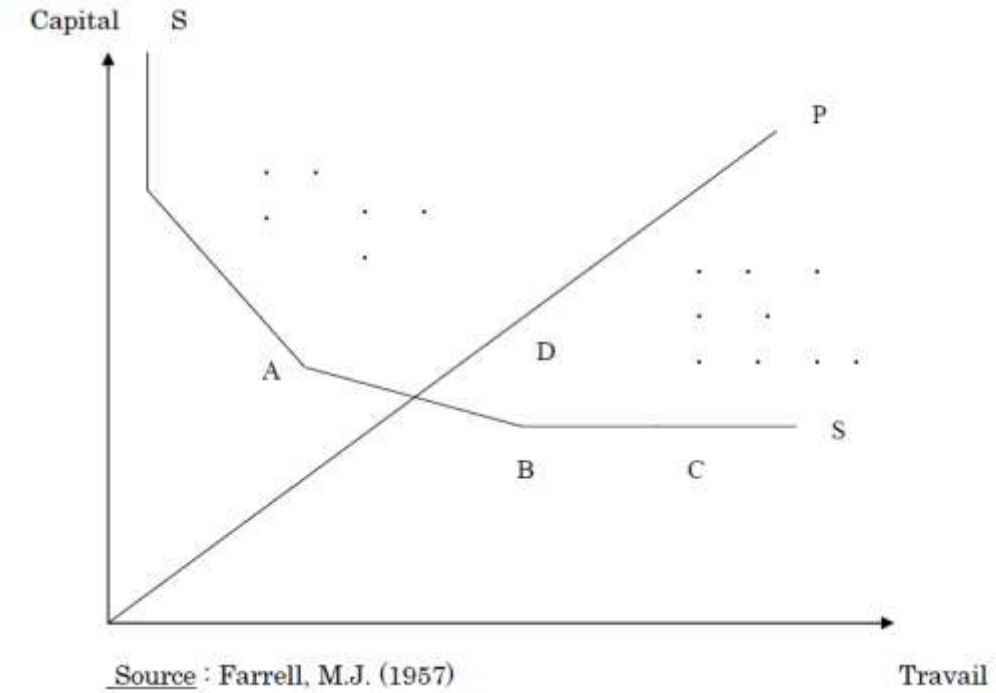
Dans la littérature microéconomique, on distingue deux grandes approches qui permettent d'estimer la frontière de production. Il s'agit d'une part des approches à frontières déterministes et d'autre part des approches à frontières stochastiques. L'estimation par les approches à frontières déterministes est pour leur part de deux types : paramétrique et non paramétrique. Les approches paramétriques attribuent une forme fonctionnelle particulière à la fonction de production, à la fonction de cout ou à la fonction de profit. En revanche, aucune forme fonctionnelle n'est attribuée aux frontières par l'approche non paramétrique. Nous n'allons pas développer dans ce travail l'approche paramétrique, néanmoins nous tenons à signaler que certains auteurs utilisent les deux approches (paramétrique et non paramétrique) pour des fins de

comparaison. Nous retenons dans le cadre de ce travail le modèle à frontière non paramétrique.

### 3.1.1.4 Le modèle à frontière non paramétrique

Cette approche a été introduite par Farrell (1957). Elle est, généralement de type déterministe, n'impose pas une forme fonctionnelle à la fonction de production. L'isoquant frontière est estimé par les ratios intrants/extrants de chaque firme. L'isoquant convexe qui reflète la fonction de production efficace est ainsi construit à partir d'un nuage de points de sorte qu'aucune observation ne se situe ni à gauche ni au-dessus de cet isoquant.

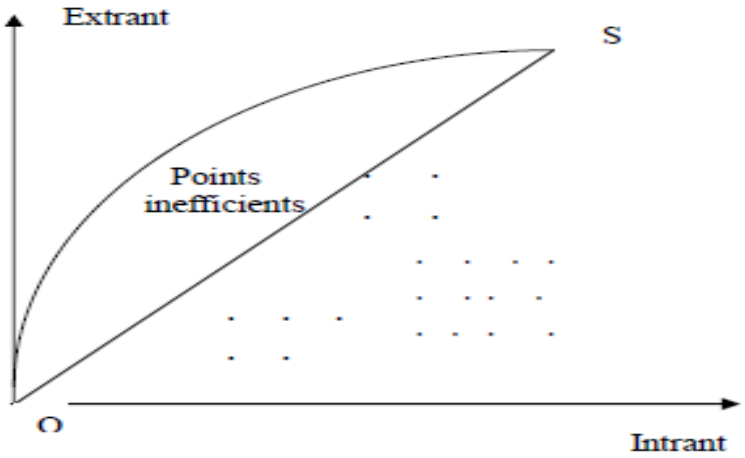
**Graphique 4 détermination de la frontière d'efficacité technique selon Farrell**



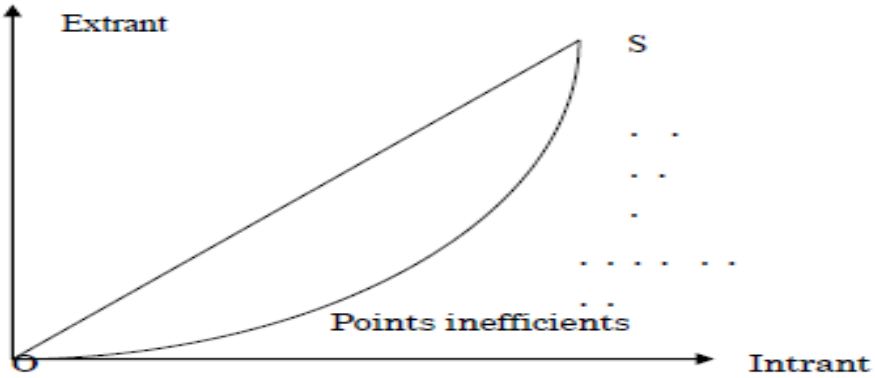

Source : Farrell, M.J. (1957)

Cette façon de mesurer l'efficacité technique des unités de production est définie dans un contexte où la technologie de production est caractérisée par des rendements constants. Cependant, cette hypothèse est très restrictive. En effet, en cas de déséconomie d'échelle, le graphique ci-dessus montre qu'un segment qui rejoint deux points situés sur S est probablement inefficace, ce qui n'est pas forcement vrai en cas d'économie d'échelle alors que la courbe S est convexe.

**Graphique 5 Impact de l'économie et de la déséconomie d'échelle sur les mesures de l'efficacité technique de Farrell**




(4.6a)- Déséconomie d'échelle




(4.6b)- Economie d'échelle

Source : Farrell, M.J, p.258.

En effet, plusieurs mesures de l'efficacité peuvent être définies, de la même façon, pour le cas des rendements non constants à l'échelle en considérant que l'isoquant du graphique 5 représente la limite inférieure de l'ensemble des intrants associés à la production d'un niveau donné de produit. Farrell et Fiedhouse (1962) ont travaillé sur cet aspect en étudiant le cas des rendements croissants à l'échelle sur la base de données de Farrell (1957). Ils trouvèrent que toute économie d'échelle est épuisée dès qu'un certain niveau de production est atteint.

L'approche déterministe et non paramétrique consiste ainsi, à évaluer les écarts des observations par un benchmark (qualité, productivité, rapidité et délais ) grâce à la résolution de programmes linéaires. Cette approche est particulièrement adaptée pour modéliser une technologie multi produits-multi facteurs sans passer par la fonction de

cout duale qui présuppose l'absence d'inefficacité technique. C'est une méthode qui ne retient que les hypothèses de libre disposition des inputs et des outputs et de la convexité de l'ensemble de production. Nous retiendrons pour notre étude, la méthode d'enveloppement des données (Data Envelopment Analysis DEA) pour la mesure de l'efficacité technique.

**3.1.1.5 La méthode Data Envelopment Analysis (DEA)**

Les modèles DEA les plus utilisés sont le modèle CCR (développé par Charnes, Cooper et Rhodes en 1978) et le modèle BCC (introduit par Banker, Charnes et Cooper en 1984). Le modèle CCR se fonde sur les hypothèses suivantes : qu'il existe une forte convexité de l'ensemble de production considérant que la technologie est à rendements constants et qu'il existe une libre disposition des inputs et des outputs. Suivant la présentation de Coelli (1996) reprise par Nyemeck (2004), supposons que nous disposons d'un ensemble d'informations sur k inputs et m outputs pour chaque n exploitations. Les informations relatives à la $i^{ème}$ unité de production sont représentées par les vecteurs colonnes xi et yi respectivement. Les matrices des inputs x de dimension kxn, et des outputs y de dimension mxn regroupent les informations relatives à toutes les exploitations. L'approche des ratios est une façon intuitive d'introduire la méthode DEA. Pour une unité de production donnée, le ratio obtenu mesure l'efficacité technique, et un ensemble de contraintes est posé afin que le ratio de chaque unité de production soit toujours inférieur ou égal à 1.

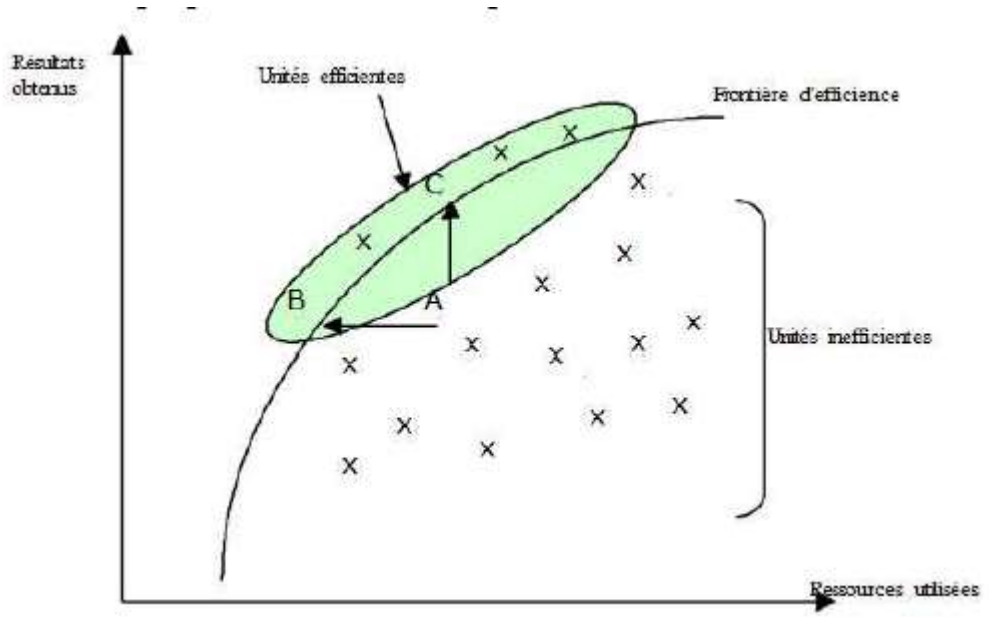
La méthode d'enveloppement des données (Data Envelopment Analysis) a été mise au point à partir des travaux de Farrell (1957), lui-même inspiré du « coefficient technique » de Debreu G. (1951). Depuis lors, les travaux dans le domaine de l'efficacité productive ont connu de très grands développements. Les frontières non paramétriques conduisent, à ne pas imposer de restriction sur la forme fonctionnelle de la technologie, mais à caractériser en amont, les propriétés mathématiques du domaine des possibilités de production. (Charnes, Cooper et Rhodes, 1978). La méthode DEA est traitée de façon intensive par Seiford & Thrall (1990), Lovell (1993), ALI & Seiford (1993), Charnes, Cooper & Seiford (1995). Le lecteur peut se référer à un travail intéressant sur « l'état de l'art » portant sur la méthode DEA, réalisé par Seiford (1996). La méthode DEA a connu de grands développements ces 20 dernières années. Elle s'est diffusée d'abord aux États-Unis puis ces derniers temps, au reste du monde. Nous nous proposons de retenir cette méthode pour mesurer la productivité des facteurs parce

que les données secondaires sont fiables et complètes pour l'ensemble de la période ont pu être collectées et, d'autre part, parce que cette méthode s'adapte parfaitement à l'étude d'une production multi outputs / multi inputs ou mono output / multi inputs comme dans notre cas. La méthode DEA est fondée sur la programmation linéaire pour identifier des fonctions de productions empiriques. C'est une méthode basée sur la théorie microéconomique, qui compare toutes les unités similaires en prenant en compte simultanément plusieurs dimensions. Elle détermine la frontière d'efficience du point de vue de la meilleure pratique. Chaque unité est considérée comme une unité décisionnelle **« Décision Making Unit ou Unité de prise de décisio**n (DMU) », dans notre cas il s'agit de 7 pays de la région d'Afrique de l'Ouest ( Bénin, Burkina Faso, Côte-d'Ivoire, Mali, Nigeria Sénégal et le Togo) qui transforme des « inputs » en « outputs » de 3 secteurs de production (le coton, le riz et le mil). Les inputs sont des ressources utilisées pour créer des outputs d'une quantité donnée. Cette méthode fournit une analyse synthétique, fiable et originale de la performance Badillo et al. (1999).

Parmi les exemples d'unités de production retenues (DMU) dans la littérature, nous pouvons citer les branches de production, des écoles, des secteurs d'industrie, des magasins franchisés, des mairies, des aéroports, le secteur de la santé, les banques, des départements d'universités […]. Les inputs utilisés peuvent être le travail, le capital, les consommations intermédiaires, les prix […] et les outputs peuvent être les ventes, les consommateurs satisfaits, les productions, les profits, les parts de marché […]. L'intérêt de la méthode DEA est de pouvoir prendre en compte de multiples données caractéristiques des activités aussi complexes. Elle permet de repérer les unités ayant la meilleure performance parmi les autres et offre un cadre pour intégrer et interpréter toute mesure de performance. Ainsi, chaque DMU consomme un montant m de différentes entrées afin de produire s différents Outputs. Le DMUj (j= 1, m) consomme un montant $\boldsymbol{x_j}$= { $\boldsymbol{x_{ij}}$ } d'inputs (i = 1, m) et produit un montant yj= { $\boldsymbol{y_{rj}}$} d'outputs (r = 1, s). En général, lorsque l'on considère un nombre infini d'inputs et d'outputs, la mesure de l'efficience productive est donnée par le ratio suivant : $\boldsymbol{\theta_j}$= Somme pondérée des Outputs/Somme pondérées des Inputs. Les unités de prise de décision sur la frontière ont une efficience égale à 1. Les unités inefficientes ont un niveau d'efficience < 1. Les trajectoires pour se diriger vers la frontière représentant la meilleure pratique consistent à utiliser moins d'inputs, dans le cas de modèle à orientation input, et à produire davantage d'output, dans le cas du modèle à orientation output. Il est bien sûr

possible de combiner des trajectoires. La frontière peut être utilisée pour aider à définir des objectifs. Ces objectifs sont basés sur la pratique observée, et non pas sur la théorie. Le modèle DEA permet d'identifier un ensemble efficient pouvant servir de référence pour les unités inefficientes. Cet ensemble de référence correspond à un groupe d'unités ayant la meilleure pratique. Les unités de prise de décision efficientes ont des inputs ou des outputs similaires à ceux des unités inefficientes. Il s'agit alors d'excellents partenaires potentiels pour servir de référence. L'analyse DEA produit une surface de production empirique par morceaux qui, en termes économiques, représente la frontière de production de la meilleure pratique révélée. Les unités de prise de décision efficaces se situent sur la frontière d'efficacité empirique qui indique le maximum de production que l'on peut produire avec différentes combinaisons de facteurs pour une technologie donnée. Nous présentons comme exemple par un modèle DEA sur le graphique ci-dessous.

**Graphique 6 Mesures des performances**



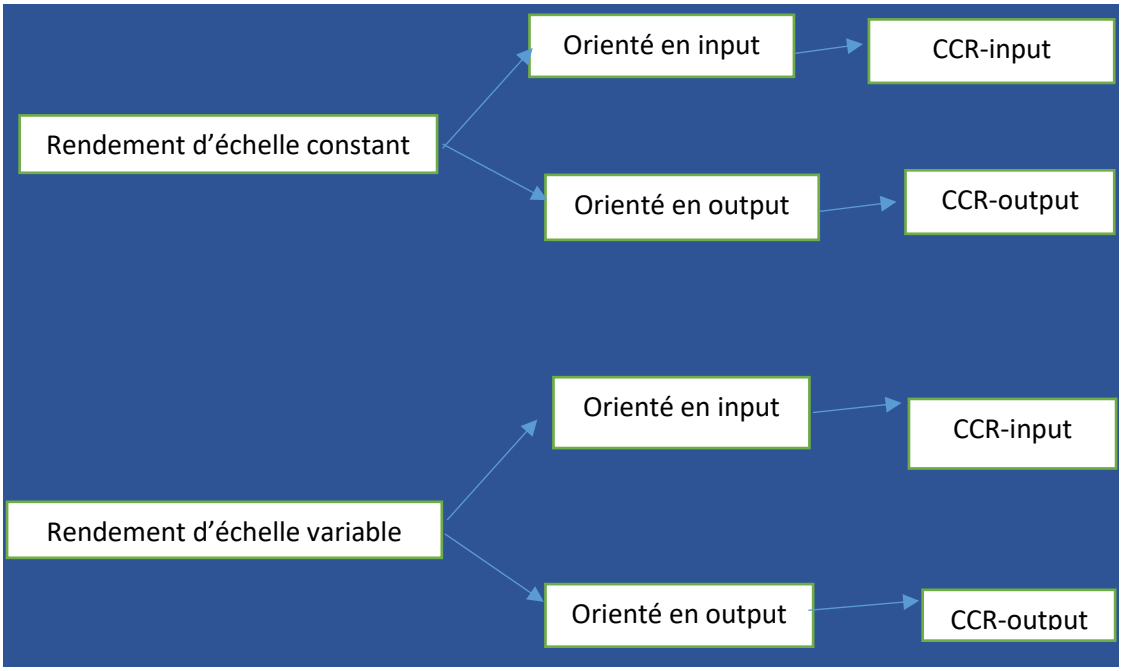

**Source :** Charnels A., Cooper W.W. & Rhodes E. (1978)

L'unité la plus performante est celle qui assure la meilleure efficacité avec des ressources minimales : cette entreprise a alors un score d'efficience égal à 1. Il s'agit ici des DMU de B et C. Les entreprises qui se situent en dessous de la frontière de production sont déclarées inefficientes, moins performantes, et ont un score inférieur à 1, il s'agit de l'unité de prise de décision de **A**. Les unités de prise de décision **B** et **C** servent de référence à **A** dans le secteur puisqu'elles sont les plus efficaces. L'entreprise

**A** utilisé autant de ressources pour obtenir des résultats intérieurs. Dans ce cas, on dirait qu'elle a trois possibilités de devenir une unité efficiente : soit augmenter des outputs par rapport aux inputs consommés (jusqu'au niveau de l'unité de prise de décision **B**), soit diminuer les inputs par rapport aux outputs réalisées (jusqu'au niveau de l'unité de prise de décision C), ou encore augmenter l'output et diminuer l'input simultanément pour atteindre la frontière (approche directionnelle). La méthode DEA a évidemment évolué, depuis les premiers travaux à la fin des années soixante-dix, sa pratique s'est considérablement développée. Les applications continuent à devenir plus sophistiquées et à une grande échelle. Plusieurs types de modèles existent en effet. Parmi ces modèles 2 types de modèles existent en termes d'orientation du modèle, à savoir le modèle à orientation input et le modèle à orientation output. Dans le modèle en inputs, l'objectif est de produire les outputs observés avec un niveau de ressources minimum. En revanche, dans une orientation output, l'attraction n'est plus centrée sur la minimisation des ressources en inputs, l'objectif étant de maximisera production d'outputs tout en ne dépassant pas les niveaux donnés des ressources. La caractéristique essentielle du modèle DEA dépend du profil des rendements d'échelle, qui peuvent être constants ou variables. Dans le cas des rendements d'échelle constants, on suppose qu'une augmentation dans la quantité d'inputs consommés mènerait à une augmentation proportionnelle dans la quantité d'outputs de produits. Dans le cas des rendements d'échelle variables (croissants ou décroissants), en revanche, la quantité d'outputs produits est considérée pour augmenter plus ou moins proportionnellement que l'augmentation dans les inputs. La formulation originale du DEA, dites le modèle CCR, proposé par Charnels A., Cooper W.W. & Rhodes E. (1978), suppose des rendements d'échelle constants (CRS modèle). Les apports de Fare, Groskopf & Lovell (1985) ont permis ensuite de relâcher l'hypothèse de rendements d'échelle constants et spécifient pour la technologie DEA plusieurs variantes : rendements d'échelle variables, non croissants et non décroissants. Ceci a apporté une nette précision dans la mesure de l'efficacité, car il est devenu possible de décomposer l'efficacité totale en une efficacité technique pure et une efficacité d'échelle. Le modèle BCC, développé par Banker R.D., Charnes A. & Cooper W.W (1984) assume les rendements d'échelle variables (VRS modèle) et a enrichi la technologie DEA. L'ensemble des travaux cités n'exige aucune forme fonctionnelle pour la fonction de production, mais retient, toutefois, sa convexité. Il est intéressant de noter que, les deux orientations (output, input) de l'analyse produisent des surfaces enveloppes identiques, une unité de prise de décision

inefficiente est projetée sur des points différents sur la frontière, selon les orientations input et output. Néanmoins, le même résultat est obtenu, c'est - à- dire qu'une unité de prise de décision est caractérisée comme efficiente dans un modèle CCR orienté input si et seulement si elle est caractérisée comme efficiente dans le modèle CCR orienté output correspondant. D'autre part, les relations entre le modèle CCR et le modèle BCC sont quelque peu différentes. Si une unité de prise de décision est caractérisée comme efficiente dans le modèle CCR, elle sera aussi caractérisée comme efficiente dans le modèle BCC, mais l'inverse n'est pas nécessairement vrai. Le développement de l'analyse des modèles DEA a fait apparaitre, plusieurs techniques (variables muettes, variables discrétionnaires ou non discrétionnaires…), qui ne sont pas exposées ici. Les modèles DEA de base sont présentés dans cette section. Ces deux modèles se résument ainsi dans le schéma 3 ci-dessous.

**Schéma 4 Classification des modèles DEA selon CCR**




Source : CCR

Le choix du type de modèle se réfère principalement à l'objectif que se fixe le chercheur. Il est essentiel de choisir un modèle approprié et pertinent puisque la façon d'interpréter les résultats et celle d'appliquer les données sont différentes selon le type du modèle. Nous avons expliqué le concept de la méthode DEA. Les différentes formulations sont désormais présentées en termes de types de modèles. Le premier modèle DEA, proposé par Charnels, Cooper et Rhodes (1978), dit modèle CCR, sous la forme fractionnelle est exprimé comme suit :

**Modèle 1 CCR orienté input**

$$\boldsymbol{Max\theta_k = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}}{\sum_{r=1}^{m} v_i x_{ik}}}$$

Sous les contraintes (1)

$$\begin{cases} (\mathbf{1}).\dfrac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq \mathbf{1}, \boldsymbol{j} = \mathbf{1}, \dots, \boldsymbol{n} \\ (\mathbf{2}).\, \boldsymbol{u_r}, \boldsymbol{v_i} \geq \boldsymbol{o}, \boldsymbol{r} = \mathbf{1}, \dots, \boldsymbol{s}; \boldsymbol{i} = \mathbf{1}, \dots, \boldsymbol{m} \end{cases}$$

C'est sous cette forme de ratio que le modèle CCR a été introduit dans la littérature. Dans (1), $\boldsymbol{y_i}$ est le **s** vecteur des outputs (r =1, s) et $\boldsymbol{x_j}$est le **m** vecteur des inputs (j = 1... m) du pays k. Le **s**-vecteur **u** et le **m** vecteur **v** représentent les sommes pondérées agrégées des inputs et outputs $\boldsymbol{u_r}$et $\boldsymbol{v_i}$respectivement. En résolvant un problème de maximisation sous contrainte, il est alors possible de déterminer les valeurs de θ pour chaque pays dans le modèle 1. La solution de ce modèle détermine $\boldsymbol{\theta_k}$du pays k sous la contrainte que les θk de tous les pays soient égaux ou inférieure à 1. Les contraintes stipulent que θ est indexé dans l'intervalle [0,1]. En outre, les éléments de u et de v doivent être strictement positifs. Puisque nous considérons des fonctions linéaires agrégées des inputs et des outputs, « le modèle 1 » revient à résoudre un problème de programmation linéaire fractionnaire. Plusieurs méthodes existent pour résoudre ce problème d'optimisation, l'une des plus connues étant celle de Charnes et Cooper (1962). Ces auteurs suggèrent de transformer « le modèle 1 » en une procédure de programmation linéaire standard. La solution de cette étape et la transformation en un problème dual donnent la forme enveloppe de Charnes, Cooper et Rhodes.

**Modèle 2 CCR orientés input**

$$\boldsymbol{Min\theta_k - \varepsilon\left[\sum_{r=1}^{s} S_{rk}^{+} + \sum_{i=1}^{s} S_{ik}^{-}\right]}$$

Sous les contraintes (2)

$$\begin{cases} (\mathbf{1}) \quad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + S_{ik}^{-} = \theta_k x_{ik} \\ (\mathbf{2}) \quad \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - S_{rk}^{+} = y_{rk} \\ (\mathbf{3}) \quad \lambda_j(j = 1, \dots, n), S_{rk}^{+}(r = 1, \dots, s), S_{ik}^{-}(i = 1, \dots, m) \geq 0 \end{cases}$$

De la même façon précédente, $\boldsymbol{y_j}$et $\boldsymbol{x_j}$sont les r vecteurs et les s vecteurs des outputs et des inputs pour le pays k, les matrices-y et x sont les s × n-matrices des outputs et les m × n-matrices des inputs de chaque pays. Le paramètre θk doit être minimisé ; il exprime alors de combien on peut déduire proportionnellement (en pourcentage) les inputs du pays k, afin que celui-ci parvienne à la meilleure pratique, c'est- à- dire se trouve sur la frontière. Chaque pays ayant pour score $\boldsymbol{\theta_k}$=1 est déclaré efficace et participe à la définition de la frontière. Le n vecteur $\boldsymbol{\lambda_j}$fixe les pondérations de tous les pays producteurs efficaces qui servent de référence au pays producteur k. La réduction proportionnelle des inputs inefficients est déterminée dans la fonction objective à minimiser, ou les excès d'inputs ($\boldsymbol{S_r^+}$) dit en anglais excès inputs et les déficits d'outputs ($\boldsymbol{s_i}$) dits en anglais outputs slacks, qui demeurent du fait de l'utilisation d'une mesure radicale, ont été corrigés. Dans ce modèle ε est un petit nombre positif non-archimédien afin que la maximisation des variables d'écart ($\boldsymbol{S_r^+}, \boldsymbol{s_i}$) demeure un objectif secondaire par rapport à la minimisation du coefficient$\boldsymbol{\theta_k}$. Ce calcul permet d'obtenir une séparation claire entre les pays producteurs efficients et les pays producteurs inefficients. Cependant, le modèle CCR, comme nous en avons déjà dit, ne permet pas des rendements d'échelle variables. Banker, Charnes et Cooper en 1984 ont étendu le modèle CCR pour faire à cette issue. Il s'agit du modèle BCC dont sa formulation est la suivante :

**Modèle 3 BCC orientés input**

$$\boldsymbol{Maxw_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} + b}$$

$$\boldsymbol{S/c}\begin{cases} (1)\ \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + b \leq 1, j = 1, \dots, n \\ (2)\ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ik} = 1 \\ (3)\ u_r, v_i \geq \varepsilon, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m \\ b\ free \end{cases} \qquad (3)$$

Le modèle BCC diffère seulement du modèle CCR par l'addition d'une variable b dans l'orientation input. Cette variable « b » détend la condition des rendements d'échelle constants en ne limitant pas des hyperplans définissant la surface d'enveloppement pour

passer par l'origine. En imposant la contrainte de convexité au programme dual précédent, on obtient alors le programme ci-dessous :

**Modèle 4 BCC orientés input**

$$\boldsymbol{Minw_k - \varepsilon\left[\sum_{i=1}^{m} S_{ik}^{-} + \sum_{r=1}^{s} S_{rk}^{+}\right]}$$

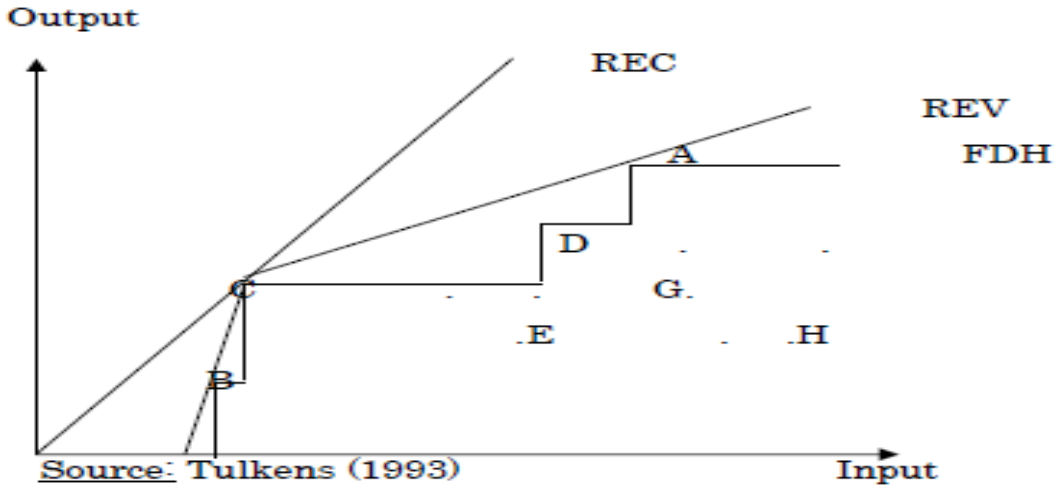
$$\boldsymbol{S} \Big/ \boldsymbol{c} \begin{cases} (\mathbf{1}) \ \boldsymbol{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j - S_{rk}^{+} = w_k x_{ik}} \\ (\mathbf{2}) \ \sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - S_{rk}^{+} = y_{rk} \\ (3) \ \sum \lambda_j = 1 \\ (4) \ \lambda_j, S_{ik}^{-}, S_{rk}^{+} \geq 0 \forall\, r = 1, \dots s; j = 1, \dots n; i = 1, \dots m \end{cases} \qquad (4)$$

L'introduction d'une contrainte supplémentaire a pour conséquence d'égaliser la somme des poids λ à 1. Selon Coelli et al. (1998), la distinction entre les scores d'efficacité technique obtenue par la technologie DEA du type CRS et ceux de la même firme obtenue par la technologie DEA du type VRS constitue une bonne mesure de l'échelle de cette firme. Ils suggèrent d'effectuer, sur la même base de données, un DEA du type CRS et une autre du type VRS et en déduire la mesure d'échelle. Si pour une firme donnée, il y a une différence dans les scores d'efficacité mesurés par ces deux types de DEA, ceci indique que la firme n'opère pas à une échelle optimale. L'inefficacité d'échelle est alors donnée par la différence entre l'inefficacité technique CRS et l'inefficacité technique VRS. Ainsi, en résolvant (2) et (4), on obtient trois scores d'efficacité : le score d'efficacité technique totale égal à θ * du programme (2) ; le score d'efficacité technique pure égal à ω *du programme (4) ; le score d'efficacité d'échelle égale au rapport θ */ ω *.

De façon empirique, la méthode DEA a été largement utilisée pour mesurer l'efficacité technique des unités de production dans divers secteurs d'activités, notamment dans le secteur bancaire, dans le secteur pharmaceutique, dans celui de la santé, celui des transports et dans celui de l'agriculture. Boussemart et Dervaux (1994) et Piot (1994) ont utilisé l'approche non paramétrique pour mesurer l'efficacité technique, respectivement, dans la production porcine et dans la production céréalière en France. Lebel et Stuart (1998) l'ont utilisée pour mesurer l'efficacité technique des entrepreneurs forestiers dans le Sud-Est des États-Unis. Nous avons constaté que la

méthode DEA permet de surmonter certaines limitations, celles qui existent dans les approches précédentes au niveau de la mesure de l'efficience. Elle permet de fournir une nouvelle façon d'organiser et d'analyser des données complexes. Il est important de comparer les résultats obtenus par l'analyse de DEA avec ceux des mesures existantes de l'efficacité. Il est clair que les différentes techniques se complètent l'une et l'autre, en fournissant des informations supplémentaires sur la performance de l'organisation examinée. Tulkens H. (1993) propose de relâcher l'hypothèse de convexité de la frontière de production, cette composante de DEA est appelée Free Disposal Hull (FDH) ou libre disposition de la frontière. Ce programme linéaire qui se distingue du programme initial par l'ajout d'une contrainte permet de déterminer s'il existe une entité qui domine l'entité sous-évaluation. Cette méthode de mesure de l'efficacité ne fait pas appel à l'inférence statistique et elle est donc déterministe. Elle résulte d'un algorithme de classement de données, selon le critère de la dominance en outputs et en inputs, Deprins (1985). Aucune hypothèse n'est formulée, excepté la forte disposition des inputs et outputs, de même qu'il n'existe pas d'information sur les rendements d'échelle. Deux cas se présentent : soit l'entité sous-évaluation est dominée soit elle ne l'est pas. Dans le premier cas, le ratio d'efficacité est déterminé par rapport à l'entité dominante, sinon le ratio est égal à 1 puisque l'entité sous-évaluation sera comparée à elle-même. La proportion d'entités déclarées efficaces est un inconvénient majeur de DEA et de ses variantes, même si ces unités peuvent être classées (Andersen et Petersen 1993). Le graphique ci-dessous présente les frontières de production obtenues par trois variantes DEA : rendements d'échelle constants (REC), rendements d'échelle variables (REV) et Free Disposal Hull (FDH).

**Graphique 7 Comparaison des différentes méthodes d'évaluation**



Ce graphique montre bien que, plus les hypothèses concernant la frontière de production sont relâchées, plus le nombre d'entités déclarées efficaces est important. En effet, sous l'hypothèse des rendements d'échelle constants, seule la firme C est déclarée efficace ; sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables A, B et C sont efficaces alors que si aucune hypothèse n'est posée les firmes A, B, C et D sont alors déclarées efficaces. Le choix de l'utilisation de FDH ou de la version REV de DEA sera dépendant de la taille de l'échantillon étudié ; en effet, si la taille de l'échantillon est réduite, l'évaluation par FDH risque de déclarer efficace la grande majorité des observations. Un élément nous semble fondamental dans cette approche. Les points situés au voisinage de la frontière sont déterminants pour l'estimation de la frontière et représentent l'essentiel du contenu informationnel de l'échantillon. Cette approche est très pertinente dans les situations où réellement on s'intéresse au voisinage de la frontière ou du moins lorsqu'une information à priori nous permet de penser qu'il faut se limiter aux seules entreprises opérant près de la frontière. Dans le prolongement de la méthode FDH (approche qui permet de travailler sans la moindre hypothèse sur la frontière de production), Tulkens et Vanden Eeckaut (1997) ont proposé un outil de comparaison des entités selon le principe de E-Dominance (ou Dominance en efficacité). Ces auteurs l'ont utilisé pour comparer 235 communes belges. Il consiste à raisonner sur toutes les paires observations et non pas seulement sur les paires observations pointes frontières. Sur le graphique 7, il s'agit comparer par exemple G, H et D et de mesurer le degré d'efficacité de G par rapport à H et à D, et de H par rapport à D, et ainsi de suite. Le calcul de l'indice de dominance se fait par la programmation mathématique, car aucune règle de maximisation ou de minimisation n'est requise, excepté le cas particulier de dominance extrême. La dimension temporelle introduite par Tulkens (1986) dans la mesure de l'efficacité a rendu l'analyse pertinente. Lovell (1993) a apporté quelques développements significatifs à ce modèle. En effet, ces démarches distinguent des technologies de production intégrant la dimension temporelle des autres frontières de production décrites précédemment. D'autres développements méthodologiques sont évoqués par Seiford et Thrall (1990). Comme le montrent Bell et Morey (1994), l'efficacité allocative peut être évaluée par DEA, ce qui a pour intérêt, comme avec FDH, de n'identifier qu'un seul partenaire de benchmarking alors que l'approche classique peut en identifier plusieurs. Pour une unité qui n'est pas efficace, ce nombre est égal à la somme d'inputs et d'outputs retenues. D'autres chercheurs se sont intéressés au développement des propriétés

statistiques des scores d'efficacité afin de proposer différents tests de comparaison (Bankers, 1993). Dans un développement récent, Tulkens et Vanden Eeckaut (1997) remettent en cause le concept de frontière de production pour ne plus raisonner qu'en termes de dominance, un indicateur étant alors proposé. Kerstens, K. et Vanden Eeckaut, P. (1999) proposent aussi une décomposition de l'efficacité technique sur base d'une série de technologies non convexes (fondées sur le concept FDH). Cette décomposition distingue les composantes représentant l'efficacité technique et l'efficacité d'échelle. Compte tenu de la souplesse et de la richesse de la méthode d'enveloppement des données (DEA), différents chercheurs ont orienté leurs travaux tant théoriques qu'empiriques dans le domaine. Cependant, certaines critiques ont été formulées à l'encontre de l'approche non paramétrique. Premièrement, la fonction frontière obtenue par les procédures non paramétriques est déterministe. Ce qui signifie que tout écart qu'une firme affiche par rapport à cette frontière est attribué à l'inefficacité : aucune variation aléatoire n'est possible. Deuxièmement, la fonction frontière estimée par de telles procédures n'a aucune propriété statistique permettant de tester des hypothèses. Finalement, la fonction frontière estimée à l'aide de ces procédures est très sensible aux observations extrêmes, qui sont en grande partie responsables de la détermination de cette frontière. Nous présentons dans la section suivante une analyse comparative entre l'approche non paramétrique et l'approche paramétrique.

### 3.1.2 Présentation des variables du modèle

Pour calculer l'indice de la productivité totale des facteurs de Malmquist (1953), la méthode DEA développée ci-haut a permis de construit une frontière de production qui enveloppe les observations d'une période donnée, à l'aide d'un programme linéaire sous les hypothèses relatives à la convexité et la monotonie de l'ensemble des possibilités de production.

Notre étude porte sur la productivité agricole de 7 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina, Cote D'Ivoire, Mali, Nigeria, Sénégal et le Togo) de 3 secteurs de production entre autres vivrières : les céréales (mil et le riz) et du secteur de la culture de rente (le coton) sur 26 années de 1990 à 2016, soit 306 programmes linéaires résolus [3(4*26-2)]. L'indice de productivité totale des facteurs de Malmquist et ses deux composantes, le progrès technique et l'efficacité technique totale, ont été calculés de 1990 à 2016 pour les 3 spéculations agricoles par la distance à la frontière en utilisant

les fonctions de distance. Selon (Färe R. et al. 1994 ; Coelli T.J. et al.1998), on obtient des indices de progrès technique en comparant les frontières de deux périodes quand sur les données en panel. L'indice de productivité de Malmquist et ses composantes (basé sur les inputs) entre une période de base (t) et une période (t+1) sont calculés en suivant la méthode développée par (Färe R. et al. 1994 ; Coelli T., J. et al.1998).

Nous disposons de 5 variables définies (1 output et 4 inputs).

**L'output rendement** : il est mesuré par la production à l'hectare et exprimé en tonne par hectare exprimé en $ ;

**L'input superficies cultivées** : les superficies cultivées sont exprimées par hectare en $;

**L'input capital** : le capital regroupe les équipements, matériels et outillages et de bâtiments, il est exprimé en $ par hectare ;

**L'input main-d'œuvre** : la main-d'œuvre est approximée par la population active dans l'agriculture, nous faisons l'hypothèse selon laquelle la part de la population active agricole travaillant dans l'agriculture malienne est variable, mais nous cadrons notre étude sur la période de 1990 à 2016. Cet input est exprimé en nombre de travailleurs par hectare en $;

**L'input consommations intermédiaires** : il regroupe les engrais, les semences, les pesticides et les fertilisants. Ces charges variables sont exprimées en $ par hectare.

Les données sont issues de la base de Countrystat Mali. Le logiciel R studio version 3.4.4 (2018-03-15 est appliqué au traitement des données.

Cinq indices sont calculés par pays sur la période de 1990-2016 relatifs aux observations rapportées ci-dessous. Il s'agit de :

— l'indice de changement de la productivité totale des facteurs (TFPCH) ou de Malmquist

— l'indice de changement de l'efficacité technologie CRS) désigné par (EFFCH) ;

— l'indice de changement de l'efficacité technique désigné par (TECH) ;

— l'indice de changement de l'efficacité technique pure (technologie VRS) (PECH) ;

— l'indice de changement de l'efficacité d'échelle (SECH) ;

— l'indice de changement technologique (TECHCH) ;

#### 3.1.2.1 L'indice de Malmquist et ses deux composantes

Nous présentons et analysons l'indice de productivité de Malmquist et ses deux composantes pour chaque secteur de production et pour l'ensemble de l'échantillon. En appliquant l'équation (7), nous avons les résultats qui figurent dans le chapitre 4.

#### 3.1.2.2 L'indice de l'efficacité technique et ses deux composantes par l'application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)

L'objectif principal de cette section est de mesurer l'efficacité technique de l'agriculture malienne et des 6 pays de la région ouest-africaine et de déceler quelles sont les sources d'inefficiences existantes. La méthodologie utilisée pour la mesure de l'efficacité technique est celle de l'approche non paramétrique d'Analyse par Enveloppement des Données ou Data Envelopment Analysis (DEA). Comme nous l'avons souligné précédemment. L'avantage de cette méthode réside dans le fait qu'elle fournit une mesure agrégée unique pour chaque unité de décision et qu'elle met l'accent sur « les meilleures pratiques » étudiées dans une perspective comparative. Une unité de décision est définie de manière générale comme une entité dont la mission principale est de convertir les inputs en outputs et dont la performance est à évaluer. Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la méthode DEA permet de décomposer l'efficacité technique, alors appelée efficacité technique totale, en efficacité d'échelle et en efficacité technique pure, qui représente véritablement les pratiques de gestion sans tenir compte d'une possibilité de taille sous optimale. Au-delà de la simple mesure de l'efficacité technique pour les principaux pays producteurs, deux autres investigations retiendront notre attention à la suite des résultats précèdent obtenus du logiciel R studio version 3.4.4 (2018-03-15). La première consiste à s'intéresser à la dynamique pour chaque secteur de production de l'efficacité technique. Plus précisément, il s'agit au travers d'une analyse de convergence de vérifier s'il existe un effet de rattrapage dans la combinaison optimale des facteurs de production de par le changement de l'efficacité d'échelle (SECH) et par changement technologique (TECHCH).

### 3.1.3 Méthodologie

La méthode DEA a été retenue pour mesurer la performance agricole du Mali et de la région de notre échantillon, déjà présentée dans cette section ainsi que les variables retenues pour notre application. L'application de cette méthode d'analyse dans le secteur agricole malien et de la région est novatrice. En effet, quelques rares

études dans la région ouest-africaine réalisées ont fait usage en la combinant avec l'approche stochastique.

### 3.1.3. 1 Description de l'échantillon

Notre échantillon est composé de 3 secteurs agricoles sur une période allant de 1990 à 2016 soit 360 observations au total. Nous avons limité le secteur de production compte tenu, soit de la non-disponibilité des données pour les uns, soit de la non-significativité des données pour les autres sinon on aurait pu analyser la productivité agricole de l'ensemble des sous-secteurs du Mali . Cet échantillon concerne les données agricoles maliennes  et des 6 pays recueillis dans la base de données de contrystat-Afrique, de la banque mondiale, de la FAO et de l'OCDE.

### 3.1.3.2 Description des données et définition des variables

Les données utilisées sont issues de la base de données de country-Afrique […] de (7) pays membres de l'UEMOA et du Nigeria en raison de son poids économique dans la région ouest africaine. Ces bases de données ont pour fonction principale de rassembler et diffuser des statistiques complètes, officielles et à jour, sur la situation agricole et non agricole du monde. Les organismes de coordination dans les pays membres adressent au comité des rapports statistiques officiels que le secrétariat utilise pour les statistiques mondiales. Nous avons retenu pour cette technologie de production 5 variables soit 1 output et 4 inputs :

— **l'output rendement :** il est mesuré par la production à l'hectare en $ et exprimé en tonne par hectare ;

— **l'input superficies cultivées** : les superficies cultivées sont exprimées en $ par hectare ;

— **l'input capital** : le capital regroupe les équipements, matériels et outillages et de bâtiments, il est exprimé en $ par hectare ;

— **l'input main-d'œuvre** : la main-d'œuvre est approximée par la population active dans l'agriculture. Nous faisons l'hypothèse que pour un pays donné, la part de la population active travaillant dans l'agriculture est identique à la part de la population active agricole totale. Cet input est exprimé en nombre de travailleurs par hectare en $;

— **l'input consommations intermédiaires** : il regroupe les engrais, les semences, les pesticides et les fertilisants. Ces charges variables sont exprimées en $ par hectare.

**Section 2 Modèle des politiques agricoles par l'approche des investissements publics agricoles**

Cette section consiste à évaluer l'incidence des politiques agricoles notamment des dépenses publiques affectées au secteur agricole malien. Cependant, l'analyse économétrique vise à analyser l'impact de la composition des dépenses publiques agricoles sur la croissance agricole. Au départ, l'analyse économétrique se voulait être faite avec le modèle d'équilibre général calculable (MEGC) à partir de la matrice de comptabilité sociale (MCS) du Mali. Mais nous nous sommes rendu compte que le modèle n'était pas adapté à ce travail par faute de disponibilité des données surtout des variables d'intérêt que nous y avions à notre disposition. Nous avions également compris que le modèle d'équilibre général calculable se veut une étude sur un grand échantillon, et sur une longue période, afin de rendre les estimateurs issus des résultats plus robustes par une analyse translationnelle de la comptabilité du secteur économique et entre secteurs d'activité économique. Pour un certain nombre de raisons évoquées ci-dessus, nous avions cependant, écarté le modèle d'équilibre général calculable, le modèle log quadratique à partir du moindre carrée ordinaire (MCO) au profit des modèles ARDL(AutoRegressive Distributed Lag) et VAR(Vecteur Autoregressif) qui considèrent la valeur ajoutée agricole réelle comme expliquée par les dépenses publiques agricoles (courantes et d'investissement). Dans le cadre de cette thèse, les modèles économétriques utilisés dépendent de la situation de stationnarité des variables. La démarche suivante va être adoptée pour déterminer le modèle à considérer :

- *si toutes les variables sont stationnaires, un modèle autorégressif vectoriel (VAR) en niveau va être utilisé;*
- *si toutes les variables sont d'ordre 1, c'est à dire I(1) et non cointégrées (absence de relation de long terme), un modèle autorégressif vectoriel (VAR) en différence première va être adopté ;*
- *si toutes les variables sont I(1) et cointégrées (existence de relation(s) de long terme, il va être utilisé un modèle autorégressif vectoriel à correction d'erreur (VECM);*
- *S'il est soulevé une certaine incertitude en ce qui a trait à l'ordre réel d'intégration des variables soit à cause de la présence de ruptures structurelles soit pour autres raisons, la méthodologie ARDL bound testing et le modèle à correction d'erreur qui y est dérivée va être utilisé.*

### 3.2 Présentation des modèles

Avant de nous interroger sur l'objet et la finalité d'un travail économétrique, nous allons exposer la notion de modèle en économie pour ensuite souligner la spécification des modèles économétriques adoptés dans cette section. En gros, le modèle fait partie des termes économiques dont l'utilisation est aussi courante au sens concis avec beaucoup de précision. On parle de modèles classiques, de modèles néoclassiques ou keynésiens, de modèle de croissance à court terme, de modèle économétrique, de modèles comptables. La généralisation de l'usage du concept nécessite donc que nous procédions à son examen d'abord avant de tenter de faire une typologie des modèles. Selon Doucouré Bakary F.(2016), l'économétrie est une branche de la science économique qui permet de mesurer des phénomènes économiques conjointement à la théorie économique […]. Apparue en 1930 suite à la création de la société d'économétrie sous Ragnar, Frisch, Charles Roos et Irving Fisher, l'économétrie est un ensemble de méthode statistique appliqué à l'économie […]. Elle a 2 fonctions essentielles, les tests des théories économiques et évalue les paramètres en jeu dans les relations économiques à partir des variables explicatives et de la variable expliquée. En revanche, il est indispensable à l'heure actuelle de parvenir à un travail économique sans passer par une illustration économétrique. Au nombre des modèles économétriques, nous avons le linéaire général, le modèle autorégressif, le modèle à retards échelonnés, le modèle à correction d'erreur, le modèle probit-logit, le modèle tobit, le modèle de durée, le modèle de comptage, le modèle à équation simultanée, le modèle de panel, le modèle VAR […]. Leur choix dépend de la disponibilité des données et du problème en question à étudier. Il existe plusieurs méthodes d'estimation, mais qu'il faudrait au préalable remplir les critères économiques, statistiques et économétriques pour vérifier les paramètres de significations. Le modèle ainsi est valide si le :

- test de significativité d'un coefficient : test de student,
- test de significativité global : test de ficher,
- test de normalité des erreurs,
- test d'autocorrélation : Durbin-Watson et Box-Pierce,
- test d'hétéroscédasticité : test de White,
- test de stabilité : test de Chow,
- test de colinéarité : test de Belsleykhu Welsh,

Au nombre des modèles notre choix a porté sur 2 modèles suite aux résultats des tests. Nous avions adopté le modèle ARDL et le modèle VAR pour évaluer l'incidence de la composition des dépenses publiques sur la croissance de la valeur ajoutée agricole et analysé les chocs impulsionnels.

### 3.2.1 Modèle ARDL

Nous exposons ci-dessous les modèles et les raisons qui nous ont guidés à adopter ses 2 modèles. C'est à cet effet que l'économie appliquée est une conception essentielle qui confronte la théorie économique à une situation réelle pour trouver des solutions aux problèmes économiques dans un contexte bien précis. Les modèles «Auto-Regressive Distributed Lag (ARDL)», ou « modèles autorégressifs à retards échelonnés ou distribués (ARRE) » en français, sont des modèles dynamiques.

Ces derniers ont la particularité de prendre en compte la dynamique temporelle du délai d'ajustement et des anticipations dans l'explication d'une variable (série chronologique) pour améliorer les prévisions et l'efficacité des politiques économiques contrairement au modèle simple (non dynamique) dont l'explication ne restitue qu'une partie de la variation de la variable à expliquer. On distingue 3 types de modèles dans la famille des modèles dynamiques. Si l'on considère la variable dépendante « Yt » et la variable indépendante « Xt », l'on notera : les modèles autorégressifs (AR) sont des modèles dynamiques où l'on trouve, parmi les variables explicatives (Xt ), la variable dépendante décalée (ses valeurs passées). En général, ils se présentent comme suit (forme implicite) :

$$\mathbf{Y_t = f(x_t, y_{t-p})} \dots \mathbf{(1a)}$$

Le terme « autorégressif » traduit la régression d'une variable sur elle-même, soit sur ses propres valeurs décalées. Les modèles à retards échelonnés ou distributed lag (DL) sont des modèles dynamiques ont pour variables explicatives ses valeurs passées ou décalées. En général, leur forme s'écrit comme suit:

$$\mathbf{Y_t = f(x_t, y_{t-q})} \dots \mathbf{(1b)}$$

Le terme « retards échelonnés » montre que les effets à court terme de xt sur yt sont différents de ceux à long terme. D'un point de temps à un autre, les échelles de réaction de yt au changement de xt diffèrent. Les modèles autorégressifs à retards échelonnés (ARDL) combinent les caractéristiques des 2 précédents ci-dessus. On y trouve, parmi les variables explicatives ( xt), la variable dépendante décalée ( xt-p) et

les valeurs passées de la variable indépendante (yt-q ). Ils ont la forme générale suivante:

$$\mathbf{Y_t = f\left(x_t, x_{t-p}, y_{t-q}\right) \ldots (1c)}$$

Pour inconvénient, ces modèles dynamiques souffrent généralement de problèmes d'autocorrélation d'erreurs, avec la présence de la variable endogène décalée comme explicative (modèles AR et ARDL), et de multicolinéarité (modèles DL et ARDL) qui complique l'estimation des paramètres par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO). Cependant, on fait appel aux techniques d'estimation robuste pour pallier ses problèmes. On retient ainsi que les variables considérées dans ces modèles se doivent d'être stationnaires pour éviter des régressions fallacieuses. Sous sa forme (explicite) générale, un modèle ARDL s'écrit comme suit :

$$\boldsymbol{y_t = \varphi + a_1 y_{t-1} + \cdots + a_p y_{t-p} + b_0 x_t + \cdots + b_q x_{t-q} + e_t \ldots (1d)}$$

ou encore :

$$\mathbf{y_t = \varphi + \sum_{i=1}^{p} a_i\, y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} a_j\, x_{t-j} + e_t \ldots (1d)}$$

Avec $\mathbf{e_t}$ ~iid( 0, σ) : terme d'erreur ; « $b_0$ » traduit l'effet à court terme de Xt sur Yt. Si l'on considère la relation de long terme ou d'équilibre suivante « $y_t = k + \emptyset\, x_t + \mu$», l'on peut calculer l'effet à long terme de Xt sur Yt (soit « φ ») comme suit :

$$\boldsymbol{\varphi = \sum b_j \Big/ 1 - \sum a_i}$$

Comme pour tout modèle dynamique, l'on se servira des critères d'information (AIC, SIC et HQ) pour déterminer le décalage optimal (p* ou q*) ; un décalage optimal est celui dont le modèle estimé offre la valeur minimale d'un des critères énoncés. Ces critères sont : celui d'Akaike (AIC), celui de Schwarz (SIC) et celui de Hannan et Quinn (HQ). Leurs valeurs sont calculées comme suit :

$$\boldsymbol{AIC(p) = \log\left|\widehat{\Sigma}\right| + \frac{2}{T} n^2 P}$$

$$\boldsymbol{SIC(p) = \log\left|\widehat{\Sigma}\right| + \frac{logT}{T} n^2 P}$$

$$\boldsymbol{HQ(p) = \log\left|\widehat{\Sigma}\right| + \frac{2logT}{T} n^2 P}$$

Avec : $\widehat{\boldsymbol{\Sigma}}$= matrice des variances-covariance des résidus estimés; T=nombre d'observations ; p = décalage ou lag du modèle estimé ; et n = nombre de regresseurs. Tous ces modèles dynamiques peuvent aider à capter la dynamique de court terme et les effets à long terme d'une ou plusieurs variables explicatives sur une variable à expliquer. Cela ne sera possible que si les séries chronologiques sous étude sont cointégrées, permettant ainsi l'estimation d'un modèle à correction d'erreur/MCE. En fait, deux séries sont dites « cointégrées » si elles sont intégrées de même ordre ; et, une série sera dite « intégrée d'ordre d » s'il va falloir la différencier « d » fois pour la rendre stationnaire. Une série stationnaire l'est en moyenne et en variance, si sa moyenne ($E(Yt) = c$) reste invariante ou constante au fil du temps et que sa variance ne s'amplifie pas avec le temps ($Var(Yt) = \sigma$), de même pour ses covariances ($E(Yt-c)(Y_{t-p} - c) = \gamma_p$). Pour tester la stationnarité d'une série temporelle (absence de racine unitaire), plusieurs tests sont disponibles dans la plupart de logiciels : test de Augmented Dickey-Fuller/ADF, test de Phillippe-Perron/PP, test de Andrews et Zivot (AZ), test Ng-Perron, Kwiatkowski, Phillips, Schmidt et Shin (KPSS), Ouliaris-Park-Perron, Eliott-Rothenberg-Stock. Les trois premiers tests sont faciles d'application et sont couramment utilisés. L'on notera que le test ADF est efficace en présence d'autocorrélation des erreurs, le test PP est conseillé en présence d'erreurs hétéroscédastiques, le test AZ est adapté pour des séries qui sont victimes de changement de régime (rupture de tendance) identifié de façon endogène. Le test KPSS décompose une série en trois composantes (partie déterministe, partie aléatoire, bruit blanc) avec l'hypothèse nulle de stationnarité. L'on retiendra d'un modèle ARDL que, faisant partie de la famille des modèles dynamiques, il permet d'estimer les dynamiques de court terme et les effets de long terme pour des séries cointégrées ou même intégrées à des ordres différents comme on le verra avec l'approche de test aux bornes de Pesaran et al. (1996), Pesaran et Shin (1995), et Pesaran et al. (2001). C'est ainsi, l'approche ARDL bound testing de la cointégration est devenue de plus en plus populaire ses dernières années en raison de certains avantages qu'elle offre par rapport aux méthodes traditionnelles citées ci-dessus. Premièrement, il n'est pas nécessaire que toutes les variables soient I(1). Elles peuvent être I(0) ou et I(1) ou mutuellement cointegrées. Deuxièmement, il est démontré que l'ARDL se comporte mieux dans le cas de petits échantillons. Troisièmement, cette procédure permet aux variables d'avoir différents

décalages optimaux. Finalement, ARDL implique la mise en place d'une seule équation, facilitant ainsi la mise en œuvre et les interprétations.

### 3.2.2 Stationnarité

Un processus stochastique $X_t$ est stationnaire si :

- E $(X_t)$ = E $(X_{t+h})$ = μ et ∀ $t$ et ∀ $h$ , la moyenne est constante et indépendante du temps.
- La variance est finie et indépendante du temps.
- La fonction d'auto- covariance $y_h$ = cov $(X_{t,}\ X_{t+h})$ est indépendant du temps.

Une série chronologique est donc stationnaire si elle est la réalisation d'un processus stationnaire. Ceci implique que la série ne comporte ni tendance, ni saisonnalité et plus généralement aucun facteur n'évoluant avec le temps. Une variable stationnaire est caractérisée par une moyenne et une variance constante et tendance à fluctuer autour de sa moyenne revenant régulièrement vers sa valeur d'équilibre de long terme. Par opposition, un processus non stationnaire est un processus qui ne satisfait pas l'une ou l'autre ces deux conditions. Ainsi, l'origine de la non-stationnarité peut provenir d'une dépendance du moment d'ordre un (espérance) par rapport au temps ou d'une dépendance de la variance par rapport au temps. Le fait qu'un processus soit stationnaire ou non conditionne le choix de la modélisation qu'on doit adopter. Les propriétés de stationnarité ou non-stationnarité des séries utilisées déterminent le type de modélisation les propriétés asymptotiques des méthodes économétriques correspondantes. En d'autres termes, le fait savoir si la série statistique est une réalisation d'un processus stationnaire , non-stationnaire DS ou non-TS conditionne d'une part le choix du modèle économétrique qui doit être utilisé de façon plus fondamentale et insidieuse, cela conditionne les propriétés asymptotiques des estimateurs des paramètres de ce modèle et donc les propriétés asymptotiques des statiques des tests usuels sur les paramètres si le processus est stationnaire on retrouve les propriétés standards, mais si le processus est non stationnaire, et en particulier DS, on a alors des propriétés asymptotiques particulières.

La stationnarité des séries est vérifiée à l'aide de tests. Plusieurs tests existent dans la littérature à cet effet dans le cadre de ce travail, il sera utilisé les tests de Dickey-Fuller augmentés (ADF augmentée Dickey-Fuller) dont le principe est présenté ci-dessous.

### 3.2.2.1 Le test de Dickel-fuller (DF)

Les tests de Dickey-Fuller permettent de mettre en évidence le caractère stationnaire ou non stationnaire d'une chronique par la détermination d'une tendance déterministe ou stochastique. Le test de Dickey-Fuller augmenté dans le modèle utilisé pour les tests de Dickey-Fuller simples, le processus $€_t$ est, par hypothèse, un bruit blanc, or il n'y a aucune raison pour que, à priori, l'erreur soit non corrélée ; on appelle tests de Dickey-fuller (ADF, 1981) la prise en compte de cette hypothèse. Les tests ADF sont fondés, sous l'hypothèse alternative / ϕ / < 1 sur l'estimation par les MCO des trois modèles :

Modèle [1] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + \varepsilon_t$

Modèle [2] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + c + \varepsilon_t$

Modèle [3] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + c + bt + \varepsilon_t$

Modèle [4] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + \varepsilon_t$

Le test se déroule de manière similaire aux tests DF simples, seules les tables statistiques diffèrent. La valeur de **p** peut être déterminée selon le critère de Akaike ou Schwarz ou encore, en partant d'une valeur suffisamment importante de p, on estime un modèle à p-1 retards, puis à p-2 retard, jusqu'à ce que le coefficient du **pième** retard soit significatif.

### 3.2.2.2 Détermination du nombre de retards

Pour déterminer le nombre de retards d'un modèle à retards échelonnés, nous avons présenté les critères de Akaike et de Schwarz. Dans le cas de la présentation VAR, ces critères peuvent être utilisés pour déterminer l'ordre **p** du modèle. La procédure de sélection de l'ordre de la présentation consiste à estimer tous les modèles VAR pour un ordre allant 0 à h (h étant le retard maximum admissible par la théorie économique ou par les données disponibles) les fonctions AIC(p) et SC(p).

### 3.2.3 ARDL Bounds tests for cointégration

Afin d'analyser empiriquement les relations à long terme et les interactions dynamiques à court terme entre les variables d'intérêt nous appliquons la technique de cointégration autorégressive à décalage distribué (ARDL) comme modèle vectoriel autorégressif (VAR) d'ordre p, en Zt, où Zt est un vecteur de colonne composé des cinq variables: Zt = (At Bt Ct Dt Et) ». L'approche de cointégration ARDL a été développée

par Pesaran et Shin (1999) et Pesaran et al. (2001). Il a trois avantages en comparaison avec d'autres méthodes de cointégration précédentes et traditionnelles. La première est que l'ARDL ne pas besoin que toutes les variables étudiées soient intégrées du même ordre et il peut être appliqué lorsque les variables sous-jacentes sont intégrées d'ordre un, d'ordre zéro ou fractionnellement intégré. Le deuxième avantage est que le test ARDL est relativement plus efficace dans le cas de tailles d'échantillon petites et finies. Le dernier et troisième avantage est qu'en appliquant la technique ARDL, nous obtenons des estimations non biaisées du modèle à long terme (Harris et Sollis, 2003). Le modèle ARDL utilisé dans cette étude s'exprime comme suit:

$$\begin{aligned} d(\ln(vaar_t)) = {} & a_{01} + b_{11}\ln(vaar_{t-1}) + b_{21}\ln(depinvit_{t-1}) + b_{31}\ln(depfit_{t-1}) \\ & + b_{41}\ln(pop_{t-1}) + b_{51}\ln(sup_{t-1}) + b_{61}\ln(equi_{t-1}) \\ & + \sum_{i=1}^{p} a_{1i}\, d(\ln(vaar_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{2i}\, d(ln(depinvit_{t-i})) \\ & + \sum_{i=1}^{q} a_{3i}\, d(ln(depfit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{4i}\, d(ln(pop_{t-i})) \\ & + \sum_{i=1}^{q} a_{5i}\, d(ln(sup_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{6i}\, d(ln(equi_{t-i})) + \varepsilon_{1t} \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & d(\ln(depinvit_t)) \\ & = a_{02} + b_{12}\ln(vaar_{t-1}) + b_{22}\ln(depinvit_{t-1}) + b_{32}\ln(depfit_{t-1}) \\ & + b_{42}\ln(pop_{t-1}) + b_{52}\ln(sup_{t-1}) + b_{62}\ln(equi_{t-1}) \\ & + \sum_{i=1}^{p} a_{1i}\, d(\ln(depinvit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{2i}\, d(ln(vaar_{t-i})) \\ & + \sum_{i=1}^{q} a_{3i}\, d(ln(depfit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{4i}\, d(ln(pop_{t-i})) \\ & + \sum_{i=1}^{q} a_{5i}\, d(ln(sup_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{6i}\, d(ln(equi_{t-i})) + \varepsilon_{1t} \quad (2) \end{aligned}$$

$$D(\ln(depfit_t)) = a_{03} + b_{31}\ln(vaar_{t-1}) + b_{32}\ln(depfit_{t-1}) + b_{33}\ln(depinvit_{t-1}) + b_{34}\ln(pop_{t-1}) + b_{35}\ln(sup_{t-1}) + b_{36}\ln(equi_{t-1}) + \sum_{i=1}^{p} a_{1i}\, d(\ln(depfit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{2i}\, d(ln(vaar_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{3i}\, d(ln(depinvit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{4i}\, d(ln(pop_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{5i}\, d(ln(sup_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{6i}\, d(ln(equi_{t-i})) + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

$$D(\ln(pop_t)) = a_{04} + b_{41}\ln(vaar_{t-1}) + b_{42}\ln(pop_{t-1}) + b_{43}\ln(depinvit_{t-1}) + b_{44}\ln(depfit_{t-1}) + b_{45}\ln(sup_{t-1}) + b_{46}\ln(equi_{t-1}) + \sum_{i=1}^{p} a_{1i}\, d(\ln(pop_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{2i}\, d(ln(vaar_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{3i}\, d(ln(depinvit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{4i}\, d(ln(pop_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{5i}\, d(ln(sup_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{6i}\, d(ln(equi_{t-i})) + \varepsilon_{1t} \quad (4)$$

$$D(\ln(sup_t)) = a_{05} + b_{51}\ln(vaar_{t-1}) + b_{52}\ln(sup_{t-1}) + b_{52}\ln(depinvit_{t-1}) + b_{53}\ln(depfit_{t-1}) + b_{54}\ln(pop_{t-1}) + b_{56}\ln(equi_{t-1}) + \sum_{i=1}^{p} a_{1i}\, d(\ln(sup_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{2i}\, d(ln(vaar_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{3i}\, d(ln(depinvit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{4i}\, d(ln(depfit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{5i}\, d(ln(pop_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{6i}\, d(ln(equi_{t-i})) + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

Lorsque toutes les variables sont telles que définies précédemment, **ln (.)** est l'opérateur de logarithme, **d** est la première différence et εt sont les termes d'erreur. Le test des bornes est principalement basé sur la statistique F conjointe dont sa distribution

asymptotique n'est pas standard sous l'hypothèse nulle de non-cointégration. La première étape dans les limites de l'ARDL. L'estimation des cinq équations teste l'existence d'une relation à long terme entre les variables en effectuant un test F pour la signification conjointe des coefficients du retard niveaux des variables, c'est-à-dire: H0: b1i = b2i = b3i = b4i = b5i = 0 contre l'alternative: H1: a1i ≠ a2i ≠ a3i ≠ a4i ≠ a5i ≠ 0 pour i = 1, 2, 3, 4, 5. On note la F-statistique du test qui normaliser par exemple sur Y par fy (y\ , l, f, t). Deux ensembles de valeurs critiques pour un niveau de signification donné peuvent être déterminés (Pesaran et al., 2001). Le premier niveau est calculé en supposant que toutes les variables incluses dans le modèle ARDL sont intégrées d'ordre zéro, tandis que la seconde est calculée en supposant que les variables sont intégrées d'ordre un. L'hypothèse nulle de non-cointégration est rejetée lorsque la valeur de la statistique de test dépasse la valeur supérieure valeur des limites critiques, alors qu'elle est acceptée si la statistique F est inférieure à la valeur des limites inférieures. À d'autres égards, le test de cointégration n'est pas concluant. L'utilisation de cette approche est guidée par la courte durée des données. Nous choisissons un ordre de décalage maximum de 2 pour le modèle de correction d'erreur de vecteur ARDL conditionnel en utilisant les informations d'Akaike critères (AIC). Le modèle à court et long terme ARDL conditionnel (p, q1, q2, q3, q4, q5) pour ln (depinvit$_t$) est estimé comme suit:

$$\begin{aligned} d(ln(depinvit_t) &= a_0 \sum_{i=1}^{q} a_{1i}\, d(\ln(depinvit_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{2i}\, d(\ln(depfit_{t-i})) \\ &+ \sum_{i=1}^{q} a_{3i}\, d(\ln(pop_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{4i}\, d(\ln(sup_{t-i})) \\ &+ \sum_{i=1}^{q} a_{5i}\, d(\ln(equi_{t-i})) + \sum_{i=1}^{q} a_{6i}\, d(\ln(vaar_{t-i})) + \varepsilon_{1t} \quad (6) \end{aligned}$$

Toutes les variables sont telles que définies précédemment présente la significativité et l'impact des variables estimées à court terme à et long terme.

### 3.2.4 Méthodologie

La méthode ARDL a été retenue pour évaluer l'influence de la composition des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle du Mali à court terme et à long terme. Notre échantillon est présenté ci-dessous avec les variables retenues

pour une application sous le logiciel Stata 2016. L'application de cette méthode d'analyse dans le secteur agricole malien est novatrice et d'actualité.

### 3.2.5 Description de l'échantillon

Notre échantillon est composé de la valeur ajoutée agricole réelle **(lnvaar)**, des dépenses publiques d'investissement agricole **(lndepinvit),** des dépenses publiques courantes agricoles **ln(depfit**), la superficie agricole **(lnsup),** des équipements agricoles **(lnequi)** et la population agricole active **ln(pop)** sur une période allant de 1990 à 2016 soit 162 observations au total sur 27 ans. Nous n'avons pas retenu certaines variables comme le fertilisant (lnfert), les investissements retardés compte tenu, soit de la non-disponibilité des données pour les uns, soit de la non-significativité des données pour les autres sinon on aurait pu évaluer l'accroissement de la valeur ajoutée réelle du Mali avec ses variables agricoles. Cet échantillon concerne seulement les données agricoles maliennes recueillies dans la base de données de countrystat-Afrique, de la banque mondiale, de la FAO et de l'OCDE.

### 3.2.6 Description des données et définition des variables

Les données utilisées sont issues de la base de données de countrystat-Mali, de l'OCDE, de la FAO et de la Banque mondiale. Ces bases de données ont pour fonction principale de rassembler et de diffuser des statistiques complètes, officielles et à jour, sur la situation agricole et non agricole du monde. Les organismes de coordination dans les pays membres adressent au comité des rapports statistiques officiels que le secrétariat utilise pour les statistiques mondiales. D'autres sources officielles et privées des pays membres et non membres sont mises à contribution pour le complément des informations. Les données utilisées sont relatives à la composition des dépenses publiques agricoles du Mali. Nous avons retenu la valeur ajoutée agricole réelle **(lnvaar)** la variable expliquée et les dépenses publiques d'investissement agricole **(lndepinvit),** les dépenses publiques courantes agricoles **ln(depfit**), la superficie agricole **(lnsup),** les équipements agricoles **(lnequi)** et la population agricole active **ln(pop)** les variables explicatives sont consignées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 18 Présentation des variables**

| Variable du Modèle | Définition des variables | Sources | Signes attendus |
|---|---|---|---|
| $lnvaar_{it}$ | Valeur ajoutée réelle agricole (en Million de $) du pays i à l'année t. | Données des comptes nationaux de la banque mondiale et les fichiers de données des comptes nationaux de l'OCDE | variable dépendante |
| $lndep_inv_{it}$ | Logarithme des dépenses publiques d'investissement agricole du pays i à l'année t, elle représente l'ensemble des formations brutes du capital fixe dans l'agriculture | donnée dépenses publiques agricoles (Administration centrale) FAO | Variable indépendante |
| $lndepf_{it}$ | Logarithme Dépenses publiques courantes agricoles du pays i à l'année t. Elle est constituée de consommation finale tels l'ensemble bureautique, le Salaire du personnel (en million de $) | données dépenses publiques agricoles (Administration centrale) FAO. | Variable indépendante |
| $lnsup_{it}$ | Superficies de terres cultivées, du pays i à l'année t en logarithme | Répartition de la superficie des terres selon l'utilisation Countrystat Mali et des données calculer par l'auteur de 1990 à 1998 en $ de 530 | Variable indépendante |
| $lnequi_{it}$ | La valeur monétaire des tracteurs agricoles utilisés dans l'agriculture du pays i à l'année t : un prix unique a été utilisé pour évaluer la valeur de ces tracteurs | calculée par l'auteur à partir des données de countrystat Mali. | Variable indépendante |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $lnpop_{it}$ | Population agricole économiquement active employée pour le pays i à l'année t. | Répartition de la population économiquement active en agriculture Institut national de la statistique (INSAT) | Variable indépendante |

Source : Source : construit par l'auteur à partir des études empiriques de la FAO (2006).

#### 3.2.6.1 Méthode de calcul des données manquantes

Le manque de données sur certaines variables de l'étude a été une des difficultés rencontrées dans cette estimation. Ces données manquantes ont été complétées par des données calculées à l'aide de la méthode des moyennes mobiles. C'est le cas des données sur les fertilisants (rejeter) allant des équipements agricoles de 1997 à 1998 et 2003 à 2004. Une donnée manquante entre deux périodes est en quelque sorte remplacée par la moyenne des données des deux périodes par exemple :$x_i = \frac{1}{2}(x_{i-1} + x_{i+1})$. Le choix définitif des variables explicatives est basé sur le processus de spécification des modèles présentés ci-dessous.

### 3.2.7 Modèles économétriques

Pour y parvenir à l'estimation, nous avions adopté respectivement 2 modèles : le modèle ARDL(4 4 4 1 1 2) et le modèle VAR(4). Le modèle ARDL a d'abord permis d'évaluer à court et à long terme l'incidence des politiques économiques (composition des dépenses publiques agricoles) sur l'accroissance de la valeur ajoutée agricole réelle. Enfin, nous avions analysé la significativité globale du modèle.

#### 3.2.7.1 Modèle ARDL

La fonction initiale à estimer s'écrit de la façon générale suivante :

$$vaar_{it} = f(a_{it}, pop_{it}, sup_{it}, equi_{it}, depf_{it}, dep_{invit}) \qquad (1)$$

Elle s'inspire d'une étude réalisée par FAO (1994). Sous la forme logarithmique, on obtient :

$$lnvaar_{it} = a_{it} + \beta_1 lndepf_{it} + \beta_2 lndep_inv_{it} + \beta_3 lnequi_{it} + \beta_4 sup_{\ it} + \beta_7 lnpop_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Les variables sont mises en logarithme népérien dans l'intention de pouvoir obtenir directement les coefficients estimés en termes d'élasticité, et aussi de réduire le poids des variables extrêmes comme pop, sup […] afin d'améliorer la performance des estimations économétriques du modèle.

### 3.2.7.2 Modèle vectoriel autorégressif (VAR)

Le modèle VAR permet d'analyser les effets de la politique économique à travers la simulation de chocs aléatoires et la décomposition de la variance. Cependant, cette évaluation s'effectue en postulant la constance de l'environnement économique « toutes choses étant égales par ailleurs ». Les processus VAR(p) (vectoriel auto régressif) constituent une généralisation des processus AR (auto régressif) au cas multi varié. Ils ont été introduits par Sims (1980) comme alternative aux modèles macroéconomiques d'inspiration keynésienne. Selon Sims (1980), ces modèles macroéconomiques souffrent d'un certain nombre d'insuffisances, telles que :

- les restrictions à priori trop fortes sur les paramètres par rapport à ce que prédit la théorie ;
- l'absence de tests sérieux sur structure causale ;
- le traitement inadéquat des anticipations.

C'est un modèle qui ne s'intéresse qu'aux relations statistiques qui existent entre les variables. Il est bien utilisable dans le cadre de l'agriculture sur la croissance agricole nationale à court et à long terme.

#### 3.2.7.2.1 Représentation générale du modèle VAR

Soit $y_t$ le vecteur constitué de k variables endogènes représentant l'économie le modèle VAR à k variables et p décalages s'écrit sous formes matricielles suivantes:

b (l) $y_t$= μ + $\varepsilon_t$

$b_0 y_t$ = μ+ $b_1\, y_{t-1} + b_2 y_{t-2} + \ldots + b_p\ y_{t-p} + \varepsilon_t$

Dans (1), les matrices, $B_j$ (j= 0,1 ….p) sont de dimensions (k, k) les vecteurs$y_t$ , μ et $\varepsilon_t$ sont des dimensions ( k, 1) et représentent les variables endogènes, un vecteur de constante et le vecteur des chocs structurels. **l** est l'opérateur retard défini par $l^i\, y_t$= $y_{t-1}$ . Le système (1) est appelé forme structurelle de la représentation VAR et est noté SVAR (structural vector autorégressive). Dans le système, les variables, $y_t$ sont stationnaires, les perturbations $\varepsilon_t$ sont des bruits homoscédastiques, non corrélés et de

loi (0 $l_k$). Le modèle VAR réduit, on multiplie de part et autres dans (1) par $b_0^{-1}$. Le modèle réduit s'écrit alors sous forme matricielle suivante :

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \cdots \ldots + a_P y_{t-p} + n_t$$

Le modèle VAR présente l'avantage d'être facilement estimable tout en prenant en compte les relations entre les valeurs présentes des variables et leurs valeurs retardées. Il permet aussi :

- de faire des chocs (impulsions) afin d'évaluer les impacts de la variabilité d'une variable endogène sur les autres endogènes ;
- d'opérer une décomposition de la variante pour mieux cerner l'importance relative de chaque innovation aléatoire des variables du VAR ;
- de procéder aux tests de causalité à la Granger (1969) qui aident à estimer la part d'explication que les valeurs passées ou retardées d'un vecteur apportent à un autre vecteur d'effectuer des prévisions ;
- Étudier la Cointégration des variables macroéconomiques pour appréhender les relations de long terme ce modèle peut prendre en compte.

Ainsi, après le modèle ARDL, nous utilisons ici le modèle VAR en second plan pour déterminer les causes et la décomposition de la variance des politiques économiques sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle. Nous exposons ci-dessous les modèles, leurs avantages et commodes avant de passer à la construction du dit modèle. Ce modèle est approprié parce qu'il ne fait pas de restriction à priori sur l'exogénéité et l'endogénéité des variables. De plus, il permet d'identifier l'existence ou non d'une relation bidirectionnelle ou unidirectionnelle. Il est nécessaire de prendre certaines précautions, car les séries macroéconomiques sont non stationnaires. La non-stationnarité pose un problème d'estimation étant donné que la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) ne s'applique qu'aux séries stationnaires. C'est pourquoi il est indispensable d'effectuer les tests de racine unitaire et cointégration avant de passer l'estimation du modèle empirique (annexe 5). C'est à cet effet que l'économie appliquée est une conception essentielle qui confronte la théorie économique à une situation réelle pour trouver des solutions aux problèmes économiques.

### 3.2.7.3 Concept de stationnarité

Un processus stochastique $X_t$ est stationnaire si :

- E $(x_t)$ = E $(x_{t+h})$ = μ et ∀ $t$ et ∀ $h$ , la moyenne est constante et indépendante du temps.
- La variance est finie et indépendante du temps.
- La fonction d'auto- covariance $y_h$ = cov $(x_{t,}\ x_{t+h})$ est indépendant du temps.

Une série chronologique est donc stationnaire si elle est la réalisation d'un processus stationnaire. Ceci implique que la série ne comporte ni tendance, ni saisonnalité et plus généralement aucun facteur n'évoluant avec le temps. Une variable stationnaire est caractérisée par une moyenne et une variance constante et tendance à fluctuer autour de sa moyenne revenant régulièrement vers sa valeur d'équilibre de long terme. Par opposition, un processus non stationnaire est un processus qui ne satisfait pas l'une ou l'autre ces deux conditions. Ainsi, l'origine de la non-stationnarité peut provenir d'une dépendance du moment d'ordre un (espérance) par rapport au temps ou d'une dépendance de la variance par rapport au temps. Le fait qu'un processus soit stationnaire ou non conditionne le choix de la modélisation qu'on doit adopter. Les propriétés de stationnarité ou non-stationnarité des séries utilisées déterminent le type de modélisation les propriétés asymptotiques des méthodes économétriques correspondantes. En d'autres termes, le fait savoir si la série statistique est une réalisation d'un processus stationnaire , non-stationnaire DS ou non-TS conditionne d'une part le choix du modèle économétrique qui doit être utilisé de façon plus fondamentale et insidieuse, cela conditionne les propriétés asymptotiques des estimateurs des paramètres de ce modèle et donc les propriétés asymptotiques des statiques des tests usuels sur les paramètres si le processus est stationnaire on retrouve les propriétés standards, mais si le processus est non stationnaire, et en particulier DS, on a alors des propriétés asymptotiques particulières.

La stationnarité des séries est vérifiée à l'aide de tests. Plusieurs tests existent dans la littérature à cet effet dans le cadre de ce travail, il sera utilisé les tests de Dickey-Fuller augmentés (ADF augmentée Dickey-Fuller) dont le principe est présenté ci-dessous.

#### 3.2.7.3.1 Détermination du nombre de retards

Pour déterminer le nombre de retards d'un modèle à retards échelonnés, nous avons présenté les critères de Akaike et de Schwarz. Dans le cas de la présentation VAR, ces critères peuvent être utilisés pour déterminer l'ordre **p** du modèle. La procédure de sélection de l'ordre de la présentation consiste à estimer tous les modèles

VAR pour un ordre allant 0 à h (h étant le retard maximum admissible par la théorie économique ou par les données disponibles) les fonctions AIC(p) et SC(p).

#### 3.2.7.3.1.1 Le test de Dickel-fuller (DF)

Les tests de Dickey-Fuller permettent de mettre en évidence le caractère stationnaire ou non stationnaire d'une chronique par la détermination d'une tendance déterministe ou stochastique. Le test de Dickey-Fuller augmenté dans le modèle utilisé pour les tests de Dickey-Fuller simples, le processus $€_t$ est, par hypothèse, un bruit blanc, Or il n'y a aucune raison pour que, a priori, l'erreur soit non corrélée ; on appelle tests de Dickey-fuller (ADF, 1981) la prise en compte de cette hypothèse. Les tests ADF sont fondés, sous l'hypothèse alternative / ϕ / < 1 sur l'estimation par les MCO des trois modèles :

Modèle [1] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + \varepsilon_t$

Modèle [2] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + c + \varepsilon_t$

Modèle [3] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + c + bt + \varepsilon_t$

Modèle [4] : $\Delta x_t = \rho x_{t-1} - \sum_{j=2}^{p} \phi_j \Delta x_{t-j+1} + \varepsilon_t$

Le test se déroule de manière similaire aux tests DF simples, seules les tables statistiques diffèrent. La valeur de **p** peut être déterminée selon le critère de Akaike ou Schwarz ou encore, en partant d'une valeur suffisamment importante de p, on estime un modèle à p-1 retards, puis à p-2 retard, jusqu'à ce que le coefficient du **pième** retard soit significatif.

### 3.2.7.4 Méthodologie

La méthode VAR a été retenue pour évaluer l'influence de la composition des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle du Mali à court terme et à long terme. Notre échantillon est présenté ci-dessous avec les variables retenues pour notre application sous le logiciel Stata 2016. L'application de cette méthode d'analyse dans le secteur agricole malien et de la région est novatrice et d'actualité.

### 3.2.7.5 Description de l'échantillon

Notre échantillon est composé de la valeur ajoutée agricole réelle **(lnvaar)**, des dépenses publiques courantes agricoles **ln(depfit**), la superficie agricole **(lnsup),** des équipements agricoles **(lnequi)** et la population agricole active **ln(pop)** sur une période

allant de 1990 à 2016 soit 135 observations au total sur 27 ans. Nous n'avons pas retenu certaines variables comme le fertilisant (lnfert), les investissements retardés compte tenu, soit de la non-disponibilité des données pour les uns, soit de la non-significativité des données pour les autres sinon on aurait pu évaluer l'accroissement de la valeur ajoutée réelle du Mali avec ses variables agricoles. Cet échantillon concerne seulement les données agricoles maliennes recueillies dans la base de données de countrystat-Afrique, de la banque mondiale, de la FAO et de l'OCDE.

### 3.2.7.6 Description des données et définition des variables

Conformément à la théorie économique, la valeur ajoutée agricole ne peut être expliquée par les seules variables « dépenses publiques : dépenses de fonctionnement, de biens d'équipement, dépenses de recherches et développement, dépenses en infrastructures, etc. ». Il y a aussi les variables conventionnelles (facteur capital, facteur travail), les engrais utilisés, l'électrification rurale, le capital humain, le taux de scolarisation en milieu rural, l'indice des termes de l'échange de l'agriculture, les télécommunications qui sont des facteurs susceptibles d'influencer la productivité agricole. Mais pour un problème de disponibilité des données, nous avons retenu les dépenses publiques agricoles courantes, les dépenses publiques agricoles d'investissement, les engrais, les équipements agricoles (tracteurs), la population active employée dans l'agriculture et les superficies de terres cultivées sont utilisés dans cette analyse économétrique. Nous utilisons des données de diverses sources : la Banque Mondiale, de la FAO, de l'OCDE et de countrystat-Mali et nous avions traité ses données sous le logiciel Stata 2016. Ces bases de données ont pour fonction principale de rassembler et de diffuser des statistiques complètes, officielles et à jour, sur la situation agricole et non agricole du monde. Les organismes de coordination dans les pays membres adressent au comité des rapports statistiques officiels que le secrétariat utilise pour les statistiques mondiales. D'autres sources officielles et privées des pays membres et non membres sont mises à contribution pour le complément des informations. Les données utilisées sont relatives à la composition des dépenses publiques agricoles du Mali. Nous avons retenu la valeur ajoutée agricole réelle **(lnvaar)** la variable expliquée et les dépenses publiques courantes agricoles **ln(depfit**), la superficie agricole **(lnsup),** les équipements agricoles **(lnequi)** et la population agricole active **ln(pop)** les variables explicatives sont consignées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 19 Présentation des variables**

| Variable du Modèle | Définition des variables | Sources | Signes attendus |
|---|---|---|---|
| $lnvaar_{it}$ | Valeur ajoutée réelle agricole (en Million de $) du pays i à l'année t. | Données des comptes nationaux de la banque mondiale et les fichiers de données des comptes nationaux de l'OCDE | variable dépendante |
| $lndepf_{it}$ | Logarithme Dépenses publiques courantes agricoles du pays i à l'année t. Elle est constituée de consommation finale tels l'ensemble bureautique, le Salaire du personnel (en million de $) | données dépenses publiques agricoles (Administration centrale) FAO. | Variable indépendante |
| $lnsup_{it}$ | Superficies de terres cultivées, du pays i à l'année t en logarithme | Répartition de la superficie des terres selon l'utilisation Countrystat Mali et des données calculer par l'auteur de 1990 à 1998 en $ de 530 | Variable indépendante |
| $lnequi_{it}$ | La valeur monétaire des tracteurs agricoles utilisés dans l'agriculture du pays i à l'année t : un prix unique a été utilisé pour évaluer la valeur de ces tracteurs | calculée par l'auteur à partir des données de countrystat Mali. | Variable indépendante |
| $lnpop_{it}$ | Population agricole économiquement active employée pour le pays i à l'année t. | Répartition de la population économiquement active en agriculture Institut national de la statistique (INSAT) | Variable indépendante |

Source : Source : construit par l'auteur à partir des études empiriques de la FAO (2006).

### 3.2.7.7 Modèles économétriques

Pour y parvenir à l'estimation, nous avions adopté respectivement 2 modèles : le modèle ARDL(4 4 4 1 1 2) ci-dessus et le modèle VAR(4) ci-dessous. Le modèle ARDL a d'abord permis d'évaluer à court et à long terme l'incidence des politiques économiques (composition des dépenses publiques agricoles) sur l'accroissance de la valeur ajoutée agricole réelle. Enfin, nous avions analysé la significativité globale du modèle. Le VAR est enfin le second modèle mis en évidence pour voir les causes et la décomposition des politiques économiques sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle.

#### 3.2.7.7.1 Modèle VAR

La fonction initiale à estimer s'écrit de la façon générale suivante :

$$vaar_{it} = f(a_{it}, pop_{it}, sup_{it}, equi_{it}, def_{it},) \qquad (1)$$

Elle s'inspire d'une étude réalisée par FAO (1994). Sous la forme logarithmique, on obtient :

$$lnvaar_{it} = a_{it} + \beta_2 lndepf_{it} + \beta_5 lnequi_{it} + \beta_6 lnsup_{\ it} + \beta_7 lnpop_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (2)$$

Les variables sont mises en logarithme népérien dans l'intention de pouvoir obtenir directement les coefficients estimés en termes d'élasticité, et aussi de réduire le poids des variables extrêmes comme pop, sup […] afin d'améliorer la performance des estimations économétriques du modèle.

### 3.2.7.8 Quelques applications du modèle VAR

Les paramètres du processus VAR ne peuvent être estimés que sur des séries chronologiques stationnaires. Ainsi, après étude des caractéristiques des séries, soit les séries sont stationnaires par différence, préalablement à l'estimation des paramètres dans le cas d'une tendance stochastique, soit il est possible d'ajouter une composante tendance à la spécification VAR, dans le cas d'une tendance déterministe.

#### 3.2.7.8.1 Test de la causalité de Granger

Au niveau théorique, la mise en évidence de relations causales entre les variables économétriques fournit des éléments de réflexion propices à une meilleure compréhension des phénomènes économique. Connaitre le sens de la causalité est aussi important que de mettre en évidence une relation entre les variables économiques. Granger (1969) et Sims(1980) ont développé le concept de causalité. Il existe plusieurs

définitions de la causalité : la causalité au sens de Granger et la causalité de Sims. La causalité au sens de Granger qui est utilisée pour cette étude se définit comme la capacité d'une variable à expliquer par ces valeurs passées et/ou présentes la valeur présente d'une autre variable. Il se base sur le principe simple ci-après.

Nous disposons d'un modèle VAR suivant :

$$\begin{pmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & 0 \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{1,t-1} \\ y_{2,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{pmatrix}$$

Ici la valeur passée de $Y_2$ ne joue aucun rôle dans la détermination de $y_1$ on dit que alors que $y_2$ n'est pas une cause au Granger de $y_1$.

La causalité au sen Granger a proposé le concept de causalité en 1969 : la variable $y_{2T}$ est la cause de $y_{1T}$ , si la prédictibilité de $y_{1t}$ est améliorée lorsque l'information relative à $y_{2t}$ est incorporée à l'analyse. Dire que $y_t$ cause $x_t$ signifie seulement qu'il est préférable de prédire $x_t$ en connaissant $y_t$ que sans le connaitre.

### 3.2.7.8.2 La fonction d'impulsion

Cette application sert à effectuer des chocs sur les innovations d'une variable à une date t donne et à mesurer l'influence de ce choc sur tout le système. Cependant cette analyse s'effectue en postulants la constante de l'environnement économique, « Toute chose égales par ailleurs ». En un premier temps, le choc n'affecte que la valeur de la variable ciblée en cas d'orthogonalité des innovations. Puis grâce à la dynamique du système. Ce choc est transmis aux valeurs ou futures de toutes les variables.

### 3.2.7.8.3 La décomposition de la variance

La décomposition de la variance de l'erreur de prévision a pour adjectif de calculer pour chacune des innovations sa contribution à la variance de l'erreur en pourcentage. Quand une innovation explique une part importante de la variance de l'erreur, on en déduit que l'économie étudiée est très sensible aux chocs qui affectent cette série. Contrairement à l'impulsion ou choc, la décomposition de la variance essaye d'expliquer la contribution de l'innovation d'une variable aux fluctuations d'une autre. À ce propos, Hairault (1995) soutient que la fonction de réponse et de la décomposition « constituent deux exercices qui permettent de synthétiser l'essentiel de l'information continue dans la dynamique interne d'un système VAR elles mesurent l'information relative, différents horizons, des différents chocs dans la dynamique de chaque variable ».

# Chapitre 4 Présentation, analyse et interprétation des résultats

Ce chapitre expose ci-dessous les résultats, l'interprétation de la productivité totale des facteurs et l'incidence de la composition des dépenses publiques agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle.

## Section1 Présentation, analyse et interprétation des résultats de la productivité totale des facteurs

La méthode DEA développé précédemment a permis de construit une frontière de production à partir de l'indice de productivité totale de Malmquist qui enveloppe les observations d'une période donnée à l'aide d'un programme linéaire sous les hypothèses relatives à la convexité et à la monotonie de l'ensemble des possibilités de production. Le choix des secteurs de production est fait dans le cadre d'une économie dépendante qui produit plusieurs biens agricoles, dont trois secteurs : le coton, le riz et le mil qui possèdent une représentativité assez importante dans l'économie des pays ouest-africains. Au départ, nous avions voulu analyser la productivité totale de l'ensemble des secteurs agricoles du Mali cependant, nous nous sommes rendu compte du travail pharaonique et de la non-disponibilité des données. En occurrence, nous considérons que les secteurs recensés sont assez représentatives pour expliquer en partie sinon totalement la performance ou la contreperformance de ce secteur [agricole]. Ces s sont entre autres : le coton, le riz et le mil. Le secteur du coton et du riz se taille plus que la moitié de la subvention agricole et le mil beaucoup moins que les deux autres. *Pour signifier les raisons fondamentales du choix des cultures, il est à noter que le coton est une culture de rente fortement subventionnée dont presque toute la valeur ajoutée est exportée dans les pays du Nord. Le riz est une culture vivrière fortement subventionnée et très concurrencée sur le marché domestique. Le mil est une culture vivrière non exposé aux échanges commerciaux moins soutenu que les deux autres, mais qui dégage par moment un excédent.* Quand, on analyse le secteur agricole ouest-africain de notre champ d'études le PIB agricole du coton est plus à mesure de contribuer à l'accroissement du PIB global des nations et le seul produit échangeable en termes, des entrées en devise. Cependant, nous considérons le riz comme un produit très moins exportable ou non échangeable sur le marché mondial, mais un secteur

exposé à la concurrence et le mil est considéré comme non échangeable et non exposé. Sont considérés comme biens échangeables, les biens agricoles dont les exportations ou les non échangeables représentent plus de 10 % de leur production. Dans le cas contraire, ces biens sont considérés comme étant des biens non échangeables ou secteurs non exposés. À l'époque, parmi les secteurs agricoles, seuls les producteurs du coton et du riz pouvaient bénéficier du programme de subvention. Les autres producteurs, notamment les maraichers […] achètent leur engrais aux prix du marché. Tout récemment, le maïs, le mil, le sorgho, le blé et le riz bénéficient de la subvention. À présent le quota de la subvention est fonction des axes prioritaires des politiques agricoles nationales, pour ces raisons nous avions porté le choix sur le coton, le riz et le mil. Nous avions établi des comptes du secteur agricole des 6 pays de l'EUMOA et le Nigéria, inspiré du modèle de production brute de Ball (1985) et de Ball et al. (199). Au départ, nous avions voulu seulement analyser la productivité totale de l'agriculture malienne, mais par la suite, pour la raison d'une étude comparative, le champ d'analyse a été porté sur quelques pays d'Afrique pour analyser la performance ou la contreperformance de ce secteur. Nous avions retenu la production brute c'est-à-dire la production à la ferme, par opposition à la valeur ajoutée réelle. Les intrants qui entrent dans ce processus de production sont décrits plus haut dans la sous-section des données et de la définition des variables. La productivité totale des facteurs des 7 pays est résumé ci-dessous grâce à l'interface du logiciel R studio R version 3.4.4 (2018-03-15) et de ses packages comprenant 189 observations sur 17 variables. Ce résultat expose dans un premier temps, les estimations de la fonction de distance de Shephard et la productivité de Malmquist. En ce qui concerne la productivité totale, des facteurs de chacun des 7 états sont renvoyés en annexe et les interprétations issues de ces résultats sont exposées ci-dessous. Nous présentons les résultats de l'indice de productivité de Malmquist et ses deux composantes pour chaque pays, par région et pour l'ensemble de l'échantillon. Pour une variable donnée, la fonction summary () renvoie 5 valeurs : le minimum (min), le quartile (1st Qu.), la médiane (mediane), la moyenne (mean), le troisième quartile (3rd Qu.) et le maximum (max). malm() renvoie une liste de classe « Malmquist » pour laquelle un récapitulatif des mesures de productivité dans les niveaux et les modifications sont imprimés. Cette liste contient les éléments suivants : levels et changes (respectivement les niveaux et les changements de productivité). Les niveaux contiennent les estimations de la fonction de distance de Shephard, utiles pour calculer et décomposer l'indice de productivité de Malmquist. Ces fonctions de distance utilisent

des quantités d'entrée et de sortie pour la période 1et la période 0. Le préfixe « c » signifie des rendements constants à l'échelle (« CRS ») et « v » pour tous les autres types de rendements d'échelle (c. à « VRS », « NIRS"ou « NDRS »). Le suffixe « o » signifie « orienté sortie » alors que « i » fait référence à l'entrée. Les noms des fonctions de distance sont affichés avec trois chiffres : (i) le premier chiffre représente la période de la technologie de référence (ii) le deuxième chiffre représente la période des entrées, et (iii) le troisième chiffre représente la période des sorties.

Par exemple c010o signifie l'efficacité orientée vers la production sous des rendements d'échelle constants (« CRS »), avec la technologie de référence de période 0, les entrées de période 1et les sorties de période 0. En plus de la id.var. variable et les périodes 1et 0 la trame de données contient donc, en fonction de l'orientation:c111o, c100o, c011o, c000o, c110o, c010o, c111i, c100i, c011i, c000i, c1 10i et c010i. Lorsque le retour à l'option échelle (RTS) est différent « CRS », puis v111o, v000o, v111i et v000i sont également fournis en fonction de l'orientation sont renvoyés en annexe.

Cette fonction permet d'extraire la productivité et la rentabilité (le cas échéant) les niveaux de tout objet créé soient fareprim, fisher, laspeyres, lowe, malm ou paasche fonction. Pour ce qui s'agit du changement, l'indice de productivité Malmquist et ses composantes sont fournis, en fonction de l'orientation.

**Tableau 20 Indice de productivité totale de Malmquist et ses composantes**

| | |
|---|---|
| Malmquist | Indice de productivité Malmquist |
| Effch | Changement d'efficacité |
| Tech | Changement technologique |
| Obtech | Changement technologique biaisé en fonction des résultats |
| Ibtech | Changement technologique biaisé en entrée |
| Matech | Composant de magnitude |

| | |
|---|---|
| pure.out.effch | Changement pur d'efficacité de production |
| out.scalech | Changement d'efficacité d'échelle de sortie |
| pure.inp.effch | Changement pur d'efficacité d'entrée |
| inp.scalech | Changement d'efficacité d'échelle d'entrée |

Source : usagri (2018)

**Signification des termes à savoir :**

Obtech (Changement technologique biaisé en fonction des extrants), Ibtech (Changement technologique biaisé en entrée) et Matech (Composante de l'amplitude) sont des composantes du changement technologique (tech). Pure.out.effch (Changement d'efficacité de rendement pur) et out.scalech(Changement d'efficacité d'échelle de sortie) sont des composantes du changement d'efficacité (effch), quand RTS = « CRS » et orientation = « out ». Pure.inp.effch (Changement d'efficacité d'entrée pure), et inp.scalech (changement d'efficacité d'échelle d'entrée) sont des composantes du changement d'efficacité (effch), quand RTS = « CRS » et orientation = « in » d'un objet de classe « Malmquist' obtenu à partir de malm (), le levels la fonction extrait les estimations de la fonction de distance de Shephard ; et changes fonction extrait l'indice de productivité Malmquist et ses composantes.

**NB** : le malm () fonction ne fonctionnera pas avec des données déséquilibrées. L'indice de productivité de Malmquist et ses composantes sont calculés de manière à ce que les orientations résultantes de chacun puissent être lues de la même façon (croissance supérieure à 1 et décroissance inférieure à 1). De plus RS = « CRS », les deux orientations options (ie « out "et 'in') donnent les mêmes résultats. Alors RS est une chaine de caractères spécifiant l'hypothèse de retour à l'échelle à prendre en compte. La valeur par défaut est « VRS » (variable retourne à l'échelle). Les autres options possibles sont « CRS » (rendements d'échelle constants), « NIRS (rendements d'échelle non croissants) ou « DRIS"(rendements d'échelle non décroissants). La détermination des scores d'efficacité est faite par l'utilisation de l'indice de productivité de Malmquist pour tenir compte du temps dans l'étude. Cet indice permet une décomposition de la productivité en ses différentes sources. Le logiciel R studio permet

d'obtenir tout à la fois les indices d'efficacité suivant les rendements constants et variables, et les indices suivant les différentes sources d'efficacité. L'auteur du programme indique cependant que la spécification du type de rendement n'est pas importante dans le cas du Malmquist, car les distances trouvées sont issues de la prise en considération des deux types de rendements. Le tableau (20) donne les résultats de l'estimation de l'indice de productivité de Malmquist suivant les sources d'efficacité. Les annotations, effch, tech, obtech, ibtech, matech, pure.out.effch, out.scalech indiquent les indices respectifs du tableau ci-dessus de la productivité globale des facteurs de Malmquist. Les valeurs qui sont supérieures à l'unité traduisent une amélioration de la productivité et celles inférieures à l'unité indiquent plutôt une inefficacité productive. La valeur unitaire constitue le seuil frontière d'efficacité.

**4.1 Résultats : productivité totale des facteurs des régions ouest-africaines**

Les tableaux ci-après ressortent quelques éléments descriptifs des variables qui sont utilisées dans la mesure des scores d'efficacité des estimations de la fonction de distance de Shephard et de la productivité globale des facteurs à partir de la méthode DEA. Ces pays de la région ouest africains sont entre autres le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Mali, le Nigeria, le Sénégal et le Togo. L'analyse et l'interprétation des estimations de la fonction de distance Sephard à la Frontière de productivité des régions et par pays se trouvent dans la section estimations de la fonction de distance Sephard à la Frontière.

**Tableau 21 Shephard distance function estimates (summary) west Africa**

| c111o | c100o | c011o | c000o | c110o |
|---|---|---|---|---|
| Min. : 0.8179 | Min. : 0.6705 | Min. : 0.739 | Min. : 0.8254 | Min. : 0.5897 |
| 1 st Qu. : 1.0000 | 1st Qu. : 0.9929 | 1st Qu. : 1.034 | 1 st Qu. : 1.0000 | 1st Qu. : 0.9358 |
| Median :1.0000 | Median: 1.2002 | Median: 1.234 | Median :1.0000 | Median : 1.0321 |
| Mean :0.9917 | Mean: 2.2304 | Mean : 74.204 | Mean :0.9919 | Mean : 1.1052 |
| 3 rd Qu. : 1.0000 | 3rd Qu. : 1.4652 | 3rd Qu. : 1.643 | 3 rd Qu. : 1.0000 | 3rd Qu. : 1.2149 |
| Max. : 1.0000 | Max. : 46.9676 | Max. : 11 828.615 | Max. : 1.0000 | Max. : 5.1532 |

| c010o | v111o | v000o |
|---|---|---|
| Min. : 0.616 | Min. : 0.8179 | Min. : 0.8254 |
| 1 st Qu. : 0.986 | 1 st Qu. : 1.0000 | 1st Qu. : 1.0000 |
| Median : 1.078 | Median :1.0000 | Median : 1.0000 |
| Mean : 76.663 | Mean :0.9922 | Mean : 0.9929 |
| 3 rd Qu. : 1.392 | 3 rd Qu. : 1.0000 | 3rd Qu. : 1.0000 |
| Max. : 11 731.889 | Max. : 1.0000 | Max. : 1.0000 |

Source : constuit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Pour le calcul de la PTF par la méthode DEA de la région ouest africaine et pour chaque pays de l'échantillon, nous avons privilégié une orientation output avec la technologie de production de type **rec** et **vrs** (rendements d'échelle constants et variables). Le tableau ci-dessous nous renseigne sur l'évolution globale moyenne de la productivité, de l'efficience et de la technologie dans l'échantillon pendant la période 1990-2016. Ces résultats supposent des rendements à l'échelle constants et variables pour la technologie des 7 pays Ouest-Africains (Bénin, Burkina, Cote d'Ivoire, Mali, Nigeria, Sénégal et le Togo) du secteur agricole. Sous l'hypothèse de rendements à l'échelle variables, les changements d'efficacité peuvent se décomposer en changement d'efficacité « purs » et en changement d'efficacité dus aux rendements d'échelle. Sous cette hypothèse, tout le changement d'efficacité mesuré dans notre échantillon serait dû aux rendements d'échelle. Si la valeur est supérieure (inférieure) à l'unité, cela signifie qu'il y a eu une amélioration (diminution) de l'efficience technique, du progrès technique, de l'efficience technique pure, de l'efficience d'échelle ou de la productivité totale des facteurs.

**Tableau 22 Malmquist productivity index results (summary) west Africa**

| Malmquist | effch | tech | obtech | biotech |
|---|---|---|---|---|
| Min. : 0.1488 | Min. : 0.8254 | Min. : 0.1488 | Min. : 0.896 | Min. : 0.8965 |
| 1 st Qu. : 0.8652 | 1 st Qu.:1.0000 | 1 st Qu. : 0.8696 | 1 st Qu.:1.015 | 1 st Qu. : 1.0461 |
| Median : 1.0074 | Median :1.0000 | Median : 1.0149 | Median :1.042 | Median : 1.1482 |
| Mean : 1.9291 | Mean :1.0004 | Mean : 1.9283 | Mean :1.087 | Mean : 2.7081 |
| 3 rd Qu. : 1.2526 | 3rd Qu. : 1.0000 | 3rd Qu. : 1.2378 | 3rd Qu. : 1.112 | 3rd Qu. : 1.5108 |
| Max. : 80.6105 | Max. : 1.2115 | Max. : 80.6105 | Max. : 2.303 | Max. : 146.6198 |

| matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|
| Min. : 0.02129 | Min. : 0.8254 | Min. : 0.916 |
| 1 st Qu.:0.68250 | 1 st Qu.:1.0000 | 1 st Qu.:1.000 |
| Median :0.83324 | Median :1.0000 | Median : 1.000 |
| Mean :0.79693 | Mean :0.9999 | Mean : 1.000 |
| 3 rd Qu. : 0.99100 | 3rd Qu. : 1.0000 | 3rd Qu. : 1.000 |
| Max. : 1.42483 | Max. : 1.2115 | Max. : 1.092 |

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

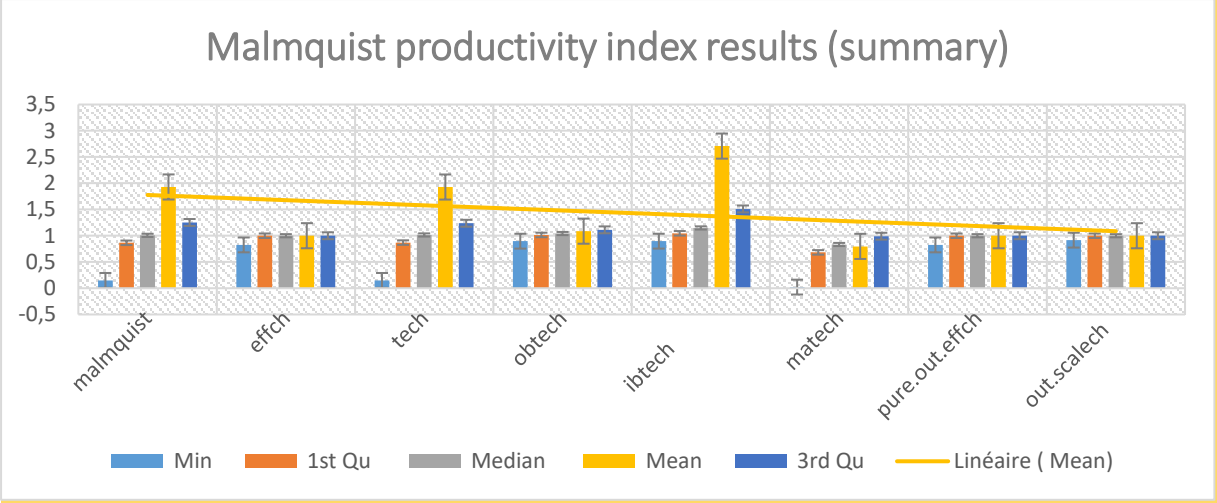
Selon les résultats présentés au tableau 21, l'indice de productivité de Malmquist indique que la croissance moyenne de la productivité dans l'échantillon s'élève à 1.9291 en moyenne sur l'ensemble de la période considérée. Cette croissance de la productivité s'explique par un progrès technique de 1,0004 et technologique de 1,9291. La plus forte croissance provient d'un important progrès technologique, comme le montre la forme du tableau 22 simplifié et la figure ci-dessous de l'histogramme 2, mais nous constatons que l'évolution de la productivité est avant tout la résultante de la modification technique et technologie. L'histogramme 2 montre que le maximum de la productivité a été tiré par le progrès technologique et le changement technologique biaisé en entrée.

**Tableau 23 Représentation simplifiée de Malmquist productivity index results (summary) west Africa**

| | Malmquist | Effch | Tech | Obtech | biotech | Matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.1488 | 0.8254 | 0.1488 | 0.896 | 0.8965 | 0.02129 | 0.8254 | 0.916 |
| 1 st Qu. | 0.8652 | 1.0000 | 0.8696 | 1.015 | 1.0461 | 0.68250 | 1.0000 | 1.000 |
| edian. | 1.0074 | 1.0000 | 1.0149 | 1.042 | 1.1482 | 0.83324 | 1.0000 | 1.000 |
| Mean. | 1.9291 | 1.0004 | 1.9283 | 1.087 | 2.7081 | 0.79693 | 0.9999 | 1.000 |
| 3 rd Qu. | 1.2526 | 1.0000 | 1.2378 | 1.112 | 1.5108 | 0.99100 | 1.0000 | 1.000 |
| Max. | 80.6105 | 1.2115 | 80.6105 | 2.303 | 146.6198 | 1.42483 | 1.2115 | 1.092 |

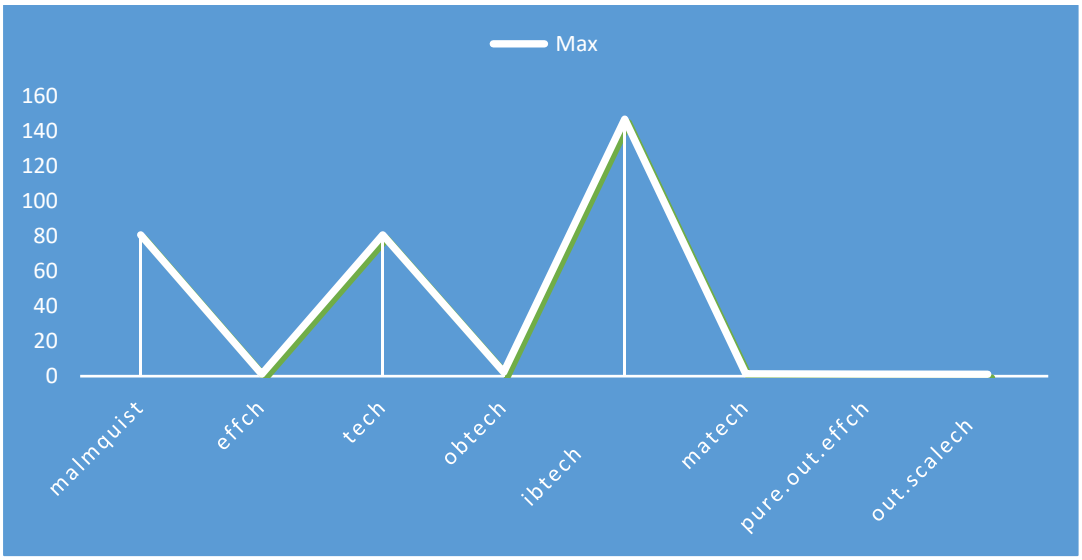
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 2 Malmquist productivity index results (summary) west Africa**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 8 Malmquist productivity index results max**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

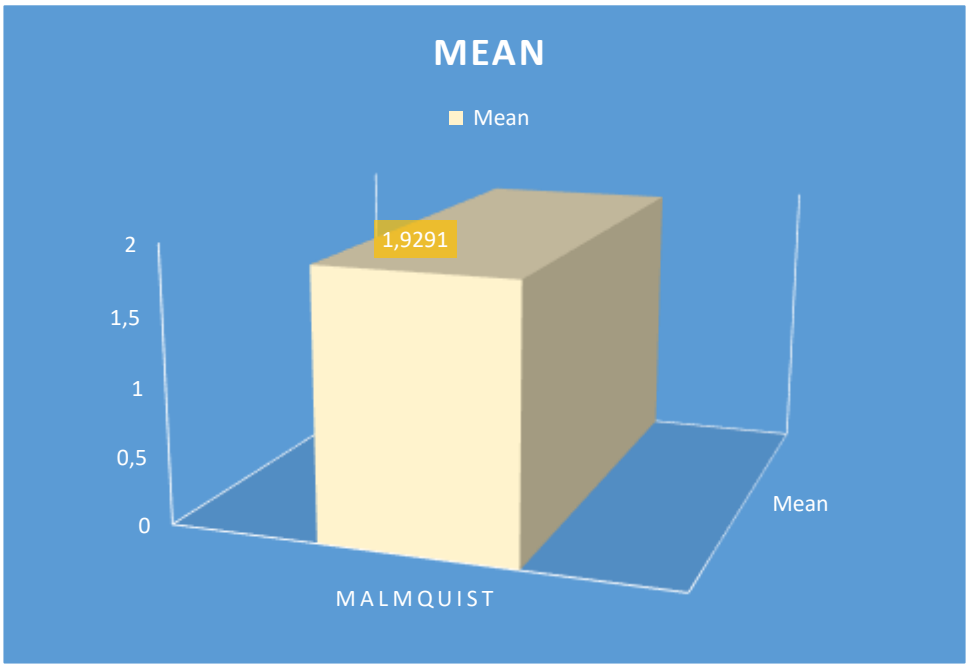
**Tableau 24 Indice de Malmquist et ses deux composantes**

| | Malmquist | Effch | Tech |
|---|---|---|---|
| Min. | 0.1488 | 0.8254 | 0.1488 |
| 1 st Qu. | 0.8652 | 1.0000 | 0.8696 |
| Median. | 1.0074 | 1.0000 | 1.0149 |
| Mean. | 1.9291 | 1.0004 | 1.9283 |
| 3 rd Qu. | 1.2526 | 1.0000 | 1.2378 |
| Max. | 80.6105 | 1.2115 | 80.6105 |

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

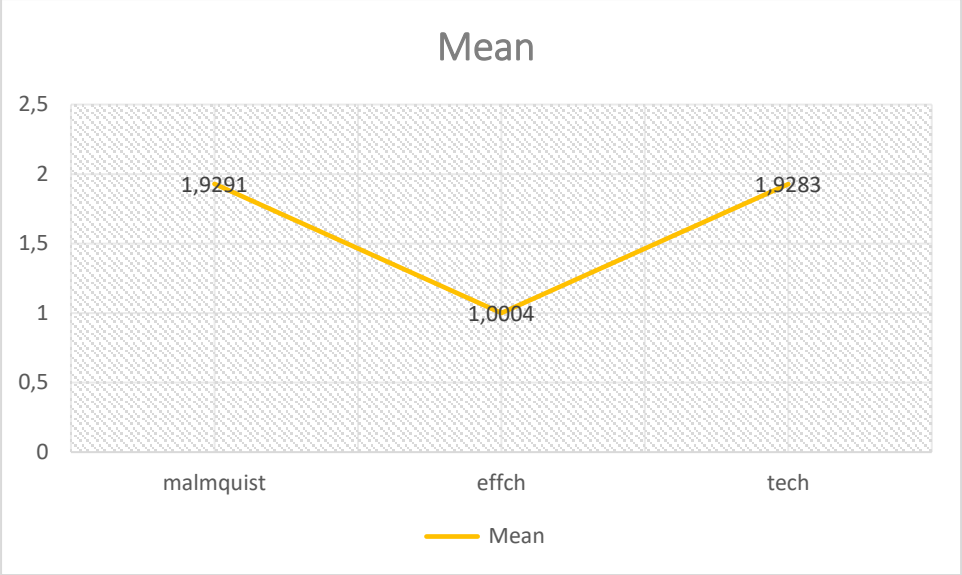
La productivité agricole de ces pays ouest-africains s'améliore de 1,9291 d'indice de productivité globale de Malmquist (histogramme 3) par l'amélioration d'efficacité technique (effch : 1,0004). Ainsi, l'amélioration de la productivité est due à l'adoption de la diffusion technologique qui a connu un taux de croissance moyen de 1,9383 (histogramme 3, graphique 9).

**Histogramme 3 productivité moyenne de Sten Mamquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 9 Malmquist et ses composantes**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

### 4.1.2 Mesures de l'efficacité technique orientées ouput : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)

Nous présentons et analysons l'efficacité technique et ses deux composantes par la méthode data envelopment analysis (DEA) pour la région ouest-africaine et pour chaque pays pour l'ensemble de l'échantillon. Par la suite, en appliquant l'équation (7) du point-cadre théorique de la productivité globale de Malmquist, nous avons les résultats qui figurent aux tableaux précédents et dans l'histogramme 4 ci-dessous.

#### 4.1.2.1 L'indice de l'efficacité technique et ses deux composantes

Le changement du niveau de l'efficacité technique est d'une faible ampleur d'inefficience pure et d'une efficacité d'échelle. En outre, d'après le tableau 23 et l'histogramme 4 nous remarquons que l'efficience technique moyenne (0,999 < 1) est une croissance négative au cours de la période d'étude pour l'ensemble de l'échantillon. Cette diminution au regard du tableau 23 est beaucoup plus attribuable à l'efficience technique pure. Bien que l'efficience d'échelle ait connu une augmentation, elle n'était pas satisfaisante. Ceci laisse penser que la principale difficulté pourrait résider dans l'augmentation du niveau de l'efficacité pure (efficience technique sous l'hypothèse d'une technologie à rendement variable).

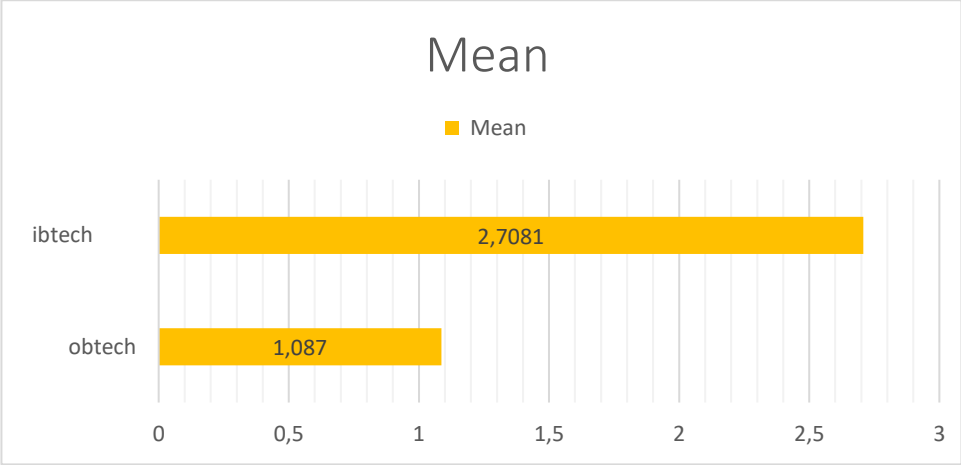
**Histogramme 4 Les deux composantes de l'efficacité technique orientée output**

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

En moyenne, la productivité totale des facteurs des pays de l'Afrique de l'Ouest (ensemble de l'échantillon) s'est accrue de 1990 à 2016. Elle s'est améliorée tout au long de la période, mais avec une tendance à la hausse des changements technologiques des inputs et des outputs (Histogramme 5). La plus forte croissance est observée par une forte utilisation des inputs (2,7081) par l'obtention des outputs non proportionnelle à l'utilisation des inputs. La productivité agricole de la région pourrait accroitre par une utilisation optimale des facteurs de production.

#### 4.1.2.2 Changement d'efficacité output/input

**Histogramme 5 Changements des outputs et des inputs**



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

Ces résultats montrent que la croissance moyenne de la productivité totale des facteurs des sept pays sur la période d'étude a connu une augmentation de 1,9291. Cette augmentation est due aux gains d'efficacité technologique réalisés de 1,9283 en moyenne par rapport au niveau d'efficacité technique de 1,0004 en moyenne (histogramme 5 ci-dessus).

### 4.1.3 Résultat de la productivité totale agricole par pays

Par ailleurs, nous supposons que les pays n'ont pas tous la même disponibilité technologique ni la même capacité de combinaison des facteurs de production donc, ils auraient contribué à l'amélioration de la productivité totale des facteurs de la région de manière très dispersée. C'est la raison pour laquelle nous analysons ci-dessous séparément la productivité totale des facteurs de chaque pays. Le modèle est toujours le même, la seule particularité, c'est l'intérêt pour nous de traiter la productivité totale des facteurs pour faire un observatoire notable afin de suggérer les leviers sur lesquels chaque pays devrait s'appuyer pour améliorer la production de sa nation. L'étude porte sur la productivité agricole de 7 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina, Côte D'Ivoire, Mali, Nigeria, Sénégal et le Togo) avec 3 secteurs de production agricole entre autres du secteur de la production vivrière : les céréales (mil et le riz) et du secteur de la culture de rente (le coton) sur 26 années de 1990 à 2016, soit 228 programmes linéaires résolus [3(3*26-2)] par pays pour une base de données de 27 observations et de 16 variables. Comme indiqué précédemment, l'indice de productivité totale des facteurs de Malmquist et ses deux composantes, le progrès technique et l'efficacité technique totale, ont été calculés de 1990 à 2016 pour les 3 spéculations agricoles par la distance à la frontière en utilisant les fonctions de distance. Selon (Färe R. et al. 1994 ; Coelli T.J. et al.1998), on obtient des indices de progrès technique en comparant les frontières de deux périodes quand on dispose des données en panel. L'indice de productivité de Malmquist et ses composantes (basé sur les inputs) entre une période de base (t) et une période (t+1) sont calculés en suivant la méthode développée par (Färe R. et al. 1994 ; Coelli T., J. et al.1998). La description des données et la définition des variables, la méthodologie et l'utilisation de l'interface de traitement sont les mêmes que précédemment.

#### 4.1.3.1 Benin agricultural total productivity analysis

**Tableau 25 Shephard distance function estimates (summary) du Bénin**

```
   c111o       c100o            c011o            c000o       c110o
Min. : 1 Min. : 0.8328 Min. :    1.02 Min. : 1 Min. : 0.812
1 st Qu. : 1   1st Qu. : 1.3040   1st Qu. :    1.28   1 st Qu. : 1   1st Qu. : 1.018
Median :1   Median :  1.7372   Median :    1.66   Median :1   Median : 1.099
Mean   :1   Mean   : 11.9598   Mean   : 2362.44   Mean   :1   Mean : 1.122
3rd Qu. :1   3rd Qu. : 3.3895   3rd Qu. :    4.71   3 rd Qu. : 1   3rd Qu. : 1.198
Max. : 1   Max. : 240.0141   Max. : 61 328.19   Max. : 1   Max. : 1.616
   c010o            v111o       v000o
Min. :    0.98 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. :    1.01   1 st Qu. : 1   1st Qu. : 1
Median :    1.34   Median :1   Median : 1
Mean   : 2001.67   Mean   :1   Mean : 1
3 rd Qu. :    2.90   3 rd Qu. : 1   3rd Qu. : 1
Max. : 51 962.53   Max. : 1   Max. : 1
```

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM,OCDE.

Au niveau de la région des Dahomey, la productivité totale des facteurs a connu, une efficacité assez surprenante par une meilleure gestion technique des facteurs de production (efficacité technologique) à 8,1706 en moyen expliquerait, une marge de progression vers le benchmark pour tous les pays de notre champ d'études. Cependant, l'adaptation des techniques de production se traduit une constante c'est-à-dire une efficacité se situe à la frontière de production égale à 1 (tableau 25, 26; histogramme 6).

**Tableau 26 Malmquist productivity index results (summary) du Benin**

```
  Malmquist          effch       tech            obtech         biotech
Min. : 0.1681 Min. : 1 Min. : 0.1681 Min. : 1.011 Min. : 1.136
1 st Qu. : 0.7693   1 st Qu.:1   1st Qu. : 0.7693   1 st Qu.:1.084   1 st Qu. : 1.286
Median :  0.9562   Median :1   Median :  0.9562   Median :1.150   Median : 1.642
Mean   :  8.1706   Mean   :1   Mean   :  8.1706   Mean   :1.175   Mean : 15.209
3 rd Qu. : 1.1149   3rd Qu. : 1   3rd Qu. : 1.1149   3rd Qu. : 1.231   3rd Qu. : 3.093
Max. : 183.5502   Max. : 1   Max. : 183.5502   Max. : 1.454   Max. : 308.570
   matech         pure.out.effch  out.scalech
Min. : 0.004166 Min. : 1      Min. : 1
1 st Qu.:0.304727   1 st Qu.:1      1 st Qu.:1
Median :0.575647   Median : 1      Median : 1
Mean   :0.532662   Mean : 1      Mean : 1
```

3 rd Qu. : 0.767254 3rd Qu. : 1 3 rd Qu. : 1
Max. : 1.200727 Max. : 1 Max. : 1

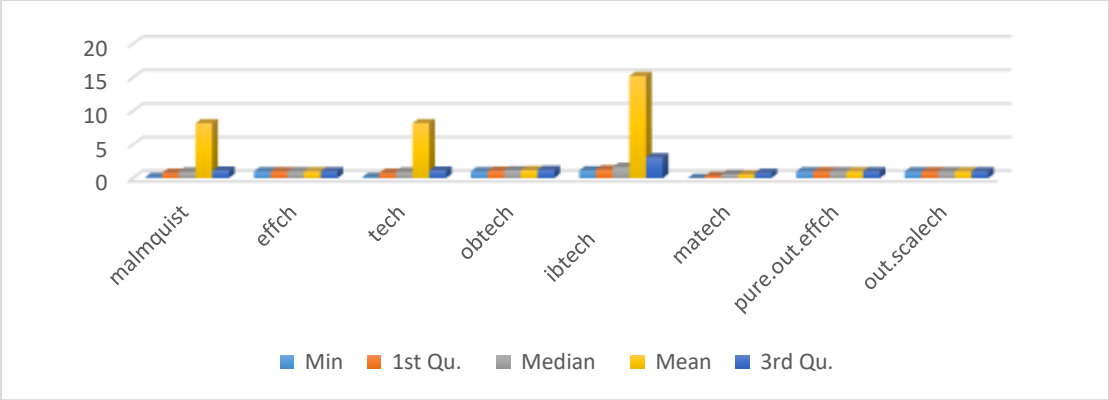
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, ODCE.

**Tableau 27 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Bénin**

| | Malmquist | effch | Tech | Obtech | biotech | Matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min | 0,1681 | 1 | 0,1681 | 1,011 | 1,136 | 0,004166 | 1 | 1 |
| 1 st Qu. | 0,7693 | 1 | 0,7693 | 1,084 | 1,286 | 0,304727 | 1 | 1 |
| Median | 0,9562 | 1 | 0,9562 | 1,15 | 1,642 | 0,575647 | 1 | 1 |
| Mean | 8,1706 | 1 | 8,1706 | 1,175 | 15,209 | 0,532662 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1,1149 | 1 | 1,1149 | 1,231 | 3,093 | 0,767254 | 1 | 1 |
| Max | 183,5502 | 1 | 183,5502 | 1,454 | 308,57 | 1,200727 | 1 | 1 |

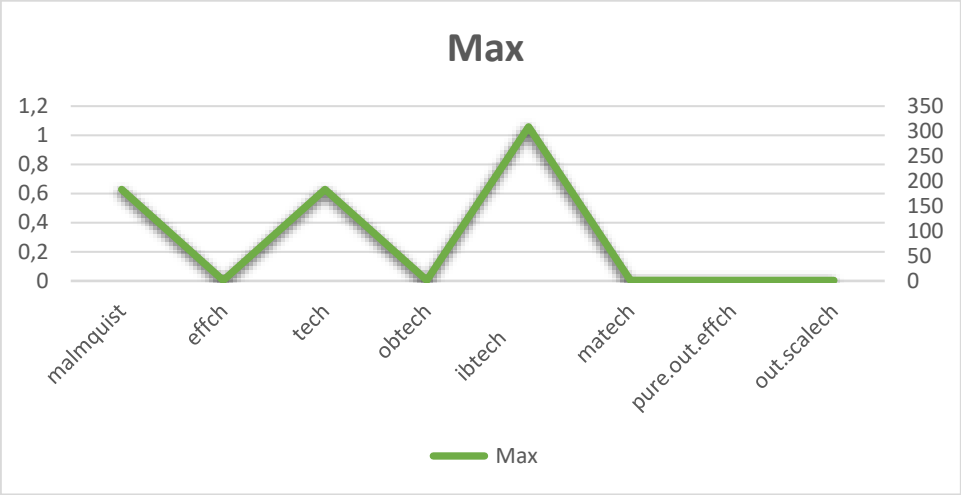
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 6 Malmquist productivity index results (summary) du Benin**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

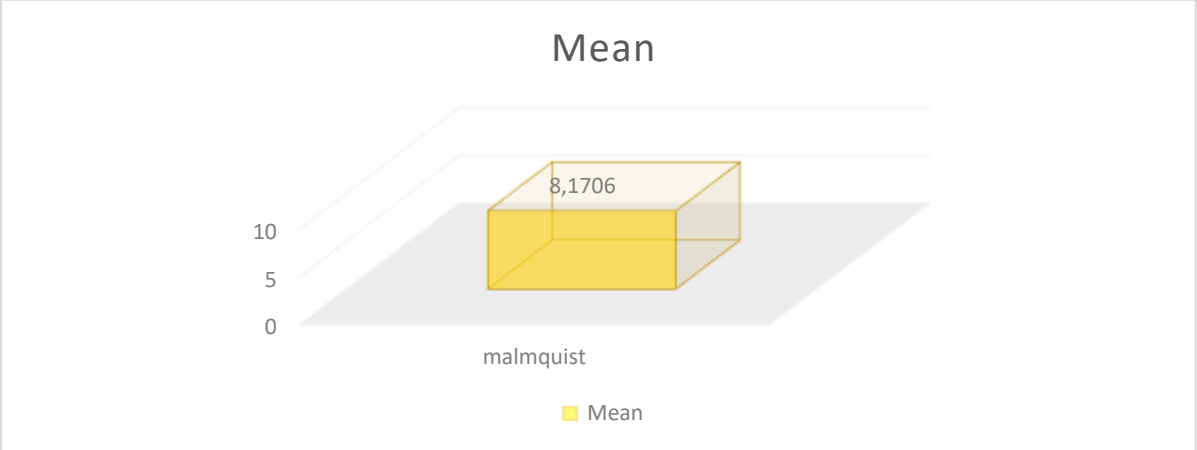
**Graphique 10 Malmquist max du Bénin**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.1.1 L'indice de Malmquist et ses deux composantes du Bénin**

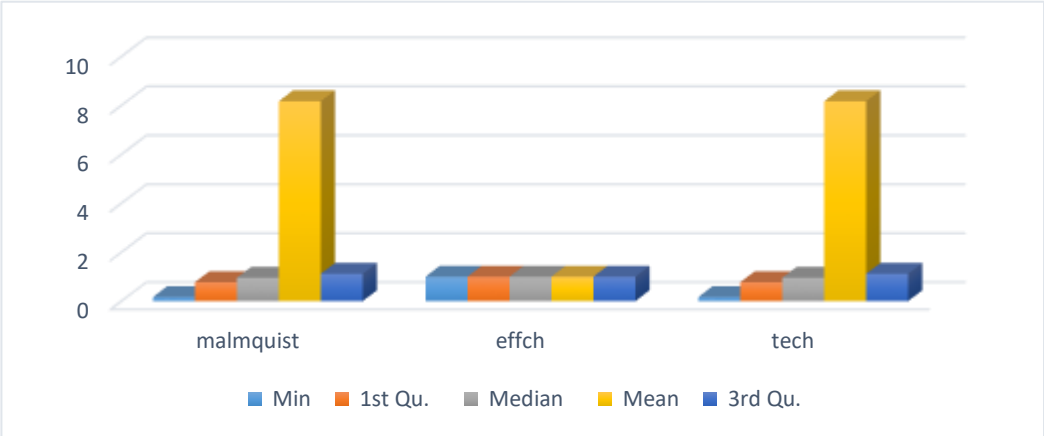
**Histogramme 7 productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

L'analyse de l'histogramme7 et le tableau 26 montrent que le Bénin a réalisé un gain d'efficacité technologique le plus élevé des régions 8,1706 en moyen loin devant tous les autres pays (histogramme 7). Ce résultat montre que la moyenne de l'efficacité technologie du Bénin a également permis de booster la productivité totale de toute la région ouest-africaine de notre échantillon d'étude et c'est cela expliquerait aussi la moyenne la plus élevée de l'indice Malmquist (histogramme 2) de toute la région d'étude.

**Histogramme 8 Malmquist et ses deux composantes**



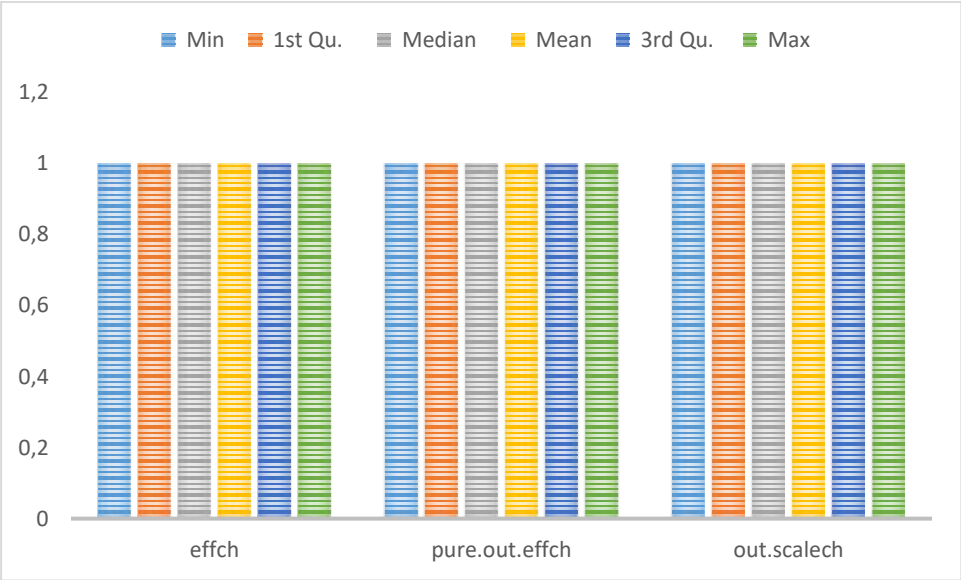

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.1.2 Mesure de l'efficacité technique une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Bénin**

**4.1.3.1.2.1 L'indice de l'efficacité technique et ses deux composantes du Bénin**

Globalement, la constante d'efficacité totale réalisée par le Bénin est attribuable à la fois à l'efficacité technique pure et à l'efficacité d'échelle pour un même niveau d'efficacité égal à 1 histogramme 9. On constate sur cet histogramme que les trois types d'efficacité ont connu une évolution linéaire qui expliquerait la faible efficacité technique totale.

**Histogramme 9 Les composantes d'efficacité technique**

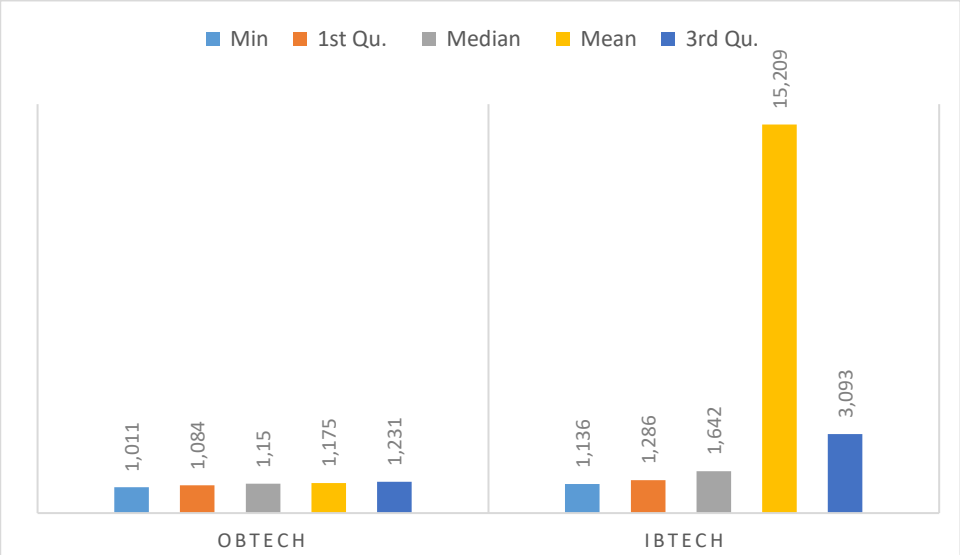



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.1.3.1.2.2 Changement de la productivité totale des facteurs du Bénin

S'agissant du changement de la productivité totale des facteurs, l'obtention d'une quantité d'output a nécessité 14, 034 fois d'unités d'inputs. Le déficit du changement de la productivité totale des facteurs est grandement stimulé par les facteurs dans une combinaison inefficiente des ressources (histogramme 10).

**Histogramme 10 Changements des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, ODCE.

### 4.1.3.2 Analyse de la productivité totale du Burkina Faso

**Tableau 28 Shephard distance function estimates (summary) du Burkina Faso**

```
   c111o      c100o            c011o            c000o      c110o
Min. : 1 Min. : 0.8898 Min. : 1.121 Min. : 1 Min. : 0.7685
1 st Qu. : 1   1st Qu. : 1.1708   1st Qu. : 1.204   1st Qu. : 1   1st Qu. : 0.9678
Median :1   Median :  1.3952   Median :  1.369   Median :1   Median : 1.0822
Mean   :1   Mean   :  6.6014   Mean   : 27.625   Mean   :1   Mean : 1.1218
3rd Qu. : 1   3rd Qu. :  1.6800   3rd Qu. :  2.075   3rd Qu. :1   3rd Qu. : 1.2370
Max. : 1   Max. : 132.5016   Max. : 626.794   Max. : 1   Max. : 1.9259
   c010o            v111o      v000o
Min. : 0.9762 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. : 1.0000   1st Qu. : 1   1st Qu. : 1
Median :  1.0908   Median :1   Median : 1
```

Mean : 31.4642 Mean :1 Mean : 1
3 rd Qu. : 1.5051 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1
Max. : 762.4178 Max. : 1 Max. : 1

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

La productivité totale Malmquist au Burkina a connu une croissance moyenne de 1,98427 attribuable à l'efficience technologique qu'à l'efficacité technique (histogramme 11).

**Tableau 29 Malmquist productivity index results (summary)du Burkina Faso**

Malmquist effch tech obtech biotech
Min. : 0.09479 Min. : 1 Min. : 0.09479 Min. : 1.027 Min. : 1.049
1 st Qu. : 0.92175 1 st Qu.:1 1st Qu. : 0.92175 1 st Qu.:1.107 1 st Qu. : 1.113
Median : 1.01414 Median :1 Median : 1.01414 Median :1.146 Median : 1.180
Mean : 1.98427 Mean :1 Mean : 1.98427 Mean :1.189 Mean : 2.965
3 rd Qu. : 1.17262 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1.17262 3rd Qu. : 1.256 3rd Qu. : 1.631
Max. : 17.87135 Max. : 1 Max. : 17.87135 Max. : 1.530 Max. : 27.873
matech pure.out.effch out.scalech
Min. : 0.007547 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu.:0.595478 1 st Qu.:1 1 st Qu.:1
Median :0.716764 Median : 1 Median : 1
Mean :0.700803 Mean : 1 Mean : 1
3 rd Qu. : 0.854137 3rd Qu. : 1 3 rd Qu. : 1
Max. : 1.123875 Max. : 1 Max. : 1

Source :construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données du FAO, Countrysat, BM.

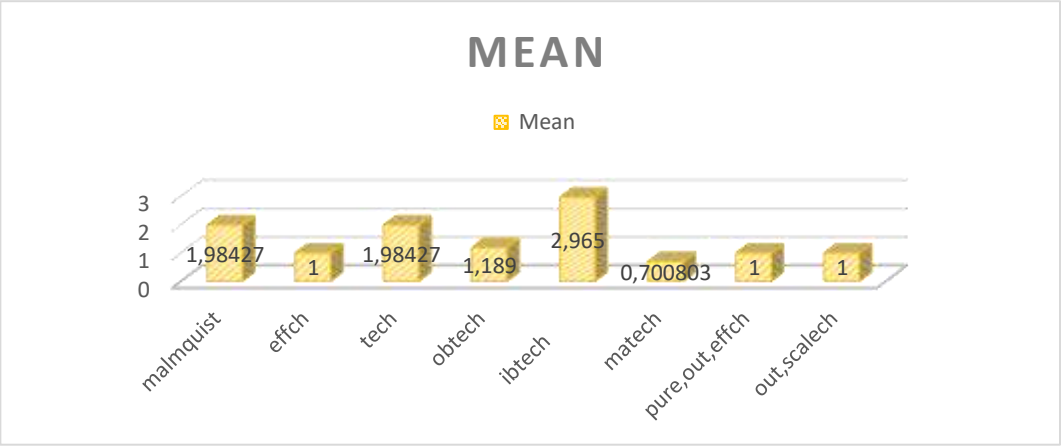
**Tableau 30 Représentation simplifiée Malmquist productivity (summary)du Burkina Faso**

| | malmquist | Effch | tech | obtech | biotech | matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.09479 | 1 | 0.09479 | 1.027 | 1.049 | 0.007547 | 1 | 1 |
| 1 st Qu. | 0.92175 | 1 | 0.92175 | 1.107 | 1.113 | 0.595478 | 1 | 1 |
| Median | 1.01414 | 1 | 1.01414 | 1.146 | 1.180 | 0.716764 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 1.98427 | 1 | 1.98427 | 1.189 | 2.965 | 0.700803 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1.17262 | 1 | 1.17262 | 1.256 | 1.631 | 0.854137 | 1 | 1 |
| Max. | 17.87135 | 1 | 17.87135 | 1.530 | 27.873 | 1.123875 | 1 | 1 |

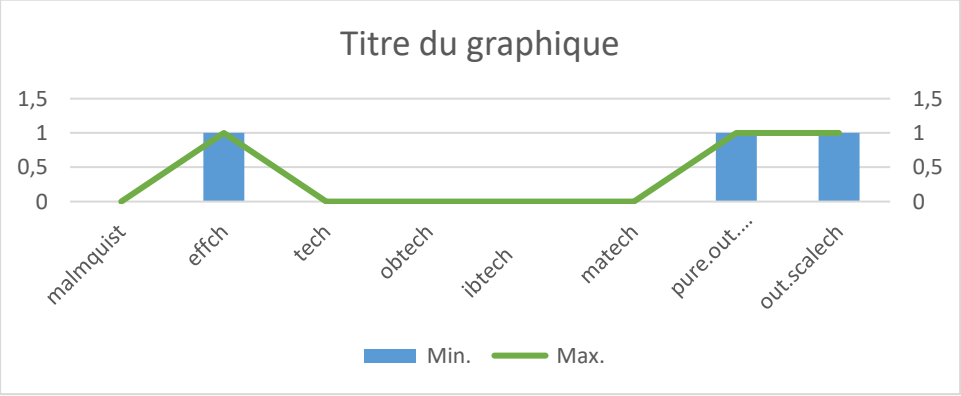
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Histogramme 11 Malmquist productivity index results (summary)**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

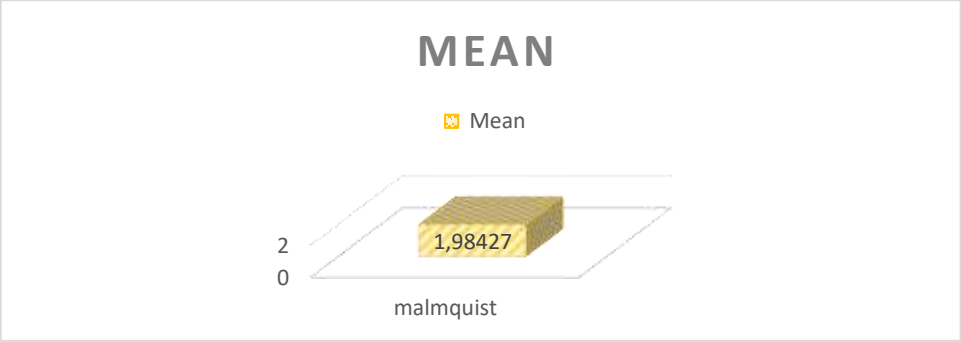
**Histogramme 12 Malmquist productivity index results (summary) max-mini**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

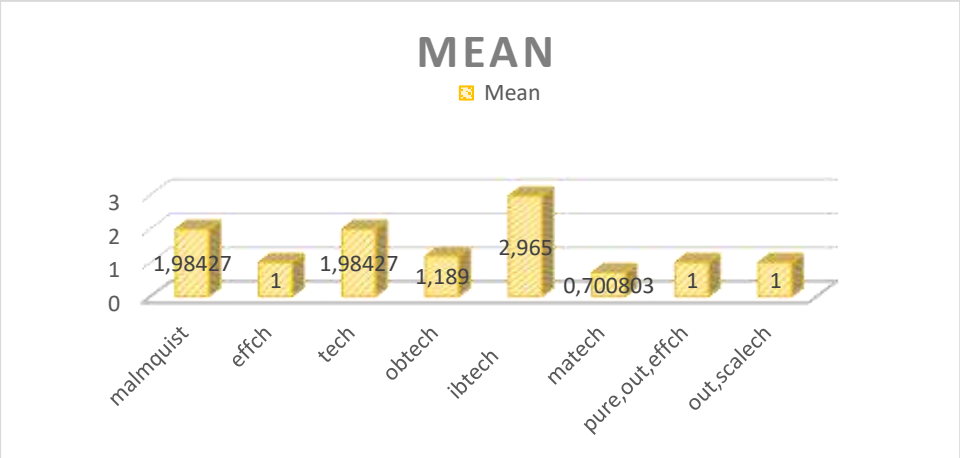
#### 4.1.3.2.1 L'indice de Malmquist et ses deux composantes

**Histogramme 13 Productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Histogramme 14 Malmquist et ses deux composantes**



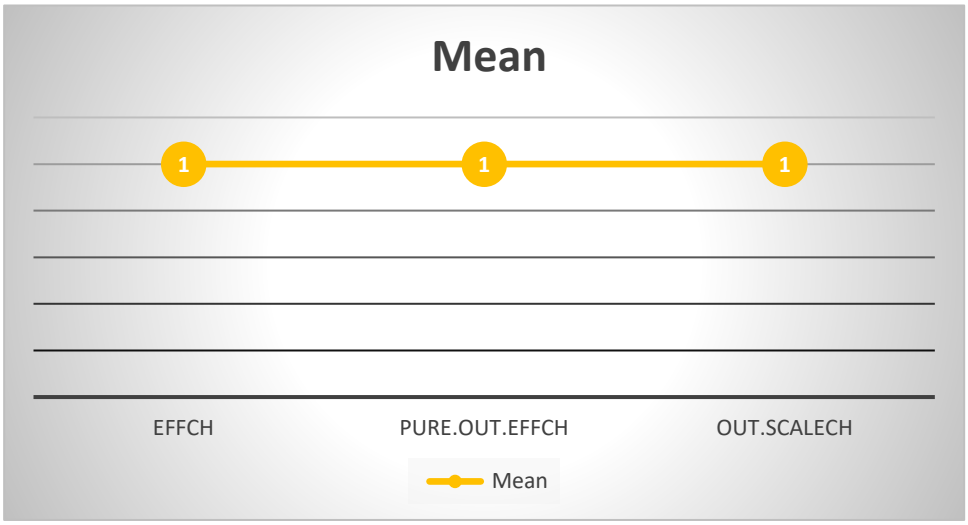

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

#### 4.1.3.2.2 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)

##### 4.1.3.2.2.1 L'indice de l'efficacité technique et ses deux composantes

Caractérisée par une constante d'efficacité totale égale à 1, l'efficacité pure et d'échelle connait le même niveau de performance productive dans la combinaison des facteurs de production (graphique 11). L'efficacité technique pure suit une évolution stationnaire avec un score moyen. L'efficacité d'échelle a connu aussi une évolution stationnaire qui explique la faiblesse de la productivité de l'agriculture du Burkina-Faso.

**Graphique 11 les composantes d'efficacité technique**

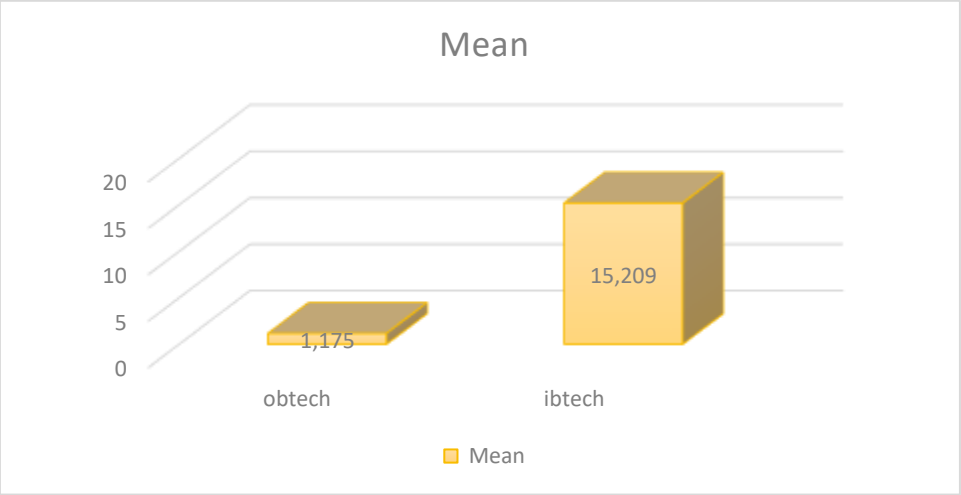



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**4.1.3.2.2.2 Changement de la productivité totale des facteurs**

En termes de combinaison des facteurs de production, l'essentiel des outputs est obtenu par suite d'une surutilisation des inputs (histogramme 15) par l'incapacité à bien les inputs.

**Histogramme 15 Changement des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.3 Analyse de la productivité totale de la Côte-D'Ivoire**

**Tableau 31 Shephard distance function estimates (summary) de la Côte D'Ivoire**

| c111o | c100o | c011o | c000o | c110o |
|---|---|---|---|---|
| Min. : 1 | Min. : 0.9942 | Min. : 0.9906 | Min. : 1 | Min. : 0.9333 |

1 st Qu. : 1 1st Qu. : 1.3174 1st Qu. : 1.0770 1st Qu. : 1 1st Qu. : 0.9891
Median :1 Median : 1.3719 Median : 1.3332 Median :1 Median : 1.0087
Mean :1 Mean : 2.0333 Mean : 74.5809 Mean :1 Mean : 1.1634
3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1.7208 3rd Qu. : 1.8357 3rd Qu. :1 3rd Qu. : 1.2219
Max. : 1 Max. : 12.5305 Max. : 1811.2590 Max. : 1 Max. : 2.1814
c010o v111o v000o
Min. : 0.979 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. : 1.000 1st Qu. : 1 1st Qu. : 1
Median : 1.160 Median :1 Median : 1
Mean : 74.867 Mean :1 Mean : 1
3 rd Qu. : 1.326 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1
Max. : 1828.779 Max. : 1 Max. : 1

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La région ivoirienne a connu une amélioration de sa productivité totale des facteurs de l'indice de Malmquist de 2,5233 (histogramme 17) en moyenne favorisée par l'adoption d'une meilleure technologie et par une utilisation non judicieuse des inputs permettant l'obtention maximale des outputs. Ce progrès est attribuable à l'efficience technologique qui a connu pendant la période d'étude une meilleure performance contrairement au progrès technique qui connait une évolution d'efficacité stationnaire égale à 1en moyenne au cours de la période d'étude. Le graphique ci-dessous donne l'évolution des indices de productivité pour toute la période de l'indice de Malmquist et de ses deux composantes (tableau 31,32; graphique 12; histogramme 16m 17).

**Tableau 32 Malmquist productivity index results (summary) de la Côte D'Ivoire**

Malmquist effch tech obtech biotech
Min. : 0.3449 Min. : 1 Min. : 0.3449 Min. : 1.014 Min. : 1.035
1 st Qu. : 0.8806 1st Qu. : 1 1st Qu. : 0.8806 1st Qu. : 1.053 1st Qu. : 1.150
Median : 0.9958 Median :1 Median : 0.9958 Median :1.132 Median : 1.219
Mean : 2.5233 Mean :1 Mean : 2.5233 Mean :1.152 Mean : 3.398
3 rd Qu. : 1.1910 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1.1910 3rd Qu. : 1.190 3rd Qu. : 1.535
Max. : 31.3888 Max. : 1 Max. : 31.3888 Max. : 1.501 Max. : 42.794
matech pure.out.effch out.scalech
Min. : 0.07981 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu.:0.58136 1 st Qu.:1 1 st Qu.:1
Median :0.72893 Median : 1 Median : 1

Mean :0.67690 Mean : 1 Mean : 1

3 rd Qu. : 0.75905 3rd Qu. : 1 3 rd Qu. : 1

Max. : 1.00585 Max. : 1 Max. : 1

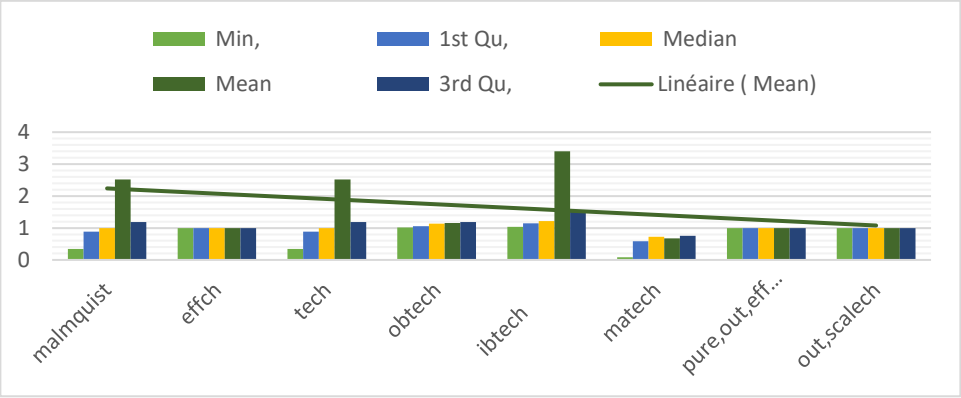
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données du FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Tableau 33 Représentions simplifiée Malmquist productivity index results (summary) de la Côte D'Ivoire**

| | malmquist | Effch | tech | Obtech | ibtech | Matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.3449 | 1 | 0.3449 | 1.014 | 1.035 | 0.07981 | 1 | 1 |
| 1 st Qu, | 0.8806 | 1 | 0.8806 | 1.053 | 1.150 | 0.58136 | 1 | 1 |
| Median | 0.9958 | 1 | 0.9958 | 1.132 | 1.219 | 0.72893 | 1 | 1 |
| Mean | 2.5233 | 1 | 2.5233 | 1.152 | 3.398 | 0.67690 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1.1910 | 1 | 1.1910 | 1.190 | 1.535 | 0.75905 | 1 | 1 |
| Max. | 31.3888 | 1 | 31.3888 | 1.501 | 42.794 | 1.00585 | 1 | 1 |

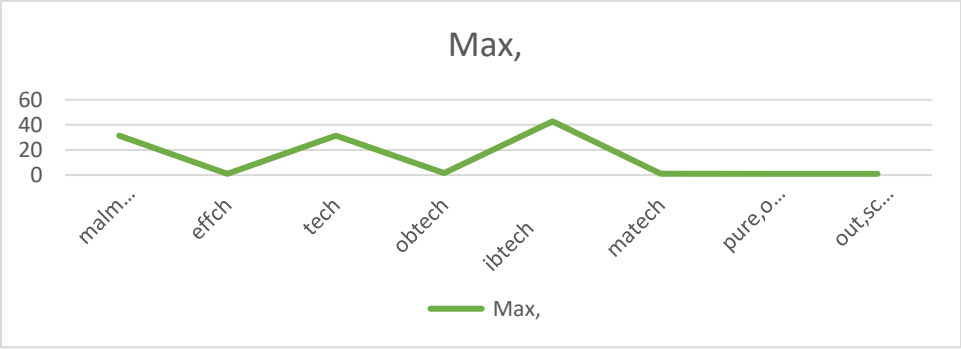
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 16 Malmquist productivity index results (summary):**



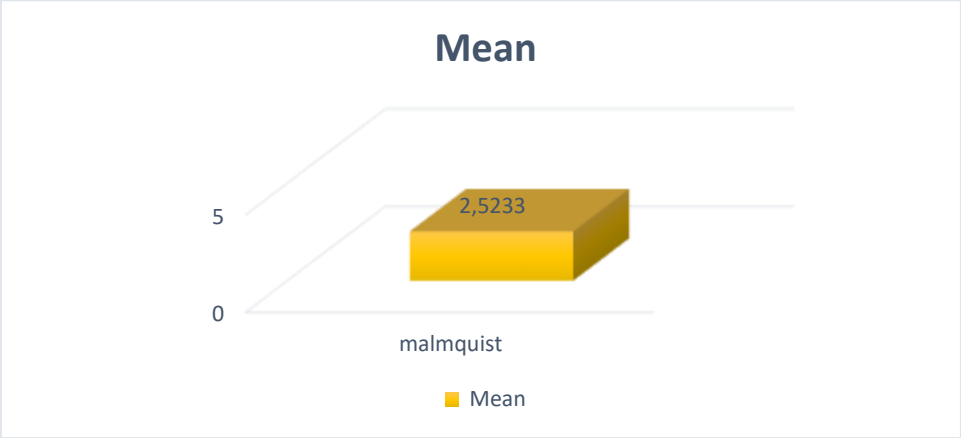

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 12 Malmquist productivity index results (summary) Max**



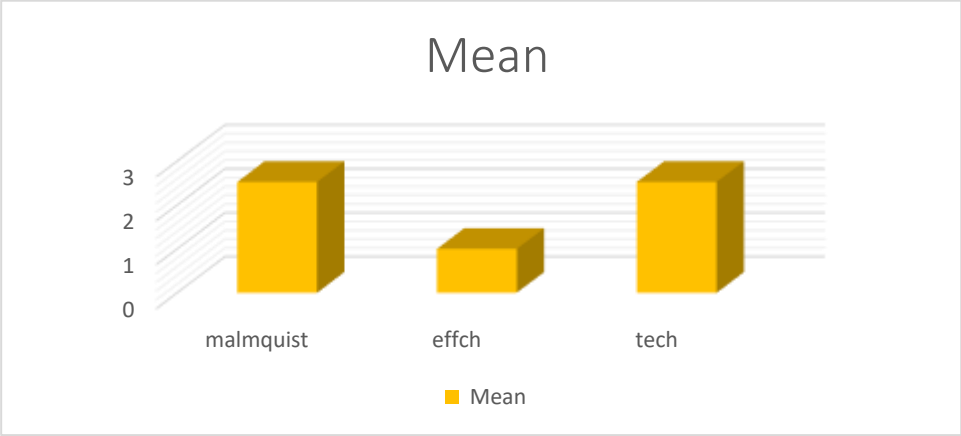

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 17 Productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 18 Malmquist et ses composantes 18**



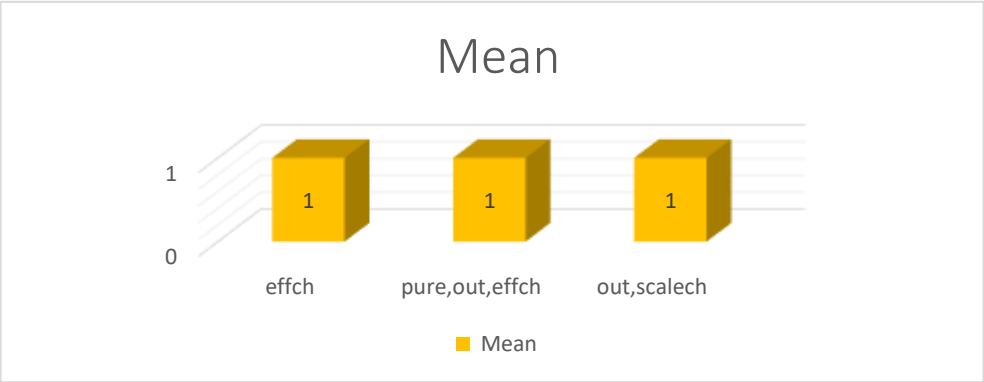

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM,OCDE.

**4.1.3.3.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)**

**4.1.3.3.1.1 Les composantes d'efficacité technique**

De même que dans le graphique précèdent, l'efficacité totale de la Côte d'Ivoire est égale à 1, ainsi, l'efficacité pure et d'échelle connaissent le même niveau de performance productive dans la combinaison des facteurs de production (histogramme 19). L'efficacité technique pure suit une évolution stationnaire avec un score moyen égal à 1 comme l'efficacité d'échelle aussi connait une évolution stationnaire en moyenne égale à 1.

**Histogramme 19 Les composantes d'efficacité technique**

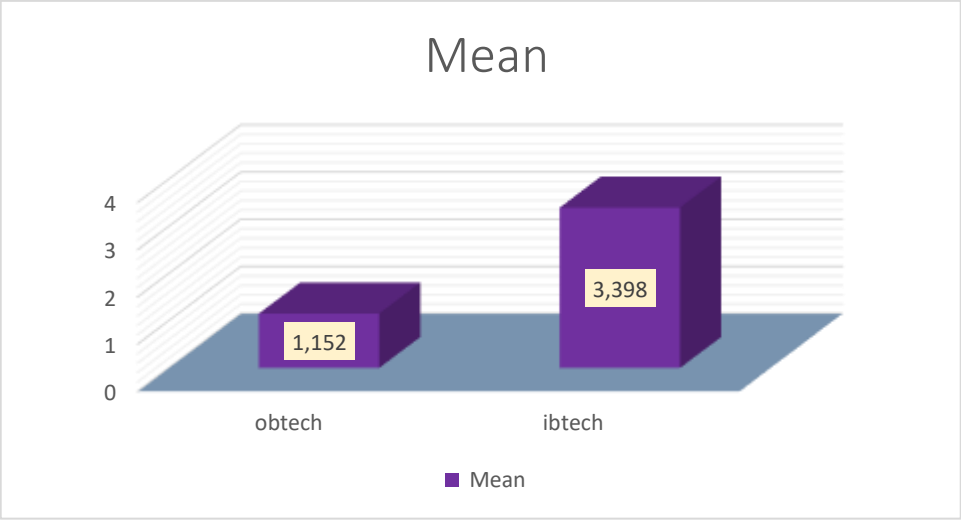



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.3.1.2 Changement de la productivité totale des facteurs**

Pour ce qui concerne le changement de la productivité totale des facteurs, contrairement au Bénin, la Côte D'Ivoire s'approche du Burkina Faso dans l'utilisation judicieuse des ressources qui permettent d'obtenir des outputs optimales (histogramme 20)

**Histogramme 20 Changements des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.4 Résultat productivité totale agricole malienne**

**Tableau 34 Shephard distance function estimates (summary) du Mali**

```
   c111o       c100o            c011o            c000o       c110o
Min. : 1 Min. : 0.8889 Min. : 0.984 Min. : 1 Min. : 0.7389
1 st Qu. : 1    1st Qu. : 1.1330   1st Qu. : 1.201    1st Qu. : 1    1st Qu. : 0.9947
Median :1    Median : 1.5396   Median :    1.422    Median :1    Median : 1.1203
Mean    :1    Mean    : 4.3277   Mean    :  84.931    Mean    :1    Mean : 1.2020
3rd Qu. : 1    3rd Qu. : 1.9619   3rd Qu. :    2.036    3rd Qu. :1    3rd Qu. : 1.3311
Max. : 1    Max. : 43.7184   Max. : 2119.720   Max. : 1    Max. : 1.9544
   c010o            v111o       v000o
Min. : 0.9804 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. : 1.0148    1st Qu. : 1    1st Qu. : 1
Median :    1.0902    Median :1    Median : 1
Mean    :  80.9611    Mean    :1    Mean : 1
3 rd Qu. : 1.3919    3rd Qu. : 1    3rd Qu. : 1
Max. : 2036.1407    Max. : 1    Max. : 1
```

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

En somme, l'amélioration de la productivité totale des facteurs de l'indice de Malmquist réalisée au Mali est de 2,4912 en moyenne essentiellement due à l'adoption de la meilleure technologie sinon en termes de technique de production elle se stabilise en moyenne égale à 1. Le tableau 34, 35 ci-dessous, l'histographie 21,22,23; graphique 13 expliquent l'efficacité de l'indice de Malmquist et ses deux composantes.

**Tableau 35 Malmquist productivity index results (summary) du Mali**

Malmquist effch tech obtech biotech
Min. : 0.1751 Min. : 1 Min. : 0.1751 Min. : 1.019 Min. : 1.038
1 st Qu. : 0.7594 1st Qu. : 1 1st Qu. : 0.7594 1st Qu. : 1.103 1st Qu. : 1.086
Median : 1.0604 Median :1 Median : 1.0604 Median :1.182 Median : 1.354
Mean : 2.4912 Mean :1 Mean : 2.4912 Mean :1.217 Mean : 3.650
3 rd Qu. : 1.3511 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1.3511 3rd Qu. : 1.298 3rd Qu. : 2.195
Max. : 33.6024 Max. : 1 Max. : 33.6024 Max. : 1.510 Max. : 46.960
matech pure.out.effch out.scalech
Min. : 0.02287 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu.:0.51003 1 st Qu.:1 1 st Qu.:1
Median :0.64962 Median : 1 Median : 1
Mean :0.64071 Mean : 1 Mean : 1
3 rd Qu. : 0.88265 3rd Qu. : 1 3 rd Qu. : 1
Max. : 1.12501 Max. : 1 Max. : 1

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

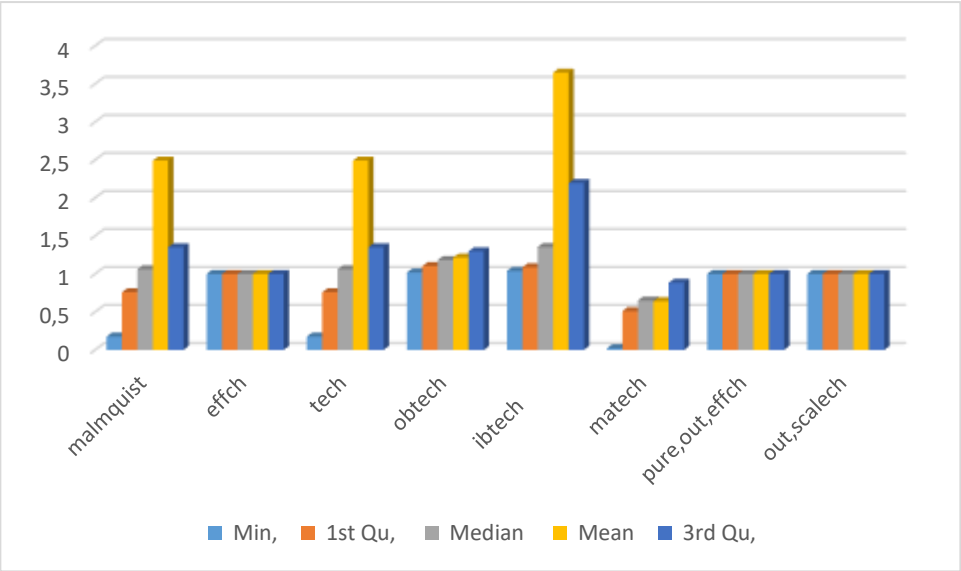
**Tableau 36 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Mali**

| | malmquist | effch | Tech | obtech | biotech | matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.1751 | 1 | 0.1751 | 1.019 | 1.038 | 0.02287 | 1 | 1 |
| 1 st Qu. | 0.7594 | 1 | 0.7594 | 1.103 | 1.086 | 0.51003 | 1 | 1 |
| Median | 1.0604 | 1 | 1.0604 | 1.182 | 1.354 | 0.64962 | 1 | 1 |
| Mean | 2.4912 | 1 | 2.4912 | 1.217 | 3.650 | 0.64071 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1.3511 | 1 | 1.3511 | 1.298 | 2.195 | 0.88265 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max. | 33.6024 | 1 | 33.6024 | 1.510 | 46.960 | 1.12501 | 1 | 1 |

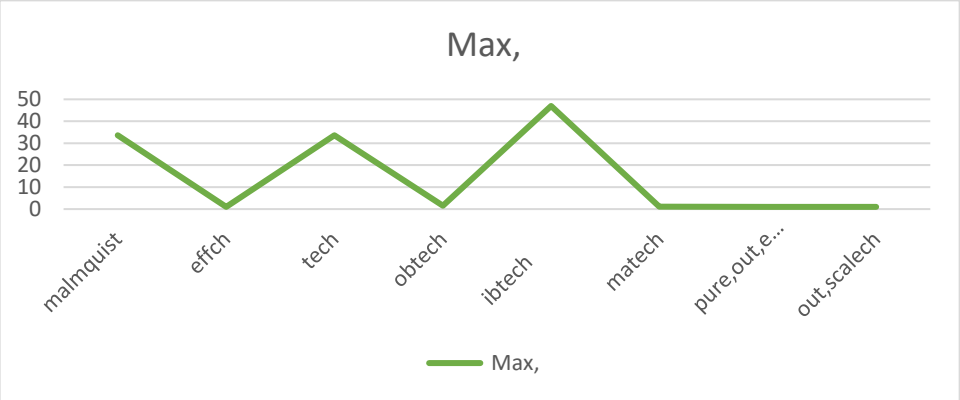
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 21 Malmquist productivity index results (summary)**



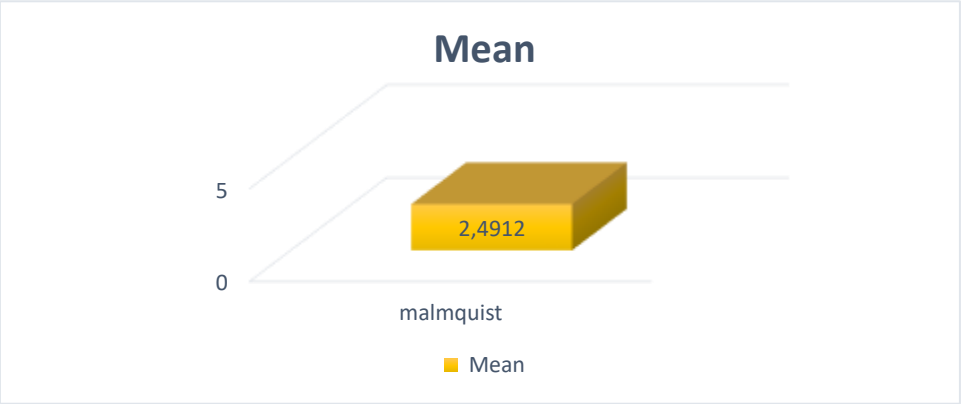

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 13 Malmquist productivity index results (summary) Max**



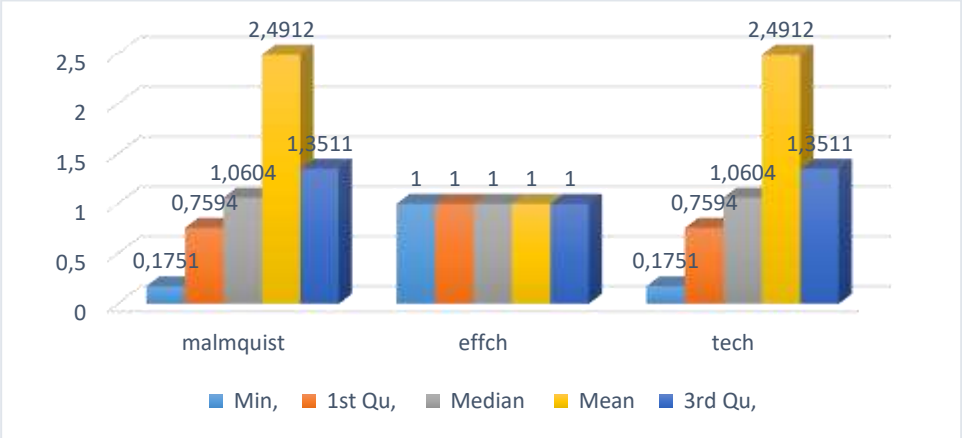

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 22 Productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 23 Malmquist et ses composantes**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

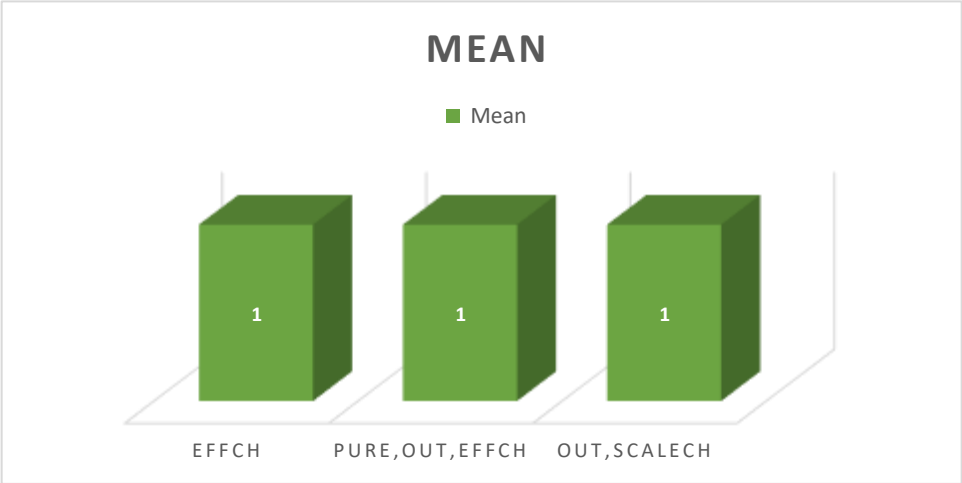
**4.1.3.4.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Mali**

**4.1.3.4.1.1 Les composantes d'efficacité technique**

Il ressort de l'histogramme ci-dessous que l'indice moyen d'efficacité technique totale du Mali est stationnaire. Ce résultat signifie qu'en moyenne, sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants, l'efficacité technique du Mali est constante, la combinaison des inputs n'est moins ni plus dans l'obtention des outputs maximaux. Cela signifie qu'ils n'existent pas assez d'écarts dans la gestion des ressources d'un point de vue global et par rapport à la disponibilité du processus de production tels que l'éducation agricole qui permet de booster la productivité agricole par les meilleures techniques de production. L'interprétation qu'on aurait pu donner à la stationnarité de

des deux composantes d'efficacité : pure et échelle serait une mauvaise utilisation des inputs inadaptés à la taille des exploitations agricoles. Ce qui veut dire qu'il y a une relation négative entre la taille de l«,exploitation et la capacité des agriculteurs à combiner les inputs et les outputs (histogramme 24).

**Histogramme 24 Productivité moyenne des composantes d'efficacité techniques**

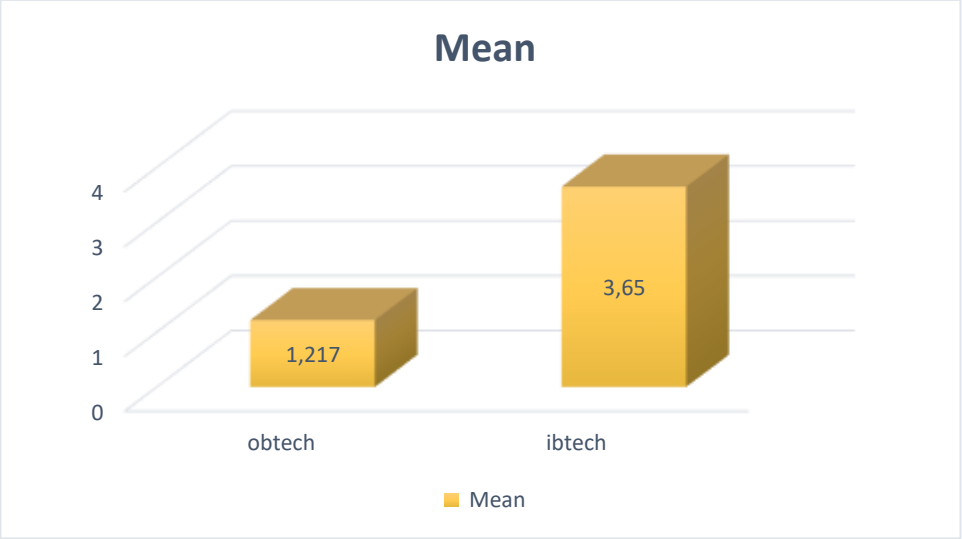



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.1.3.4.1.2 Changement de la productivité totale des facteurs

L'obtention des ouputs maximales par suite d'une utilisation judicieuse des inputs est comparable à celle des du Burkina et de la cote d'ivoire pour un écart de 2,433 de plus d'unité d'inputs qui permet d'obtenir une unité d'output optimale (histogramme 25).

**Histogramme 25 Changements des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.5 Analyse de la productivité totale des facteurs du Nigeria**

**Tableau 37 Shephard distance function estimates (summary) du Nigeria**

```
   c111o      c100o          c011o          c000o      c110o
Min. : 1 Min. : 0.8843 Min. : 1.009 Min. : 1 Min. : 0.8035
1 st Qu. : 1   1st Qu. : 1.0884   1st Qu. : 1.126   1st Qu. : 1   1st Qu. : 0.9459
Median :1   Median : 1.5059   Median :  1.324   Median :1   Median : 0.9957
Mean   :1   Mean   : 5.7701   Mean   : 12.816   Mean   :1   Mean : 1.5209
3rd Qu. : 1   3rd Qu. : 3.0367   3rd Qu. :  3.671   3rd Qu. :1   3rd Qu. : 1.2672
Max. : 1   Max. : 77.7375   Max. : 252.029   Max. : 1   Max. : 8.8615
   c010o          v111o      v000o
Min. : 0.9818 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. : 0.9840   1st Qu. : 1   1st Qu. : 1
Median :  1.1079   Median :1   Median : 1
Mean   : 11.5745   Mean   :1   Mean : 1
3 rd Qu. : 2.7388   3rd Qu. : 1   3rd Qu. : 1
Max. : 240.0354   Max. : 1   Max. : 1
```

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

Pour le cas du Nigeria, l'indice de Malmquist connait une performance moyenne de 1,7229 stimulés essentiellement par l'adoption de la technologie d'une efficacité en moyenne de 1,7229. L'histogramme 26, 27, 28; graphique 14 ci-dessous présente l'évolution pour toute la période. Cependant, l'efficacité technique totale est une constante égale à 1.

**Tableau 38 Malmquist productivity index results (summary) du Nigeria**

```
  Malmquist        effch        tech          obtech        biotech
Min. : 0.1190 Min. : 1 Min. : 0.1190 Min. : 1.002 Min. : 1.034
1 st Qu. : 0.7487   1st Qu. : 1   1st Qu. : 0.7487   1st Qu. : 1.028   1st Qu. : 1.171
Median : 0.9449   Median :1   Median : 0.9449   Median :1.105   Median : 1.489
Mean   : 1.7229   Mean   :1   Mean   : 1.7229   Mean   :1.289   Mean : 2.454
3 rd Qu. : 1.9311   3rd Qu. : 1   3rd Qu. : 1.9311   3rd Qu. : 1.237   3rd Qu. : 2.431
Max. : 13.8650   Max. : 1   Max. : 13.8650   Max. : 3.151   Max. : 15.750
    matech        pure.out.effch  out.scalech
Min. : 0.01286 Min. : 1      Min. : 1
1 st Qu.:0.34706   1 st Qu.:1      1 st Qu.:1
Median :0.66615   Median : 1      Median : 1
Mean   :0.62519   Mean : 1      Mean : 1
3 rd Qu. : 0.91886   3rd Qu. : 1      3 rd Qu. : 1
Max. : 1.13080   Max. : 1      Max. : 1
```

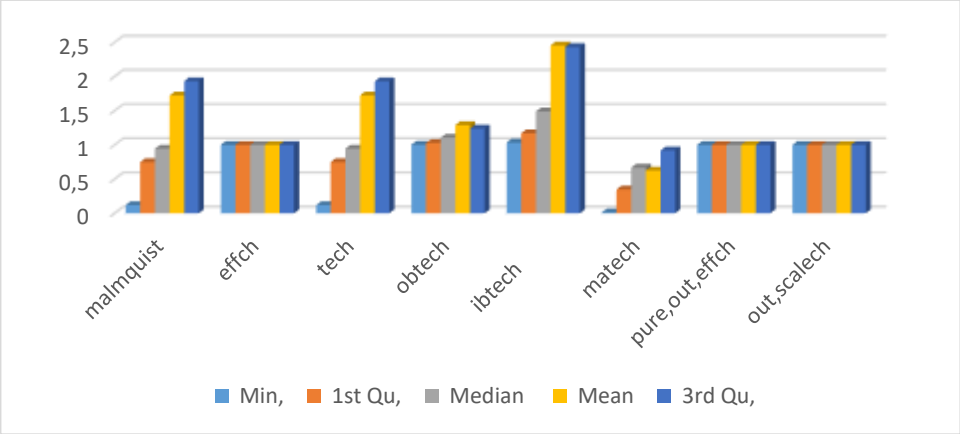
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Tableau 39 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Nigeria**

| | Malmquist | effch | tech | Obtech | biotech | matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.1190 | 1 | 0.1190 | 1.002 | 1.034 | .01286 | 1 | 1 |
| 1 st Qu. | 0.7487 | 1 | 0.7487 | 1.028 | 1.171 | 0.34706 | 1 | 1 |
| Median | 0.9449 | 1 | 0.9449 | 1.105 | 1.489 | 0.66615 | 1 | 1 |
| Mean | 1.7229 | 1 | 1.7229 | 1.289 | 2.454 | 0.62519 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1.9311 | 1 | 1.9311 | 1.237 | 2.431 | 0.91886 | 1 | 1 |
| Max. | 13.8650 | 1 | 13.8650 | 3.151 | 15.750 | 1.13080 | 1 | 1 |

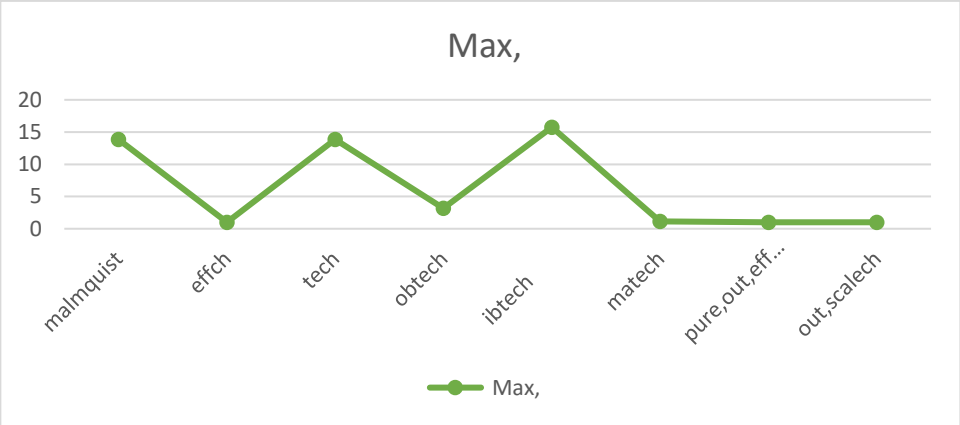
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 26 Malmquist productivity index results (summary):**



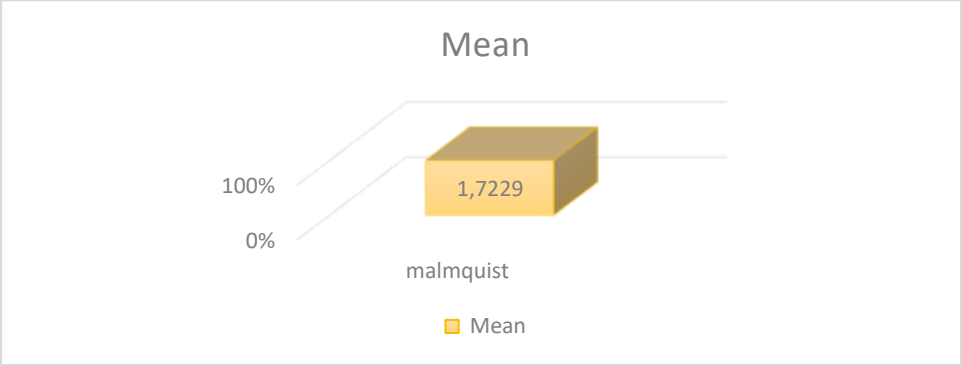

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 14 Malmquist productivity index results (summary)**



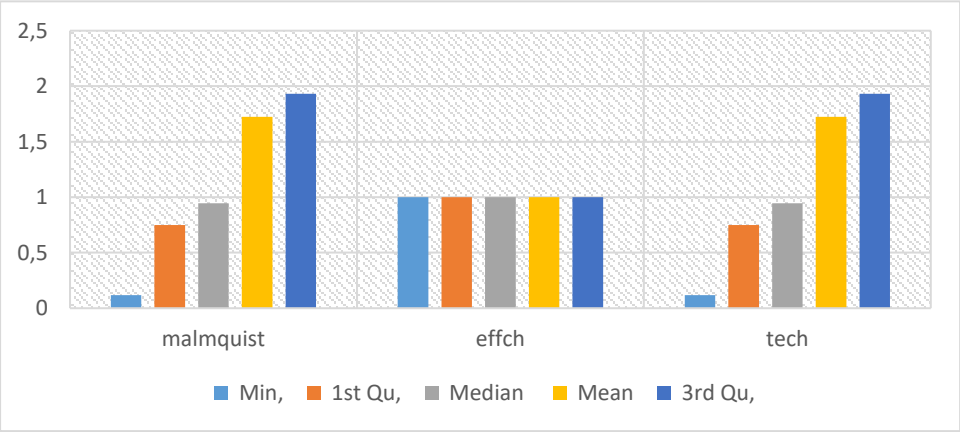

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Histogramme 27 Productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Histogramme 28 Malmquist et ses composantes**



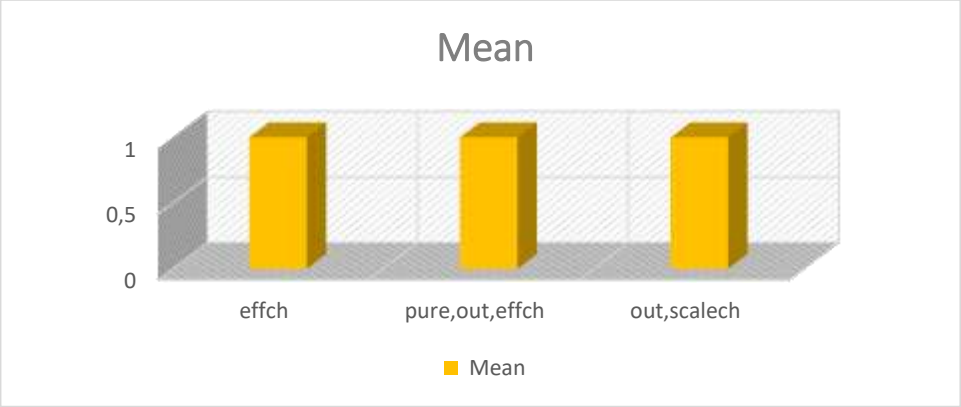

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

#### 4.1.3.5.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Nigeria

##### 4.1.3.5.1.1 L'efficacité technique et ses deux composantes

Les résultats du Nigeria (histogramme29) montrent que l'efficacité technique totale moyenne s'établit à 1 comme celles de ses deux composantes. Les tableaux 37, 38, 39 et l'histogramme 29 permet d'identifier les facteurs qui ont contribué à la stationnarité de cette efficacité technique. D'une part, nous considérons que la combinaison des facteurs de production a été judicieuse et elle possède la combinaison optimale des ressources. D'autre part, la moyenne de l'efficacité totale égale à 1 ne permet d'avoir une efficacité agricole compétitive, car la performance a peu d'incidence considérant une efficacité technique constante égale à 1.

**Histogramme 29 Les composantes d'efficacité technique**

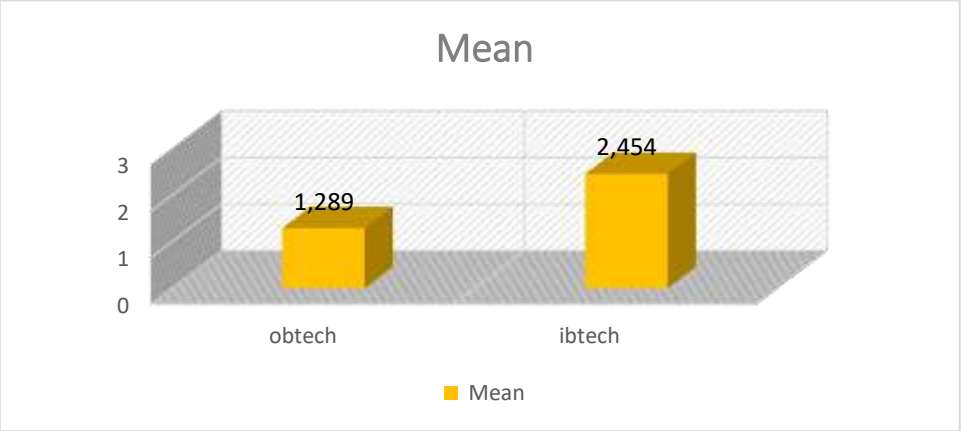



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.5.1.2 Changement de la productivité totale des facteurs**

On remarque le changement technologique des inputs exerce une influence certaine dans l'obtention des outputs mais ce changement en hausse expliquerait une amélioration des outputs obtenues avec un léger gaspillage des facteurs (histogramme 30).

**Histogramme 30 Changements des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.6 Résultat de la productivité totale des facteurs du Sénégal**

**Tableau 40 Shephard distance function estimates (summary)du Sénégal**

| c111o | c100o | c011o | c000o | c110o |
|---|---|---|---|---|
| Min. : 1 | Min. : 0.7919 | Min. : 0.9157 | Min. : 1 | Min. : 0.7437 |
| 1 st Qu. : 1 | 1st Qu. : 1.2951 | 1st Qu. : 1.2168 | 1st Qu. : 1 | 1st Qu. : 1.0509 |
| Median :1 | Median : 1.6799 | Median : 1.6851 | Median :1 | Median : 1.2421 |
| Mean :1 | Mean : 7.3916 | Mean : 100.0391 | Mean :1 | Mean : 1.3614 |

3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 3.0701 3rd Qu. : 1.9480 3rd Qu. :1 3rd Qu. : 1.5292
Max. : 1 Max. : 77.9333 Max. : 2406.9327 Max. : 1 Max. : 3.5435
c010o v111o v000o
Min. : 0.9777 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. : 1.0289 1st Qu. : 1 1st Qu. : 1
Median : 1.1234 Median :1 Median : 1
Mean : 95.3151 Mean :1 Mean : 1
3 rd Qu. : 1.3501 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1
Max. : 2371.0114 Max. : 1 Max. : 1

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

Concernant le Sénégal, la productivité totale de l'indice de Malmquist a connu la meilleure performance productive en moyenne à 2,6496 après le Bénin. Ce résultat s'interprète comme celle du Bénin décrit ci-dessus, favorisé essentiellement, par l'effet de la technologie suivie d'un niveau statique d'efficacité technique. L'évolution des indices de productivité est représentée ci-dessous (tableau 40, 41; graphique 15, 16; histogramme 31, 32).

**Tableau 41 Malmquist productivity index results (summary) du Sénégal**

Malmquist effch tech obtech ibtech
Min. : 0.1464 Min. : 1 Min. : 0.1464 Min. : 1.072 Min. : 1.046
1 st Qu. : 0.7047 1st Qu. : 1 1st Qu. : 0.7047 1st Qu. : 1.128 1st Qu. : 1.109
Median : 0.9828 Median :1 Median : 0.9828 Median :1.271 Median : 1.260
Mean : 2.6496 Mean :1 Mean : 2.6496 Mean :1.320 Mean : 4.441
3 rd Qu. : 1.1988 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1.1988 3rd Qu. : 1.421 3rd Qu. : 2.775
Max. : 38.9327 Max. : 1 Max. : 38.9327 Max. : 1.915 Max. : 49.277
matech pure.out.effch out.scalech
Min. : 0.01283 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu.:0.33811 1 st Qu.:1 1 st Qu.:1
Median :0.59543 Median : 1 Median : 1
Mean :0.55611 Mean : 1 Mean : 1
3 rd Qu. : 0.77217 3rd Qu. : 1 3 rd Qu. : 1
Max. : 1.26277 Max. : 1 Max. : 1

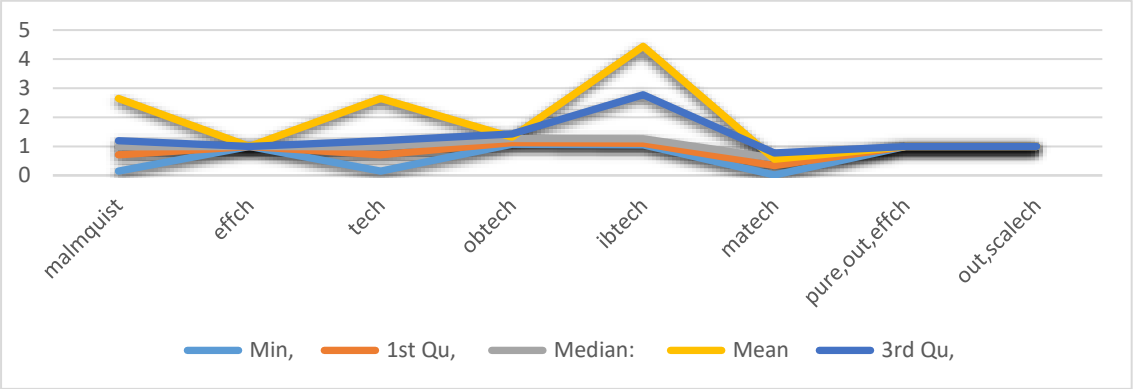
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Tableau 42 Représentation simplifier Malmquist productivity index results (summary) du Sénégal**

| | malmquist | Effch | tech | obtech | Ibtech | matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.1464 | 1 | 0.1464 | 1.072 | 1.046 | 0.01283 | 1 | 1 |
| 1 st Qu. | 0.7047 | 1 | 0.7047 | 1.128 | 1.109 | 0.33811 | 1 | 1 |
| Median : | 0.9828 | 1 | 0.9828 | 1.271 | 1.260 | 0.59543 | 1 | 1 |
| Mean | 2.6496 | 1 | 2.6496 | 1.320 | 4.441 | 0.55611 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1.1988 | 1 | 1.1988 | 1.421 | 2.775 | 0.77217 | 1 | 1 |
| Max. | 38.9327 | 1 | 38.9327 | 1.915 | 49.277 | 1.26277 | 1 | 1 |

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 15 Malmquist productivity index results (summary)**

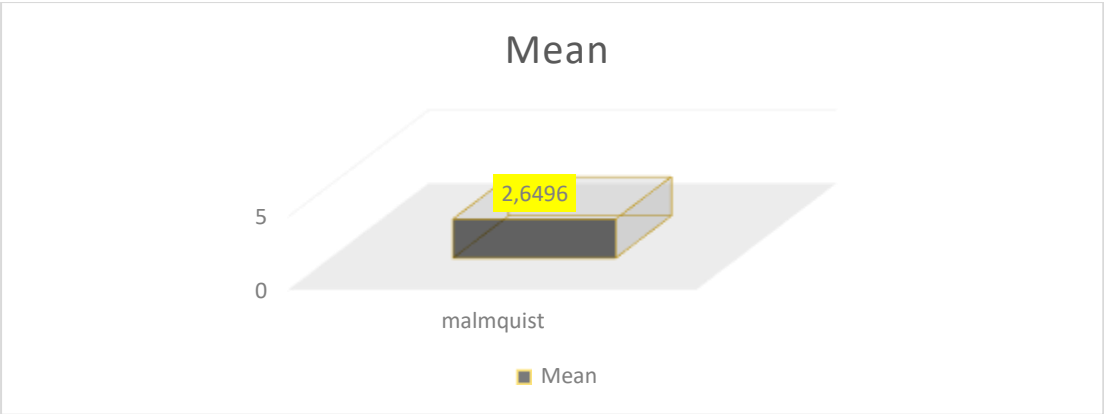



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 16 Malmquist productivity index results (summary) Max**

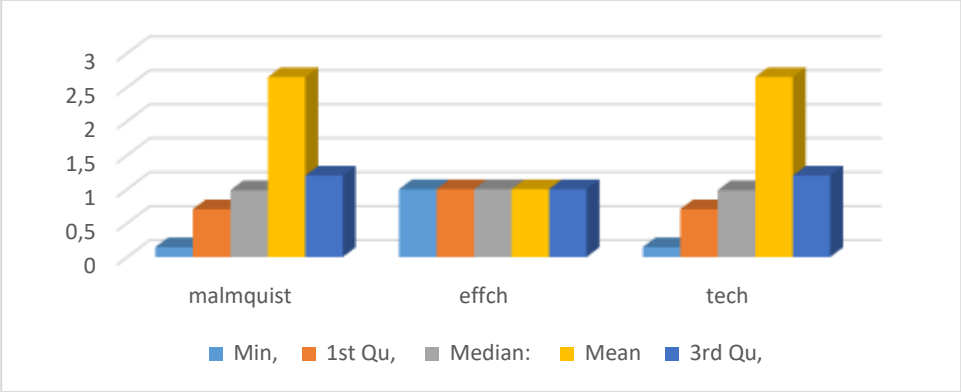
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 31 Productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 32 Malmquist et ses composantes**



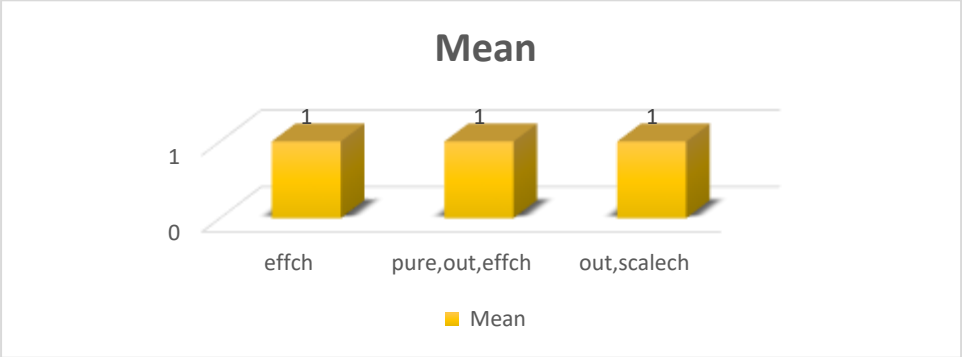

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

#### 4.1.3.6.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)

##### 4.1.3.6.1.1 Les composantes de l'efficacité technique

Le tableau ci-dessous présente le détail en ce qui concerne les composantes de l'efficacité technique. Les résultats montrent que l'efficacité technique totale du Sénégal est stationnaire égal à 1 et elle s'interprète de la même manière que celle décrite précédemment comme pour dire que ni l'efficacité pure et d'échelle n'ont pas été à la hauteur à pouvoir influencer, c'est-à-dire que la capacité des producteurs est faible dans la transformation des inputs en général, de la vulgarisation agricole, la formation agricole en particulier […] (histogramme 33).

**Histogramme 33 Les composantes d'efficacité technique**

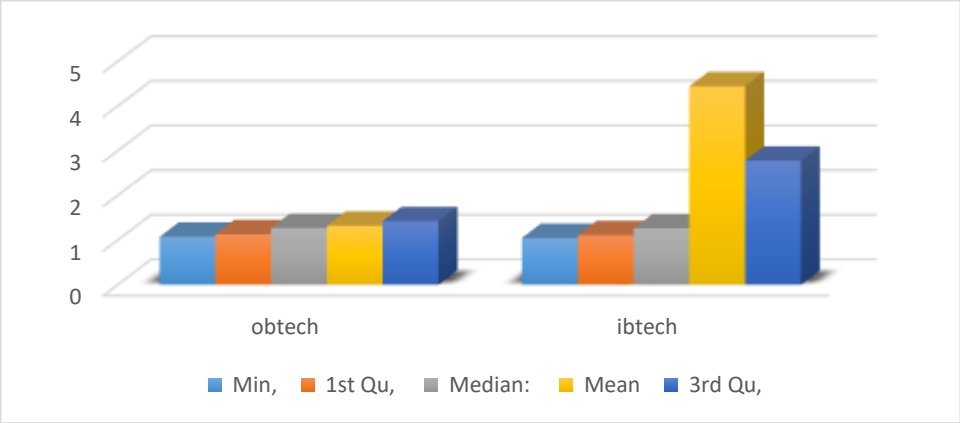



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.1.3.6.1.2 Changement de la productivité totale des facteurs

Le Sénégal en termes d'obtention optimale des outputs utilise autant des facteurs de production au-dessus desquels il n'entraine aucun effet sur la production, mais nous constatons qu'il y a un léger effet d'entrainement sur l'obtention des outputs (histogramme 34).

**Histogramme 34 Changement des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

### 4.1.3.7 Résultat de la productivité total du Togo

**Tableau 43 Shephard distance function estimates (summary) du Togo**

| c111o | c100o | c011o | c000o | c110o |
|---|---|---|---|---|
| Min. : 1 | Min. : 1.002 | Min. : 0.9949 | Min. : 1 | Min. : 0.9113 |
| 1 st Qu. : 1 | 1st Qu. : 1.235 | 1st Qu. : 1.5200 | 1st Qu. : 1 | 1st Qu. : 1.0869 |
| Median :1 | Median : 1.678 | Median : 1.8839 | Median :1 | Median : 1.2063 |

Mean :1 Mean : 4.854 Mean : 40.8361 Mean :1 Mean : 1.4180
3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 2.367 3rd Qu. : 2.3496 3rd Qu. :1 3rd Qu. : 1.5254
Max. : 1 Max. : 31.179 Max. : 1002.2886 Max. : 1 Max. : 3.6735
c010o v111o v000o
Min. : 0.9809 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu. : 1.0231 1st Qu. : 1 1st Qu. : 1
Median : 1.2393 Median :1 Median : 1
Mean : 32.7096 Mean :1 Mean : 1
3 rd Qu. : 1.8191 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1
Max. : 801.8309 Max. : 1 Max. : 1

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La région du Togo a connu une amélioration de sa productivité totale des facteurs moyenne de 2,2017. Ce progrès est attribuable à l'efficience technologique qu'à l'efficacité technique. Le tableau 42, 43, courbe 1 et l'histogramme 35, 36 ci-dessous donnent l'évolution des indices de productivité de Malmquist et ses deux composantes.

**Tableau 44 Malmquist productivity index results (summary)du Togo**

Malmquist effch tech obtech ibtech
Min. : 0.1989 Min. : 1 Min. : 0.1989 Min. : 1.031 Min. : 1.064
1 st Qu. : 0.8022 1 st Qu.:1 1st Qu. : 0.8022 1 st Qu.:1.161 1 st Qu. : 1.189
Median : 0.9818 Median :1 Median : 0.9818 Median :1.293 Median : 1.394
Mean : 2.2107 Mean :1 Mean : 2.2107 Mean :1.347 Mean : 2.904
3 rd Qu. : 1.3112 3rd Qu. : 1 3rd Qu. : 1.3112 3rd Qu. : 1.414 3rd Qu. : 1.842
Max. : 30.8685 Max. : 1 Max. : 30.8685 Max. : 2.111 Max. : 28.766
matech pure.out.effch out.scalech
Min. : 0.03207 Min. : 1 Min. : 1
1 st Qu.:0.42264 1 st Qu.:1 1 st Qu.:1
Median :0.59660 Median : 1 Median : 1
Mean :0.56760 Mean : 1 Mean : 1
3 rd Qu. : 0.80978 3rd Qu. : 1 3 rd Qu. : 1
Max. : 0.99762 Max. : 1 Max. : 1

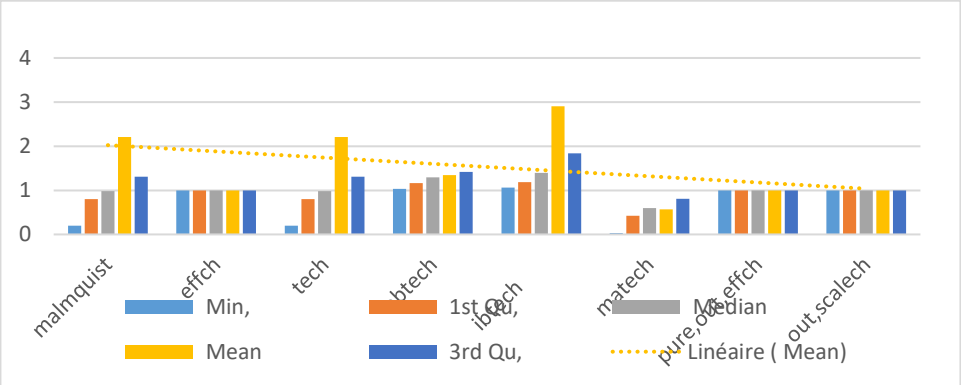
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Tableau 45 Représentation simplifiée Malmquist productivity index results (summary) du Togo**

| | malmquist | effch | Tech | obtech | ibtech | matech | pure.out.effch | out.scalech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | 0.1989 | 1 | 0.1989 | 1.031 | 1.064 | 0.03207 | 1 | 1 |
| 1 st Qu. | 0.8022 | 1 | 0.8022 | 1.161 | 1.189 | 0.42264 | 1 | 1 |
| Median | 0.9818 | 1 | 0.9818 | 1.293 | 1.394 | 0.59660 | 1 | 1 |
| Mean | 2.2107 | 1 | 2.2107 | 1.347 | 2.904 | 0.56760 | 1 | 1 |
| 3 rd Qu. | 1.3112 | 1 | 1.3112 | 1.414 | 1.842 | 0.80978 | 1 | 1 |
| Max. | 30.8685 | 1 | 30.8685 | 2.111 | 28.766 | 0.99762 | 1 | 1 |

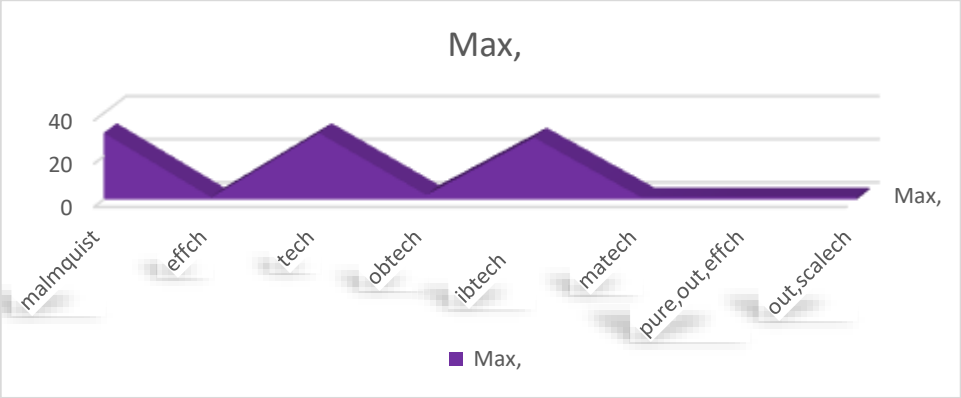
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 35 Malmquist productivity index results (summary):**



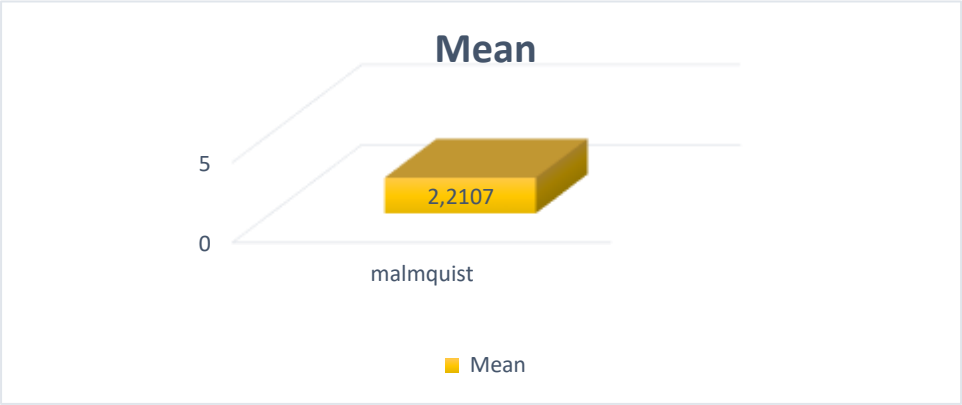

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Courbe 1 Malmquist productivity index results (summary) Max**



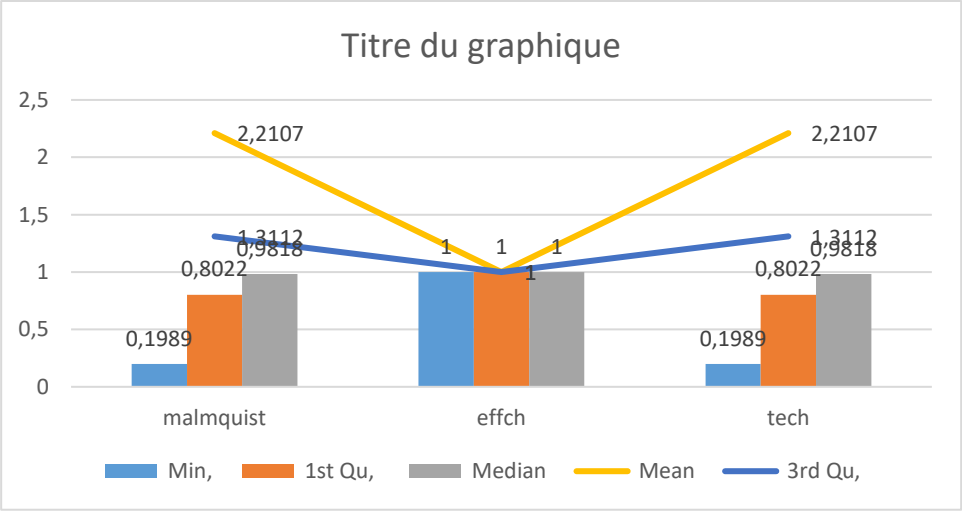

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 36 Productivité moyenne de Malmquist**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 37 Malmquist et ses composantes**



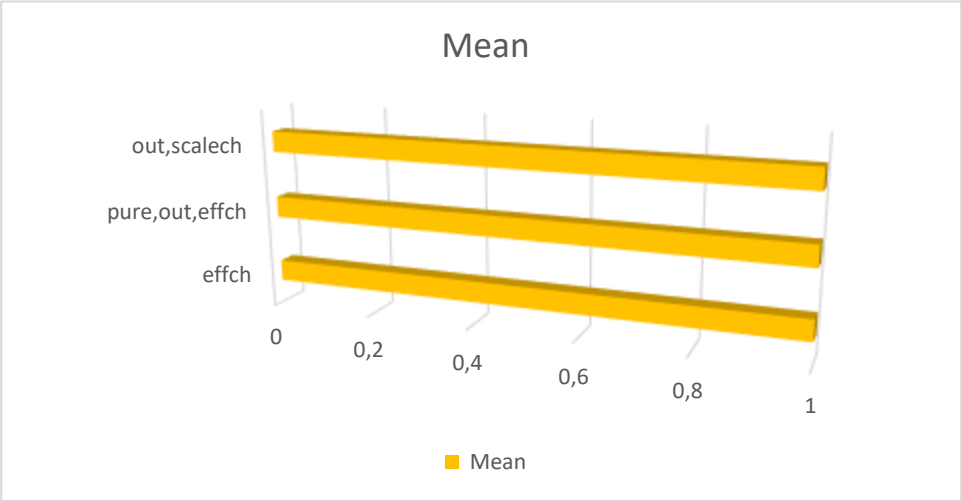

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.1.3.7.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)**

**4.1.3.7.1.1 les composantes d'efficacité**

Comme pour tous les autres pays de notre échantillon, l'efficacité et ses deux composantes sont stationnaires, les interprétations seraient les mêmes que pour les autres ayant cette même caractéristique. L'histogramme 37, 38 ci-dessous donnent la visibilité de ces mesures.

**Histogramme 38 Les composantes d'efficacité technique**

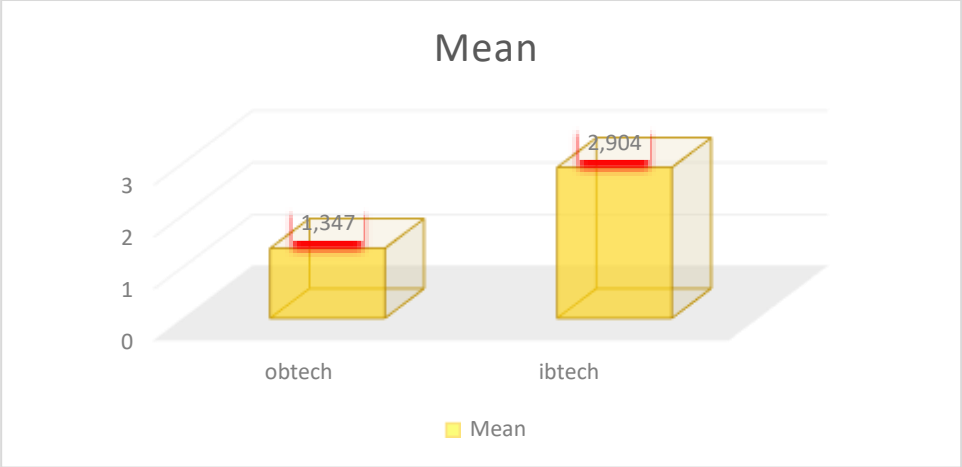



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.1.3.7.1.2 Changement de la productivité totale des facteurs

Le score moyen du changement d'efficacité des inputs a connu une évolution plus grande que celle du changement d'efficacité des outputs. Le Togo fait partir des pays ci-dessus qui auraient eu la meilleure pratique de gestion des inputs permettant d'obtenir des outputs maximums (histogramme 39).

**Histogramme 39 Changement des inputs et des outputs**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

### 4.3.8 Analyse comparative de la productivité totale des régions de notre échantillon

Le Tableau 45 montre la moyenne de la productivité totale des facteurs des 7 sept pays ouest-africains, par pays et ses composantes entre 1990 et 2016 de notre d'échantillon d'étude.

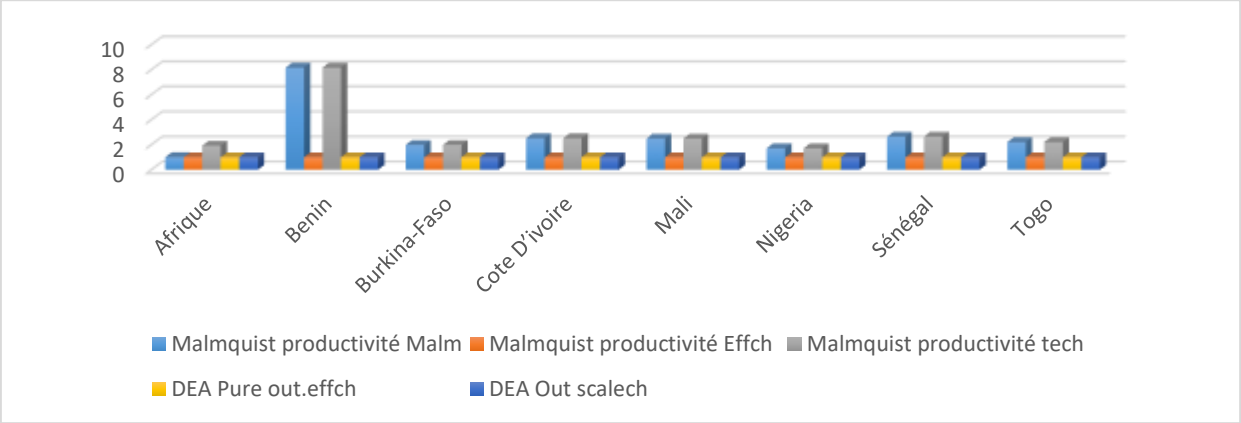
En somme, l'amélioration de la productivité totale des facteurs réalisée en moyenne est de 1,0074 pour l'ensemble de l'échantillon de la région d'Afrique est attribuable principalement à la région de Dahomey le Bénin en moyenne à 8,1706 largement au-dessus des autres pays entre un minimum attribuable au Nigeria (1,7229). Autrement, à part le Bénin, les autres pays de notre échantillon des régions d'Afrique n'ont contribué que très faiblement comme indiqué ci-dessus. Ces résultats régionaux et par pays fournissent des informations très importantes pour guider les efforts visant à améliorer la productivité agricole des états d'Afrique de notre échantillon et de chaque pays, car les sources des gains et des déficits de productivité sont clairement identifiées. Le tableau 45, le détail du graphique 17 et l'histogramme montrent que la région d'Afrique de notre échantillon et chaque pays a réalisé des gains d'efficacité au cours de la période d'étude attribuable largement à l'adoption de la technologie et en moyenne qu'à l'efficacité technique et à ses deux composantes. Ces gains ont stimulé par la croissance de la productivité totale dans chacun des pays et de la productivité globale de l'échantillon de la région d'Afrique. La croissance du changement technologique est positive dans ses pays. On constate sur cet histogramme 40 que les trois types d'efficacité ont connu une évolution linéaire en moyenne égale à 1 contre 1,0004 pour la région d'Afrique. Les pratiques de gestion sont restées sans grand changement tout au long de la période d'étude. La meilleure performance du système a été réalisée en moyenne par le Bénin avec un score moyen de 8,1706 et le système a connu sa plus faible performance par le Nigeria 1,7229 sous référence technologique à rendement d'échelle constant au contexte d'une économie d'échelle. Cependant, il se produit l'effet contraire sous référence technologique à rendement constant au contexte d'une déséconomie d'échelle.

**Tableau 46 Analyse de la productivité totale de quelques pays ouest-africains**

| | Malmquist productivité | | | DEA | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Malm | Effch | Tech | Pure out.effch | Out scalech |
| Région | | | | | |
| Afrique | 1,0074 | 1,0004 | 1,9283 | 0,9999 | 1 |
| Bénin | 8,1706 | 1 | 8,1706 | 1 | 1 |
| Burkina Faso | 1,98427 | 1 | 1,98427 | 1 | 1 |
| Cote D'ivoire | 2,5233 | 1 | 2,5233 | 1 | 1 |
| Mali | 2,4912 | 1 | 2,4912 | 1 | 1 |
| Nigeria | 1,7229 | 1 | 1,7229 | 1 | 1 |
| Sénégal | 2,6496 | 1 | 2,6496 | 1 | 1 |
| Togo | 2,2107 | 1 | 2,2107 | 1 | 1 |

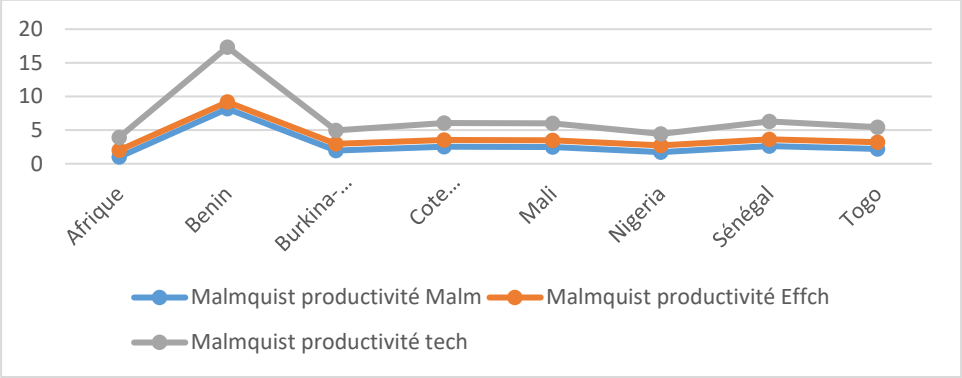
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 40 Indice de Malmquist de la productivité totale des facteurs**



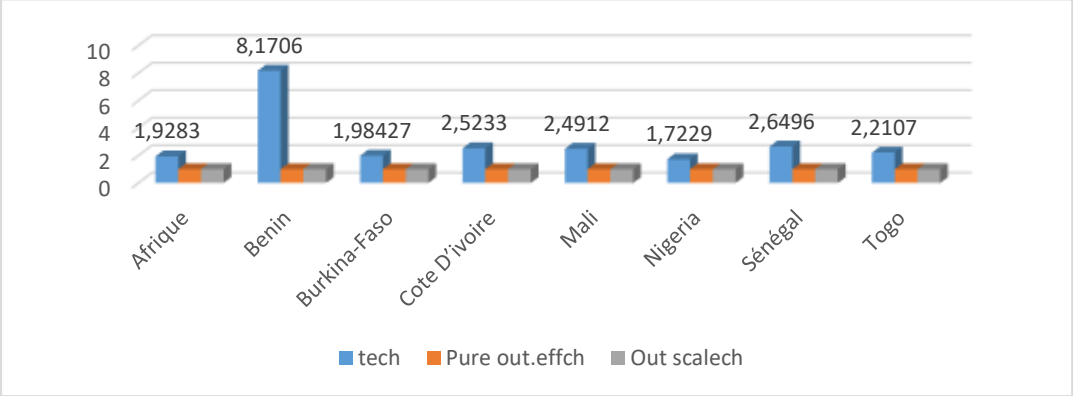

Source : par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Graphique 17 l'indice de Malmquist et ses deux composantes**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**Histogramme 41 DEA de l'efficacité technique et ses deux composantes**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

### 4.3.8.1 Interprétation des estimations de la fonction de distance de Sephard

Dans cette section, nous utilisons le rendement d'échelle constant (CRS) et le rendement d'échelle variable (vrs) qui permet d'analyser les estimations de la fonction de distance de Shephard des 7 pays ouest-africains en général et de chaque pays en particulier suivant Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A.Y, Seiford, L.M (1994).

#### 4.3.8.1.2 Hypothèse des Rendements d'échelle constants (CRS)

Le modèle retenu dans ce travail est celui du modèle à frontière non paramétrique. La procédure de détermination de l'indice de productivité de Malmquist à orientation output est la même que celle utilisée pour une orientation input, mais nous privilégions dans ce travail l'orientation output. L'efficacité est orientée vers la

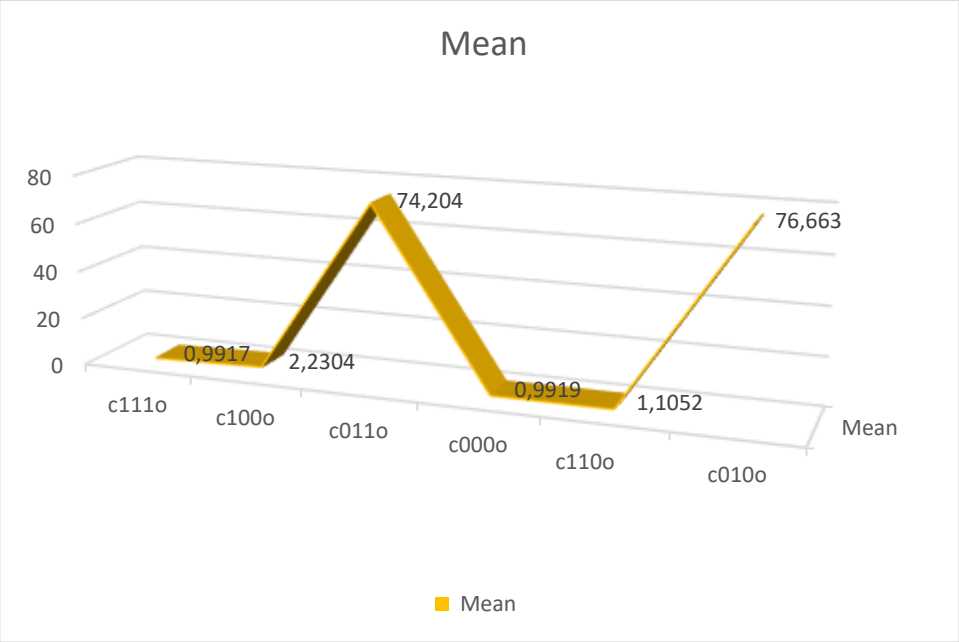
production sous des rendements d'échelle constants (CRS) avec une technologie de référence de période (0), les entrées de périodes 1 et les sorties de période (0). Ainsi, nous passons à l'analyse de la fonction de production à la frontière à partir de la fonction de distance de Sephard par pays et pour l'ensemble de la région d'Afrique de notre échantillon. Nous allons analyser dans ce qui suit les graphiques construits à partir de la fonction de distance de Sephard issu du logiciel RStudio les trajectoires dans le temps, du changement d'efficacité technique et technologique. L'indice moyen d'efficacité est exposé ici sur la base de rendements d'échelle constants (CRS), en fonction des quatre programmes linéaires à orientation output de chaque composante de la fonction de distance selon Coelli et Rao.

#### 4.3.8.1.2 Rendement d'échelle constant orienté output de la région

Le graphique ci-dessous est celui de la fonction de distance de Sephard des ensembles de production relative aux périodes t et t+1 de la région ouest-africaine de champ d'études. L'ensemble de l'échantillon des pays de l'Afrique de l'Ouest connait deux pics moyens de rendement d'échelle constant (courbe 2). Le premier (c011o) est celui du rendement d'échelle constant avec une technologie de référence de la période (0), les entrées de la période 1et les sorties de la période t+1. Le deuxième (c010o) est celui du rendement d'échelle constant avec une technologie de référence de la période (0), les inputs de la période (1) et les outputs de la période (0). Le troisième (c110o) est aussi celui du rendement d'échelle constant avec une technologie de référence de la période (0), les entrées de la période (1) et les sorties de la période (0). Enfin, le quatrième est celui du rendement d'échelle constant avec une technologie de la période (1), les inputs de la période (1) et les outputs de la période (0). Au contexte de ce travail, l'analyse suppose que l'efficacité technique est définie dans un contexte où la technologie de production est caractérisée par des rendements d'échelle constants. Ainsi, l'analyse de la courbe sous dessous montre deux pics maximums qui révèlent probablement une inefficacité dans une déséconomie d'échelle et une efficacité dans une économie d'échelle. Si on prend en compte les travaux de Farrell (1957) des rendements d'échelle constants (CRS), la caractéristique des deux pics de la présente courbe 2 des deux pics (74,204 ; 76,663) présente une économie d'échelle épuisée puisque le niveau de production a atteint son sommet en ces deux points, la capacité maximale au-delà duquel ils ne peuvent dépasser cette frontière de production toute chose égale par ailleurs. Ce résultat signifie qu'en moyenne, sous l'hypothèse de

rendements d'échelle constants, les pays de notre échantillon auraient pu réduire les inputs de 25,796 et de 23,337 en maintenant constant le niveau de production s'ils avaient adopté la technologie la plus efficace. Cela signifie que de grands écarts existent dans la gestion des ressources d'un point de vue global et par rapport à la technologie existante. Ainsi, nous pouvons considérer que la région ouest-africaine est une unité décisionnelle efficace en ces points dans la transformation des inputs permettant obtenir des outputs maximums. À la limite, ce résultat démontre la trajectoire de production en direction de la frontière représentant la meilleure combinaison des facteurs de production c'est-à-dire qui utilise moins d'inputs et qui permet d'obtenir le maximum d'output. Ces deux pics constituent ainsi un ensemble efficient qui sert de référence pour les régions ouest-africaines. En plus de ces deux pics, le point suivant de cette courbe concerne les scores de production qui se situent à la frontière et au-dessus de la frontière à l'ordre de (2,2304 ; 1,1052 > 0) et en dessous de la frontière (courbe 2). La performance est observée par celle qui assure le maximum de production avec le minimum des ressources c'est-à-dire par ce qui se situe à la frontière, au-dessus de la frontière et ce qui se rapproche de la frontière. Cependant, il y a trois possibilités pour les points de rendement d'échelle < 1 de notre échantillon de la région ouest africaine, mais la différence des (CRS) > (VTS) démontre la région d'Afrique est techniquement efficace. Après qu'on aurait capitalisé les travaux de comparaison des différentes méthodes d'évaluation, l'ensemble des CRS de la région est considéré efficace sauf deux orientations en période t (c000o : 0,9919) et en période t+1 (c111o : 0,9917) en plus des VRS au voisinage de la frontière de production.

**Courbe 2 Estimation de la fonction de distance Sephard de la région d'Afrique**

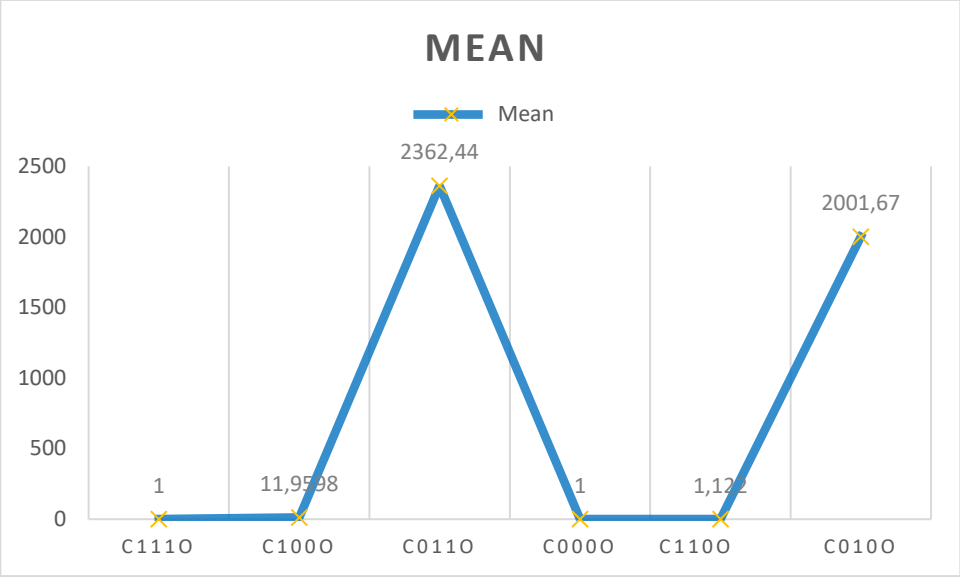



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

### 4.3.8.3 Rendement d'échelle constat orienté output du Bénin

Les résultats de la région du Bénin (courbe 3) montrent que l'efficacité technique moyenne s'établit à deux sommets de l'ordre 2362,44 et de 2001,67 pour ce pays sous la technologie CRS. Ils auraient dû réduire respectivement de 76,38 % et 79,98 % des ressources utilisées pour atteindre le même niveau de production. À la lecture des résultats de cette courbe, on constate que le Bénin a été la région au moins la plus efficiente des régions ouest-africaines de notre champ d'analyse pendant la période d'étude du point de vue de la combinaison des facteurs de production, et donc qui se situe sur la frontière de production et au-dessus de la frontière. La région béninoise a été efficiente pendant toute la période et il a contribué à l'efficacité de l'ensemble de la région. Ainsi, cette région est une unité de référence décisionnelle de la productivité agricole parmi toutes les régions ouest-africaines de notre champ d'études ayant la meilleure performance parmi les autres et offre un cadre pour intégrer et interpréter toute mesure de performance.

**Courbe 3 (CRS) estimation de la fonction de distance Sephard du Bénin**

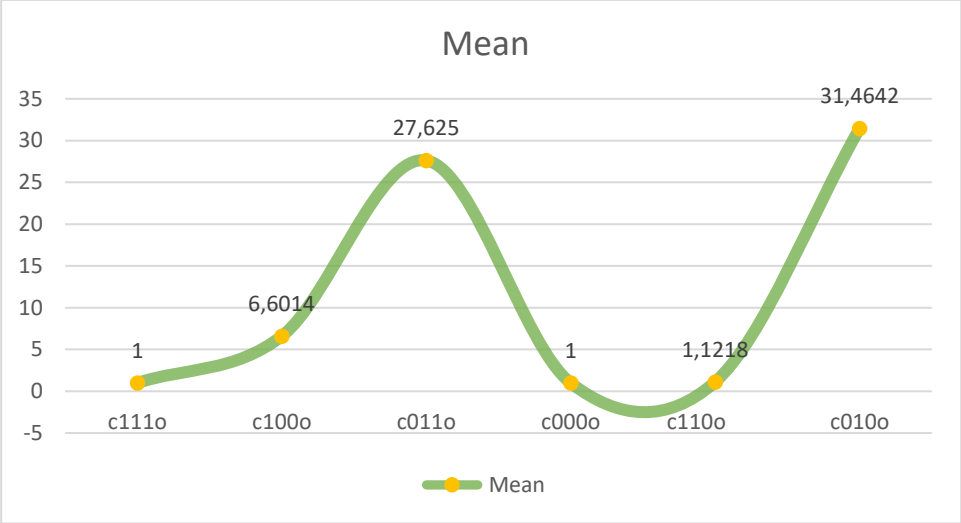



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

**4.3.8.4 Rendement d'échelle constant orienté output du Burkina Faso**

Pour le cas du Burkina, les résultats de la courbe 4 montrent que le score moyen d'efficacité technique s'établit en moyenne à la frontière et au-dessus de la frontière (31,4642) sous l'hypothèse des rendements d'échelle constants (CRS). D'après les résultats des estimations de la fonction de distance de Sephard, le Burkina Faso comparé aux estimations de la fonction de distance de Sephard des régions ouest-africaines de notre champ d'études, est le plus inefficient derrière le Nigeria en termes d'efficacité agricole à orientation output sous des rendements d'échelle constants (CRS) avec une technologie de référence de périodes t et t+1, les entrées et les sorties de périodes t et t+1. La courbe (4) donne un aperçu que le Burkina a contribué le plus à l'inefficience productive des régions d'Afrique de notre échantillon sous le CRS dans une situation d'économie d'échelle. Cependant, si nous analysons ce résultat dans une situation de déséconomie d'échelle le Burkina serait le moins inefficient avec le Nigeria, c'est-à-dire le Burkina est le deuxième pays de référence décisionnelle, les autres pays moins le Nigeria aurait été inefficients sur toute la période et contribué à l'inefficience globale du groupe dans une situation d'une déséconomie d'échelle (courbe 4).

**Courbe 4 (CRS) estimation de la fonction de distance Sephard du Burkina Faso**

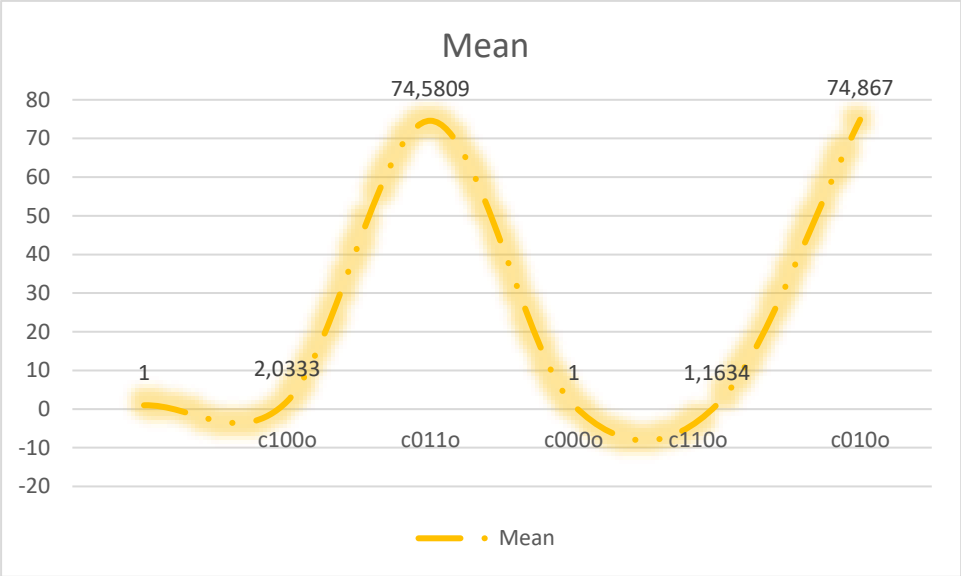



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

### 4.3.8.5 Rendement d'échelle constant orienté output de la Côte D'Ivoire

La Côte d'Ivoire a été plus efficace en termes d'économie d'échelle que dans une situation d'une déséconomie d'échelle ce nous montre l'analyse de la courbe 5 ci-dessous.

**Courbe 5 Estimation de la fonction de distance Sephard de la Côte d'Ivoire**

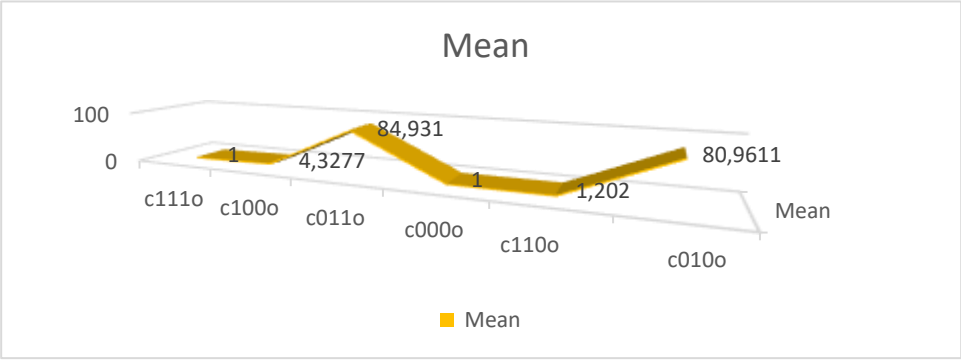



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.3.8.6 Rendement d'échelle constant orienté output du Mali

On constate que le Mali se trouve à cheval entre dans une situation d'une économie d'échelle et dans une situation d'une déséconomie d'échelle. En effet, la région du Mali serait la région qui ne se situerait ni proche ni loin de la frontière de production comparativement aux estimations de la fonction de distance de Sephard des régions ouest-africaines de notre champ d'analyse.

**Courbe 6 CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Mali**

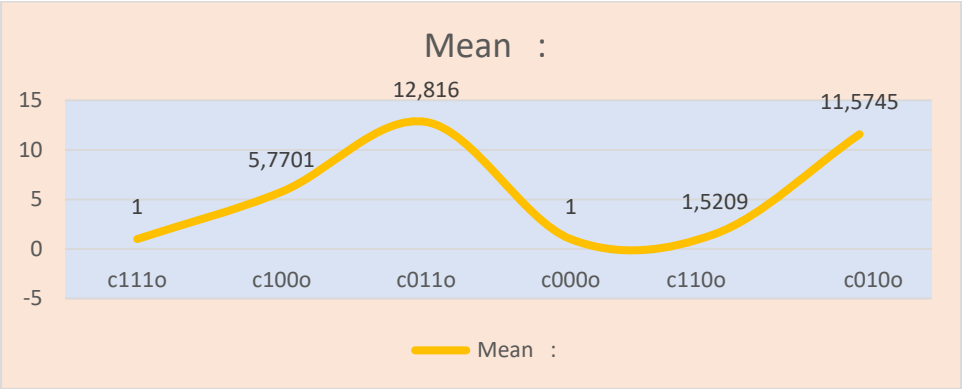



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.3.8.7 Rendement d'échelle constant orienté output du Nigeria

Au total, sur l'ensemble de notre échantillon, c'est la région du Nigeria qui a été davantage inefficient sous l'hypothèse moyenne de rendements d'échelle constants aux maximums de 12,816 et de 11,5745. Ce taux a contribué plus au taux d'inefficacité technique global de l'échantillon d'analyse dans une situation d'économie d'échelle et en même temps ce serait la région la plus efficace de l'échantillon dans la situation d'une déséconomie d'échelle (courbe 7).

**Courbe 7 des estimations de la fonction de distance de Sephard du Nigeria**

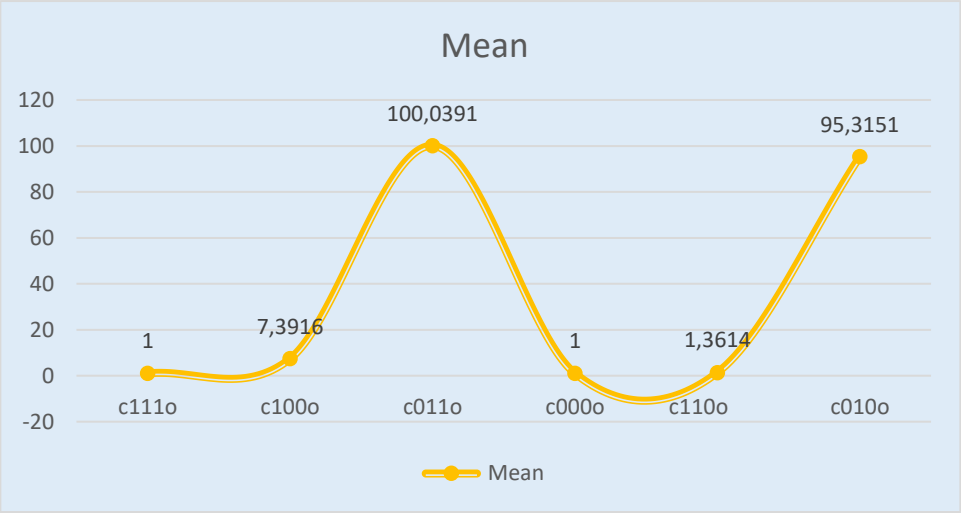



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.3.8.8 Rendement d'échelle constant orienté output du Sénégal

Sous la technologie à rendement d'échelle constant CRS, la Courbe CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Sénégal s'interprète de la même manière que celle du Bénin en termes de fonction de production à la frontière et du type d'économie dans lequel évolue ce pays. Ce qui veut dire qu'ils constituent une référence pour les pays inefficients dans une économie d'échelle et une médiocrité dans une déséconomie comme pour le Bénin courbe 8 ci-dessous.

**Courbe 8 CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Sénégal**

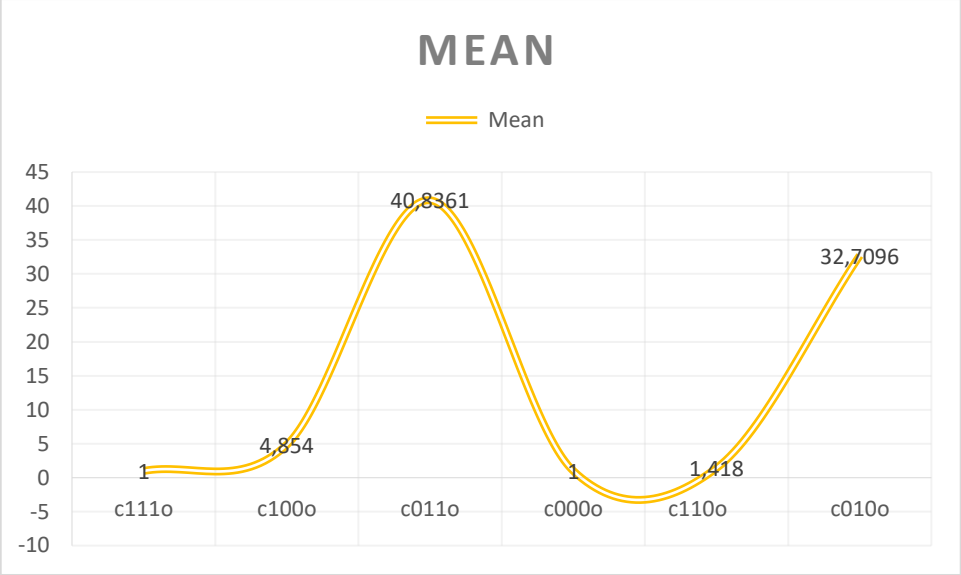



Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM, OCDE.

#### 4.3.8.9 Rendement d'échelle constant orienté output du Togo

Comme pour toutes les estimations de la fonction de distance de Sephard à orientation output sous le rendement d'échelle constant le Togo a connu une évolution moyenne d'efficacité en dents de scie tout au long de la période tantôt en situation d'une économie d'échelle versus d'une déséconomie d'échelle selon une tendance la plus marquée avant de se stabiliser vers la fin de la période. Sur la courbe 9, nous faisons à peu près le même constat que celle du Bénin en termes d'analyse de la productivité agricole de ce secteur à orientation output.

**Courbe 9 CRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Togo**




Source :construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

En conclusion, on remarque que pour les différents types d'efficacité et pour l'ensemble de la région ouest-africaine, les mouvements d'efficacité vers la frontière de production se font de façon sporadique (hausse et baisse des scores moyens), par conséquent, le phénomène de convergence ou rattrapage reste mitigé. Une moyenne du score d'efficacité technique totale est constatée pour l'ensemble des échantillons, cette période se caractérisée par une forte amélioration de la productivité agricole de la région. Les écarts de la dispersion des efficacités ne se réduisent pas de façon continue au fil des temps, des mouvements de hausse et de baisse. Par conséquent, le processus de convergence est observable au cours de certaines périodes. Nous récapitulons dans le tableau ci-dessous (46) le nombre des pays déclarés efficaces selon différentes technologies en fonction du type d'économie.

**Tableau 47 Efficacité productive des pays selon la tendance économique**

| Rang/Économie/Pays | |
|---|---|
| Économie d'échelle | Déséconomie d'échelle |
| Bénin<br>Sénégal<br>Côte D'Ivoire | Nigeria<br>Burkina<br>Togo |

| | |
|---|---|
| Mali | Mali |
| Togo | Côte D'Ivoire |
| Burkina Faso | Sénégal |
| Nigeria | Bénin |

Source :construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**4.3.8.10 Hypothèse de rendements d'échelle variables (VRS)**

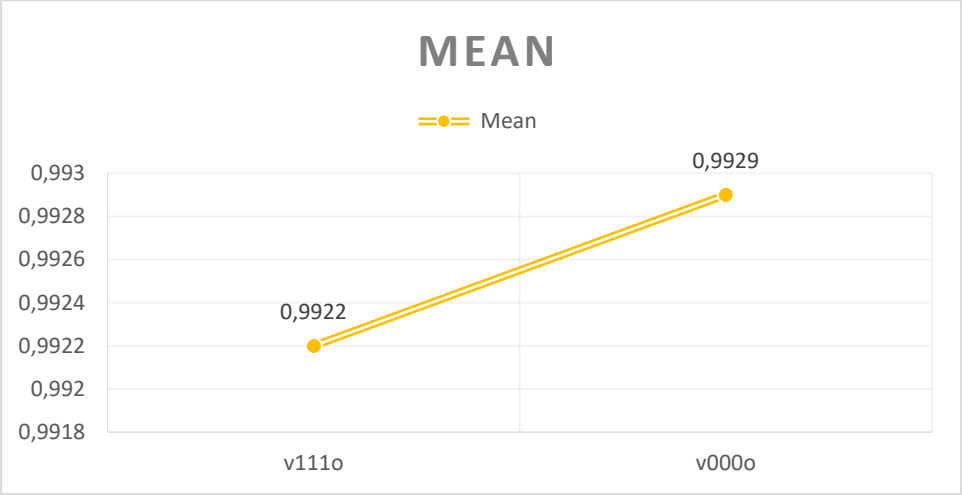
Le modèle de rendements d'échelle variables (vrs) est une extension du modèle CRS qui ne tient pas compte des rendements d'échelle constants. On y ajoute une contrainte de convexité au programme linéaire de type CRS. Selon Coelli et al. (1998) « l'hypothèse de rendements d'échelle constants n'est appropriée que si toutes les unités de production opèrent à un niveau d'échelle optimal alors que nous venons de voir le modèle précèdent de rendements d'échelle constants les unités n'opèrent pas à un même niveau d'échelle. L'imperfection de la performance liée aux nombreuses contraintes des facteurs de production pourrait faire en sorte qu'une unité de production n'opère pas à un niveau d'échelle optimal ». L'hypothèse de rendements d'échelle variables permet ainsi de calculer l'efficacité d'échelle à partir des estimations de la fonction de distance de Sephard.

**4.3.8.11 Estimations de la fonction de distance de Sephard (VRS) de la région**

Sous la technologie à rendements d'échelle variables (VRS), indique que l'indice moyen d'efficacité pour l'ensemble de l'échantillon de la courbe 10 s'est établi sur la droite entre la période t et t+1 autour de 0.9922 et 0,9929 < 1 à orientation ouput sous des rendements d'échelle variables (« VRS »), avec la technologie de référence de période t, les entrées de période 1et les sorties de période 1. Cette moyenne de l'ensemble de l'échantillon n'a pas été techniquement efficace sur toute la période d'étude (courbe 10). D'après les résultats de notre analyse il ressort de ce que le Bénin, le Burkina Faso, la Côte D'Ivoire, le Mali, le Nigeria, le Sénégal et le Togo n'ont pas été techniquement efficaces sur toute la période d'étude. On constate que sous la technologie à rendements d'échelle variables, tous les pays sont déclarés inefficients contrairement souvent sous la technologie à rendements d'échelle constants à la frontière de production. En effet, selon Coelli et al. (1998), la différence entre l'indice d'efficacité technique obtenu par le biais du DEA du type CRS et celui de la même

firme obtenue par le DEA du type VRS constitue une bonne mesure de l'efficacité d'échelle de cette firme. Pour obtenir une telle mesure, les auteurs suggèrent d'effectuer, sur la même base de données, un DEA du type CRS et du type VRS. D'après notre analyse, il y a une différence dans les scores d'efficacité mesurés par ces deux types de DEA, ce qui indique que la firme n'opère pas à une même échelle, mais les régions d'Afrique indiquent une échelle optimale entre le CRS et le VRS pour l'ensemble des pays de l'Afrique de notre échantillon. Les statistiques des scores moyens des régions ouest africaines et par pays sont présentées par la courbe ci-dessous.

**Courbe 10 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard de la région**



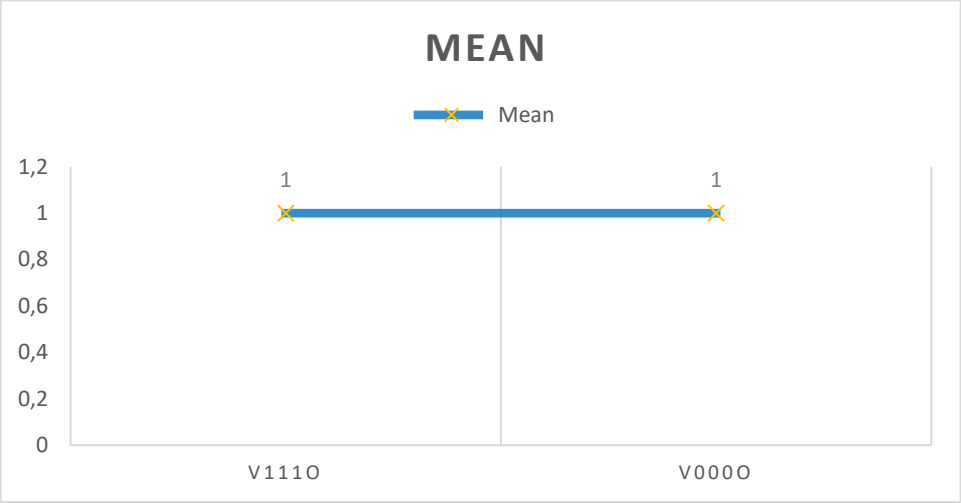

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

### 4.3.8.12 Estimations de la fonction de distance de Sephard (VRS) par pays

Il ressort des courbes des différents pays des états de l'Afrique de l'Ouest des estimations de la fonction de distance de Sephard sont déclarés constantes sur toute la période d'étude, ils se situent tous sur la frontière de production. À part les estimations inefficientes de la fonction de distance de Sephard de l'ensemble de la région ouest africaine. Nous remarquons que, sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables, les résultats montrent que tous les pays de la région ont été d'une efficacité constate sur la période d'étude mieux que ceux déclarés efficaces sous l'hypothèse des rendements d'échelle constants qui connaissent des périodes inefficience par moment à la frontière. Les statistiques des scores moyens des différents pays sont présentées par les courbes 11 à 16 ci-dessous. Il ressort de ces courbes que la moyenne de l'efficacité s'établit par

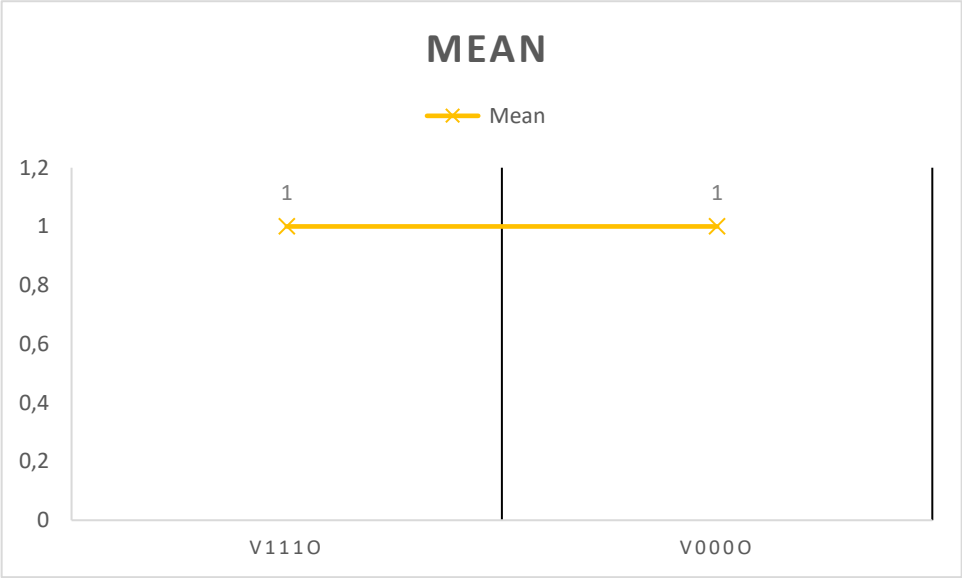
la constante égale à 1 pour chaque pays. Ce qui veut dire qu'à la fois les gains et déficits potentiels de productivité s'aligner sur les pratiques ni bonne ni mauvaise.

**Courbe 11 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Bénin**



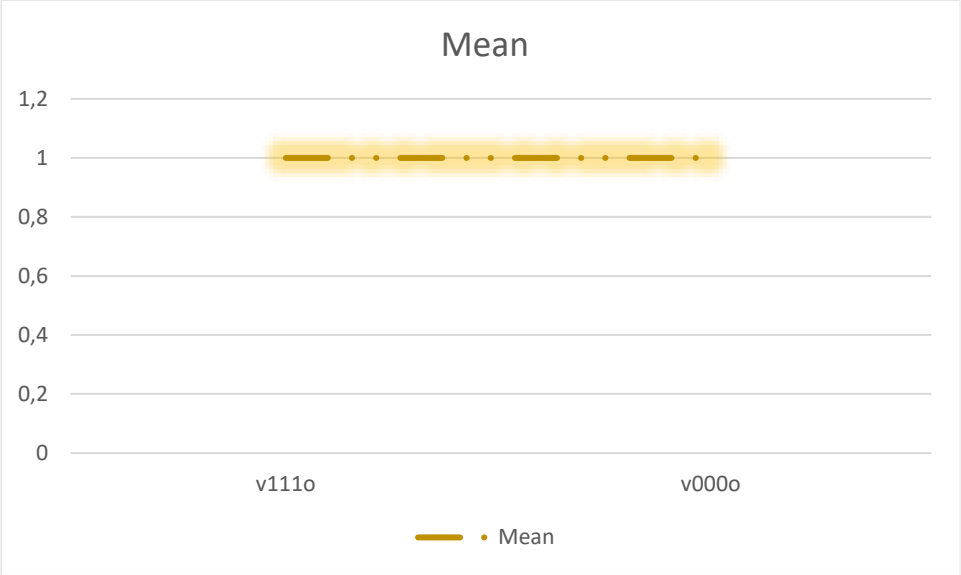

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Courbe 12 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Burkina Faso**



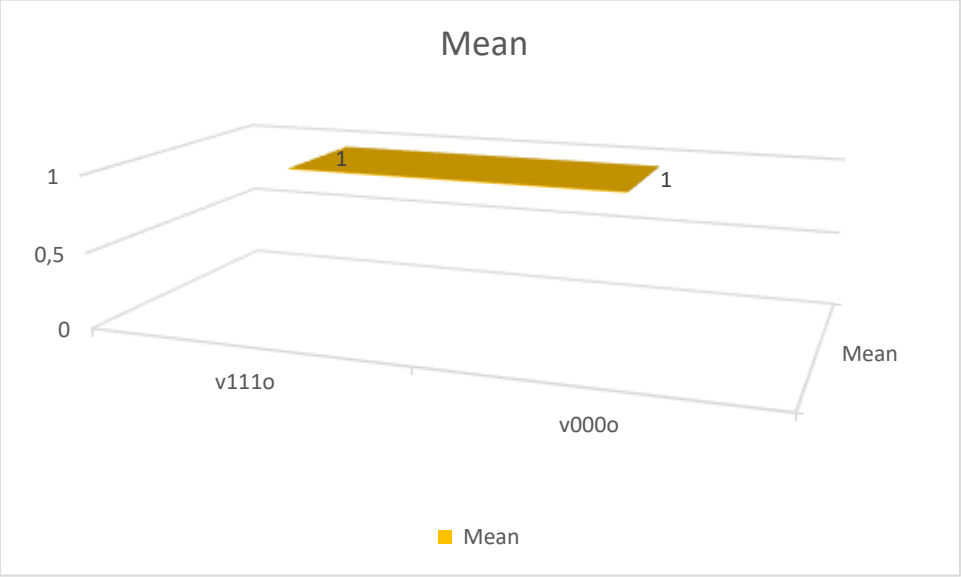

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Courbe 13 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard de la Côte d'Ivoire**



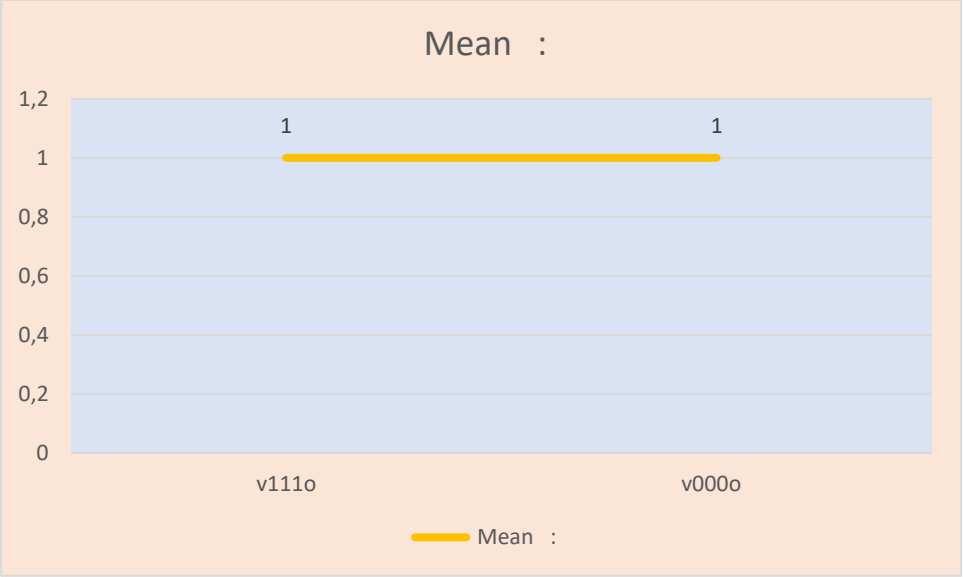

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Courbe 14 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Mali**



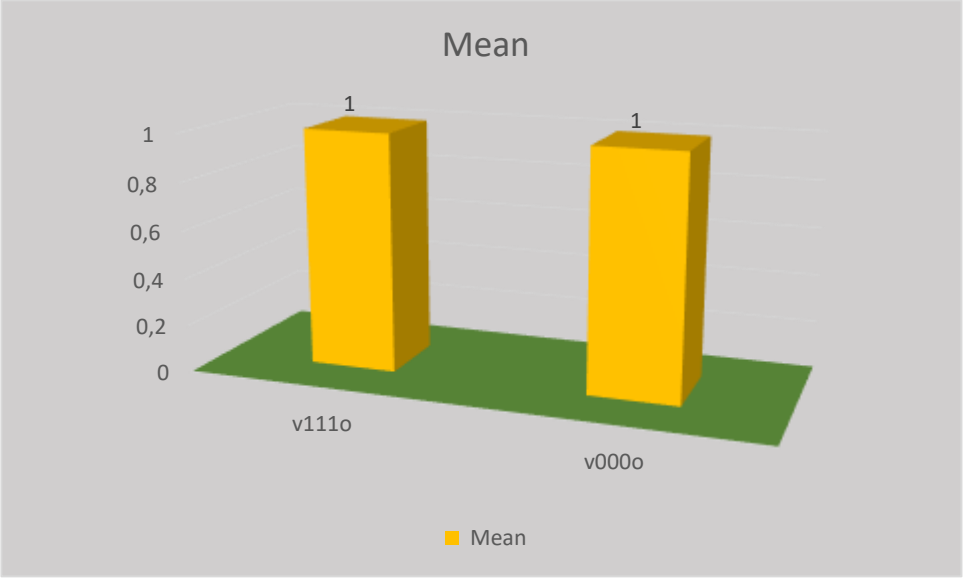

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Courbe 15 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Nigeria**



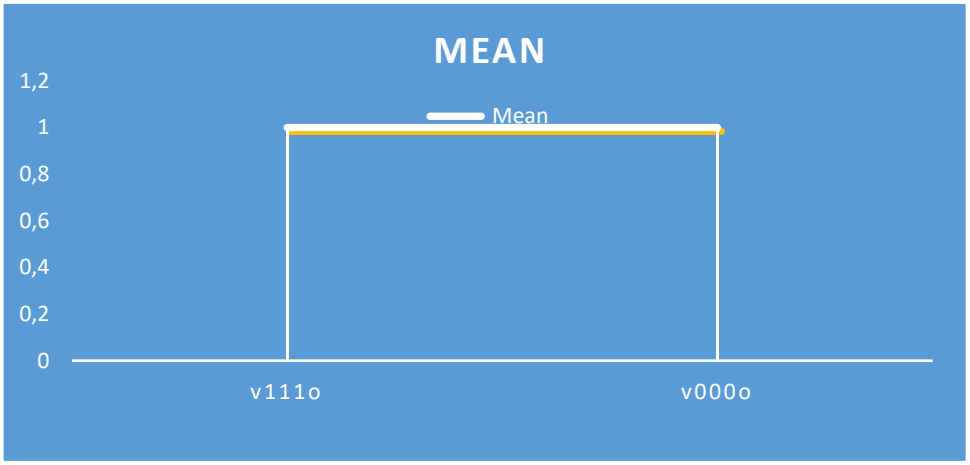

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Histogramme 42 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Sénégal**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Courbe 16 VRS des estimations de la fonction de distance de Sephard du Togo**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Les résultats de notre étude affichent une amélioration du taux de croissance de la productivité totale des facteurs des régions d'Afrique de notre échantillon de 1,9291 en moyenne. Ce taux varie selon les pays et il est plutôt soutenu par l'efficacité technologique(1,9283) que par l'efficacité technique (1,0004). S'agissant du cas spécifique, le Mali a réalisé une amélioration de la productivité totale des facteurs de l'indice de Malmquist de 2,4912 en moyenne. Cet accroissement est essentiellement dû à l'adoption de la meilleure technologie. Autrement, on constate une inefficacité technique en moyenne égale à 1. Ce résultat confirme ainsi, les résultats des travaux empiriques de ses auteurs (Sen, 1962, 1966 ; Berry et Cline, 1979 ; Bardhan, 1973 ; Deolalikar, 1981). Berry et Cline (1979) qui arrivent à la conclusion que la taille de l'exploitation et [les couts de transactions sont deux éléments essentiels qui] empiète[nt] la productivité agricole. Certains auteurs considèrent, plus la taille d'une exploitation est grande, plus celle-ci est inefficace (Sen, 1962, 1966 ; Berry et Cline, 1979 ; Bardhan, 1973 ; Deolalikar, 1981). En effet, Berry et Cline (1979) démontrent que la productivité est plus grande sur les petites exploitations que sur les grandes exploitations en utilisant les données du Brésil, de la Colombie, des Philippines, du Pakistan, de l'Inde et de la Malaisie. Cependant, d'autres hypothèses néoclassiques suggèrent qu'il ne devrait pas y avoir de corrélation entre la productivité et la taille d'une exploitation (Bhalla et Roy, 1988). Par contre, Mahesh (2000) trouve un résultat contraire qui conclut que les grandes exploitations possèdent un niveau de productivité très élevée. Pour Latruffe L. (2010), la PTF des pays de l'Afrique subsaharienne est liée

davantage à des conditions climatiques défavorables, mais dans une période antérieure Sheng et al. (2000) ont démontré que la faible productivité totale des facteurs est due à la production agricole extensive des pays d'Afrique Subsaharien au cours de la période de 2003 à 2006. En effet, notre étude confirme ainsi les travaux de Shen et al., qui aussi considèrent la superficie est une relation négative de la production en Afrique. Notre résultat soutient ainsi les travaux empiriques de Savadogo et al. (2014) qui montrent que la détérioration de la croissance de la productivité globale des facteurs est davantage d'ordre technique (d'échelle) dans les zones cotonnières du Burkina Faso. Cependant, ses auteurs Kalaitzandonakes et al. (1992), Bravo-Ureta, B.E. & Pinhero, A.E (1993), Nkamleu (2004), Shafiq M. & Reheman T. (2000), réalise que les progrès agricoles obtenus en Afrique francophone proviennent plutôt des rendements d'échelle que l'efficacité allocative. Ball et al. (1997) ont constaté que la PTF agricole aux États-Unis sont en hausse, mais ils ne donnent aucun détail sur les composantes de cette productivité or Rungsuriyawibonn S. et Lissitsa A. (2006) a enregistré un progrès de 1,3% suite au changement technologique et une efficacité d'échelle qui décroit légèrement de -0,002 % dans le continent européen comme dans notre étude. Ce résultat est contraire aux apports de Coelli T. J. Rao. C. (2005) parce qu'ils constatent que la croissance de la PTF dans les États membres de l'UE est due pour l'essentiel au changement technologique tandis que dans les nouveaux États l'évolution de l'efficacité technique apporte une contribution importante à la croissance de la PTF. En effet, on observe une grande disparité de la productivité totale des facteurs entre les États membres de notre échantillon et d'ailleurs. Au niveau mondial, Alston et al (2010) estiment que la croissance de la productivité totale des facteurs s'est ralentie dans les pays développés, mais ils enregistrent des gains de productivité dans plusieurs économies émergentes, comme l'Afrique du Sud, le Brésil, la Chine et dans les anciens pays du bloc soviétique.

En conclusion, nous constatons les niveaux de combination des inputs des continents et des nations de ses continents sont disparates pour une obtention d'output optimal. C'est la raison pour laquelle la productivité totale des facteurs est tantôt soutenue par l'efficacité technologique et tantôt par l'efficacité technique.

**Section 2 Présentation, analyse et interprétation des résultats des modèles**

Au départ, nous avions souhaité utiliser le modèle d'équilibre général calculable (MEGC), mais nous avions constaté un problème de disponibilité des données et le

vieillissement de la matrice de comptabilité sociale (MCS). C'est ainsi, nous avions adopté le MCO qui a aussi à son tour a révélé une certaine incohérence de spécification au processus d'estimation rapporté par les rapporteurs de cette thèse. Deux types de modèles ont été utilisés dans cette section, d'une part un modèle faisant intervenir 6 variables **(lnvaar, lndepinvit, lndepfit, lnsup, lnpop, lnequi)** et d'autre part un modèle à 5 variables **(lnvaar, lndepfit, lnsup, lnpop, lnequi)**, puisque ce sont celles qui permettent de rendre compte l'incidence des dépenses publiques agricole sur la valeur ajoutée agricole réelle. Pour y parvenir à l'estimation des présents modèles, les différents tests nous ont permis d'utiliser 2 modèles en rapport avec notre question de recherche, objectif spécifique et hypothèse de cette thèse. Le premier modèle utilisé est le modèle « AutoRegressive Distributed Lag (ARDL(4 4 4 1 1 2) » ou « Modèle Autorégressifs à Retards échelonnés ou distribués (ARRE) ». Le second modèle est le modèle Vector Autorégressive (VAR(4)). Les résultats de ses estimations successives sont analysés, interprétés, commentés, discutés et exposés dans les lignes suivantes ci-dessous.

### 4.2 Méthodologie d'estimation du modèle ARDL

Après la spécification de notre modèle théorique. Nous comptons estimer les relations de court et de long terme entre la valeur ajoutée agricole réelle et les autres variables explicatives à l'aide du modèle Autorégressive Distributed Lag ou modèle autorégressif à retards échelonnés ou distribués (ARDL). Cela a nécessité au préalable une étude de stationnarité et la détermination du nombre de retards des variables du modèle.

#### 4.2.1Tests de stationnarités des variables

L'examen des propriétés des variables est important, car si une variable ou plus dans le modèle de régression n'est pas stationnaires, alors les erreurs types produites par l'estimation de régression seront biaisées. Les propriétés des variables des modèles sont examinées par le test de racine unitaire de Dickey-Fuller (1981) augmenté et sont devenues stationnaires après la différence première et seconde pour la variable equi (P-value=0,0278) comme indiqué dans le tableau (tableau 48).

La règle de décision est la suivante :

- ✓ si la probabilité P-value > au seuil on accepte H0 le processus n'est pas stationnaire.
- ✓ Si la probabilité P-value < au seuil on rejette H0 le processus est stationnaire.cf. Doucouré (2008).

**Tableau 48 Étude de la stationnarité à niveau des variables avec le test de ADF**

| Variables | P-value | Seuil | Décisions |
|---|---|---|---|
| **lnvaar** | 0,7882 | 5% | Non stationnaire |
| **lndepinvit** | 0,3090 | 5% | Non stationnaire |
| **lndepfit** | 0,3211 | 5% | Non stationnaire |
| **lnsup** | 0,3025 | 5% | Non stationnaire |
| **lnpop** | 0,3303 | 5% | Non stationnaire |
| **lnequi** | 0,9686 | 5% | Non stationnaire |

Source : construit par l'auteur, extrait de la régression sous Stata 2016 à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La P value est supérieure au seuil (5%) pour toutes les variables. On conclut, aucune des variables du modèle n'est pas stationnaire à niveau. L'application des tests ADF de racine unitaire sur les séries étudiées montre que toutes les variables ne sont pas stationnaires au niveau. Ce qui conduit à rejeter l'hypothèse de stationnarité pour toutes les séries à niveau. Puisque les variables sont non stationnaires en niveau, on passe à des tests en différence première.

**Tableau 49 la stationnarité en différence première des variables avec le test ADF**

| Variables | P-value | Seuil | Décisions |
|---|---|---|---|
| **lnvaar** | 0,0020 | 5% | Stationnaire |
| **lndepinvit** | 0,0118 | 5% | Stationnaire |
| **lndepfit** | 0,0207 | 5% | Stationnaire |
| **lnsup** | 0,0000 | 5% | Stationnaire |
| **lnpop** | 0,0040 | 5% | Stationnaire |
| **lnequi** | 0,8549* | 5% | Non stationnaire |

Source : construit par l'auteur, extrait de la régression sous Stata 2016 à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**NB** : * : **equi** est stationnaire en différence seconde de P-value=0,0278. En revanche, la P value est inférieure au seuil (5%) pour toutes les variables. Les variables sont donc toutes stationnaires en différence première excepté pour la variable équi, stationnaire en différente seconde.

L'application des tests ADF de racine unitaire sur les séries étudiées conduit à rejeter l'hypothèse de stationnarité pour toutes les séries à niveau. En revanche , il est donc utile de conclure que toutes les variables sont intégrées à l'ordre I(1) et I(2) pour la variable **equi**. Par conséquent nous avions déterminé le nombre de retards et pour le

choix du nombre des retards retenu, nous avons utilisé le critère d'information Akaike (AIC) pour appliquer au modèle ARDL (4 4 4 1 1 2). On s'est basé sur une modélisation ARDL pour évaluer l'influence des dépenses publiques agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle. En effet, le test ARDL ne nécessite pas que les variables du modèle soient purement I(0) ou I(1). C'est également une technique qui offre la possibilité de traiter conjointement la dynamique de long terme et les ajustements de court terme. Aussi, nous avons adopté cette approche pour évaluer l'incidence de la composition[…] des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle (Vaar).

**4.2.2 Détermination du nombre de retards**

Nous avions choisi le critère d'information Akaike (AIC) parmi plusieurs critères statistiques pour déterminer la valeur du nombre de retards d'un modèle à retards échelonnés, c'est-à-dire la période maximum d'influence de la série explicative.

***Tableau 50 Détermination du nombre de retards***

| Variables | PPE | AIC | HQIC | Retard retenu |
|---|---|---|---|---|
| **lnvaar** | **4*** | **4*** | **4*** | **4*** |
| **lndepinvit** | **4*** | **4*** | **4*** | **4*** |
| **lndepfit** | **4*** | **4*** | **4*** | **4*** |
| **lnsup** | **1*** | **1*** | **1*** | **1*** |
| **lnpop** | **1*** | **1*** | **1*** | **1*** |
| **lnequui** | **2*** | **2*** | **2*** | **2*** |

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat sous Stata 2016.

**NB :** * = rang choisi

**4.2.3 Spécification du modèle**

Le modèle ARDL (4 4 4 1 1 2) a permis d'estimer les relations de court et de long terme de variables macroéconomiques à retard aléatoire. Les modèles « AutoRegressive Distributed Lag/ARDL », ou « modèles autorégressifs à retards échelonnés ou distribués/ARRE » en français, sont des modèles dynamiques. Ces derniers ont la particularité de prendre en compte la dynamique temporelle (délai d'ajustement, anticipations[…]) dans l'explication d'une variable (série chronologique), améliorant ainsi les prévisions et efficacités des politiques (décisions,

actions). Nous allons maintenant passer à la régression du modèle par l'approche ARDL utilisée par beaucoup d'économistes comme un des concepts nouveaux et relativement simples, Pesaran et al (2001). Équation du modèle. La fonction initiale à estimer s'écrit de la façon générale suivante :

$$vaar_{it} = f(A_{it}, pop_{it}, sup_{it}, equi_{it}, depf_{it}, dep_{invit}) \qquad (1)$$

Elle s'inspire d'une étude réalisée par FAO (1994). Sous la forme logarithmique, on obtient :

$$lnvaar_{it} = A_{it} + \beta_1 lndepf_{it} + \beta_2 lndep_inv_{it} + \beta_3 lnequi_{it} + \beta_4 sup_{\ it} + \beta_7 lnpop_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

**4.2.4 Résultat du test ARDL Bounds**

Pour estimer un modèle ARDL, on doit tester si les variables sont cointégrées à court et long terme. On a estimé le modèle ARDL pour ensuite passer le test de cointégration aux bornes comme un test diagnostics (spécification ou restriction sur les coefficients) (Pesaran et al., 2001) ou le test de cointégration aux bornes (bounds test to cointégration). Le résultat est exposé ci-dessous (tableau 51).

**Tableau 51 test ARDL Bounds**

| Test statistique | Valeur | K |
|---|---|---|
| **F-Statistic** | 4.291 | 5 |

**Valeur critique**

| Significativité | I(0) Bound | I(1) Bound |
|---|---|---|
| **10%** | 2.26 | 3.5 |
| **5%** | 2.62 | 3.79 |
| **2,5%** | 2.96 | 4.18 |
| **1%** | 3.41 | 4.68 |

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat sous Stata 2016.

Les statistiques F calculées pour le **test ARDL Bounds** présentées dans le tableau ci-dessus montre que la statistique de Fisher (F=4.291) est supérieure à la borne supérieure pour les différents seuils de significativité 1%, 2,5%, 5%, et 10%. Donc nous rejetons l'hypothèse H0 d'absence de relation de long terme et nous concluons à l'existence d'une relation de long terme entre les différentes variables.

### 4.2.5 Estimation de la composition des dépenses publiques agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle

Le tableau 52 ci-dessous expose le résultat d'estimation des investissements publics agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle à court terme et à long terme.

**Tableau 52 Résultats d'estimation du modèle ARDL(4 4 4 1 1 2)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sample: | 1992 - 2016 | | Number of obs | = | 25 |
| | | | R-squared | = | 0.7507 |
| | | | Adj R-squared | = | 0.5014 |
| Log likelihood = | 78.596697 | | Root MSE | = | 0.0151 |

| D.lnvaar | Coef. | Std. Err. | t | P>\|t\| | [95% Conf. | Interval] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ADJ | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L1. | -.811594 | .198042 | -4.10 | 0.001 | -1.24309 | -.3800976 |
| LR | | | | | | |
| lndepinvit | .0501883 | .0185628 | 2.70 | 0.019 | .0097435 | .0906331 |
| lndepfit | -.0139561 | .0193037 | -0.72 | 0.484 | -.0560154 | .0281031 |
| lnsup | .0026674 | .0261653 | 0.10 | 0.920 | -.0543419 | .0596766 |
| lnpop | .16679 | .1601344 | 1.04 | 0.318 | -.1821128 | .5156928 |
| lnequi | .2124364 | .0360015 | 5.90 | 0.000 | .1339958 | .2908769 |
| SR | | | | | | |
| lndepinvit | | | | | | |
| D1. | -.0412694 | .0141067 | -2.93 | 0.013 | -.0720053 | -.0105335 |
| lndepfit | | | | | | |
| D1. | .0175801 | .0147344 | 1.19 | 0.256 | -.0145235 | .0496837 |
| lnsup | | | | | | |
| D1. | .0165382 | .015739 | 1.05 | 0.314 | -.017754 | .0508305 |
| lnpop | | | | | | |
| D1. | -.4548111 | .2270694 | -2.00 | 0.068 | -.9495527 | .0399306 |
| lnequi | | | | | | |
| D1. | -.1717975 | .0496748 | -3.46 | 0.005 | -.2800297 | -.0635654 |
| LD. | -.1383461 | .0465114 | -2.97 | 0.012 | -.2396857 | -.0370065 |
| _cons | 1.606423 | .7116098 | 2.26 | 0.043 | .055958 | 3.156887 |

Source : construit par l'auteur, extrait de la régression sous Stata 2016 à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

- **À court terme**

Les dépenses d'investissement dans le secteur agricole (**lndepinvit)** et les équipements agricoles **(lnequi)** sont significatives avec des effets négatifs sur la vaar. Ces résultats conformes aux travaux empiriques de Fölster et Henrekson (2001) qui considèrent que les dépenses publiques ont un effet négatif sur la productivité agricole suite à la taille importante du secteur public expliquent ce résultat. Ils confirment ainsi, les contributions empiriques d'Engen E. et Skinner J. (1992) Grier K.B. (1997) Hansson P. et Henrekson M. (1994) et de la Fuente (1997) qu'une grande taille du gouvernement est un facteur qui bloque la croissance économique. Nous constatons que les coefficients de court terme **lndepinvit, lndepfit, lnsup, lnpop, lnequi** ont un effet significatif ((**lndepinvit, lnequi**) d'une part et non significatif d'autre part (**lndepfit,**

**lnsup, lnpop)** agissent négativement sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle à court terme. En effet , les dépenses d'investissement dans le secteur agricole, les dépenses courant dans le secteur agricole , la population agricole active, la superficie ensemencée, les équipements agricoles n'ont pas une incidence positive sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle à court terme. Excepté la superficie ensemencée (lnsup) et les dépenses d'investissement courant agricole sont non significatif, mais ont une incidence positive sur la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar). Exemptées ses deux variables précédentes, les autres variables n'entrainent pas un effet positif sur la valeur ajoutée agricole réelle à court terme. Autrement, il faudrait dans ce cas plus d'années pour que ces dépenses aient un effet positif et considérable sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle. C'est d'ailleurs ce que nous confirment les résultats de long terme dans le tableau ci-dessus avec les dépenses d'investissement agricole au temps i (depinvit) et les équipements agricoles sont significatifs et avec un impact positif sur la croissance de la valeur ajoutée agricole. À part les dépenses courantes agricoles à effet négatif et non significatif, les autres variables sont non significatives, mais ont un effet positif sur la croissance la valeur ajoutée agricole à long terme. Le modèle ARDL, traduisant ainsi un ajustement à la cible de long terme relativement rapide.

- **À long terme**

À long terme, l'estimation du modèle ARDL ci-dessus montre que les variables dépenses d'investissement dans le secteur agricole au temps i (depinvit) et les équipements agricoles sont significatives à 5% et ont un effet positif sur la valeur ajoutée agricole réelle. Une hausse d'investissement dans le secteur agricole, d'un point, tend à augmenter la vaar malienne de 0,19%. Ce résultat explique que le gouvernement malien va au-delà de la convention du NEPAD pour consacrer 18% de son budget à son agriculture. L'importance des dépenses publiques allouées à l'agriculture a été reconnue par les dirigeants africains comme un prérequis fondamental pour parvenir à un taux de croissance annuel de 6 pour cent du PIB agricole, un objectif qui a été adopté par le NEPAD à travers le Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine (PDDAA). Cette décision a été adoptée dans la déclaration de Maputo, dans lequel les dirigeants africains ont appelé à une allocation budgétaire de 10 pour cent à l'agriculture d'ici 2008, dans le cadre de leur engagement à l'OMD et des objectifs du PDDAA. Les dépenses courantes agricoles sont à effet négatif et non significatif. Par ailleurs, ses dépenses courantes passent par plusieurs canaux pour

affecter la croissance. À long terme le coefficient de ses dépenses est non significatif, mais elles ont une incidence positive sur la valeur ajoutée agricole à court terme. Cet effet négatif n'est pas surprenant parce que ses dépenses sont consacrées à l'administration agricole et ne peuvent intervenir directement sur la croissance agricole à long terme. Les résultats empiriques du secteur agricole montrent que les dépenses dans le secteur agricole et les équipements agricoles ont un effet positif sur la croissance du secteur agricole. Contrairement aux dépenses d'investissement dans le secteur agricole au temps i (depinvit), les dépenses courantes d'administration agricole influencent négativement la vaar. En effets, la politique agricole malienne axée sur les investissements dans le secteur agricole et les équipements agricoles ont été la source principale de croissance de la valeur ajoutée agricole que les dépenses d'investissement agricole courant. Selon (Dione Amath L., 2017), les dépenses de fonctionnement de l'administration influencent négativement au regard des ressources financières limitées. Le niveau de dépenses publiques de fonctionnement laisse entrevoir des limites dans la rémunération totale en espèces ou en nature à verser à des agents des administrations publiques agricoles. La superficie agricole (lnsup) et la population agricole active ln(pop) sont non significatives, mais apparaissent avec un effet positif sur la valeur ajoutée agricole réelle de long terme. Concernant la superficie, certaines études théoriques et empiriques suggèrent que la relation est négative, c'est-à-dire que plus la taille d'une exploitation est grande, plus celle-ci est inefficace (Sen, 1962, 1966 ; Berry et Cline, 1979 ; Bardhan, 1973 ; Deolalikar, 1981). En effet, Berry et Cline (1979) démontrent que la productivité est plus grande sur les petites exploitations que sur les grandes exploitations. Cependant, d'autres hypothèses néoclassiques suggèrent qu'il ne devrait pas y avoir de corrélation entre la productivité et la taille d'une exploitation (Bhalla et Roy, 1988). En occurrence, la relation négative serait due aux imperfections sur les marchés du travail, de la terre, du capital et du crédit dans les pays en développement (Piette, 2006). En effet, selon les enseignements de Cette G. (2007), « [...] la productivité du travail est le principal déterminant des pays qui concourent à l'accroissement de son produit intérieur brut (PIB) […]. Il est cependant, une composante essentielle, mesuré et assez facilement comparable entre les périodes ou pays […] ». À ce titre, l'analyse des évolutions de la population agricole en combinaison avec les autres facteurs de la productivité agricole est capitale pour saisir d'une part la performance, d'autre part, la contreperformance du capital humain sur l'accroissement de la production de ce secteur en plus des autres potentialités.

**Tableau 53** Élasticité à court et long terme des investissements publics agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole.

| VARIABLES | ÉLASTICITÉ DE COURT TERME | VARIABLES | ÉLASTICITÉ DE LONG TERME |
|---|---|---|---|
| **Â1** | -0,051 | Â6 | 0,0062 |
| **Â2** | 0,022 | Â7 | -0,017 |
| **Â3** | 0,21 | Â8 | 0,0026 |
| **Â4** | -0,57 | Â9 | 0,21 |
| **Â5** | -0,21 | Â10 | 0,26 |

Source : construit par l'auteur, extrait de la régression sous Stata 2016 à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**4.2.5.1 Élasticités à court terme**

Elles sont données respectivement par Â1, Â2, Â3, Â4, Â5 pour les dépenses d'investissement dans le secteur agricole (depinvit), les dépenses courantes agricoles dans l'administration (depfit), la superficie cultivée (sup), la population active agricole, les équipements agricoles (equi).

**Â1** = - 0,051 et la probabilité (F) de Student = 0,013 est significatif à 10% et impacte négativement la valeur ajoutée agricole réelle. Donc, une augmentation de 10% des dépenses publiques d'investissement agricole du Mali entraine une réduction de la croissance de la vaar de 0,13% .

**Â2** = 0,022 et la probabilité (F) de Student = 0,256 nous montrent que les dépenses administratives courantes agricoles ont un impact positif et significatif au seuil de 5% et 10% sur la valeur ajoutée agricole réelle. À court terme, la valeur du coefficient indique qu'une hausse des dépenses courantes d'administration agricole de 10% accroit la valeur ajoutée agricole réelle de 0,22%.

**Â3** = 0,21 et la probabilité (F) de Student = 0,314 indique que l'augmentation de la superficie ensemencée de 10% alors fait hausser la valeur ajoutée agricole à court terme de 2,1%.

**Â4** = - 0,57 et la probabilité (F) de Student = 0,068 nous indique que la population agricole active est significative à 10%, mais elle entraine une relation négative à court terme sur la croissance de la valeur ajoutée agricole.

**Â5** = - 0,21 et la probabilité (F) de Student = 0,005 implique que les équipements agricoles sont significatifs à 5%, 10%, mais ils influencent négativement la valeur ajoutée agricole réelle.

**4.2.5.2 Élasticité à long terme**

Elles sont données respectivement par Â6, Â7, Â8, Â9, Â10 pour les dépenses d'investissement dans le secteur agricole (depinvit), les dépenses courantes agricoles dans l'administration (depfit), la superficie cultivée (sup), la population active agricole, les équipements agricoles (equi).

**Â6** = 0,0062 et la probabilité (F) de Student = 0,019 si les dépenses agricoles augmentent de 10% alors la valeur ajoutée augment 0,062% à long terme. À savoir, il existe une panoplie d'instruments que les décideurs peuvent utiliser pour promouvoir la croissance agricole nécessaire en Afrique. Parmi eux, ses auteurs (Barro, 1990; Schengen Fan et al., 2008) considèrent que les dépenses publiques sont un des instruments les plus directes et efficaces qui agissent sur la croissance agricole.

**Â7** = -0,017 et la probabilité (F) de Student = 0,484 si les dépenses agricoles d'administration augmentent de 10%, la valeur ajoutée agricole réelle baisse de 0,17% à long terme. Les dépenses agricoles courantes ont une influence plutôt immédiate que durable. C' est la raison pour laquelle nous constatons un effet positif à court terme.

**Â8** = 0,0026 et la probabilité (F) de Student = 0,920. L'augmentation de 10% de la surface agricole induit une augmentation de la valeur ajoutée agricole de 0,026%.

**Â9** = 0,21 et la probabilité (F) de Student = 0,318. Une augmentation de 10% de la population agricole entraine augmentation de 2,1% de la valeur ajoutée agricole réelle à long terme. Conformément aux travaux empiriques de (Sen, 1962, 1966 ; Berry et Cline, 1979 ; Bardhan, 1973 ; Deolalikar, 1981). En effet, Berry et Cline (1979) la population agricole malienne est une relation positive sur la valeur ajoutée agricole.

**Â10** = 0,26 et la probabilité (F) de Student = 0,000. Une hausse de 10% des équipements agricoles entraine une augmentation de 2,6 de la valeur ajoutée agricole réelle.

En conclusion, les lndepfit, la sup agissent positivement sur la vaar à CT pendant que les lndepinvit, lnpop, lnequi font varier négativement. À long terme les lndepinvit et les équipements agricoles agissent positivement sur la vaar or les autres variables ont un effet négatif. À court terme, l'élasticité des dépenses dans le secteur agricole, les équipements agricoles et la population agricole active agissent négativement sur la vaar pendant que contrairement aux dépenses courantes agricoles. À long terme les dépenses courantes agricoles font baisse la valeur ajoutée agricole sinon les autres variables agissent positivement. Le résultat consigné à l'annexe montre que le modèle est globalement significatif (annexe 6). Le modèle ARDL(4 4 4 1 1 2) estimé est

globalement bon et explique à 75% la dynamique des dépenses publiques sur la valeur ajoutée agricole réelle du Mali de 1990 à 2016.

**4.3 Méthodologie d'estimation du modèle VAR**

Après avoir estimé le modèle ARDL, nous avions trouvé la nécessité d'adopter le modèle VAR pour évaluer l'élasticité à court et long terme des investissements publics agricole sur la croissance de la valeur ajoutée agricole et les relations causales entre les variables économiques. La démarche est la même que dans le modèle précédent sans la variable investissement agricole dans le secteur agricole pour la simple raison du décalage du nombre de retards (4) avec les autres variables (annexe 5).

**4.3.1 Spécification du modèle VAR**

Départ sa conception, le modèle VAR repose sur l'hypothèse selon laquelle l'évolution de l'économie est bien rapprochée par la description du comportement dynamique d'un vecteur de n variables dépendant linéairement du passé (Sims, 1980). Les variables retenues dans ce second modèle sont entre autres (**lnvaar, lndepfit, lnsup, lnpop, lnequi).** Les mêmes variables du premier modèle (ARDL) ont donc été retenues ici, et nous avions en outre considéré, pour la modélisation par un modèle VAR excepté la variable **(lndepinvit).** Toutes les variables ont été prises en logarithmes du modèle VAR corresponde à une croissance exponentielle. Nous avons mené des tests de l'hypothèse de stationnarité sur ces différentes variables en utilisant les tests de Dickey-Fuller (1979, 1981). Ils ont conduit à accepter l'hypothèse d'un ordre d'intégration égal à 1 et d'ordre 2 pour la variable (lnequi). Dans cette seconde régression, la détermination du nombre de retards retenu est de (4) (annexe 5). La fonction initiale à estimer s'écrit de la façon générale suivante :

$$\boldsymbol{vaar_{it} = f(A_{it}, pop_{it}, sup_{it}, equi_{it}, def_{it},)} \qquad (\mathbf{1})$$

Elle s'inspire d'une étude réalisée par FAO (1994). Sous la forme logarithmique, on obtient :

$$\boldsymbol{lnvaar_{it} = A_{it} + \beta_2 lndepf_{it} + \beta_5 lnequi_{it} + \beta_6 lnsup_{\ it} + \beta_7 lnpop_{it} + \varepsilon_{it}} \quad (\mathbf{2})$$

**4.3.2 Résultat d'estimation du modèle VAR (4)**

Cette sous-section présente la synthèse des résultats d'estimation. Les résultats sont obtenus grâce au logiciel Stata2016. L'interprétation des résultats de l'estimation

demeure indispensable si l'on veut connaitre le vrai sens des coefficients estimés, s'assurer de leur significativité et formuler des recommandations pertinentes de politique macroéconomique.

Au terme de cette sous-section, les résultats révèlent que la population agricole active est une variable significative qui impacte positivement la valeur ajoutée agricole réelle et sur l'équipement agricole. Quant à l'équipement agricole, c'est une variable non significative, mais il influence positivement sur la superficie agricole. Les dépenses agricoles courantes sont non significatives, mais elle entraine un choc positif sur elles-mêmes. La valeur ajoutée agricole réelle est significative et impacte positivement les équipements agricoles (tableau d'estimation VAR(4) ci-dessous). Nous exposons ci-dessous les causes réelles et les pourcentages approximatifs des chocs dans les lignes qui suivent.

## Tableau 54 estimations du modèle VAR(4)

```
. var lnvaar lndepfit lnsup lnpop lnequi,lags(4)

Vector autoregression

Sample:  1994 - 2016                            Number of obs     =         23
Log likelihood =   145.1064                     AIC               =  -10.00925
FPE            =   3.29e-11                     HQIC              =  -9.636766
Det(Sigma_ml)  =   2.28e-12                     SBIC              =  -8.528174

Equation           Parms      RMSE     R-sq       chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
lnvaar                 6     .027536   0.4945   22.49925   0.0004
lndepfit               6     .323607   0.3274   11.19703   0.0476
lnsup                  6     .223693   0.7400   65.47079   0.0000
lnpop                  6     .018485   0.9319   314.6493   0.0000
lnequi                 6     .214013   0.4663   20.09804   0.0012
```

| | Coef. | Std. Err. | z | P>\|z\| | [95% Conf. | Interval] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **lnvaar** | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L4. | .4343062 | .2757116 | 1.58 | 0.115 | -.1060787 | .9746911 |
| lndepfit | | | | | | |
| L4. | -.0327161 | .0179543 | -1.82 | 0.068 | -.0679058 | .0024737 |
| lnsup | | | | | | |
| L4. | -.0379564 | .0221446 | -1.71 | 0.087 | -.0813591 | .0054462 |
| lnpop | | | | | | |
| L4. | .4532652 | .1370673 | 3.31 | 0.001 | .1846182 | .7219122 |
| lnequi | | | | | | |
| L4. | .0932691 | .0553688 | 1.68 | 0.092 | -.0152517 | .2017899 |
| _cons | .2520089 | 1.038061 | 0.24 | 0.808 | -1.782554 | 2.286572 |
| **lndepfit** | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L4. | 5.359004 | 3.240206 | 1.65 | 0.098 | -.9916833 | 11.70969 |
| lndepfit | | | | | | |
| L4. | -.4671514 | .2110016 | -2.21 | 0.027 | -.8807069 | -.0535958 |
| lnsup | | | | | | |
| L4. | .023122 | .260247 | 0.09 | 0.929 | -.4869527 | .5331968 |
| lnpop | | | | | | |
| L4. | -.9854181 | 1.610837 | -0.61 | 0.541 | -4.1426 | 2.171764 |
| lnequi | | | | | | |
| L4. | -.3501381 | .6507024 | -0.54 | 0.591 | -1.625491 | .9252152 |
| _cons | -11.24904 | 12.19946 | -0.92 | 0.356 | -35.15953 | 12.66146 |
| **lnsup** | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L4. | 2.694068 | 2.239786 | 1.20 | 0.229 | -1.695833 | 7.083968 |
| lndepfit | | | | | | |
| L4. | .138391 | .1458545 | 0.95 | 0.343 | -.1474785 | .4242605 |
| lnsup | | | | | | |
| L4. | -.0934886 | .1798953 | -0.52 | 0.603 | -.4460768 | .2590996 |
| lnpop | | | | | | |
| L4. | 3.977546 | 1.113488 | 3.57 | 0.000 | 1.79515 | 6.159943 |
| lnequi | | | | | | |
| L4. | -1.363661 | .4497968 | -3.03 | 0.002 | -2.245247 | -.4820758 |
| _cons | -13.49774 | 8.432853 | -1.60 | 0.109 | -30.02583 | 3.030345 |
| **lnpop** | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L4. | -.1878564 | .1850821 | -1.01 | 0.310 | -.5506106 | .1748979 |
| lndepfit | | | | | | |
| L4. | .0019555 | .0120525 | 0.16 | 0.871 | -.021667 | .025578 |
| lnsup | | | | | | |
| L4. | .0222248 | .0148654 | 1.50 | 0.135 | -.0069109 | .0513605 |
| lnpop | | | | | | |
| L4. | .5271386 | .0920117 | 5.73 | 0.000 | .3467988 | .7074783 |
| lnequi | | | | | | |
| L4. | -.0705057 | .0371684 | -1.90 | 0.058 | -.1433545 | .0023431 |
| _cons | 2.568413 | .6968388 | 3.69 | 0.000 | 1.202635 | 3.934192 |
| **lnequi** | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L4. | 6.633244 | 2.142861 | 3.10 | 0.002 | 2.433314 | 10.83317 |
| lndepfit | | | | | | |
| L4. | -.2516275 | .1395427 | -1.80 | 0.071 | -.5251262 | .0218712 |
| lnsup | | | | | | |
| L4. | .0367608 | .1721104 | 0.21 | 0.831 | -.3005694 | .374091 |
| lnpop | | | | | | |
| L4. | 1.842452 | 1.065302 | 1.73 | 0.084 | -.2455024 | 3.930406 |
| lnequi | | | | | | |
| L4. | .1313588 | .4303321 | 0.31 | 0.760 | -.7120767 | .9747943 |
| _cons | -25.82039 | 8.067926 | -3.20 | 0.001 | -41.63324 | -10.00755 |

Source : construis par l'auteur, extrait de la régression sous Stata 2016 à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

### 4.3.2 .1 Test de causalité entre les variables

Le test de causalité est essentiel puisque les relations de causalité relatent les informations sur l'antériorité des évènements entre les différentes variables. Il s'agit du principe d'antériorité, la cause précède l'effet et en second lieu, la série causale contient de l'information sur l'effet, qui n'est contenue dans aucune autre série, au sens de la distribution conditionnelle. Le test classique, à cet effet, est celui de Granger (1969), le théorème repose sur la valeur des prévisions des variables. On accepte l'hypothèse nulle (non-causalité) dès que Prob est supérieur à 5%.

**Tableau 55 Test de causalité**

```
. vargranger

  Granger causality Wald tests
```

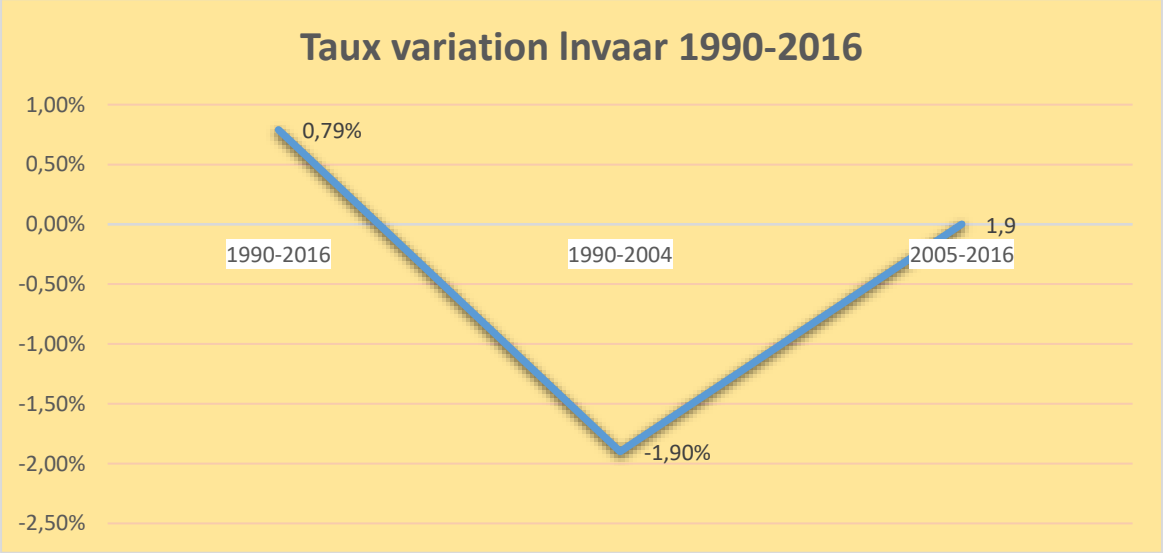
| Equation | Excluded | chi2 | df | Prob > chi2 |
|---|---|---|---|---|
| lnvaar | lndepfit | 3.3204 | 1 | 0.068 |
| lnvaar | lnsup | 2.9379 | 1 | 0.087 |
| lnvaar | lnpop | 10.935 | 1 | 0.001 |
| lnvaar | lnequi | 2.8376 | 1 | 0.092 |
| lnvaar | ALL | 17.623 | 4 | 0.001 |
| lndepfit | lnvaar | 2.7354 | 1 | 0.098 |
| lndepfit | lnsup | .00789 | 1 | 0.929 |
| lndepfit | lnpop | .37423 | 1 | 0.541 |
| lndepfit | lnequi | .28954 | 1 | 0.591 |
| lndepfit | ALL | 7.732 | 4 | 0.102 |
| lnsup | lnvaar | 1.4468 | 1 | 0.229 |
| lnsup | lndepfit | .90028 | 1 | 0.343 |
| lnsup | lnpop | 12.76 | 1 | 0.000 |
| lnsup | lnequi | 9.1914 | 1 | 0.002 |
| lnsup | ALL | 22.855 | 4 | 0.000 |
| lnpop | lnvaar | 1.0302 | 1 | 0.310 |
| lnpop | lndepfit | .02633 | 1 | 0.871 |
| lnpop | lnsup | 2.2352 | 1 | 0.135 |
| lnpop | lnequi | 3.5983 | 1 | 0.058 |
| lnpop | ALL | 21.968 | 4 | 0.000 |
| lnequi | lnvaar | 9.5822 | 1 | 0.002 |
| lnequi | lndepfit | 3.2516 | 1 | 0.071 |
| lnequi | lnsup | .04562 | 1 | 0.831 |
| lnequi | lnpop | 2.9912 | 1 | 0.084 |
| lnequi | ALL | 18.063 | 4 | 0.001 |

Source : construit par l'auteur, extrait de la régression sous Stata 2016 à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

La valeur ajoutée agricole réelle cause l'accroissement de la population agricole active. C'est parce que l'agriculture constitue la principale source de revenus et occupe 70% de la population. Autrement, ce résultat permet d'expliquer que la valeur ajoutée agricole réelle générée par l'agriculture incite la population à s'investir dans ce secteur d'activité. Nous constatons l'effet contraire dans les continents et pays à production intensive comme en Amérique et en Europe (Laurent C., 2018). Les dépenses courantes agricoles dans les administrations n'ont aucun effet significatif sur la valeur ajoutée

agricole réelle et sur les autres variables. En effet [les finances publiques servaient spécialement à la prise en charge des services publics] et les dépenses publiques se sont révélées inélastiques à impacter positivement la vaar. Par ce qu'elle a seulement consisté à prendre en charge le fonctionnement administratif. La superficie agricole cause l'accroissement de la population agricole et l'utilisation des équipements agricoles. Selon les keynésiens, ce mécanisme de transmission des politiques budgétaires pourrait se réaliser suivant deux mécanismes. À savoir, le mécanisme à travers des effets directs venant d'une hausse des dépenses publiques (elles-mêmes) ou d'une augmentation des dépenses privées des citoyens à la suite des baisses d'impôts. Autrement, via des effets indirects tirés de l'accroissement des dépenses de consommation grâce à la hausse des revenus et ainsi que d'un effet d'accélération émanant d'une expansion des dépenses d'investissement due à la hausse de la demande globale (Sheikh M-A., 1980). La population agricole cause les équipements agricoles. Ce capital humain agit positivement sur les équipements parce que les équipements agricoles sont indispensables pour améliorer la production agricole. Autrement, l'équipement agricole constitue la technologie pour accroitre la valeur ajoutée. À leurs tours, les équipements agricoles aussi causent la valeur ajoutée agricole réelle.

**Graphique** 18Taux de variation de la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar)



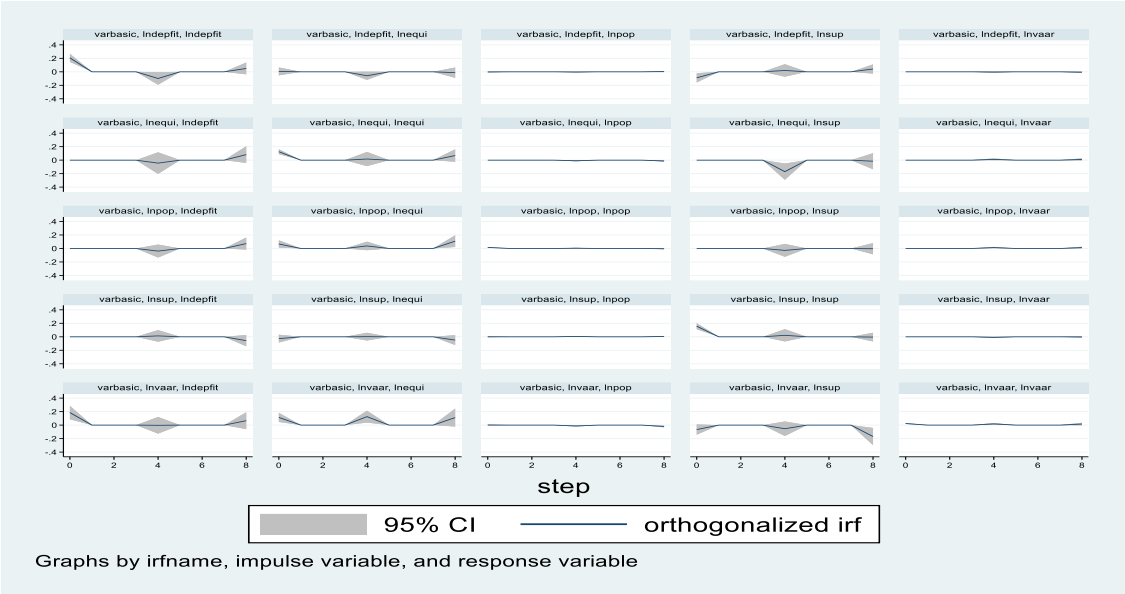

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Le taux de variations de la valeur ajoutée agricole réelle de la période de 2005-2016 enregistre le meilleur score en termes d'accroissement global de la valeur agricole réelle (lnvaar) que ceux des périodes de 1990-2016 et de 1990-2004. Ce résultat explique cependant, l'incidence de l'adoption de la loi d'orientation agricole (LOA, 2005) et de la politique de développement agricole (PDA, 2013). Cet incident a entrainé un effet positif sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle. Par contre, suite à l'application de la politique d'ajustement structurel (PAS, 1980), des mesures économiques et financières radicales consignées dans des programmes annuels ou pluriannuels dénommés « plans d'ajustement structurel » et du schéma directeur des années 1990-2004 (graphique 19) a impacté négativement la valeur ajoutée agricole réelle. Ce qui signifia que les politiques agricoles sont essentielles à améliorer l'accroissance ment de la valeur ajoutée agricole réelle sans quoi le secteur serait moins productif. Cette période s'est traduit par une diminution drastique de la valeur ajoutée agricole réelle de (-1,9 %) comparativement au taux moyen d'accroissement globale sur l'ensemble de nos observations de 1990-2016 (0,79 %) et aussi moins meilleur que celle de la période des politiques agricoles (1,9 %).

**4.3.2 .2 Fonction d'impulsion**

**Graphique 19** fonctions de réponses impulsionnelles

Les graphiques ci-dessous représentent les réponses à des chocs sur les résidus structurels des 5 variables du modèle.




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

Un choc positif sur les dépenses publiques courantes agricoles se traduit par un effet négatif et par un effet positif sur ce dernier. Ce choc n'a aucune incidence sur la population agricole active et positive sur la valeur ajoutée agricole réelle, mais elle provoque un choc négatif au départ et positif sur la superficie agricole. On note un effet négatif des dépenses publiques courantes agricoles sur les équipements agricoles.

Les équipements agricoles traduisent un choc négatif et positif sur les dépenses publiques courantes agricoles respectivement. L'effet obtenu sur lui-même est un choc positif, mais le choc obtenu sur la superficie agricole est négatif et faiblement positif sur la valeur ajoutée agricole réelle.

La population agricole active agit négativement et positivement sur les dépenses publiques courantes agricoles, mais on constate que l'augmentation de la population agricole fait augmenter les équipements agricoles. Ce choc entraine ainsi une diminution de la superficie agricole et un choc sensible positif sur la valeur ajoutée et la population agricole.

La superficie agricole fait appel à une augmentation des dépenses publiques courantes agricoles respectivement or une diminution de cette superficie entraine la baisse des équipements agricoles. Cependant, sa sensibilité est positive sur la valeur ajoutée agricole réelle et sur la population agricole active et elle a un choc positif sur elle-même.

Un effet positif de la valeur ajoutée agricole réelle traduit une augmentation des dépenses publiques courantes agricoles, des équipements agricoles et une faible sensibilité positive sur elle-même. Ce choc est négatif sur la superficie agricole et sur la population agricole.

#### 4.3.2.3 Décomposition de la variance

L'annexe 6 expose la décomposition de la variance . Elle explique la sensibilité des chocs qui affectent chaque innovation. Ainsi, la variance de l'erreur de prévision de la valeur ajoutée agricole réelle est due à 100% de ses propres innovations de la première à la quatrième année. Sur l'horizon de 21 ans, 60% dû à l'innovation de la valeur ajoutée agricole réelle, et 40% en moyenne proviennent suite des innovations des dépenses courantes agricoles, de la superficie, de la population active et des équipements agricoles. En effet, ses résultats sont conformes à ceux obtenus sur les fonctions d'impulsion ci-dessus.

En conclusion, les lndepfit, la sup agissent positivement sur la vaar conformément aux travaux empiriques de (Romer, 1990 ; Barro, 1990 ; Rajhi T., 1993 ; Artus P. et Kaabi M., 1993) qui ont démontré le lien positif entre les dépenses publiques et la croissance économique. Ces conclusions sont aussi soutenues par Barro (1990), Tenou (1999) et Nubukpo K. (2003) qui auraient conclu que les dépenses publiques ont une incidence sur la croissance économique. Ces résultats ont été aussi confirmés par (Bénin et al, 2009), (FAO, 1994). Alors que les lndepinvit, lnpop, lnequi font varier négativement la vaar à court terme contrairement à l'élasticité de court terme, les lndepinvit, la sup, la pop, les équi agissent positivement sur la vaar. Le constat révèle que les dépenses publiques agricoles à long terme pour influencer la croissance de la valeur ajoutée agricole. C'est la raison la contribution de l'agriculture à la croissance économique est au centre des préoccupations depuis les travaux de Kuznets (1971) et de la théorie économique sur la mesure de la productivité qui remonte aux travaux de Tinbergen J. (1942) et de Solow R. (1957). Dès lors, cette discipline s'est considérablement développée, en particulier suite à la contribution majeure de Dale W. Jorgenson (1995), Zvi G. (1987) et Diewert W. Erwin (1980).

# Conclusion générale

La productivité a été un concept très difficile à appréhender tant pour nous et aussi bien pour les prédécesseurs économistes qui cherchent toujours une combinaison optimale des ressources naturelles, humaines, de capitales pour prendre en compte les préoccupations de la nation en matière de politique économique et sociale. Cependant, nous avions utilisé différents instruments de recherche, majoritairement empruntés à la microéconomie de production, à l'économie de développement, à la macroéconomie des dépenses publiques d'investissement ici agricole, à la statistique, à l'économétrie et à l'économie politique. Nous avions retenu l'indice de productivité de Malmquist (1953) et ses composantes telles que définit par Farrell (1957) comme outils techniques par la méthode Data enveloppement analyses (DEA) ainsi que la fonction de distance de Sephard à la frontière à orientation output. Puis nous avions prolongé la recherche sur la question des politiques agricoles penchées sur l'incidence des dépenses publiques sur la valeur ajoutée agricole réelle dans la logique selon la physiocratie et le keynésisme axée sur le débat entre le libéralisme et l'interventionnisme (soutien) étatique dans la stratégie de production pour accroitre la valeur ajoutée agricole réelle.

Au niveau du premier chapitre, nous avons analysé le potentiel agricole malien et mis en exergue la problématique agricole de la productivité totale des facteurs et l'incidence des dépenses publiques d'investissement agricole sur la valeur ajoutée agricole réelle. Le deuxième chapitre a abordé le cadre théorique et empirique de l'analyse de la productivité totale des facteurs et des politiques publiques agricoles par l'approche non paramétrique de l'indice de productivité totale de Malmquist et ses deux composantes par la méthode DEA, pour l'ensemble de l'échantillon que compose cet échantillon et de l'incidence des dépenses publiques sur la valeur ajoutée agricole réelle. Dans le troisième, nous avions spécifié l'utilisation des modèles adoptés, la programmation avec l'indice de Malmquist (section1) et la régression avec les modèles ARDL ET VAR (section 2). Nous avions fait une recension théorique et empirique du processus de traitement des données avec les logiciels R et R-Studio et Stata 2016. Sur le plan des résultats, dans le quatrième chapitre, le résultat de la programmation linéaire affiche une amélioration du taux de croissance de la productivité totale pour l'ensemble de l'échantillon par la moyenne de 1,9291, néanmoins, ce taux varie selon les pays. Dans la dynamique, le résultat stipule que la performance réalisée en matière d'amélioration de l'indice global de productivité par l'ensemble des pays est due plutôt

légèrement à des gains d'efficacité technologique que d'efficacité technique. Ce gain global d'efficacité réalisé se traduit par un déplacement vers la frontière plutôt qu'un déplacement de la frontière elle-même, caractérisant ainsi un phénomène de rattrapage économique. S'agissant du cas spécifique du Mali, en somme l'amélioration de la productivité totale des facteurs de l'indice de Malmquist réalisée au Mali est de 2,4912 en moyenne est essentiellement due à l'adoption de la meilleure technologie. Autrement on constate une inefficacité technique en moyenne égale à 1. Sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants, l'inefficacité technique du Mali est due à une mauvaise combinaison engagée des inputs pour une sortie non optimale des outputs maximales. Cependant, il existe un écart assez important dans la gestion des ressources d'un point de vue global et par rapport à la capacité de transformation des producteurs à booster la productivité agricole par des meilleures techniques de production et par l'utilisation des technologies disponibles dans le processus de production. L'interprétation qu'on aurait pu donner à l'inefficacité des deux composantes d'efficacité : pure et d'échelle serait une mauvaise utilisation des inputs inadaptées à la taille des exploitations agricoles. Ce qui veut dire que la taille de l'exploitation est une relation négative par rapport à la population agricole active malienne.

Par ailleurs, de manière particulière, l'estimation de la fonction de distance de Sephard par pays est déclarée efficace sur toute la période d'étude, ils se situent tous sur la frontière de production. Sur le plan du changement, l'obtention des outputs maximale par suite d'une utilisation judicieuse des inputs de la région d'Afrique est comparable à celle du Burkina et de la Côte-d'Ivoire pour un écart de 2,433 de plus d'unité d'inputs qui permet d'obtenir une unité d'output. Concernant la région du Mali, on constate que les estimations de la fonction de Sephard, se trouvent à cheval entre une situation d'une économie d'échelle et une situation d'une déséconomie d'échelle. En effet, cette région serait la région qui ne se situerait ni proche ni loin de la frontière de production comparativement aux estimations de la fonction de distance de Sephard des régions ouest-africaines de notre champ d'analyse. Contrairement à l'échantillon de l'ensemble de la région de notre étude, le Mali réalise un gain global d'efficacité en changement qui se traduit par un déplacement de la frontière elle-même que plutôt qu'un déplacement vers la frontière, ainsi ce phénomène caractérise un décollage productif significatif agricole.

Cependant, les facteurs ci-dessus ne sont pas les seuls à influencer cette amélioration de la croissance agricole et ni moins les seuls leviers de la productivité

agricole. Il y a, à savoir, le soutien du gouvernement qui dispose un outil budgétaire qui permet d'allouer des dépenses d'investissement agricole, notamment pour répondre à certaines questions des investissements publics en direction du secteur agricole. C'est la raison pour laquelle, nous avions privilégié les dépenses d'investissement publiques agricoles pour analyser son incidence sur la valeur ajoutée agricole réelle. L'analyse des résultats de ce second modèle révèle que les investissements publics agricoles sont sources de croissance économique au Mali. Les dépenses courantes agricoles dans les administrations et la superficie agricole agissent positivement sur la vaar alors que les dépenses dans le secteur agricole, la population agricole active, les équipements agricoles font varier négativement la vaar. En termes d'élasticité, les dépenses dans le secteur agricole, la superficie, la population et les équipements agricoles agissent positivement sur la vaar. Le résultat est consigné à l'annexe 6 et montre que le modèle est globalement significatif (annexe 6). Le modèle ARDL(4 4 4 1 1 2) estimé est globalement bon et explique à 75% la dynamique des dépenses publiques sur la valeur ajoutée agricole réelle du Mali de 1990 à 2016. Autre part, le second modèle (VAR(4)) montre que les dépenses courantes agricoles, la superficie agricole agissent positivement sur la vaar conformément aux travaux empiriques de (Romer, 1990 ; Barro, 1990 ; Rajhi T., 1993 ; Artus P. et Kaabi M., 1993). Ces conclusions sont aussi soutenues par Barro (1990), Tenou (1999) et Nubukpo (2003) qui auraient conclu que les dépenses publiques ont une incidence sur la croissance économique. Ces résultats ont été aussi confirmés par (Bénin et al, 2009 et la FAO, 1994). Cependant, la valeur ajoutée agricole réelle cause l'accroissement de la population agricole active. Les dépenses courantes agricoles dans les administrations n'ont aucun effet significatif sur la valeur ajoutée agricole réelle et sur les autres variables. La superficie agricole cause l'accroissement de la population agricole et l'utilisation des équipements agricoles. La population agricole cause les équipements agricoles. Autrement, l'équipement agricole constitue la technologie pour accroitre la valeur ajoutée. À leurs tours, les équipements agricoles aussi causent la valeur ajoutée agricole réelle. Par ailleurs, un choc positif sur les dépenses publiques courantes agricoles se traduit par un effet négatif et par un effet positif à long terme sur ce dernier. Ce choc n'a aucune incidence sur la population agricole active et positive sur la valeur ajoutée agricole réelle, mais elle provoque un choc négatif au départ et positif sur la superficie agricole. On note un effet négatif des dépenses publiques courantes agricoles sur les équipements agricoles. Les équipements agricoles traduisent un choc négatif et positif sur les dépenses publiques courantes

agricoles. L'effet obtenu sur lui-même est un choc positif, mais le choc obtenu sur la superficie agricole est négatif et faiblement positif sur la valeur ajoutée agricole réelle. La population agricole active agit négativement et positivement sur les dépenses publiques courantes agricoles respectivement, mais on constate que l'augmentation de la population agricole fait augmenter les équipements agricoles. Ce choc entraine ainsi une diminution de la superficie agricole et un choc sensible positif sur la valeur ajoutée et la population agricole. La superficie agricole fait appel à une augmentation des dépenses publiques courantes agricoles respectivement or une diminution de cette superficie entraine la baisse des équipements agricoles. Cependant sa sensibilité est positive sur la valeur ajoutée agricole réelle et sur la population agricole active et elle a un choc positif sur elle-même. Un effet positif de la valeur ajoutée agricole réelle traduit une augmentation des dépenses publiques courantes agricoles, des équipements agricoles et une faible sensibilité positive sur elle-même. Ce choc est négatif sur la superficie agricole et sur la population agricole. Pour plus de précision , la décomposition de la variance du taux d'accroissance de la valeur ajoutée agricole réelle est dû à 100% de ses propres innovations de la première à la quatrième année. Sur l'horizon de 21 ans, 60% sont dues à l'innovation de la valeur ajoutée agricole réelle, et 40% en moyenne proviennent à la suite des innovations des dépenses courantes agricoles, de la superficie, de la population active et des équipements agricoles.

En revanche, l'agriculture malienne est soumise à de nombreuses contraintes, en occurrence naturelle (la dégradation des ressources, la pluviométrie et le climat) en plus des facteurs de production exposés ci-dessus, des contraintes financières, des emboitements de politiques agricoles internes et des effets exogènes, de politiques agricoles conjoncturelles et des déficits des dépenses publiques effectives dans la formation agricole. Les effets exogènes tels que la politique d'ajustement structurel (PAS) et le schéma directeur (SD) mis en œuvre dans le passé ont été repérés comme des pratiques qui ont permis la prise en main du destin de l'agriculture par la nation malienne. Ces effets ont conduit à l'adoption des novelles politique économique et agricole (LOA, PDA) et à la reformulation du secteur (subvention) adapté aux besoins et à la réalité de l'agriculture malienne pour remédier à ses erreurs de chaque période dans le passé et pour répondre aux multiples défis qui sous-entend ce secteur. À travers l'aide des résultats de ses 2 modèles, l'analyse économétrique sous Stata 2016 montre que la valeur ajoutée agricole ne peut être améliorée sans les investissements publics agricoles adéquats autant par le montant que sur les facteurs de production. En somme,

les résultats montrent que les dépenses publiques agricoles globales ont eu plus d'impact avec les politiques agricoles qu'en l'absence des politiques. L'étude retient qu'il y a un effet d'éviction des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée réelle. L'analyse de ces résultats obtenus à partir des différents modèles donne deux effets qui enregistrent un faible score et un meilleur score en termes d'accroissement global de la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar) entre les périodes de 1990-2016 avec et sans les politiques agricoles et de 1990-2004 avant l'adoption des politiques agricoles. Les résultats de cette analyse expliquent cependant, l'incidence positive de l'adoption de la loi d'orientation agricole (LOA, 2005) et de la politique de développement agricole (PDA, 2013). Cet incident a entrainé un effet d'éviction sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle. Par conséquent, l'application des programmes annuels ou pluriannuels dénommés « plans d'ajustement structurel (PAS, 1980) » consignés par des mesures économiques et financières radicales et du schéma directeur (SD) des années 1990-2004 (graphique 18) a impacté négativement sur la valeur ajoutée agricole réelle. Ce qui signifia que les politiques agricoles sont essentielles dans l'amélioration d'accroissement de la valeur ajoutée agricole réelle sans quoi le secteur agricole serait moins productif. La période 1990-2004 avant l'adoption des politiques s'est traduit par une diminution drastique de la valeur ajoutée agricole réelle de (-1,9 %) comparativement au taux moyen d'accroissement globale sur l'ensemble de nos observations de 1990-2016 (0,79 %) et aussi moins meilleur que celle de la période après l'adoption des politiques agricoles (1,9 %). Avant l'adoption des politiques agricoles (graphique 18), l'élasticité des dépenses publiques agricoles, c'est-à-dire la sensibilité des dépenses publiques d'investissement au temps par rapport à la valeur ajoutée agricole réelle permet de préciser les élasticités court de terme et de long terme. En effet, à court terme, si on augmente 10% des dépenses publiques d'investissement agricole du Mali on constatera une réduction de la croissance de la vaar de 0,13% or une augmentation de 10% les dépenses administratives courantes agricoles ont un impact positif et significatif au seuil de 5% et 10% sur la valeur ajoutée agricole réelle. En même temps, une augmentation de la superficie ensemencée de 10% alors fait hausser la valeur ajoutée agricole à court terme de 2,1%. Par contre la population agricole active est significative à 10%, mais elle entraine une relation négative à court terme sur la croissance de la valeur ajoutée agricole. Les équipements agricoles sont significatifs à 5%, 10%, mais ils influencent négativement la valeur ajoutée agricole réelle. À long terme, si les dépenses agricoles augmentent de 10% alors la valeur

ajoutée augmente 0,062%. Les dépenses agricoles d'administration augmentent de 10%, la valeur ajoutée agricole réelle baisse de 0,17%. Une augmentation de 10% de la surface agricole induit une augmentation de la valeur ajoutée agricole de 0,026% comme une augmentation de 10% de la population agricole entraine une augmentation de 2,1% de la valeur ajoutée agricole réelle. Une hausse de 10% des équipements agricoles entraine une augmentation de 2,6 de la valeur ajoutée agricole réelle. En conclusion, les lndepfit, la sup agissent positivement sur la vaar alors que les lndepinvit, lnpop, lnequi font varier négativement la vaar. Contrairement à l'élasticité de court terme, les lndepinvit, la sup, la pop, les équi agissent positivement sur la vaar. L'engagement du gouvernement a augmenté les dépenses publiques agricoles s'est traduit par un accroissement de la valeur ajoutée agricole réelle. La réussite des politiques agricoles est due en partie aux systèmes de contrôle permettant de fournir des informations actualisées sur les ressources en vue de suivre l'évolution des instruments qui permet de les réorienter rigoureusement l'application des nouvelles politiques exigées. Les dépenses actuelles maliennes en matière d'investissement agricole sont conséquentes pour avoir des impacts significatifs sur la productivité agricole. Ces dépenses publiques affectées aux investissements agricoles en termes opérationnels sont les investissements qui englobent une combinaison des éléments de la recherche scientifique de pointe et la diffusion des technologies peu couteuses pour les agriculteurs. Ces investissements peuvent être également affectés à l'aménagement de nouvelles terres cultivables et à l'acquisition des équipements. Les mutations attendues sont conditionnées par la disponibilité en facteurs ou « inputs » nécessaires qui peuvent être des équipements agricoles, ou l'innovation agricole sans lesquels, il est difficile pour l'agriculture d'opérer effectivement des mutations nécessaires imposées par l'environnement physique, socioéconomique et politique. L'augmentation de la superficie par les nouvelles terres aménagées devrait permettre d'installer les jeunes agricultures au lieu d'attribuer ces nouvelles terres aux exploitants exercent déjà une agriculture extensive contrairement à la recommandation de la FAO qui fait la politique des exploitations agricoles familiale au Mali (SIAGRI, 2016). Cependant, la réduction des couts d'acquisition des intrants agricoles aux producteurs devrait être également la stratégie dominante à mettre en œuvre pour permettre d'accroitre la valeur ajoutée agricole  or la valeur ajoutée de toute le secteur coton est presque exportée à l'étranger. En plus, la littérature nous enseigne que les systèmes de recherche agricole au Mali sont fragmentés presque en 800 organismes de

développement agricole 2 fois plus que pour l'Afrique subsaharienne, 8 fois plus que le nombre des organismes agricoles en Inde et 16 fois plus que celui des États-Unis (Banque mondiale, 2008). Cependant, le manque d'une bonne synergie avec les services d'appui-conseil agricole empêche en réalité de réaliser des économies d'échelle dans le cadre du développement agricole. De ce fait, la mise en commun des investissements permettrait la création d'un centre d'excellence et la diffusion des technologies agricoles adaptées au système de production agricole malienne. En outre, l'analyse des politiques agricoles et de la productivité de l'agriculture au Mali révèle que le libéralisme économique assure la performance de comportement des structures agricoles, mais on constate des d'efficiences des facteurs techniques de production par moment. Cependant, l'État doit intervenir pour réguler ce déséquilibre par la meilleure modalité de gestion économique en passant du rôle d'État gendarme à l'État-providence a un rôle plus étendu directement par le biais des politiques des investissements publics agricoles et indirectement par des politiques monétaires et fiscales sur les fonctions de consommation et d'investissement dans le but de soutenir ou de relancer l'activité économique par une allocation des ressources, la redistribution des revenus et la stabilisation interne des prix agricoles. Selon la logique keynésienne, les dépenses publiques exercer une influence significative sur les variables économiques, notamment sur la consommation et l'investissement agricole dont la politique budgétaire constitue le principal instrument de réponse aux différents chocs asymétriques qui peuvent affecter les économies agricoles. Les investissements publics agricoles sont ainsi, traditionnellement considérés comme un facteur de stimulation de la croissance économique agricole. Cependant, ses investissements publics agricoles pourraient en effet, aussi constituer une source de distorsions si le degré d'intervention n'est pas bien ajusté.

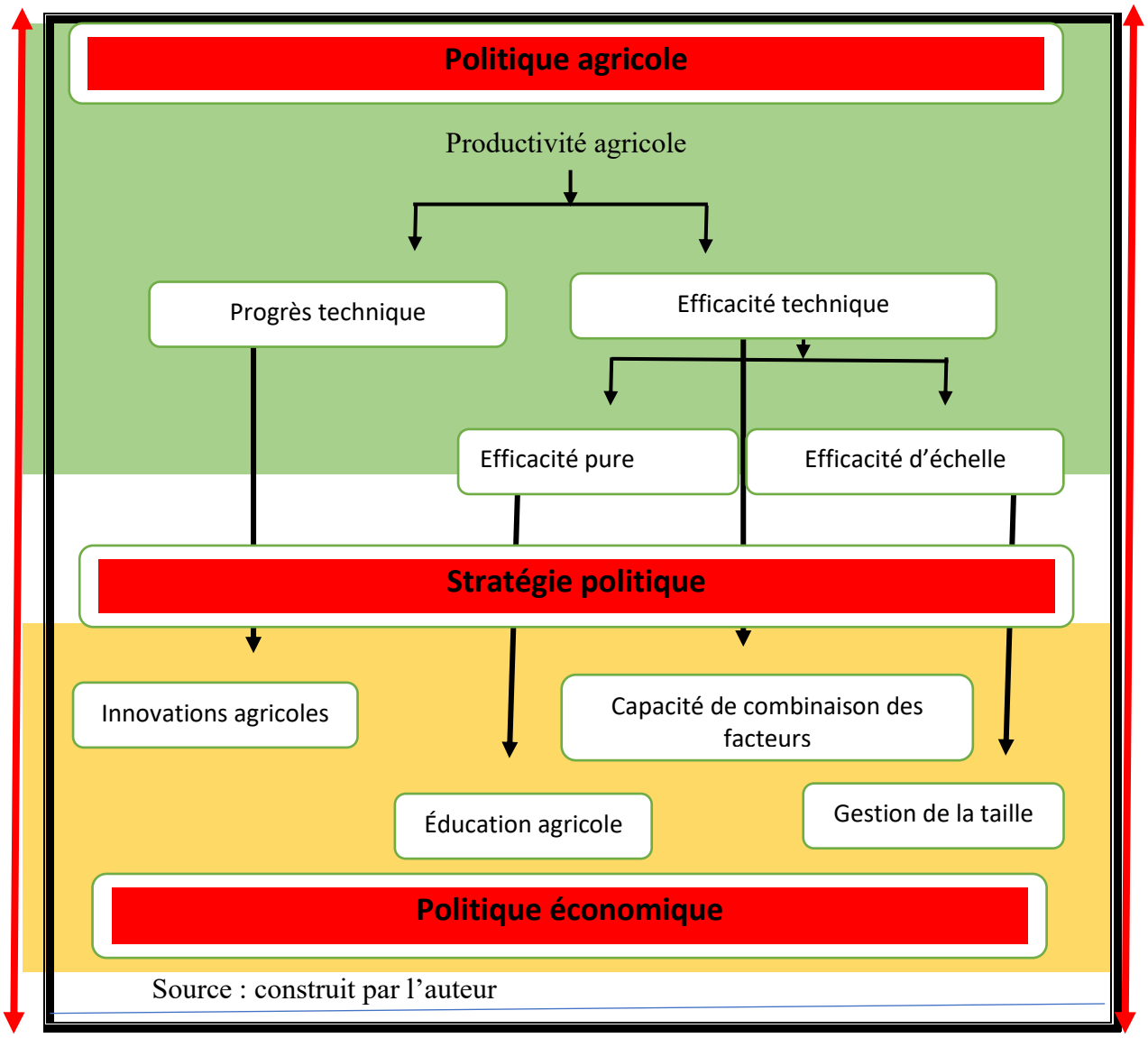
En conclusion, la productivité agricole est d'ordre économique et est relative à l'élévation du niveau de la production, du changement d'échelle de production technique et technologique (quantité et qualité) des machines, d'organisation du travail, de la qualification professionnelle, du comportement des hommes, du climat social à l'intérieur des unités de production et des investissements publics agricoles. Ainsi, nous arrivons à la conclusion que nos deux hypothèses de départ furent vérifiées et validées pour confirmer que l'utilisation optimale des facteurs de production favorise la productivité totale agricole et les dépenses publiques agricoles dans ses compositions ont une influence significative sur l'accroissement de la valeur ajoutée agricole réelle

(VAAR). Au Mali, les débats actuels et précédents sur la relance économique des politiques agricoles nous ont permis de saisir le contour du problème de la productivité agricole afin de savoir comment les inputs influencent l'obtention des outputs. Nous avions trouvé que le problème de la productivité agricole de notre échantillon d'étude est d'abord institutionnel et ensuite technique et technologique. Les résultats obtenus montrent que la productivité agricole dépend grandement des facteurs, à savoir des innovations institutionnelles, techniques, technologiques et aussi de la recherche scientifique. C'est la raison pour laquelle nous avions analysé la productivité totale des facteurs et évalué l'incidence des dépenses publiques agricoles sur la valeur ajoutée agricole réelle avec et sans les politiques agricoles en République du Mali.

**Perspectives et recommandations**

Nous proposons des solutions adaptées et des recommandations appropriées à l'endroit des États de l'Afrique de l'Ouest de notre échantillon d'étude en général et du Mali en particulier. Nos recommandations sont assorties du problème agricole au regard des résultats obtenus. Nous avons construit un schéma de réponse aux problèmes des politiques agricoles et de la productivité de l'agriculture au Mali (schéma 4).

**Schéma 5 Réponses aux problèmes des politiques et productivité agricoles**




Source : construit par l'auteur

Ce schéma expose le problème de l'agriculture malienne et les instruments de réponses pour réduire davantage le problème économique. Il s'agit de la gestion optimale des facteurs pour accroitre plus de valeur ajoutée agricole dans la chaine économique. C'est un système de correspondance qui permet de résoudre le problème

agricole à partir des instruments des politiques économiques (stratégies). Nous décrivons le schéma simplifié comme suit :

Productivité agricole ↔ Stratégie politique ↔ Instrument économique

Visiblement, le problème agricole se trouve à 3 niveaux, au niveau du progrès technique, au niveau de l'efficacité d'échelle et au niveau de l'efficacité pure comme définie dans le pilier des politiques agricole ci-dessus.

Premièrement, la production, l'objectif principal qu'on recherche dans la production est l'abondance productive capable de satisfaire les besoins alimentaires de la nation. Cette abondance productive est stimulée par la technologie et la technique avec ses deux composantes d'efficacité techniques pure et d'échelle. Le premier stimulant engage toutes les innovations agricoles tandis qu'alors les deux autres stimulants engagent la capacité des producteurs à pouvoir mieux combiner les facteurs d'échelle (la taille) et pure (utilisation optimale des ressources). Les politiques envisageables à l'égard du premier stimulant sont l'adoption de la nouvelle technologie susceptible d'augmenter la production agricole plus haut qu'au t à t+1. Ensuite, les politiques envisageables à l'égard des deux autres stimulants sont l'éducation, la recherche et la vulgarisation agricole […] (technicité pure) et puis l'adaptation de la surface de production à la taille de la population agricole active (main-d'œuvre agricole), le remembrement et le démembrement du nombre des agriculteurs par l'éducation et du type d'exploitation et la gestion judicieuse des terres agricoles […] (technicité d'échelle).

Deuxièmement, il s'agit du secteur de la consommation alimentaire et la politique envisageable est la régulation de la politique de prix des produits agricoles en période d'abondance et de pénurie. Nous n'avons pas développé ce deuxième point et le troisième point suivant ci-dessous parce qu'ils sont hors objet de la présente thèse.

Troisièmement, il s'agit de la répartition judicieuse des ressources au profit de la nation et les politiques agricoles envisageables sont les investissements et la subvention agricole […].

Quatrièmement, nous recommandons au gouvernement malien l'adoption d'une politique qui permettrait la réduction des équipements et des dépenses dans le secteur agricole parce que ses impacts sont négatifs à court terme. Par contre, nous suggérons une augmentation des dépenses courantes agricoles, des superficies cultivées et de la

population agricole active. À long terme le gouvernent doit soit maintenir ou augmenter les dépenses dans le secteur agricole, les équipements agricoles, la superficie agricole, la population agricole et réduire les dépenses courantes agricoles.

Au contexte de cette thèse, la réponse aux problèmes agricoles actuels des États de l'Afrique de l'Ouest de notre échantillon en général et du Mali en particulier réside dans l'inefficacité technique. Il s'agit, la manière par laquelle les producteurs combinent inadéquatement les facteurs de production et les politiques agricoles envisageables à cet effet sont décrite brièvement dans le paragraphe (efficacité technique) ci-dessus. En occurrence, nous recommandons, aux États d'Afrique de notre échantillon et au gouvernement malien à adopter une politique d'éducation agricole, de diffusion des recherches agricoles et d'une gestion judicieuse de la taille des surfaces agricoles afin de renforcer la capacité des producteurs à mieux combiner les facteurs de production agricole (voir le schéma 5, réponses aux problèmes des politiques et productivité agricoles la solution que propose la politique économique).

En perspective, nous voudrions prolonger nos réflexions très prochainement sur 2 axes, « la politique agroalimentaire=industrialisation agricole » considérant que la question de « politiques agricoles et de la productivité de l'agriculture » aurait boosté l'abondance agricole productive pour déclencher ses débouchés de consommation. Puis nous voudrions poursuivre l'étude de la répartition de cette abondance productive sur la question de politique de consommation agroalimentaire, penchée spécifiquement sur la « politique de transformation et consommation agroalimentaire » considérant que l'abondance productive n'a pas souvent de débouché sur le marché. Ensuite, nous souhaiterons analyser les déterminants de la compétitivité des prix de l'Afrique de l'Ouest afin qu'elle puisse se démarquer sur le marché mondial.

# Bibliographie


Abramovitz M. (1956). Ressources and ouput trends in U.S. Since 1870. *American economic review*.

Ackerberg D. A. et al. (2005). Structural identification of production functions. *Working Paper.*

Afonso A. Schuknecht L & Tanzi V. (2003). Public Sector Efficiency: an International Comparison. *European Central Bank Working Paper Series, No. 242.*

Afonso et al. (2004). Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. . *Journal of Applied Economics. Vol VIII, No. 2 (Nov 2005), 227-246.*

Afrique vert. (2004). *FICHE TECHNIQUE SUR LE COMMERCE DU RIZ MALIEN AFRIQUE VERTE .* Bamako: Afrique vert.

Aigner D. et al. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics, 6, 21-37.*

Aigner D. J. et al. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics vol 66*.

Akerlof G. A. (1970). The market of lemons: quality, Uncertainly and The market mechanism. *Quaterly Journal of Economics,84 : 488-500.* .

Alston. (2010). The Benefits from Agricultural Research and Development, Innovation, and Productivity Growth", OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, N°31, . *OECD Publishing,*, Pp.13-20.

Alston J.M. et al. (2008). Agricultural research , productivity and food commodity prices. *Agricultural and ressource economics.*

Amara N. et Romain R. (2000). Mesure de l'efficacité technique . *: Revue de la littérature", CREA, SR. 00.07.*

Anderson K. J. et al. (2006). Novel events associated with phenotypic reversion of a P element mutant in Drosophila melanogaster. . *Genome 49(9): 1184--1192. research paper*.

Andrew et al. (2013). *Pour un commerce mondial plus juste.* Paris, Fayard,.

Antle J. M. (1983). Infrastructure and Aggregate Agricultural Productivity: International Evidence. . *Economic Development and Cultural Change Vol.31, N°3,* , Pp.6-10.

Antle M. John & Capalbo M.Susan. (1989). Agricultural Productivity: Measurement and Explanation. *American Journal of Agricultural Economics, 1989, vol. 71, issue 1, 226-227*.

arol J. et al. ( 2009). Productivity and the determinants of efficiency in Irish agricultural. *Document présenté à la 83e coneférnce AES Dublin Irlande*.

Arrow K. J. (1974). Les Limites de l'Organisation. *PUF, Paris.*

Artus P. et Kaabi M. (1993). Dépenses publiques, progrès technique et croissance. *Revue économique Année 1993 44-2 pp. 287-318*.

Aschauer D.A. (1989). Public expenditure productive? . *Journal of Monetary Economics 23,*.

Askari A. and Cummings T. (1977). Estimating agricultural supply response with the Nerlove model: a survey, . *International Economic Review, 18, 257-329 .*

Auer et al. (1979). Les disparités régionale de la productivité et la croissance au Canada. *Conseil économique du Canada*.

Ball V.E. al. (1997). Agricultural productivity revisited. *American journal of agricultural economics vol 76*.

Ball V.E. al. (2010). Productivity and international competivivenes of agriculture in the European union and U.S. *Agricultural economics vol 41*.

Banker R. D. et al. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management sciences.*

Banque mondiale. (2017). *Problématique agricole mondiale.*

Bardhan Pranab K. (1973). Size, Productivity, and Returns to Scale: An Analysis of Farm-Level Data in Indian Agriculture. *The Journal of Political Economy, Vol. 81 (6),*.

Barro. (1990). Les d´epenses publiques productives Le mod`ele de Barro 1990. *Licence AES AGE,AGT,CAI, semestre 6*.

Barro Robert J. and Xavier Sala-i-Martin. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy 100(2): 223-251.*

Battese G. E. et Coelli T. J. (1995). A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics,Vol.20.*

Battese G.E Coelli T.J. (1993). A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effectsWorking Papers in Econometrics and Applied Statistics No 69,. *Department of Econometrics. University of New England. Armidale*.

Battese G.E. and Corra G.S. (1977). Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics 21*.

Battese G.E. et Coelli T.J. (1992). Frontier production functions technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Departement of economitrics university of new England Armidale NSW 2351 Australia.*

Battese George E. (1992). Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Department of Econometrics, University of New England, Armidale, New South Wales, Australia* .

Becker G. (1965). A Theory of the Allocation of Time. *Economic journal 75 (299).*

Beitone et al. (2008). Dictionnaire des sciences économiques. *Armand colin, Paris,*.

Benjamin C. (1996). Emploi et pluriactivité dans les exploitations agricoles : analyse théorique et application au cas français. *Economica, Paris*.

Bernard Y et Colli J.C. (1996). Dictionnaire économique et financier . *Seuil, Paris*.

Berry R. Albert et William R. Cline. (1979). Agrarian Structure and Productivity in Developing Countries. *The Johns Hopkins University Press, Baltimore et Londres.*

Berthé et Keita. (2009). L'accroissement de la productivité céréalière pluviale. *IFPRI*.

Bhagwati J. (1971). The generalised theory of distortion and welfare, in Bhagwati J. and al., balance payement and growth. *Amsedam North Holland*.

Bhalla Surjit S. et Roy. (1988). Mis-Specification in Farm Productivity Analysis: The Role of Land Quality",. *Oxford Economic Papers, Vol. 40 (1),*.

Binswanger H. P. & S. R. Khandker and M. R. Rosenzweig. (1993). How Infrastructure and Financial Institutions Affect Agricultural Output and Investment in India. . *Journal of Development Economics, Vol. 41, No. 2,* , pp. 337-366. .

Biorn E. (1989). Gross and net capital, and the form of survival function theory and some Norwegian evidence. *Review of income and wealth serie 35.*

Birnbacher D. (1988). Verantwortung für zukünftige Generation, P. Reclam jun, 1994 pour la traduction française La responsabilité envers les générations futures, . *Presses Universitaires de France, collection Philosophie Morale.*

Blancard S. et Boussemart J.P. (2006). Productivité agricole et rattrapage technologique : le cas des exploitations de grandes cultures du Nord-Pas-de-Calais. *Cahiers d'économie et sociologie rurales, 80, 6-28.*

Block S. (2010). The decline and rise of agricultural productivityin subsaharan Africa since 1961. *National bureau of economic research working paper 16481*.

Blundell R. et Bond S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *,Journal of Econometrics, vol. 87.*

Blundell R. et Bond S. (2000). GMM estimation with persistent panel data : An application to production functions. *Econometric Reviews, vol. 19, n° 3*.

Bonnieux F. Rainelli P. (1989). Politiques agricoles et environnement dans les pays riches ». *Économie Rurale, numéro 189, janvier-février, p. 65-72.*

Boussard J.-M. et al. (1988). La programmation lineaire dans les méthodes de production. *Paris, Masson INRA*.

Bravo-Ortega et Lederman. (2005). Agricultural and national welfare around the world: causality and international heterogeneity since 1960. *Worl banq policy research work paper 3499*.

Brummer B. et al. (2002). Decomposition of productivity growth using distance functions: the case of dairy farms in three European countries. *American journal of agricultural economis vol 84*.

Bureau of Labor Statistics. (1993). Labor Composition and U.S. Productivity Growth, 1948-90,. *US Government Printing Office*.

Burniaux J.M. et al. (1988). Analytical issues in the Uruguay round negotiations on agriculture. *https://www.sciencedirect.com/science/journal/00142921*.

Burniaux J.M. et al. (1990). Economy wide effects of agricultural policy in OECD counties: A GE approach using the Walaras model. In IAn Golding and Oding Knudsen (edit). Agricultural trade liberalization implication for developing countries Paris org co-operation and developpement. *Washington Dc World bank.*

Butault J.P. (1999). La pluriactivité : un correctif aux inégalités du revenu agricole . *Economie et statistique, n°329-330.*

Butault J.P. et Resquillart V. (2010). La stagnation de la production, l'essouflement des gains de productivité et le declin de la compétitivité de l'agroalimentaire en france. *Document de travail pour MAAPRAT INRASAE2*.

cabinet de conseil américain. (2011). *Commerce et de la politique agricole.*

Carroll J. et al. (2009). Productivity and the determinants of efficiency in Irish agriculture. *Document présenté à la 83e conférence de AES dublin Iralande*.

Carter Michael R. (1984). Identification of the Inverse Relationship between Farm Size and Productivity: An Empirical Analysis of Peasant Agricultural Production. *Oxford Economic Papers, Vol.36 (1),*.

Cazals C. et al. (2002). Nonparametric frontier estimation :a robust approach. *,Journal of Econometrics, vol. 106*.

Charnes A. et al. (n.d.). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research.*

Charnes A. W.W. Cooper et Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research 2, 429-444.*

Christensen R.L. et al. (1971). Transcendental logarithmic production frontiers. *The review of economics and statistics vol 55*.

Coase R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica, New Series, Vol. 4, No. 16. (Nov., 1937), pp. 386-405.*

Coelli et al. (1998). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. *Kluwer Academic Publishers, Boston.*

Coelli T et al. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis second edition.* Library of congress catologing-in publication Data.

Coelli T. J. Rao. C. (2005). Total factor productivity growth in agricultural : A Malmquist index analysis of 93 countries. *Agricultural economics*.

Combary O. S. Savadogo K. (2014). Les sources de croissance de la productivité globale des facteurs dans les exploitations cotonnières du Burkina Faso. *Revue d'économie du développement Vol. 22), DOI 10.3917/edd.284.0061*, p. 61-82.

Comlan D. et Young T. (1989). Principles of Agricultural Economics. . *Cambridge,University Press.*

Communiqué européen. (2008). Subvention agricole européenne.

Cowing T. Small et Stevenson R. (1981). Comparatives measures of total factor productivity in the regulateg sector. *New-York academie presse*.

Crettez B. Job I. et Loupias.C. (1997). Dette publique et croissance endogène. *Revue Économique, Programme National Persée, vol. 48(6), pages 1439-1455.*

Dansokho M. (2000). Essai de Simulation de L'ajustement Structurel dans le Secteur Agricole au Sénégal à l'aide d'un Modèle Calculable d'Equilibre Général (MEGC). *Thèse de Doctorat d'Etat és Sciences Economiques, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar.*

Darku M et Tran. (2012). Stochastic Frontier Approach of Measuring Agricultural Productivity & Efficiency : Accounting for Innovations", PP.7-8.

De Janvry A. Nigel Key N. et Sadoulet E. (2000). Transactions Costs and Agricultural Household Supply Response. *American Journal of Agricultural Economics , 82, 245-259. Debreu, G. (1951), «The Coefficient of Ressource Utilisation», Econometrica.*

Debreu G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica, 19(3):273–292.*

Dejanvry et Sadoulet. (1990). General Aggreement on Tariff and Trade Accord de Libre Échange. *Nord-Américain*.

Denison Edward F. (1962). Sources of economic growth in U.S. and the alternative before to Us. *Supplementary paper, committee for economic developpement New-York.*

Denison Edward J. (1974). accounting for U.S. economic growth, 1929 to 1962. *The Brookings institution, Wshington.*

Denny et al. (1981). The measurement and total factor productivity in reguleted industries, with an application to Canadian telecommunication, in productivity measurement in regulated industrie Ed by Cwing and Stevenson. *Academic press, Yew-Nork*.

Denny M. et al. (1981). Estimating the effects of diffusion of technological innovation in telecommunication: the production structure of bell Canada. *Canada Jounal of Econonmics n.14*, Pp.24-43.

Deolalikar A.B. (1981). The Inverse Relationship between Productivity and Farm Size: a Test Using Regional Data from India. . *American journal of Agricultural Economics, 63, 275- 279.*

Deolalikar Anil B. (1981). The inverse relationship between productivity and farm size: a test using regional data from India. *American Journal of Agricultural Economics, vol. 63 (2),.*

Destanne de Bernis G. (1975). Les limites de l'analyse en termes d'équilibre économique général. *Revue Economique, n°6, novembre, pp. 884-930.*

Diagne Y.S. et Fall A. (2007). Impact des infrastructures publiques sur la productivité des entreprises au Sénégal. *Direction de la Prévision et des Etudes Economiques.*

Diao X. P. Dorosh et al. (2010). Estimating agricultural spending requirements: meeting the MDG poverty reduction target in subsaharan africa. *Working paper Washington Dc international food policy research institut.*

Diewert Erwin W. (1992). Fisher Ideal Output, Input, and Productivity Indices Revisited. *The Journal of Productivity Analysis, Vol. 3.*

Diewert W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica, vol. 50, n° 6*.

Dione Amath L. (2017). . Composition des dépenses publiques et impacts sur la croissance économique :analyses théoriques et empiriques sur des panels de pays développés, émergents et en voie de développement. Economies et finances. . *Université de Bourgogne*.

Dornbush R. (1974). *«Tariffs and non-traded goods»,.* Journal of International Economics, pp.177-185.

DOROSH A. et al. (2003). International Food Policy Research Institute (IFPRI). *Washington, D.C., 20006-1002* .

Dorosh P. et Valdès V. (1990). *Effects of exchange rate and trade policies on agriculture in Pakistan.* Paper provided by International Food Policy Research Institute (IFPRI) in its series Research reports with number 84.

Engen E. et Skinner J. (1992). Fiscal Policy and Economic Growth». NBER Working Paper No. 4223. . *Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1992.*

Ewald F. et al. (2000). La précaution, une responsabilité de l'État »,. *Le Monde.*

Fan et Zhang. (2000). Statistical methods with varying coefficient models. *Statistics and Its Interface Volume 1 (2008) 179–195*.

FAO. (1994). L'approche filière Analyse financière. *FAO*.

FÄRE R. et al. (1994). Productivity growth technical progress, and efficiency changes in industrialised countries. *American Economic review.*

Farrell M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society,120(3):253–281.*

Farrell M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. . *Journal of the Royal Statistical Society, Series A., General, 120, Part 3 : 253-281*.

Favereau O. (1989). Introduction à l'économie des conventions. *Revue Economique n°2,* .

Fogarasi J. et Latruffe L. (2009). Farms performance and support in central and western european:A comparison Hungary and France. *Document de travail Smart Lereco 09 07 Renne france*.

Fölster Stefan. et Henrekson M. (2001). Growth Effects of Government Expenditure and Taxation in Rich Countries. *European Economic Review 45 (8): 1501–1520.*

Frahan B. (2004). Harmonization for food regulation and trade in the single market, evidence of disaggreated data. *IRES Université catholique de louvain Belgique*.

Frahan B. H. (2005 BIRA 2105 ). Cours de politique agricole et rurale. . *Université Catholique de Louvain. Louvain La Neuve. Manuel de cour*.

Gamache R. (2005). La productivité : définition et enjeux. *Research Paper Series, 117, Statistique Canada*, P.36.

Gamache R. (2005). La productivité: définition et enjeux. *Research Paper series 117, Statistic Canada,*, P.36.

Gardner K. (1992). Changing economic perspectives on the farm probleme. *; journal of economic literature, vol XXX, pp. 62-101*.

Gisselquist R. A. R. (1999). Geography and Agricultural Productivity in India : Implications for Tamil Nadu. *Harvard Institute for International Development*.

Gohin A. Gorin O. Guyomard H. Le Mouel C. (1999). Interprétation économique, avantages et limites du principe de découplage des instruments de soutien des revenus agricoles. *Notes et Études économiques.*

Gollop et al. (1980). U.S. productivity Growth by industrie in new developpement in productivity measurement and analysis by Kendrick an coll, in stuidie in come and wealth. *University of Chicago press*.

Gopinath M. et al. (1995). Sources of sectoral growth in an economy-wide context:The case of U.S. agriculture. Bull. . *Economic Development Center, University of Minnesota, Minneapolis-St. Paul;*.

Gould J.P. et Ferguson C. E. (1966). Théorie microéconomie. *Economica Mexique.*

Greene W. (1990). Maximum likelih~d estimation of econometric frontier functions. *Journal of economics*.

Grier K.B. (1997). Governments, Unions and Economic Growth», in: V. Bergström (ed.), Government and Growth. *Clarendon Press, Oxford.*

Grilliches Z. (1968). Production functions in manifacturing, some additinal resultat. *Southern economic journal*.

Hadley D. (2006). Efficiency and productivity at farm level in England and Wales. *Repport for developpement and environment food and rural affairs Londre Royaume Uni.*

Hansson P. et Henrekson M. (1994). A New Framework for Testing the Effect of Government Spending on Growth and Productivity. *Public Choice 81 (3–4): 381–401.*

Harchaoui T.M. et Tarkhani F. (2003). Une révision complète de la méthode d'estimation de l'intrant capital pour le programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada. *Dans Croissance de la productivité au Canada – 2002, no 15-204-XIF au catalogue. J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui (rév.). Ottawa : Statistique Canada.*

Harrigan J. et al. (1995). La politique des prix agricoles: le gouvernement et le marché. Document de formation pour la planification agricole n°31. *FAO, Rome.*

Harris F.M.A. (1999). Nutrient management strategies of small-hilder farmers in short fallow farming system in nord-east Nigeria. *The geographic journal*.

Hayami Y & Ruttan V W. (1985). *Agricuitural development: an international perspective.* Baltimore, MD: Johns Hopkins Press, 1971. 367 p.

Hazell B.R. Peter. (2017). Is there a future for small farms? *Agricultural Economics & Policy); 80/347 (Economics)*.

Hermitte M.A. (1993). L'animal à l'épreuve du droit des brevets. . *Natures, Sciences, Société, numéro 1,* .

Herrera S. al. (2000). Determinants of plant-animal coevolution: the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos 44, 132-141*.

Hess W. (1983). Pitch determination of speech signals. Springer-Verlag. *Heidelberg, F.R.G.*

Hillman A. L. (1992). International trade policy benevol dictators and optimizing politicians . *Public choice*.

Hugon P. (2005). *Les réformes de la filière coton au Mali et les négociations nternationales. "* Afrique Contemporaine216(4) : 203-25. .

Hulten Charles R. (1990). The measure of capital dans Ermst R Berdt and Jack Triplett (sous la direction de) fifty. *Year of economic measurement, NBER*.

Hulten Charles R. (1996). Issues in the measurement depreciation. Inrtoductory Remarks. *Economic inquiry volume 34*.

Johansen L. (1956). Substitution versus fixed production coefficient in the theory economic growth: A synthesis. *Economica*.

Johnston B. Mellor J. (1961). The role of agriculture in economic development. *American Economic Review 51(4): 566-593*.

Jonas H. (1990). Le principe responsabilité. *Éditions Le Cerf pour la traduction française.*

Jorgenson D. (1996). Empirical studies of depreciation. *Economics inquiry volume 34*.

Jorgenson D. F. Gollop et Fraumeni B. (1987). Productivity and U.S. Economic Growth. *Harvard University Press, Ma.*

Jorgenson D. W. and Griliches Z. (1967). The Explanation of Productivity Change. *Review of Economic Studies, 1967, vol. 34, issue 3, 249-283*.

Josling E. et al. (1985). Agricultural policies and world markets:. *Agricultural Economics, 1991, vol. 5, issue 1, 90-93*.

Kaci M. (2006). Comprendre la productivité : un précis. *La Revue canadienne de productivité, n° 15-206-XIF au catalogue, Statistique Canada, Ottawa.*

Kaldor N. and Mirrlees J. (1962). A new modele of economic growth. *review of economic studies*.

Kausar K.A. (2008). Farm Size and Productivity in Pakistan. *European Journal of Social Sciences, 7, 42-52.*

Kautsky K. (1900). Germany, England and the WorldPolicy. *journal of the Social Democratic Federation.*

Kendrick John W. (1956). Productivity trends: capital and labor. *NBER, occasionnel paper, New York an review of economics and statistics*.

Kendrick John W. (1973). Postwr productivity trends in U.A. 1948-1969. *NBER, New-York*.

Kent O. et Linh V. (2009). Productivity Growth, Technical Efficiency and Technical Change on Minnesota Farms. *University of Minnesota.*

Kumbhakar S. C. et Lovell K. (2000). Stochastic Frontier Analysis. *Cambridge University Press Lau, L. J. et Yotopoulos, P. A. (1971). A Test of Relative Efficiency and Application to Indian Agriculture, AER, 61, pp.94-109.*

Kumbhakar S. C. et Lovell. K. (2000). *Stochastic Frontier Analysis», A Test of Relative Efficiency and Application to Indian Agriculture, AER, 61, pp.94-109.* Cambridge University .: Press Lau, L. J. et Yotopoulos, P. A. (1971).

Kussa M. U. (2012). Farmer's Health and Agricultural Productivity in Rural Ethiopia. *Norwegian University of Life Sciences, UMB School of Economics and Business, Master Thesis,*, Pp. 33.

Landsheere G. (1979). Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation ; avec lexique anglais-français. . *Paris: Presses universitaires de France*.

Latruffe L. (2010). *Competitiveness, Productivity and Efficiency in the Agricultural and Agri-Food Sectors.* Paris: OCDE, Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 30, OECD.

Laurent C. (2018). Chapitre 13. L'évolution de la population active agricole. *Persée In: Économie rurale.* .

Legendre R. (1993). Dictionnaire acteul de l'éduction. *Montréal: Guerin/Paris*.

Leibenstein H. (1996). Allocative efficiency versus X-efficiency,. *American Economic Review,*, 56 : 392-415.

Leibenstein H. (1996). Allocative efficiency vs. X-efficiency. *American Economic Review.*

Levinshn J. et Petrin A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies, n° 70*, , p. 317-341.

Loo T. et Tower. (1990). Liberalisation agricole bien être public et alimentation dans les pays en developpement. *IAn Goldin and Odin Knudsen*.

Lopez & Ali et Larsen. (1991). *Economie Internationale - Olivier Cardi*.

Magee S.P. Brock W.A. et Young L. (1989). Black hole tariffs and endegenous policy theory. *Cambridge university press*.

Mahesh R. (2000). Farm Size-Productivity Relationship: Some Evidence from Kerala», Kerala Institute for Environment and Development. *KIED Working Paper 2, India.*, P.23.

Marschak J. et Andrews W. H. (1994). Random simultaneous equations and the theory of production. *Econometrica, n° 12,* .

Martin et al. (2005). *Agricutural Trade Reform and the Doha Development Agenda » .* World Economy28 (9) pp.1301-1327.

Marx K. (1894). Le Capital, Livre III, . *Éditions Sociales [1955] pour la traduction française.* .

Meeusen W. et Van Den Broeck J. (1977). Efficiency estimation from Cobb Douglas production functions with composed error. *,International economic Review vol 18*.

Ménard C. (1989). Les organisations en économie de marché. *Revue d'économie politique, vol. 99, no 6, p. 771-796.*

Ministère de l'Agriculture. (2015). *Développement de l'agricule du Mali et soutien aux agriculteurs.* Bamako.

Minten B. et Stifel D. (2003). Transactions Costs and Agricultural Productivity: Implications of Isolation for Rural Poverty in Madagascar. *Cornell University.*

Mullen J. (2010). Trends in Investment in Agricultural R&D in Australia and its Potential Contribution to Productivity. *Australasian Agribusiness Review - Vol.18 - 2010 paper 2*.

Muller P. (1994). Les politiques publiques. Que sais-je? *PUF*.

Mundlak Y. Cavallo D. et Domenech R. (1990). *Effects of Macroeconomic Policies on Sectoral Prices.* World Bank Economic Review, 4(1) : 55-79.

Nadiri M. Ishak. (1970). Some appraoches to the theory and measurement of total factor productivity. A survey. *Journal of economic litterature*.

Nelson Richard R. (1981). Research on productivity growth and productivity differences: dead ends and new departures. *Journal of economic litterature*.

Nerlove M. and Addison W. (1958). Statistical estimation of long-run elasticities of supply and demand, . *Journal of Farm Economics 40, 861-880.*

Nkamleu G.B. (2004). L"échec de la croissance de la productivité agricole en Afrique francophone. *In Economie rurale, 279, 53-65.*

Nordhaus W.D. (1999). Biens publics globaux et changement climatique. *Revue française d'économie, Volume XIV, numéro 3*.

Nossal K. and Sheng Y. (2010). Productivity growth: trends, drivers and opportunities for broadacre and dairy industries. *Australian Commodities, March quarter, ABARES, Canberra, vol. 17*.

NUBUKPO K.K. (2003). DEPENSES PUBLIQUES ET CROISSANCE DES ECONOMIES DE L'UEMOA. *Economiste au CIRAD, Montpellier (France)*.

OCDE. (1994). Politiques, marchés et échanges agricoles : suivi et perspectives, Paris, Organisation de Coopération et de Développement Économique. . *Passet R. [1979], L=économique et le vivant, Éditions Payot.* .

OCDE. (1998). Employment Measures in the OECD National Accounts: Comparison between National Accounts and Labour Force Statistics. *Réunion de l'OCDE d'experts en comptabilité nationale, OCDE, Paris.*

OCDE. (1998a). Technologie, productivité et création d'emplois. politiques exemplaires. *OCDE, Paris.*

Olley S. et Pakes A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Economica n 64*.

OMC. (2011). *Négociations sur l'agriculture: pas de consensus sur le coton.*

OMC. (2012). Les subventions agricoles des pays émergents : incompatibles avec les règles de l'OMC ?

OPA. (2016). *Faut-il mieux subventionner l'agriculture au Mali* . Bamako.

PAC. (2014). *Subvention agricole européenne.*

Pakes A. (1994). Dynamic structural models : problems and prospects, part II Mixed continuous discrete control models and market interactions dans J. J. Laffont et C. Sims [ed.],Advances in Econometrics : Proceedings of sixth World. *Congress of the Econometric Society, chapitre 5.*

Pardey et al. (2007). Agricultural R&D, technology and productivity. *The royal society publishing*.

Passet R. (1979). L'économique et le vivant. *Éditions Payot.* .

Passet R. (1979). L'économique et le vivant, . *Éditions Payot.*

Pauw K. J. Thurlow et R. Uaiene. (2012). Agricultural Growth and Poverty Reduction in Mozambique: Technical Analysis in Support of the Comprehensive Africa Agriculture Development Program (CAADP). *, International Food Policy Research Institute (IFPRI) et United Nations University - World Institute for Development Economics Research.*

Piette F. (2006). Les déterminants de la productivité agricole dans le nord-est du Brésil. Une investigation sur la relation négative entre la productivité et la taille des fermes. *Université de Montréal d'épartement d'économieé*.

Pollina L. (1997). Les comptes préviionels de l'agriculture en 1997. *Edition Paris INSEE*.

Postner et al. (1983). La croissance de la productivité : une analyse interindustrielle. *Conseil économique du Canada,Ottawa*.

Pouch T. (2002). L'agriculture entre théorie et histoire ou qu'est-ce qu'une politique agricoles? . *Article paru dans economie appliquée Tome LV N1*.

Rajhi T. (1993). Croissance endogène et externalités des dépenses publiques. *Revue économique*.

Ray B. (2009). Aggregate Earnings and Asset Prices. *Journal of Accounting Research, Vol. 47, No. 5,* .

Ritson C. (1977). Food consumers and organic agriculture. *A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*.

Romer M. Paul. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy is currently published by The University of Chicago Press.*

Rosenstein-Rodan P.N. (1953). Problem of capital formationin interdeveloppedcountries . *Oxford basic blackwell*.

Rostow.W.W. (1960). Le discours sur l'économie en Corée du Sud dans les années 1960. *Histoire, économie & société Année 2006 25-2 pp. 281-289*.

Rozelle S.. J. E. Taylor et A. deBrauw. (1999). Migration, Remittances, and Agricultural Productivity in China. *The American Economic Review, Vol.89, N°2, Papers and Proceedings of the One Hundred Eleventh Annual Meeting of The American Economic Association,*, Pp.5-6.

Rungsuriyawibonn S. et Lissitsa A. (2006). Agricultural productivity growth in european union and transition country. *IAMO discussion paper*.

Rymes Thomas K. (1971). On concepts of capital and technological chande. *Cambridge*.

Sacko I. (2018). Le point de vue d'un universitaire : Issa Sacko, économiste : «les subventions n'arrivent pas aux consommateurs». *Malijet*.

Sadoulet E. & de Janvry A. (1995). Quantitative Development analysis. *John Hopkins University Press, Baltimore.* .

Savadogo K. al. (2014). LES SOURCES DE CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ GLOBALE DES FACTEURS DANS LES EXPLOITATIONS COTONNIÈRES DU BURKINA FASO. *Revue d'économie du développement*.

Savadogo, K. e. (2009). Revue des dépenses publiques dans le secteur de l'agriculture au Burkina Faso. *Report to the World Bank. Washington, DC*.

Savard L. et al. (1996). Un modèle d'équilibre général calculable générique du Sénégal. *Miméo, Université Laval, septembre* .

Seiford L. M. et Thrall R. M. (1990). Recent Developments in DEA : The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis. *Journal of Econometrics, 46 : 7-38.*

Sen A. K. (1966). Peasants and dualism with or without surplus labor", Journal of Political . *Economy, vol. 74, 1966, 425-450.* .

Servolin C. (1985). Les politiques agricoles. In : Grawitz M. (dir.), Léca J. (dir.). Traité de Science Politique : les politiques publiques. Paris (France). *Presses Universitaires de France. p. 155-260.*

Sheikh M-A et al. (1980). L'efficacité de la politique budgétaire en économie ouverte ». *l'Actualité Économique, Vol. 56, No. 4, pp. 499-534.*

Shultz. (1978). Economic Pol Bey Headlines CLO by Shultz (1978, Hardcover). *Economie policy headling exlibrary*.

Sjaastad. (1980). *La problématique de l'impact des politiques commerciales agricoles.*

Slemrod J. (1995). What do cross-country studies teach about government involvement, prosperity, and economic growth? . *Brookings Papers on Economic Activity 2, 373–431.*

Sneessens J-F. (1983). Le problème agricole et sa réponse politique. . *Presse universitaire de Louvain La Neuve.* .

Solow R. (1957). Technical change and aggregate production function. *Review of économique and statistics*.

Stevenson R. E. (1980). Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation. *Journal of Econometrics, vol. 13,*.

Stigler George J. (1947). Trends in output and employement. *NBER, New-York*.

Stiglitz J. E. (1977). Monopoly nonlinear pricing and imperfect information: the insurance market. *Review of Economic Studies,44 : 407-430.* .

Suphannachart et Warr. (2009). Research and Productivity in Thai Agriculture. *Departmental Working Papers from The Australian National University, Arndt-Corden Department of Economics*.

Tenou K. (1999). Les déterminants de la croissance à long terme dans les pays de l'UEMOA. . *Notes d'Information et Statistiques. Etudes et Recherches, No. 493, BCEAO.*

Thirtle C. D. et al. (1995). Policy-induced Innovation in Sub-Saharan African Agriculture: A Multilateral Malmquist Productivity Index Approach. *Development Policy Review, 13 (4) : 323-342.*

Thoyer S. et al. (1998). Les légitimités de la régulation internationale: Etats, acteurs et institutions dans l'économie politique des échanges. *, Economies et Sociétés, Série P, No 4, pp 149 167 (HCERES C)*.

Timmer. (1991). Rise price stabilizatio Contrasting experience in the Phillipines and Indonesia Agricultural policy analysis project II research reppot. *Cambridge mass, USA, Harvard institut for international developpement , Harvard university.*

Tnbergen J. (1942). Zur theorie der Landfristigen Wirstschaftentwicklung. *Welwirtsschaftliches archiv*.

Triplett J. (1996). HHigh tec industry productivity and hedonic price indices. *OCDE (1996a)*.

Triplett J. (1998). A dictionnary of usage for capital measurement issues. *Document présenté lor de la deuxièment réunion du groupe de canberra sur les statistiques du stock de capital*.

Usabuwera B.F. (1995). Determinants of Farm Productivity and the Size-Productivity Relationship under Land Constraints: the Case of Rwanda. *Michigan State University.*

Vincent et al. (1963). la productivité nationale de 1945 en 1962 étude et conjoncture.

White H. et Wignaraja G. (1992). *Exchange rates, trade liberalization, and aid: Sri Lankan experience. .* World development, 1992, vol. 20, issue 10, pages 1471-1480. .

Wiebe K. (2003). Linking Land Quality, Agricultural Productivity, and Food Security", United States Department of Agriculture, Economic Research Service, . *Agricultural Economic Report* , Number 823, PP.19-26, 43-48.

Williamson O. E. (1985). The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting. *Free Press, New York, 450 pp.*

Zeegers J. (1970). Analyse économique des dépenses publiques belges en matière répressive de 1950 à 1967. *Recherches économiques de Louvain.- Bruxelles : De Boeck & Larcier, ISSN 0770-4518, ZDB-ID 2810025. - Vol. 36.1970, 5, p.*

# Annexes

## Annexe 1 Donnée du modèle de la productivité totale des régions

Total productivity of factors with Malmquis

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

## Annexe 2 Données des modèles ARDL et VAR du Mali

| pays | Years | Invaar | Indep-Invit | Indep-Invit-1 | Indepfit | Insup | Inpop | Infert | Inequi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mali | 1990 | 3.5962 | 2.1523 | 2.3617 | 1.9345 | 2.5185 | 3.3124 | 4.6154 | 4.4983 |
| Mali | 1991 | 3.6162 | 2.3617 | 2.5079 | 2.0755 | 3.0000 | 3.3330 | 5.0969 | 4.5185 |
| Mali | 1992 | 3.5908 | 2.5079 | 2.4871 | 2.0755 | 3.1206 | 3.3528 | 5.2175 | 4.5378 |
| Mali | 1993 | 3.6184 | 2.4871 | 2.5611 | 2.1523 | 3.2041 | 3.3716 | 5.3010 | 4.5563 |
| Mali | 1994 | 3.5922 | 2.5611 | 2.3424 | 2.3617 | 3.2041 | 3.3897 | 5.3010 | 4.5653 |
| Mali | 1995 | 3.6052 | 2.3424 | 2.5263 | 2.5079 | 3.3010 | 3.4071 | 5.3979 | 4.5766 |
| Mali | 1996 | 3.6041 | 2.5263 | 1.4624 | 2.4871 | 3.3010 | 3.4237 | 5.3979 | 4.5563 |
| Mali | 1997 | 3.5950 | 1.4624 | 1.7482 | 2.5611 | 3.3010 | 3.4398 | 5.3979 | 4.5283 |
| Mali | 1998 | 3.5770 | 1.7482 | 1.5051 | 2.3424 | 3.3010 | 3.4093 | 5.3979 | 4.5085 |
| Mali | 1999 | 3.5913 | 1.5051 | 1.4314 | 2.5263 | 3.4771 | 3.4216 | 5.5740 | 4.4771 |
| Mali | 2000 | 3.5549 | 1.4314 | 1.9191 | 1.4624 | 3.8451 | 3.4344 | 5.9420 | 4.4514 |
| Mali | 2001 | 3.5553 | 1.9243 | 2.2601 | 1.7404 | 3.6990 | 3.4475 | 5.7959 | 4.0471 |
| Mali | 2002 | 3.5576 | 2.2601 | 2.1903 | 1.5051 | 3.7782 | 3.4607 | 5.8751 | 4.1040 |
| Mali | 2003 | 3.5216 | 2.1903 | 2.3263 | 1.4314 | 3.8451 | 3.4742 | 5.9420 | 4.1543 |
| Mali | 2004 | 3.5271 | 2.3263 | 1.7853 | 1.9191 | 3.7782 | 3.4877 | 5.8751 | 4.1993 |
| Mali | 2005 | 3.5570 | 1.7853 | 2.2330 | 2.2601 | 4.2788 | 3.5012 | 6.3757 | 4.2405 |
| Mali | 2006 | 3.5187 | 2.2330 | 1.7482 | 2.1903 | 4.5185 | 3.5147 | 6.6154 | 4.2778 |
| Mali | 2007 | 3.5369 | 1.7482 | 1.7993 | 2.3263 | 3.4771 | 3.5283 | 5.5740 | 4.3125 |
| Mali | 2008 | 3.5571 | 1.7993 | 1.9395 | 1.7853 | 3.9031 | 3.5416 | 6.0000 | 4.3443 |
| Mali | 2009 | 3.5458 | 1.9395 | 2.0607 | 2.2330 | 3.8451 | 3.5550 | 5.9420 | 4.3739 |
| Mali | 2010 | 3.5587 | 2.0607 | 2.1673 | 1.7482 | 4.1761 | 3.5681 | 6.2730 | 4.4019 |
| Mali | 2011 | 3.5751 | 2.1673 | 2.1430 | 1.7993 | 4.3010 | 3.5808 | 6.3979 | 4.4280 |
| Mali | 2012 | 3.6164 | 2.1430 | 2.1818 | 1.9395 | 4.1461 | 3.5336 | 6.2430 | 4.4526 |
| Mali | 2013 | 3.6159 | 2.1818 | 2.1818 | 2.0607 | 4.1461 | 3.5479 | 6.2430 | 4.4771 |
| Mali | 2014 | 3.6197 | 2.1818 | 2.2014 | 2.1673 | 4.2304 | 3.5655 | 6.3274 | 4.4983 |
| Mali | 2015 | 3.6231 | 2.2014 | 2.1931 | 2.1430 | 4.0792 | 3.5612 | 6.1761 | 4.7482 |
| Mali | 2016 | 3.6247 | 2.1931 | 2.0864 | 2.1818 | 4.0414 | 3.5612 | 6.1383 | 5.3306 |

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

## Annexe 3 tableau 56 Valeur des élasticités sur le type de bien auquel on a affaire

| Valeur de l'élasticité-prix de la demande | **Degré d'élasticité** | **Type de biens concernés** | **Exemples** |
|---|---|---|---|
| Positive | - | Consommations distinctives ou biens de première nécessité | Une voiture de luxe |
| Négative et proche de zéro | Demande inélastique | Biens indispensables qui n'ont pas de substituts | Un médicament vital |
| Comprise entre -1 et 0 | Faible élasticité de la demande | Biens dont il est difficile de se passer, mais qui ont des substituts | L'essence |
| Inférieure à -1 | Forte élasticité de la demande | Biens de moindre nécessité | Produits de mode |

Source : Sésame, 2018

**Annexe 4** tableau 57 les mesures simples de la productivité

Tableau 1. **Vue d'ensemble des principales méthodes de mesure de la productivité**

| Méthode de mesure de la production | Type de facteur de production estimé | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Travail | Capital | Capital et travail | Capital, travail et facteurs de production intermédiaires (énergie, produits intermédiaires, services) |
| ***Concept de la production brute*** | Productivité du travail (fondée sur la production brute) | Productivité du capital (fondée sur la production brute) | PMF capital-travail (fondée sur la production brute) | Productivité multifactorielle KLEMS |
| ***Concept de la valeur ajoutée*** | Productivité du travail (fondée sur la valeur ajoutée) | Productivité du capital (fondée sur la valeur ajoutée) | PMF capital-travail (fondée sur la valeur ajoutée) | – |
| | ***Méthode de mesure de la productivité fondée sur un seul facteur*** | | ***Méthode de mesure de la productivité fondée sur plusieurs facteurs (PMF)*** | |

Source : Sésame, 2018

## Annexe 5 Modèle ARDL

Test

```
. dfuller lnvaar, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -0.899            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7882

. dfuller lndepinvit, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.950            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3090

. dfuller lndepfit, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.924            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3211
```

```
. dfuller lnsup, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.964            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3025

. dfuller lnpop, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.904            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3303

. dfuller lnequi, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)              0.138            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9686
```

```
. * test de dfuller pour tester la stationnarité en différence première
. dfuller D.lnvaar, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.901            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0020

. dfuller D.lndepinvit, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.377            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0118

. dfuller D.lndepfit, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.187            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0207

. dfuller D.lnsup, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -5.199            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

. dfuller D.lnpop, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.710            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0040

. dfuller D.lnequi, lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -0.668            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8549
```

```
. // Determination du nombre de retards
. varsoc lnvaar

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 45.6174 | | | | .001209 | -3.87977 | -3.86735 | -3.8304 |
| 1 | 57.9688 | 24.703 | 1 | 0.000 | .000451 | -4.86685 | -4.84202 | -4.76811* |
| 2 | 58.4035 | .86954 | 1 | 0.351 | .000474 | -4.8177 | -4.78045 | -4.66959 |
| 3 | 58.4039 | .00069 | 1 | 0.979 | .000518 | -4.73077 | -4.68111 | -4.53329 |
| 4 | 61.655 | 6.5023* | 1 | 0.011 | .000428* | -4.92652* | -4.86444* | -4.67968 |

```
   Endogenous:  lnvaar
    Exogenous:  _cons

. varsoc lndepinvit

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -5.7149 | | | | .104987 | .583905 | .596321 | .633274 |
| 1 | -3.07931 | 5.2712 | 1 | 0.022 | .091104 | .441679 | .466512 | .540418* |
| 2 | -2.58027 | .99808 | 1 | 0.318 | .09526 | .485241 | .52249 | .633349 |
| 3 | -.96788 | 3.2248 | 1 | 0.073 | .090508 | .43199 | .481655 | .629467 |
| 4 | 1.44539 | 4.8265* | 1 | 0.028 | .08032* | .309096* | .371178* | .555943 |

```
   Endogenous:  lndepinvit
    Exogenous:  _cons

. varsoc lndepfit

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -7.77158 | | | | .125547 | .762746 | .775162 | .812116 |
| 1 | -4.26974 | 7.0037 | 1 | 0.008 | .10104 | .545195 | .570027 | .643933* |
| 2 | -3.89241 | .75467 | 1 | 0.385 | .106774 | .59934 | .636588 | .747448 |
| 3 | -2.13666 | 3.5115 | 1 | 0.061 | .10019 | .533622 | .583287 | .7311 |
| 4 | -.03994 | 4.1934* | 1 | 0.041 | .091394* | .438256* | .500337* | .685102 |

```
   Endogenous:  lndepfit
    Exogenous:  _cons
```

```
. varsoc lnsup

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -10.2098 | | | | .155198 | .974767 | .987183 | 1.02414 |
| 1 | -1.88874 | 16.642* | 1 | 0.000 | .082144* | .338151* | .362984* | .43689* |
| 2 | -1.14715 | 1.4832 | 1 | 0.223 | .084099 | .360622 | .397871 | .50873 |
| 3 | -.131653 | 2.031 | 1 | 0.154 | .08416 | .359274 | .408939 | .556751 |
| 4 | .359731 | .98277 | 1 | 0.322 | .088273 | .403502 | .465583 | .650348 |

```
   Endogenous:  lnsup
    Exogenous:  _cons

. varsoc lnpop

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 31.7346 | | | | .004045 | -2.67257 | -2.66015 | -2.6232 |
| 1 | 64.3301 | 65.191* | 1 | 0.000 | .000259* | -5.42001* | -5.39517* | -5.32127* |
| 2 | 64.4473 | .23444 | 1 | 0.628 | .00028 | -5.34324 | -5.30599 | -5.19514 |
| 3 | 64.8826 | .87056 | 1 | 0.351 | .000295 | -5.29414 | -5.24447 | -5.09666 |
| 4 | 64.8848 | .00439 | 1 | 0.947 | .000323 | -5.20737 | -5.14529 | -4.96053 |

```
   Endogenous:  lnpop
    Exogenous:  _cons

. varsoc lnequi

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -.921589 | | | | .069202 | .167095 | .179511 | .216464 |
| 1 | 10.6079 | 23.059* | 1 | 0.000 | .02771 | -.748509 | -.723677 | -.649771* |
| 2 | 12.1476 | 3.0795 | 1 | 0.079 | .026468* | -.795442* | -.758194* | -.647334 |
| 3 | 12.1807 | .06631 | 1 | 0.797 | .028849 | -.711369 | -.661704 | -.513892 |
| 4 | 12.1968 | .03218 | 1 | 0.858 | .031536 | -.625812 | -.56373 | -.378965 |

```
   Endogenous:  lnequi
    Exogenous:  _cons
```

```
Sample:     1992 -     2016                      Number of obs      =         25
                                                 R-squared          =     0.7507
                                                 Adj R-squared      =     0.5014
Log likelihood =  78.596697                      Root MSE           =     0.0151
```

| D.lnvaar | Coef. | Std. Err. | t | P>\|t\| | [95% Conf. | Interval] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ADJ | | | | | | |
| lnvaar | | | | | | |
| L1. | -.811594 | .198042 | -4.10 | 0.001 | -1.24309 | -.3800976 |
| LR | | | | | | |
| lndepinvit | .0501883 | .0185628 | 2.70 | 0.019 | .0097435 | .0906331 |
| lndepfit | -.0139561 | .0193037 | -0.72 | 0.484 | -.0560154 | .0281031 |
| lnsup | .0026674 | .0261653 | 0.10 | 0.920 | -.0543419 | .0596766 |
| lnpop | .16679 | .1601344 | 1.04 | 0.318 | -.1821128 | .5156928 |
| lnequi | .2124364 | .0360015 | 5.90 | 0.000 | .1339958 | .2908769 |
| SR | | | | | | |
| lndepinvit | | | | | | |
| D1. | -.0412694 | .0141067 | -2.93 | 0.013 | -.0720053 | -.0105335 |
| lndepfit | | | | | | |
| D1. | .0175801 | .0147344 | 1.19 | 0.256 | -.0145235 | .0496837 |
| lnsup | | | | | | |
| D1. | .0165382 | .015739 | 1.05 | 0.314 | -.017754 | .0508305 |
| lnpop | | | | | | |
| D1. | -.4548111 | .2270694 | -2.00 | 0.068 | -.9495527 | .0399306 |
| lnequi | | | | | | |
| D1. | -.1717975 | .0496748 | -3.46 | 0.005 | -.2800297 | -.0635654 |
| LD. | -.1383461 | .0465114 | -2.97 | 0.012 | -.2396857 | -.0370065 |
| _cons | 1.606423 | .7116098 | 2.26 | 0.043 | .055958 | 3.156887 |

```
note: estat btest has been superseded by estat ectest
      as the prime procedure to test for a levels relationship.
      (click to run)
```

**Pesaran/Shin/Smith (2001) ARDL Bounds Test**

```
H0: no levels relationship              F =   4.291
                                        t = -4.098
```

Critical Values (0.1-0.01), **F-statistic**, Case 3

| | [I_0] L_1 | [I_1] L_1 | [I_0] L_05 | [I_1] L_05 | [I_0] L_025 | [I_1] L_025 | [I_0] L_01 | [I_1] L_01 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k_5 | 2.26 | 3.35 | 2.62 | 3.79 | 2.96 | 4.18 | 3.41 | 4.68 |

```
accept if F < critical value for I(0) regressors
reject if F > critical value for I(1) regressors
```

Critical Values (0.1-0.01), **t-statistic**, Case 3

| | [I_0] L_1 | [I_1] L_1 | [I_0] L_05 | [I_1] L_05 | [I_0] L_025 | [I_1] L_025 | [I_0] L_01 | [I_1] L_01 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k_5 | -2.57 | -3.86 | -2.86 | -4.19 | -3.13 | -4.46 | -3.43 | -4.79 |

```
accept if t > critical value for I(0) regressors
reject if t < critical value for I(1) regressors

k: # of non-deterministic regressors in long-run relationship
Critical values from Pesaran/Shin/Smith (2001)

.
end of do-file
```

## Annexe 6 Modèle VAR

```
. tset année
        time variable:  année, 1990 to 2016
                delta:  1 unit

. dfuller lnvaar,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -0.899            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7882
```

```
. dfuller lndepfit ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.924            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3211
```

```
. dfuller lnsup ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.964            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3025
```

```
. dfuller lnpop ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -1.904            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.3303
```

```
. dfuller lnequi ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        25

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)              0.138            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9686
```

```
. gen dplnvaar = D.lnvaar
variable dplnvaar already defined
r(110);

. dfuller dplnvaar,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.901            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0020
```

```
. dfuller dplnvaar,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.901            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0020
```

```
. dfuller dplndepfit ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.187            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0207
```

```
. dfuller dplnsup ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -5.199            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000
```

```
. dfuller dplnpop ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.710            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0040
```

```
. dfuller dplnequi ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        24

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -0.668            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8549
```

```
. dfuller dslnequi ,lags(1)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root         Number of obs   =        23

                               ---------- Interpolated Dickey-Fuller ---------
                  Test         1% Critical       5% Critical      10% Critical
               Statistic           Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
 Z(t)             -3.083            -3.750            -3.000            -2.630
------------------------------------------------------------------------------
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0278
```

```
. varsoc lnvaar

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 45.6174 | | | | .001209 | -3.87977 | -3.86735 | -3.8304 |
| 1 | 57.9688 | 24.703 | 1 | 0.000 | .000451 | -4.86685 | -4.84202 | -4.76811* |
| 2 | 58.4035 | .86954 | 1 | 0.351 | .000474 | -4.8177 | -4.78045 | -4.66959 |
| 3 | 58.4039 | .00069 | 1 | 0.979 | .000518 | -4.73077 | -4.68111 | -4.53329 |
| 4 | 61.655 | 6.5023* | 1 | 0.011 | .000428* | -4.92652* | -4.86444* | -4.67968 |

```
   Endogenous:  lnvaar
    Exogenous:  _cons
```

```
. varsoc lndepfit

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -7.77158 | | | | .125547 | .762746 | .775162 | .812116 |
| 1 | -4.26974 | 7.0037 | 1 | 0.008 | .10104 | .545195 | .570027 | .643933* |
| 2 | -3.89241 | .75467 | 1 | 0.385 | .106774 | .59934 | .636588 | .747448 |
| 3 | -2.13666 | 3.5115 | 1 | 0.061 | .10019 | .533622 | .583287 | .7311 |
| 4 | -.03994 | 4.1934* | 1 | 0.041 | .091394* | .438256* | .500337* | .685102 |

```
   Endogenous:  lndepfit
    Exogenous:  _cons

. varsoc lnsup

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -10.2098 | | | | .155198 | .974767 | .987183 | 1.02414 |
| 1 | -1.88874 | 16.642* | 1 | 0.000 | .082144* | .338151* | .362984* | .43689* |
| 2 | -1.14715 | 1.4832 | 1 | 0.223 | .084099 | .360622 | .397871 | .50873 |
| 3 | -.131653 | 2.031 | 1 | 0.154 | .08416 | .359274 | .408939 | .556751 |
| 4 | .359731 | .98277 | 1 | 0.322 | .088273 | .403502 | .465583 | .650348 |

```
   Endogenous:  lnsup
    Exogenous:  _cons

. varsoc lnpop

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 31.7346 | | | | .004045 | -2.67257 | -2.66015 | -2.6232 |
| 1 | 64.3301 | 65.191* | 1 | 0.000 | .000259* | -5.42001* | -5.39517* | -5.32127* |
| 2 | 64.4473 | .23444 | 1 | 0.628 | .00028 | -5.34324 | -5.30599 | -5.19514 |
| 3 | 64.8826 | .87056 | 1 | 0.351 | .000295 | -5.29414 | -5.24447 | -5.09666 |
| 4 | 64.8848 | .00439 | 1 | 0.947 | .000323 | -5.20737 | -5.14529 | -4.96053 |

```
   Endogenous:  lnpop
    Exogenous:  _cons

. varsoc lnequi

   Selection-order criteria
   Sample:  1994 - 2016                        Number of obs      =        23
```

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | -.921589 | | | | .069202 | .167095 | .179511 | .216464 |
| 1 | 10.6079 | 23.059* | 1 | 0.000 | .02771 | -.748509 | -.723677 | -.649771* |
| 2 | 12.1476 | 3.0795 | 1 | 0.079 | .026468* | -.795442* | -.758194* | -.647334 |
| 3 | 12.1807 | .06631 | 1 | 0.797 | .028849 | -.711369 | -.661704 | -.513892 |
| 4 | 12.1968 | .03218 | 1 | 0.858 | .031536 | -.625812 | -.56373 | -.378965 |

```
   Endogenous:  lnequi
    Exogenous:  _cons
```

## Tableau d'estimation du modèle VAR(4)

```
. var lnvaar lndepfit lnsup lnpop lnequi,lags(4)

Vector autoregression

Sample:  1994 - 2016                            Number of obs     =         23
Log likelihood =   145.1064                     AIC               =  -10.00925
FPE            =   3.29e-11                     HQIC              =  -9.636766
Det(Sigma_ml)  =   2.28e-12                     SBIC              =  -8.528174

Equation           Parms      RMSE     R-sq      chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
lnvaar                 6    .027536   0.4945   22.49925   0.0004
lndepfit               6    .323607   0.3274   11.19703   0.0476
lnsup                  6    .223693   0.7400   65.47079   0.0000
lnpop                  6    .018485   0.9319   314.6493   0.0000
lnequi                 6    .214013   0.4663   20.09804   0.0012
----------------------------------------------------------------
```

| | Coef. | Std. Err. | z | P>\|z\| | [95% Conf. | Interval] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **lnvaar** | | | | | | |
| lnvaar L4. | .4343062 | .2757116 | 1.58 | 0.115 | -.1060787 | .9746911 |
| lndepfit L4. | -.0327161 | .0179543 | -1.82 | 0.068 | -.0679058 | .0024737 |
| lnsup L4. | -.0379564 | .0221446 | -1.71 | 0.087 | -.0813591 | .0054462 |
| lnpop L4. | .4532652 | .1370673 | 3.31 | 0.001 | .1846182 | .7219122 |
| lnequi L4. | .0932691 | .0553688 | 1.68 | 0.092 | -.0152517 | .2017899 |
| _cons | .2520089 | 1.038061 | 0.24 | 0.808 | -1.782554 | 2.286572 |
| **lndepfit** | | | | | | |
| lnvaar L4. | 5.359004 | 3.240206 | 1.65 | 0.098 | -.9916833 | 11.70969 |
| lndepfit L4. | -.4671514 | .2110016 | -2.21 | 0.027 | -.8807069 | -.0535958 |
| lnsup L4. | .023122 | .260247 | 0.09 | 0.929 | -.4869527 | .5331968 |
| lnpop L4. | -.9854181 | 1.610837 | -0.61 | 0.541 | -4.1426 | 2.171764 |
| lnequi L4. | -.3501381 | .6507024 | -0.54 | 0.591 | -1.625491 | .9252152 |
| _cons | -11.24904 | 12.19946 | -0.92 | 0.356 | -35.15953 | 12.66146 |
| **lnsup** | | | | | | |
| lnvaar L4. | 2.694068 | 2.239786 | 1.20 | 0.229 | -1.695833 | 7.083968 |
| lndepfit L4. | .138391 | .1458545 | 0.95 | 0.343 | -.1474785 | .4242605 |
| lnsup L4. | -.0934886 | .1798953 | -0.52 | 0.603 | -.4460768 | .2590996 |
| lnpop L4. | 3.977546 | 1.113488 | 3.57 | 0.000 | 1.79515 | 6.159943 |
| lnequi L4. | -1.363661 | .4497968 | -3.03 | 0.002 | -2.245247 | -.4820758 |
| _cons | -13.49774 | 8.432853 | -1.60 | 0.109 | -30.02583 | 3.030345 |
| **lnpop** | | | | | | |
| lnvaar L4. | -.1878564 | .1850821 | -1.01 | 0.310 | -.5506106 | .1748979 |
| lndepfit L4. | .0019555 | .0120525 | 0.16 | 0.871 | -.021667 | .025578 |
| lnsup L4. | .0222248 | .0148654 | 1.50 | 0.135 | -.0069109 | .0513605 |
| lnpop L4. | .5271386 | .0920117 | 5.73 | 0.000 | .3467988 | .7074783 |
| lnequi L4. | -.0705057 | .0371684 | -1.90 | 0.058 | -.1433545 | .0023431 |
| _cons | 2.568413 | .6968388 | 3.69 | 0.000 | 1.202635 | 3.934192 |
| **lnequi** | | | | | | |
| lnvaar L4. | 6.633244 | 2.142861 | 3.10 | 0.002 | 2.433314 | 10.83317 |
| lndepfit L4. | -.2516275 | .1395427 | -1.80 | 0.071 | -.5251262 | .0218712 |
| lnsup L4. | .0367608 | .1721104 | 0.21 | 0.831 | -.3005694 | .374091 |
| lnpop L4. | 1.842452 | 1.065302 | 1.73 | 0.084 | -.2455024 | 3.930406 |
| lnequi L4. | .1313588 | .4303321 | 0.31 | 0.760 | -.7120767 | .9747943 |
| _cons | -25.82039 | 8.067926 | -3.20 | 0.001 | -41.63324 | -10.00755 |

```
. vargranger

   Granger causality Wald tests
```

| Equation | Excluded | chi2 | df | Prob > chi2 |
|---|---|---|---|---|
| lnvaar | lndepfit | 3.3204 | 1 | 0.068 |
| lnvaar | lnsup | 2.9379 | 1 | 0.087 |
| lnvaar | lnpop | 10.935 | 1 | 0.001 |
| lnvaar | lnequi | 2.8376 | 1 | 0.092 |
| lnvaar | ALL | 17.623 | 4 | 0.001 |
| lndepfit | lnvaar | 2.7354 | 1 | 0.098 |
| lndepfit | lnsup | .00789 | 1 | 0.929 |
| lndepfit | lnpop | .37423 | 1 | 0.541 |
| lndepfit | lnequi | .28954 | 1 | 0.591 |
| lndepfit | ALL | 7.732 | 4 | 0.102 |
| lnsup | lnvaar | 1.4468 | 1 | 0.229 |
| lnsup | lndepfit | .90028 | 1 | 0.343 |
| lnsup | lnpop | 12.76 | 1 | 0.000 |
| lnsup | lnequi | 9.1914 | 1 | 0.002 |
| lnsup | ALL | 22.855 | 4 | 0.000 |
| lnpop | lnvaar | 1.0302 | 1 | 0.310 |
| lnpop | lndepfit | .02633 | 1 | 0.871 |
| lnpop | lnsup | 2.2352 | 1 | 0.135 |
| lnpop | lnequi | 3.5983 | 1 | 0.058 |
| lnpop | ALL | 21.968 | 4 | 0.000 |
| lnequi | lnvaar | 9.5822 | 1 | 0.002 |
| lnequi | lndepfit | 3.2516 | 1 | 0.071 |
| lnequi | lnsup | .04562 | 1 | 0.831 |
| lnequi | lnpop | 2.9912 | 1 | 0.084 |
| lnequi | ALL | 18.063 | 4 | 0.001 |

**Autocorrélation des erreurs**

```
. varlmar, mlag(4)

   Lagrange-multiplier test
```

| lag | chi2 | df | Prob > chi2 |
|---|---|---|---|
| 1 | 23.4345 | 25 | 0.55221 |
| 2 | 36.9124 | 25 | 0.05885 |
| 3 | 28.4190 | 25 | 0.28893 |
| 4 | 21.0989 | 25 | 0.68708 |

```
   H0: no autocorrelation at lag order
```

## Décomposition de la variance

```
. irf table fevd, impulse(lnvaar) response(lnvaar lndepfit lnsup lnpop lnequi)
                                                    Results from resultats
```

| step | (1) fevd | (1) Lower | (1) Upper | (2) fevd | (2) Lower | (2) Upper |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | .446747 | .144495 | .748999 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | .446747 | .144495 | .748999 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | .446747 | .144495 | .748999 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | .446747 | .144495 | .748999 |
| 5 | .688559 | .322854 | 1.05426 | .381066 | .079193 | .682939 |
| 6 | .688559 | .322854 | 1.05426 | .381066 | .079193 | .682939 |
| 7 | .688559 | .322854 | 1.05426 | .381066 | .079193 | .682939 |
| 8 | .688559 | .322854 | 1.05426 | .381066 | .079193 | .682939 |
| 9 | .609409 | .214151 | 1.00467 | .344664 | .013594 | .675734 |
| 10 | .609409 | .214151 | 1.00467 | .344664 | .013594 | .675734 |
| 11 | .609409 | .214151 | 1.00467 | .344664 | .013594 | .675734 |
| 12 | .609409 | .214151 | 1.00467 | .344664 | .013594 | .675734 |
| 13 | .585539 | .183036 | .988042 | .339593 | .005668 | .673517 |
| 14 | .585539 | .183036 | .988042 | .339593 | .005668 | .673517 |
| 15 | .585539 | .183036 | .988042 | .339593 | .005668 | .673517 |
| 16 | .585539 | .183036 | .988042 | .339593 | .005668 | .673517 |
| 17 | .554208 | .12509 | .983326 | .346004 | .007363 | .684646 |
| 18 | .554208 | .12509 | .983326 | .346004 | .007363 | .684646 |
| 19 | .554208 | .12509 | .983326 | .346004 | .007363 | .684646 |
| 20 | .554208 | .12509 | .983326 | .346004 | .007363 | .684646 |
| 21 | .544798 | .092803 | .996793 | .341937 | .01176 | .672115 |
| 22 | .544798 | .092803 | .996793 | .341937 | .01176 | .672115 |
| 23 | .544798 | .092803 | .996793 | .341937 | .01176 | .672115 |
| 24 | .544798 | .092803 | .996793 | .341937 | .01176 | .672115 |
| 25 | .548814 | .089672 | 1.00796 | .340944 | .013785 | .668104 |

| step | (3) fevd | (3) Lower | (3) Upper | (4) fevd | (4) Lower | (4) Upper |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | .11884 | -.129445 | .367125 | .008844 | -.067344 | .085032 |
| 2 | .11884 | -.129445 | .367125 | .008844 | -.067344 | .085032 |
| 3 | .11884 | -.129445 | .367125 | .008844 | -.067344 | .085032 |
| 4 | .11884 | -.129445 | .367125 | .008844 | -.067344 | .085032 |
| 5 | .102966 | -.106962 | .312894 | .304501 | .000984 | .608018 |
| 6 | .102966 | -.106962 | .312894 | .304501 | .000984 | .608018 |
| 7 | .102966 | -.106962 | .312894 | .304501 | .000984 | .608018 |
| 8 | .102966 | -.106962 | .312894 | .304501 | .000984 | .608018 |
| 9 | .353655 | .052263 | .655047 | .500923 | .188052 | .813795 |
| 10 | .353655 | .052263 | .655047 | .500923 | .188052 | .813795 |
| 11 | .353655 | .052263 | .655047 | .500923 | .188052 | .813795 |
| 12 | .353655 | .052263 | .655047 | .500923 | .188052 | .813795 |
| 13 | .399022 | .085069 | .712975 | .556802 | .235438 | .878167 |
| 14 | .399022 | .085069 | .712975 | .556802 | .235438 | .878167 |
| 15 | .399022 | .085069 | .712975 | .556802 | .235438 | .878167 |
| 16 | .399022 | .085069 | .712975 | .556802 | .235438 | .878167 |
| 17 | .404009 | .065947 | .742072 | .544305 | .190947 | .897663 |
| 18 | .404009 | .065947 | .742072 | .544305 | .190947 | .897663 |
| 19 | .404009 | .065947 | .742072 | .544305 | .190947 | .897663 |
| 20 | .404009 | .065947 | .742072 | .544305 | .190947 | .897663 |
| 21 | .407171 | .061512 | .752829 | .521132 | .143097 | .899167 |
| 22 | .407171 | .061512 | .752829 | .521132 | .143097 | .899167 |
| 23 | .407171 | .061512 | .752829 | .521132 | .143097 | .899167 |
| 24 | .407171 | .061512 | .752829 | .521132 | .143097 | .899167 |
| 25 | .393732 | .054848 | .732616 | .497757 | .106796 | .888718 |

| step | (5) fevd | (5) Lower | (5) Upper |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | .383516 | .071463 | .695568 |
| 2 | .383516 | .071463 | .695568 |
| 3 | .383516 | .071463 | .695568 |
| 4 | .383516 | .071463 | .695568 |
| 5 | .525262 | .2147 | .835825 |
| 6 | .525262 | .2147 | .835825 |
| 7 | .525262 | .2147 | .835825 |
| 8 | .525262 | .2147 | .835825 |
| 9 | .477655 | .142965 | .812346 |
| 10 | .477655 | .142965 | .812346 |
| 11 | .477655 | .142965 | .812346 |
| 12 | .477655 | .142965 | .812346 |
| 13 | .451823 | .103232 | .800414 |
| 14 | .451823 | .103232 | .800414 |
| 15 | .451823 | .103232 | .800414 |
| 16 | .451823 | .103232 | .800414 |
| 17 | .438597 | .087804 | .789389 |
| 18 | .438597 | .087804 | .789389 |
| 19 | .438597 | .087804 | .789389 |
| 20 | .438597 | .087804 | .789389 |
| 21 | .434954 | .088167 | .78174 |
| 22 | .434954 | .088167 | .78174 |
| 23 | .434954 | .088167 | .78174 |
| 24 | .434954 | .088167 | .78174 |
| 25 | .446366 | .096689 | .796042 |

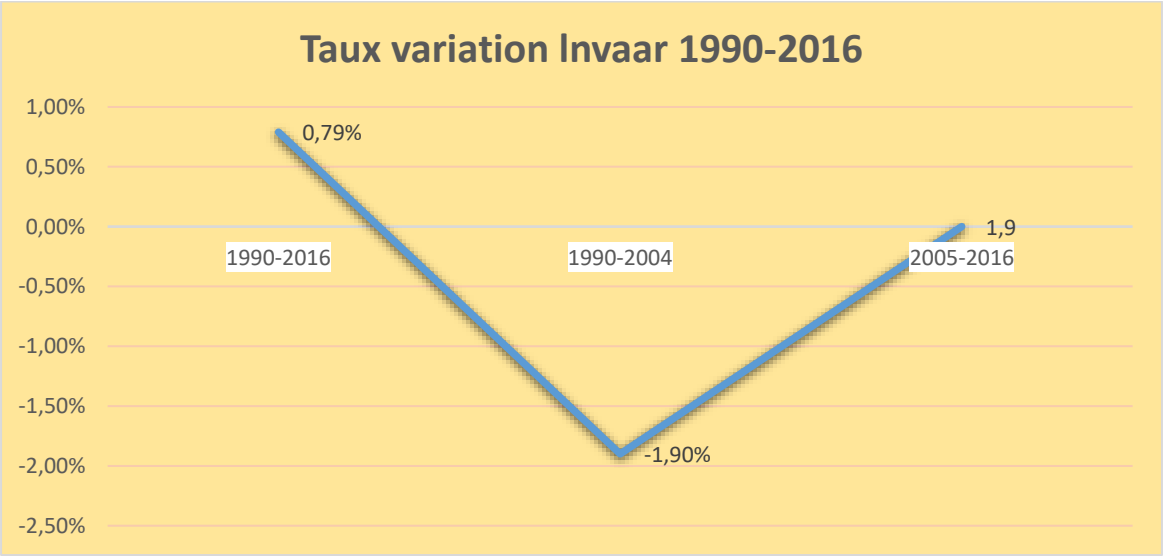
```
95% lower and upper bounds reported
(1) irfname = resultats, impulse = lnvaar, and response = lnvaar
(2) irfname = resultats, impulse = lnvaar, and response = lndepfit
(3) irfname = resultats, impulse = lnvaar, and response = lnsup
(4) irfname = resultats, impulse = lnvaar, and response = lnpop
(5) irfname = resultats, impulse = lnvaar, and response = lnequi
```

**Tableau 58 Taux de variation de lnvaar et élasticités des dépenses publiques agricoles**

| | 1990-2016 | 1990-2004 | 2005-2016 |
|---|---|---|---|
| Taux variation lnvaar | 0,79 % | -1,9 % | 1,9 % |
| **ε** lndep-Invit/lndep-Invit t-1 | -0,16 | 0,33 | -3,47 |
| **ε** lndep-Invit/defit | 0,15 | -10,25 | -6,59 |
| $\varepsilon \frac{\partial \text{lnvaar}}{\partial . \text{lndep}}$ | 0,062 | -2,41 | -0,55 |
| $\varepsilon \frac{\partial \text{lnvaar}}{\partial . \text{lndep} - \text{Invit}}$ | 0,42 | -0,23 | 0,08 |
| $\varepsilon \frac{\partial \text{lnvaar}}{\partial . \text{lndep} - \text{Invit} - 1}$ | -0,07 | 0,08 | -0,29 |

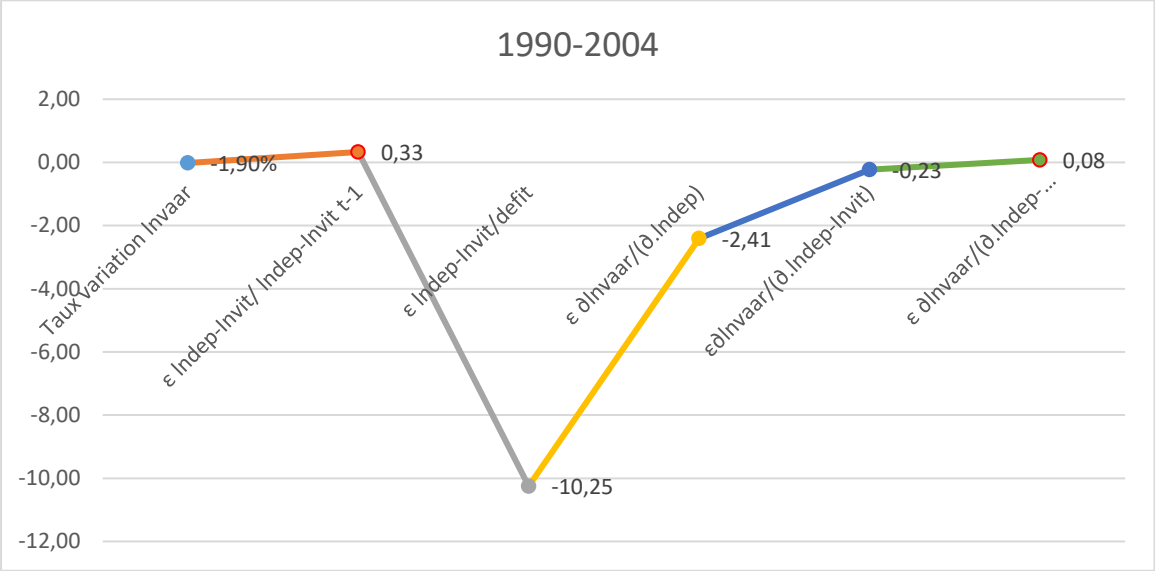
Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Graphique 20 taux de variation de la valeur ajoutée agricole réelle (lnvaar)**



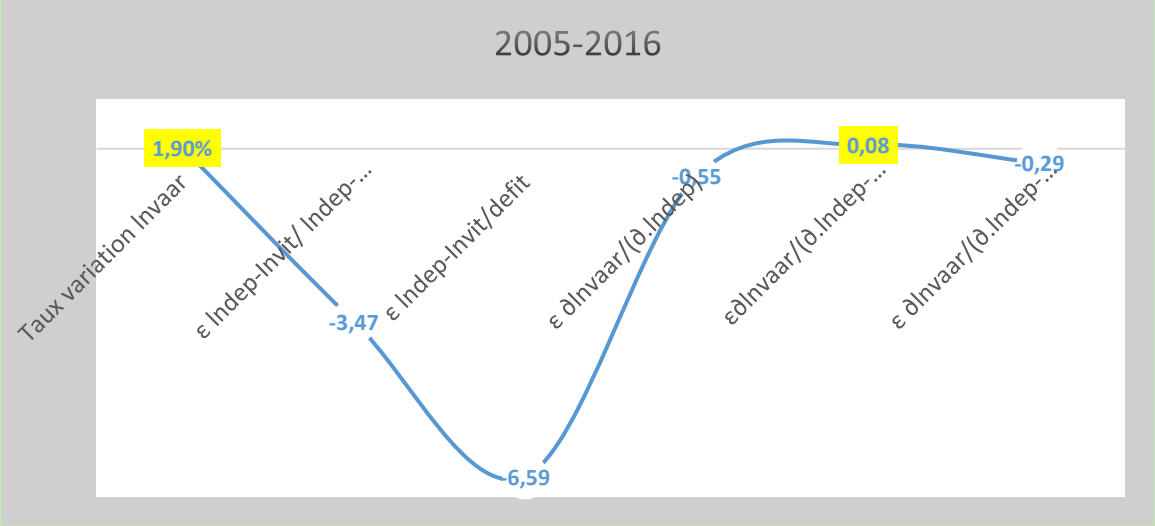

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Graphique 21 avant l'adoption des politiques agricoles**



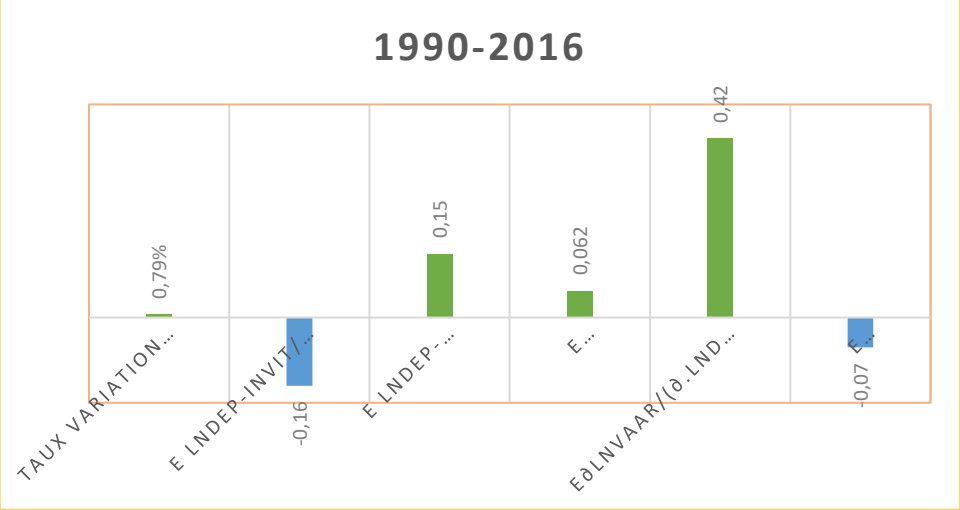

Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Graphique 22 après l'adoption des politiques agricoles**




Source : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

**Histogramme 43 avant, pendant et après les politiques agricoles**




**Source** : construit par l'auteur, extrait de la programmation linéaire sous R studio version 3.4.4 (2018-03-15) à partir des données de la FAO, Countrysat, BM.

## Annexe 5 Enjeux de définitions des politiques agricoles

Une première définition de ce que peut-être une politique agricole émerge de ces résultats. Par conséquent, une politique agricole est un mode d'allocation des ressources plus efficace que le marché en cas d'instabilité de ce dernier [Boussard J.-M., 1999]. Cette définition d'une politique agricole laisse entendre que l'intervention sur un marché à des fins de stabilisation des prix, obéit à une nécessité théorique. La politique agricole apparait ainsi comme une réponse à l'instabilité du marché et elle ne s'oppose pas radicalement à la théorie néoclassique qui met le marché au centre de tout en dénonçant tout dispositif régulateur. En effet, une politique agricole ne s'oppose pas totalement au marché, mais lui apporte des corrections et ce marché, une fois régulé, conserve sa mission primaire d'élever le bienêtre de la collectivité. La politique agricole aurait en quelque sorte une fonction stabilisatrice permettant aux agents économiques, face à l'instabilité et à l'incertitude des marchés agricoles, d'acquérir des informations adaptées à leur comportement que le marché ne peut leur fournir. Une politique agricole s'assimilerait ainsi à une socialisation des agents à partir d'objectifs communs. Selon Williamson O. [1975] ; Ménard C. [1989] ; ce type d'organisation des marchés et une politique agricole pourraient s'entendre comme une organisation générale des marchés qui facilite la convergence des attentes et des objectifs des producteurs, des consommateurs et de l'État. Les défaillances agricoles étant grandes, il revient à l'État d'apporter des solutions non par substitution aux signaux du marché, mais en

fournissant les biens publics dont il ressort que le marché n'est pas le meilleur instrument. Certains auteurs : [Bhagwati J., 1971] ; Gohin A., Gorin O., Guyomard H. et Le Mouël C., 1999) ; ont analysé l'origine, les causes des instabilités observées sur les marchés agricoles pour saisir si elles résultent du marché ou de l'action publique. Ils conclurent que le rôle assigné à l'agriculture et les instruments des politiques agricoles sont souvent fortement ou totalement déconnectés de l'activité productive, et des dispositifs orientés vers la satisfaction des besoins collectifs. Ce type de politique est assorti d'une rémunération pour les services produits indépendamment de la production. Il en découle l'idée que la politique agricole doit avoir autant d'instruments que d'objectifs.

En effet, une politique agricole est un ensemble de mesures visant à promouvoir la fonction économique privée de l'agriculture en s'abstenant d'interférer avec les prix et les quantités afin de valoriser la fonction sociale de l'agriculture par des mesures d'aides aux producteurs de biens collectifs sans que ces dernières n'entrainent des distorsions de concurrence. Cette deuxième définition se caractérise par une place importante laissée au prix de marché, et notamment celui qui se forme sur les places boursières mondiales de matières premières. Elle caractérise désormais les politiques agricoles puisque l'objectif privilégié est de rendre au marché sa suprématie et, du même coup, d'écarter tout risque de distorsions de concurrence. Cette définition est indissociable du processus de libéralisation du commerce mondial de produits agricoles et alimentaires. Toutefois, ces deux définitions ont pour point commun de se situer dans une rhétorique néoclassique. L'une pour contester sans pour autant constituer une véritable approche alternative puisqu'il s'agit de recenser les frottements ou instabilités propres au marché et d'en déduire la nécessité d'organiser les marchés agricoles. L'autre pour soulever son efficacité totale pourvu que les signaux du marché ne soient pas voilés par des interventions « distorsives ». D'une certaine manière, la première définition d'une politique agricole pourrait être qualifiée de définition réaliste et héritière, c'est en cela de la problématique de l'école réaliste en science économique a dominé la discipline dans les années cinquante (Arena R., 2000). La seconde nous parait correspondre au souci d'intégrer l'agriculture dans la science économique académique en éradiquant la spécificité, en prenant pour socle de référence la conception de l'intervention publique élaborée par les organisations internationales, notamment l'organisation mondiale du commerce qui soumet depuis les accords de l'agriculture au régime général du commerce.

Il est également, possible d'enrichir la définition d'une politique agricole en y intégrant la dimension politique qui semble avoir une vision des politiques agricole différentes ceux des défenseurs des valeurs agricoles. D'autres types de définitions des politiques agricoles tentent de prendre en compte l'aspect politique, ceci pour plusieurs raisons. Les défenseurs des valeurs agricoles voient la politique agricole comme un système social autonome qui consiste à préserver les intérêts fonciers des producteurs. C'est une forme qui consiste à maintenir un certain nombre d'équilibres autour des valeurs symboliques incarnées par l'agriculture. De manière plus générale, les défenseurs considèrent que la politique agricole est destinée à accroitre la prospérité d'une nation par éviction des importations. Cette vision traditionnelle de la politique agricole tente bien de préserver l'agriculture des importations. Elle chercherait ainsi à contribuer d'une certaine façon à freiner la modernisation de ce secteur en l'incitant à poursuivre les méthodes traditionnelles de production rythmées par les saisons considérant l'épargne comme une attitude raisonnable. Cependant, le souci d'assurer l'expansion générale de l'économie fait que l'agriculture est devenue un élément essentiel du secteur économique. Ce nouveau rôle de l'agriculture lui fera adjoindre un nouveau type de politique agricole. Il s'agira du type de politique agricole qui s'inscrit clairement dans les principes directeurs d'une politique économique générale impulsés par un keynésianisme triomphant tel que décrit par Barrière (1975). La politique agricole, étant devenue un complément de la politique économique d'ensemble, est un ensemble de dispositifs institutionnels visant à accroitre la production et le revenu des agriculteurs et qui concoure au progrès général de la société. L'objectif est bien sûr de préserver l'agriculture des importations, mais de manière plus essentielle, de passer à la modernisation de ce secteur en l'incitant à la production continue. Selon Jules Méline, le souci de l'agriculture consisterait à stimuler la production intérieure, qui occasionnerait une baisse des prix favorable aux consommateurs. Cette incursion de la politique agricole traduit l'idée qu'une politique agricole peut être destinée à la préservation des équilibres économiques et sociaux avec le risque de précipiter l'éclosion d'une agriculture moderne conforme aux exigences de l'accumulation du capital. Ce type de politique agricole n'aurait d'autre objectif que de recentrer les grands propriétaires terriens sur l'acquisition de rentes foncières plus élevées, en instaurant des modes de gestion du travail sur lesquels ils exerçaient un pouvoir important (Servolin C., 1985). Les auteurs marxistes de la tradition de Marx K. (1894) et de Kautsky K. (1900) voient en cette forme de définition de la politique agricole une

sorte de tentative d'éviction de la petite exploitation familiale en faveur de grandes exploitations dominées par les capitalistes. À partir de là, deux types de définitions de la politique agricole émergent. Une politique agricole qui tienne compte de l'existence de la petite exploitation familiale et ayant pour rôle de fournir au mode de production capitaliste un approvisionnement permanent de matières premières agricoles à un cout juste suffisant pour maintenir l'exploitant et sa famille. Une autre politique agricole qui accélère la décomposition de la paysannerie et de prolétarisation de celle-ci tout en maintenant par le mode de fixation de prix que les paysans sont socialement nécessaires au mode de production capitaliste. À l'égard de ce constat, une politique agricole est un système social autonome visant à préserver les intérêts fonciers des propriétaires terriens. Une politique agricole a donc dans ce cas de figure un soubassement mercantile. Mettre en perspective ce type de politique agricole reviendrait en fait à souligner que l'agriculture pouvait jouer à la fois sur la préservation de ses valeurs et sur la protection de ses productions. Cette attitude dévoilerait ainsi très nettement l'idéologie conservatrice et mercantile sur ses intérêts et sa position sociale encore dominante dans la société. Cependant des transformations historiques de grande ampleur auraient toutefois provoqué au début du vingtième siècle un tournant dans la pratique des politiques agricoles, et modifié progressivement, mais radicalement le mode d'intervention de l'État. Les différentes formes de définitions données à la politique agricole n'ont pas pris en compte les aspirations de certaines économies impliquées dans la production et dans les échanges internationaux des produits agricoles et alimentaires. Ceci les a amenés à mettre en œuvre des mécanismes de soutien à l'agriculture en vue d'assurer sa compétitivité vis-à-vis des pays concurrents. Pour ces pays, la politique agricole se définit comme un ensemble de moyens permettant aux agriculteurs de préserver ou d'étendre leur compétitivité interne et externe, et de dégager des parts de marché au détriment de leurs concurrents. Elle est tournée vers le captage des rentes agricoles et agroindustrielles internationales, celles-ci étant ensuite reversées aux producteurs (Pouch T., 2002). La politique agricole est donc perçue comme le moyen d'ouvrir les marchés et d'étendre la capacité d'absorption de l'économie mondiale. Outre l'objectif de soutien des prix, les politiques agricoles illustrent la prise de conscience que le secteur agricole est en retard ou autrement sa productivité est insuffisante. Cette prise de conscience se transforme en un objectif précis : faire de l'agriculture un secteur économiquement capable de contribuer à l'expansion générale de l'économie et à la modernisation de la société. Le type de

politique agricole qui se mettrait en place relève fondamentalement d'un nouveau rapport au monde. Il s'inscrit clairement dans les principes directeurs d'une politique économique générale impulsés par un keynésianisme triomphant. Comme le rappelait Alain Barrère, la science économique, avec le keynésianisme, devenait une science d'application conduisant à des mesures concrètes permettant de faciliter la mise en œuvre du progrès des sociétés (Barrère A., 1975). Les économistes furent donc amenés à voir dans la politique agricole comme un complément d'une politique économique d'ensemble. Pour ce qui concerne l'économie malienne, cette politique agricole associe des acteurs nouveaux qui entendent prendre en mains la destinée du pays. Une politique agricole apparait par conséquent destinée à résoudre un problème (ici, celui du retard de la production agricole) à partir de la constitution d'un groupe d'acteurs qui contribue à faire admettre l'exigence du changement (agriculteurs modernistes et État). Il en ressort que la construction d'une telle politique agricole entraine la naissance d'une expression citoyenne de l'agriculture en ce sens qu'elle participe au progrès de la société (Muller P., 1994). La citoyenneté des agriculteurs s'exprime dans des procédures identificatoires aux choix de la nation et se traduit par une intériorisation des objectifs et règles que détermine la collectivité. D'une certaine manière, une politique agricole, en tant que complément d'une politique économique d'ensemble, fournirait à la fois des garanties matérielles et des supports symboliques aux acteurs agricoles. Ce qui différencie cette politique agricole des précédentes que nous avons définie, elle s'applique au-delà du marché à la recherche d'une meilleure allocation des ressources agricoles (naturelles et humaines). Subsistant à cela, cette démarche est une évidence, puisque l'objectif à atteindre est l'élévation de la productivité dont la quête fut intimement accolée au souci de la justice sociale entre les catégories socioprofessionnelles. Mais cette forme de politique agricole s'immisce directement dans les structures agraires d'une économie en modifiant la répartition des terres entre les principaux acteurs faisant les intérêts de la société sur une trajectoire de long terme Bergmann D. (1957). D'un autre côté, la dimension keynésienne de la politique agricole s'accompagne dans ce cas de figure de la nécessité d'une demande élevée afin d'assurer des débouchés à la production agricole, ce qui nécessite une politique salariale active. Vu sous cet angle, une politique agricole est un ensemble de dispositifs institutionnels visant à accroitre la production et le revenu des agriculteurs et qui concoure au progrès général d'une société. La caractéristique essentielle d'une telle politique agricole est qu'elle reflète un degré élevé de croyance en la maitrise du destin d'une société par le

pouvoir-faire technique et scientifique pilotée par un interventionnisme volontariste. Pourtant, la réussite de la politique agricole impose la nécessité d'instaurer un dispositif institutionnel puissant qui veillera, par l'érection d'un ensemble de règles très claires, à la préservation des intérêts de chaque maillon du système confirmant les prédictions de certains auteurs comme R.H. (1937), Hess W. (1983) et Ménard (1993) qui voient dans la politique agricole la réunion d'un groupe de personnes dont leur stratégie est de faire avancer leurs intérêts économiques. Cependant, l'apparition des règlementations peut entrainer une capture des règles par un groupe de pression puissant capable de faire basculer les intérêts vers son seul niveau. Ceci est d'ailleurs la principale critique formulée par les théoriciens des choix publics qui voient dans toute intervention étatique l'expression des intérêts de groupes de pression détenant le monopole sur le marché des biens politiques (Muller, 1979). Si la politique agricole n'a de sens que par rapport au marché ou comme vision du progrès que doit accomplir une société pour dégager les conditions de l'autosuffisance alimentaire et dans le même temps, de créer celles permettant d'accéder au rang de grande puissance économique. Il convient de rappeler que, dans une perspective marxiste, la société dont il est question est une société capitaliste et que par conséquent, la production d'une définition d'une politique agricole ne peut être effective qu'à la condition de revenir au préalable sur la place de l'agriculture dans la dynamique du système capitaliste. La justification de la présence du marxisme dans une tentative de définition d'une politique agricole repose sur l'importance accordée à la question agricole par Marx et ses épigones depuis la publication du livre trois du Capital de Marx. L'idée marxiste en économie est en correspondance avec l'économie classique, laquelle s'est construite autour du rôle de l'agriculture dans l'accumulation du capital. Conformément aux thèses de Marx énoncées dans le livre trois du Capital et à celles de K. Kautsky dans son ouvrage intitulé « La question agraire », les marxistes ont perçu l'avènement des politiques agricoles comme le signe annonciateur d'une industrialisation de l'agriculture. Les dispositifs mis en œuvre par la politique agricole conduisent nécessairement à une concentration des exploitations agricoles, à une domination de ces dernières par les industries d'amont de l'agrofourniture et d'aval de la transformation agroalimentaire au détriment de la petite exploitation familiale. En d'autres termes, une politique agricole aurait pour fonction de faire de l'agriculture un rouage du mode de production capitaliste, verticalement intégré au cycle de valorisation du capital agroalimentaire. Marx et Kautsky ont donné une représentation du devenir de ce secteur en avançant

l'expression du « capitalisme agraire » Marx K. (1894) ; Kautsky K. (1900). Kautsky fut d'ailleurs plus précis en insistant sur les conditions économiques, sociales et politiques à partir desquelles le capitalisme s'empare des petites structures d'exploitation, les dissout pour en créer de nouvelle dimension plus élevée. Dans ce registre, Marx a de son côté insisté sur la fonction des prix agricoles dans l'élimination des petites exploitations. On sait que ce point de vue a été largement contesté au sein même de la pensée marxiste par des auteurs comme Claude Servolin ou Lebossé et Ouisse Sevolin C. (1972) ; Lebossé J.-C. et Ouisse M. (1973). Selon eux, l'avènement de la grande exploitation capitaliste se heurterait à plusieurs obstacles. D'abord, la propriété foncière qui empêche la séparation du droit de propriété et de son exploitation à des fins productives à la diffusion du progrès technique qui se réalise au sein de la petite exploitation familiale puis par le cout que représente la gestion de l'agriculture pour les grandes entreprises de l'agroalimentaire. L'idée est que le capitalisme face à la petite exploitation familiale ou comme la nomme Servolin. C, la petite production marchande (PPM), voit la formation d'une politique agricole impulsée par l'État un moyen de s'approprier les gains de productivité dégagés par l'agriculture en raison de l'ouverture de celle-ci sur le secteur agroalimentaire et de la décroissance des effectifs d'agriculteurs. Servolin en déduit que l'État, au travers d'une politique agricole, détient les instruments permettant une coexistence des deux modes de production, petites exploitations d'un côté, grandes firmes de l'autre. La particularité de cette forme d'intervention de l'État est qu'elle s'appuie sur la participation des agriculteurs eux-mêmes vers lesquels il transfère une partie de la gestion du développement agricole. Toutes ces approches marxistes traitent de l'articulation de l'agriculture au mode de production capitaliste, au risque parfois de présenter une vision homogène de ce secteur. Mais il ressort de ce rapide panorama que la dynamique de l'agriculture est dictée par celle du capitalisme. Il en découle alors deux définitions possibles d'une politique agricole, selon que l'hypothèse de la préservation de la petite exploitation familiale est adoptée ou rejetée au profit de celle signifiant l'avènement d'un capitalisme agraire. Premièrement, une politique agricole est un mode d'intervention de l'État destiné, par la préservation de la petite exploitation agricole familiale et sa modernisation par exemple, par l'intensification de la production, à fournir au mode de production capitaliste un approvisionnement permanent de matières premières agricoles à un cout juste suffisant pour maintenir l'exploitant et sa famille, et des débouchés aux firmes situées en amont et productrices de biens intermédiaires. Une

politique agricole est l'instrument qui rend possible la coexistence de deux modes de production. Deuxième, une politique agricole est un mode d'intervention de l'État qui accélère le processus de décomposition de la paysannerie-forme transitoire de production et de prolétarisation de celle-ci. Elle ne maintient, par le mode de fixation des prix qu'elle impose, que les paysans socialement nécessaires au mode de production capitaliste. Les analyses marxistes de la question agricole, en dépit de leur divergence souvent profonde, se rejoignent toutefois sur un point précis de ce qui légitime une politique agricole. Elle constitue une exigence au regard des conditions de la poursuite de l'accumulation du capital dans le capitalisme. En ce sens la formation des prix par la politique agricole et les actions sur les structures agraires ne sauraient se réduire comme on le voit dans la littérature économique libérale à un gaspillage de dépenses budgétaires. Mais sont en réalité des instruments visant à élever les gains de productivité du secteur agricole lesquels sont absorbés par les industries d'aval. Une politique agricole est alors un complément indispensable à l'accumulation du capital. Ses fondements seront alors libéraux ou keynésiens selon les circonstances historiques et sociales de l'accumulation du capital. Si l'efficacité d'une politique agricole se mesure à sa capacité à atteindre des objectifs que ses concepteurs s'étaient fixés, outre que cette hypothèse réduit l'écart entre une conception keynésienne et celle néoclassique, alors, que peut être une politique agricole ? Dans la mesure où l'on demeure dans une logique fins-moyens à la Robbins, l'expérience historique démontre sans ambigüité possible que les objectifs de production agricole et de productivité ont été atteints. L'existence de politiques agricoles dont le but essentiel est aujourd'hui de préserver la compétitivité des exportations agricoles et alimentaires porte un coup fatal à la vision harmonieuse et universalisante du théorème des avantages comparatifs de D. Ricardo, pour qui tout échange extérieur engendre un gain économique supérieur à celui dégagé d'une situation d'autarcie. Avec ce type de conflit, on retrouverait la dimension conflictuelle des relations économiques exposée par F. Perroux ou encore par J.M. Keynes dans le chapitre 23 de sa « Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie ». Une politique agricole apparaitrait en ce sens comme étroitement liée à la recherche de débouchés à l'échelle mondiale non seulement pour écouler les excédents agricoles, mais aussi pour assoir un pouvoir de marché sur le reste du monde. En effet, il en découlerait l'idée que les négociations internationales ne seraient que l'expression de l'importance pour le capitalisme de l'extension des marchés pour les produits agricoles et alimentaires. De ce point de vue, une politique agricole est un

ensemble de moyens permettant aux agriculteurs de préserver ou d'étendre leur compétitivité interne et externe, et de dégager des parts de marché au détriment de leurs principaux concurrents. Elle est tournée vers le captage des rentes agricoles et agroindustrielles internationales, celles-ci étant ensuite reversées aux producteurs. La définition qui précède peut être interprétée dans un sens double. Outre l'hypothèse qu'une politique agricole aurait pour objectif d'ouvrir des marchés et par conséquent d'étendre la capacité d'absorption de l'économie mondiale. Confirmant ainsi le point de vue des économistes ayant vu dans les débouchés préalables la condition de survie du capitalisme, les tentatives pour imposer la libéralisation des agricultures lors des rounds de négociations ne seraient que la traduction d'une prédation imputable à la stratégie de groupes influents capables d'orienter la politique agricole en leur faveur afin d'accroitre leurs avantages concurrentiels et les opportunités d'écoulement des marchandises sur les marchés mondiaux Denis H. (1961) ; Stigler G. (1971). De ce point de vue, l'action de l'État se distinguerait de l'intervention régulatrice, celle-ci est prise au sens de remède aux défaillances du marché. Elle consisterait en une action stratégique destinée à préserver ou développer les pouvoirs de marché des producteurs exportateurs nationaux aux dépens des concurrents du reste du monde (Thoyer S. et al., 1998). Mais l'enjeu d'une politique agricole dépasserait alors le strict domaine de l'agriculture pour concerner aussi l'industrie agroalimentaire ou celle située plus en amont comme l'agrofourniture ou encore le système bancaire. Dans cette perspective, l'affaiblissement de la pression concurrentielle exigé dans le cadre des négociations commerciales internationales signifierait la recherche d'un accroissement du pouvoir de marché de la part du principal concurrent. Dès lors que cette exigence n'aurait été que partiellement acceptée par la concurrence, il reviendrait aux pays ou acteurs menacés de perdre leur rente de réagir en réactivant leur dispositif de soutien tout en demeurant en phase avec les règles du commerce mondial. L'attitude des pays puissants traduirait assez bien cet enseignement tiré de l'économie industrielle puisque la remise à niveau des soutiens s'expliquerait par les difficultés de l'agriculture africaine en raison des performances agricoles occidentales et de l'incertitude du profil de la demande mondiale de produits agricoles bruts. De plus, l'enjeu d'une politique agricole serait indissociable de la politique économique globale dans la mesure où les décisions relatives à la politique de change, ou à la politique monétaire au taux d'intérêt en particulier ont des répercussions directes sur l'agriculture. À la suite de cette réflexion, une politique agricole est un ensemble de dispositifs institutionnels permettant un

bouclage des relations économiques en amont et en aval au sein du secteur, et au-delà du secteur et au système bancaire ou financier agricole par exemple. Elle prend alors l'allure d'une décision collective afin qu'aucun maillon du système économique ne soit lésé par l'absence d'une quelconque dimension de la politique agricole. Si l'on inscrit la tentative d'une définition de ce que peut être une politique agricole dans le registre de l'économie industrielle et de la concurrence imparfaite, alors il est possible d'établir une telle définition à partir des stratégies de combat édictées par les protagonistes du commerce mondial agroalimentaire. Les divergences sont désormais beaucoup trop profondes entre les États pour admettre qu'une coalition puisse se former et aboutir à un partage de la rente mondiale. La politique agricole a permis de constater qu'il s'agissait d'un ensemble de règles aux contours parfaitement identifiables, puisque tournées vers la satisfaction d'attentes économiques exprimées par des acteurs situés dedans ou en dehors de la filière agroalimentaire. Ce faisant, nous avons volontairement laissé entendre que des groupes de pression étaient en mesure d'agir pour influencer l'État à leur avantage. En d'autres termes, autour d'une politique agricole se réunirait des acteurs économiques préoccupés par un ou des objectifs communs et unis pour faire aboutir leurs revendications. Une politique agricole se différencierait alors du marché en ce sens que sur un marché s'échangent des biens, des services ou tout autre droit de propriété. Dans ce cas de figure, une politique agricole s'interprèterait, dans le sillage des travaux sur l'organisation de R. Coase ou encore de J. Hess, comme la réunion d'un groupe de personnes dont la stratégie serait de faire avancer leurs intérêts économiques (Coase R., 1937 ; Hess J D., 1983 ; Ménard C., 1990). Ce type d'approche de la politique agricole tombe immédiatement sous le coup d'une critique virulente adressée à l'endroit des économistes justifiant ces dispositifs étatiques par les théoriciens de l'école américaine du Public Choice. Ceux-ci voient en effet dans toute forme d'interventionnisme étatique l'expression des intérêts de lobbies se constituant pour la circonstance en interlocuteur privilégié de l'État, voire même en groupe détenant le monopole sur le marché des biens politiques (Mueller D., 1979). En ce sens, une politique agricole ne serait en réalité qu'un prétexte astucieux pour défendre les intérêts de micro-unités au détriment de la collectivité. La démonstration s'appuie sur la thèse selon laquelle les hommes politiques sont élus et leur faculté à exercer un pouvoir politique serait conditionnée par la construction ou la reproduction de dispositifs de protection favorables à un ou des lobbies. La recherche d'une protection pour le secteur agricole émanerait ainsi des arguments persuasifs de groupes catégoriels de pression.

D'après les travaux de Magee, Brock et Young, la probabilité qu'un candidat soit élu à l'élection à laquelle il s'est présenté est étroitement subordonnée à la politique commerciale (protection-subvention) que ce candidat promettra d'instaurer à la suite de son accession au pouvoir conformément aux intérêts du groupe de pression (Magee S.P. Brock W.A. et Young L., 1989). Le degré d'influence du lobby sur le candidat est proportionnel à la concentration de ce lobby, puisqu'un lobby sans coalition entre ces membres, dont les intérêts seraient disséminés aurait peu de chance de persuader le candidat de la légitimité d'une politique de protection. Du point de vue de l'échange international, la recherche d'une rente ou d'un revenu tiré de l'exportation elle-même soutenue par une politique commerciale active, incite les éventuels bénéficiaires à peser sur les décisions publiques. Une politique agricole serait alors perçue comme un ensemble de dépenses socialement improductives, puisque destinée à la satisfaction d'un groupe socioprofessionnel restreint, alors qu'elles auraient pu être allouées à des secteurs productifs pour concourir à l'accroissement des richesses Hillman A. L. (1992). À l'issu de cette analyse, une politique agricole est un ensemble de règles étatiques ou interétatiques permettant à un groupe de pression ou à un lobby de faire passer ses intérêts avant ceux de la collectivité nationale. Cette définition apparait comme une critique sévère des intentions cachées de l'interventionnisme étatique. Elle désigne clairement les entorses aux mécanismes de la libre concurrence laquelle est perçue comme un dispositif efficient permettant de conduire une société à l'équilibre général et à l'optimum de ses membres. Elle doit par conséquent être lue en négatif des autres définitions puisqu'elle expulse toute idée d'organisation du marché (Favereau O., 1989). Mais il est indispensable de la situer comme un des principaux fondements théoriques des réformes des politiques agricoles. Telle est d'ailleurs la rhétorique que l'on peut trouver à l'OCDE lorsque cette organisation exprime son sentiment au sujet de la nécessité des réformes des politiques agricoles. Pour l'OCDE en effet, « l'objectif à long terme est de faire en sorte que, par la réduction progressive et concertée de l'aide à l'agriculture, ainsi que par tous les autres moyens appropriés, les signaux du marché influencent l'orientation de la production agricole. Ainsi, il en résultera une meilleure allocation des ressources, dont bénéficieront les consommateurs et l'économie en général » (OCDE, 1994). Par ailleurs, il faut remarquer que de plus en plus la définition des politiques agricoles prend en compte les externalités négatives que pourraient engendrer les activités d'un agent sur un autre agent et sur l'environnement sans que cette forme de transaction ne passe par le marché. Pour Bonnieux et Rainelli (1989),

ces externalités doivent être évaluées afin de fixer un degré de nuisance compatible avec l'équilibre du marché. Dans ce sens, la politique sera définie comme une association d'un mode efficace d'affectation des ressources par le biais d'un système de taxation performant en vue d'internaliser les externalités négatives, mais compatibles avec les mécanismes du marché. En vue de formuler une politique agricole efficace, l'OCDE (2000) définit les caractéristiques que peuvent avoir toutes politiques agricoles. Ces caractéristiques sont la transparence, le ciblage, l'adaptation, la flexibilité, et l'équité. Une politique agricole doit permettre une identification facile des objectifs de politiques, des couts, des avantages et des bénéficiaires (transparences) ; dois être centrée sur des résultats spécifiques et autant que possible découplée (ciblage) ; doit fournir des transferts pas plus importants qu'il ne faut pour obtenir des résultats clairement identifiés (adaptées) doit refléter la diversité des situations de l'agriculture, capables de répondre à l'évolution des objectifs et des priorités et applicable pendant la période de temps nécessaire pour que l'objectif spécifique soit atteint (flexibles) ; doit être équitable en tenant compte des effets de la répartition du soutien entre secteurs, agriculteurs et régions. Nous pouvons rappeler qu'une politique agricole a pour objectif d'accroitre la production et la productivité du secteur agricole en diminuant massivement les effectifs d'agriculteurs et en imposant un recours au mécanisme des prix de soutien ou garantis. L'efficacité de ce type de politique agricole repose fondamentalement sur des incitations et sur la définition d'objectifs communs aux agriculteurs et à l'État. Mais cette efficacité s'est accompagnée d'une nuisance diverse, au premier rang desquelles les pollutions des sols, au détriment du milieu naturel. Les termes du débat sur les externalités négatives produites par l'activité agricole illustrent les divergences qui sont progressivement apparues entre les intérêts des producteurs et ceux des consommateurs. La politique agricole a en effet, conduit quelquefois, les agriculteurs à une utilisation intensive de produits intermédiaires (engrais, pesticides, produits phytosanitaires divers) et à une spécialisation accrue de leurs systèmes de production engendrant un amoindrissement du processus d'internalisation d'activités que les agriculteurs géraient jusque-là (utilisation des déjections animales comme engrais par exemple). La modernisation du secteur agricole s'est répercutée sur la biodiversité occasionnant des effets indésirables sur la santé humaine comme l'ont montré dans les cas de pollutions des eaux ou encore des maladies animales. Face aux externalités négatives que le métier d'agriculteur provoque, et qui engagent en cela l'avenir des générations futures, l'agriculture s'est

exposée aux critiques des partis politiques écologistes, des associations de consommateurs, de riverains subissant de par leur proximité géographique les effets des pollutions, et surtout aux réflexions et interrogations d'un nombre croissant de philosophes amenés à cette occasion à élargir leur champ d'analyse et à souligner les limites du progrès de la science et de la production débridée (Jonas H., 1990 ; Birnbacher D.,1988). De son côté, l'économiste R. Passet a, dès 1979, insisté sur la nécessité d'inclure l'environnement dans l'analyse économique et proposé de baptiser cette articulation « bioéconomie » (Passet R., 1979). Son approche se distingue des recommandations économiques destinées à éclairer la décision publique en ce domaine et qui apparait pour la plupart d'obédience néoclassique. En effet, dans la mesure où il est admis que le marché ne conduit pas à l'optimum de Pareto (l'utilisation gratuite du facteur de production terre entraine des couts sociaux que nul n'est disposé à payer, ce qui incite les producteurs à poursuivre leur activité laquelle débouche sur un équilibre de marché éloigné de l'équilibre Pareto-optimal), le dommage causé par un agent à un autre agent doit être monétairement évalué afin de fixer un degré de nuisance compatible avec l'équilibre du marché (principe dit du « pollueur-payeur » par exemple) (Bonnieux F. et Rainelli P., 1989). Ce point de vue permet en effet, de tirer notre attention, qu'une politique agricole est une association d'un mode efficace d'allocation des ressources le marché et d'un système de taxations destiné à internaliser les externalités négatives, mais compatible avec les mécanismes du marché. Ce type de raisonnement pose toutefois quelques interrogations. Il pose les problèmes de nuisances consécutives de l'activité agricole et leur résolution sous l'angle de la rationalité et invite à penser la réforme des politiques agricoles sous celui de la normativité du marché. L'essentiel concerne le démantèlement des dispositifs de soutien et la remise aux forces du marché d'un secteur jugé trop protégé de la concurrence. Les aspects environnementaux ne sont en réalité que juxtaposés et non intégrés à la démarche réflexive. Une politique agricole d'un nouveau type pourrait alors être définie à partir de l'intégration de la dimension sociale, collective de la rareté des données de la nature. L'intervention de l'État dans le domaine agricole serait orientée vers la prise en compte de l'éthique et pas seulement des besoins des producteurs et s'inscrirait dans une dimension politique dans laquelle la citoyenneté des acteurs serait reconnue pour leur contribution à l'élaboration d'une production agricole moins destructrice. Autrement, une politique agricole est un ensemble de règles définies par des acteurs économiques, sociaux et politiques, réunies autour d'un objectif commun, assurer la continuité de

l'approvisionnement alimentaire à l'intérieur d'un système de contraintes écologiques préalablement établi. Elle vise en cela à créer une règlementation ou une obligation pour le progrès technique d'accompagner son évolution du souci de préserver un habitat favorable et durable pour l'homme et son devenir. Elle participera au progrès général de la société non plus sous le seul angle quantitatif, mais également sous celui du qualitatif. Une politique agricole apparaitrait à partir de là comme d'essence souverainiste Ewald et Maréchal (2000). Construit une politique agricole reviendrait alors à se préoccuper des droits du vivant qui intègreraient les droits de propriété et non l'inverse, c'est-à-dire d'inscrire les progrès industriels dans une dimension éthique. En découle l'idée que ni l'entrepreneur ni l'économiste ne pourraient agir sur le milieu naturel en faisant en sorte que, comme disait E. Kant dans la Critique de la raison pure, ces agissements deviennent des lois universelles. La reconnaissance de droits propres à la nature, aux espèces animales ou végétales, par la voie d'une politique agricole dont les préoccupations ne seraient plus uniquement tournées vers la satisfaction des besoins alimentaires et des intérêts des producteurs, deviendrait porteuse d'une « communauté de destins » dans laquelle l'homme ne constituerait qu'un élément (Hermitte M. A., 1993). Il faudrait alors admettre que l'homme est un animal supérieur, car capable de définir une éthique de la nature, ce qui ouvre la voie à une suprématie des savants, des philosophes ou en dernière instance de l'État. La mise au point d'une politique agricole dont la mission serait de préserver l'environnement pose le problème de la définition et des caractéristiques d'un bien public. Si l'on admet que le marché est dans l'incapacité de satisfaire la demande de biens publics, il revient à l'État de s'y substituer. La construction d'une politique agricole par les pouvoirs publics se heurterait alors à une alternative. Soit la fourniture des biens publics s'effectue dans un cadre coopératif, et l'ensemble des États sont en mesure de coordonner leurs actions en matière d'agriculture qui gère dans un régime de négociations permanentes les décisions futures, soit le cadre est non-coopératif et les politiques agricoles ne sont que des dispositifs élaborés pour les intérêts propres de chaque État. Dans ce dernier cas de figure, la production d'un bien public nécessite soit de déléguer à une institution internationale le soin d'agir pour que les nuisances issues de l'agriculture soient limitées (par exemple l'Organisation mondiale du commerce ou encore le Fonds monétaire international) ce qui suppose que les États renoncent partiellement ou totalement à leur souveraineté, soit d'intégrer dans le cadre d'un accord politique plus large cette volonté de fournir un ou des biens publics (un accord commercial à la suite

d'un round de négociations), ou bien d'internaliser les externalités dans un gouvernement mondial (Nordhaus W.D; 1999). Quelques remarques pour conclure l'examen des définitions possibles d'une politique agricole semblent indiquer que l'agriculture ne serait pas un secteur comme un autre. Il n'y aurait pas une seule mission pour une politique agricole, mais bien plusieurs, car à bien y regarder, elle est impliquée non seulement dans la fourniture à un cout raisonnable pour la collectivité de l'alimentation, et avec la recherche d'une régularité la plus élevée possible, mais elle s'accompagne aussi d'une gestion implicite et/ou explicite du territoire et de la répartition géographique des populations rurales. On a pu constater de surcroit que lorsque les nuisances dues à l'activité agricole devenaient trop préoccupantes, une réflexion pouvait s'engager pour vérifier qu'une politique agricole était en mesure, certes parfois sous la pression des citoyens, de contribuer à l'équilibre environnemental et au bienêtre sanitaire des hommes. En ce sens, une politique agricole apparait comme indissociable d'une représentation du lien social et reste encore aujourd'hui marquée par la définition de ce qu'est l'économie politique. Elle en est une ramification. Toutefois, les réformes récentes des politiques agricoles vont manifestement dans le sens d'une renonciation à cette inscription de l'agriculture dans le social et ne sont en fait que des tentatives pour banaliser ce secteur à la fois dans la pratique économique, mais également en tant qu'objet d'analyse scientifique. On aura compris alors qu'une politique agricole puisse être un enjeu social et politique autant qu'économique. Le secteur agricole est pris dans les mailles du filet libéral. En quelque sorte, l'agriculture, en perdant les repères que lui avaient fournis au long de son histoire les politiques agricoles, entrerait dans le processus de rationalisation croissante des sociétés et de l'existence humaine. Ce qui constitua souvent un horizon de signification disparait. Il ressort surtout de toutes ces définitions qu'une politique agricole est évolutive. Mais il conviendra de se garder d'y voir des évolutions adaptatives à des environnements économiques eux-mêmes évolutifs. Si les politiques agricoles se transforment, c'est que ces transformations obéissent à des intérêts, à des peurs, voire à des croyances. En conclusion, la politique agricole est un ensemble cohérent de décisions prises par une autorité publique ayant des objectifs, suivant une échéance, devant assurer des résultats déterminés dans un secteur donné. La stratégie quant à elle, un ensemble cohérent d'hypothèse résultant d'un choix négocié ou non, définissant des méthodes, des délais et des conditions préalables permettant d'atteindre un certain nombre d'objectifs fixés. Quant à l'appartenance spécifique de la politique ici à la politique agricole ou

alimentaire, elle englobe, en général, l'agroalimentaire, l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'aquaculture, l'hydraulique agropastorale ainsi que la transformation des produits agricoles.

**Annexe 6** Données du modèle de la productivité agricole du Bénin

Benin agricultural productivity.csv

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 7** Données du modèle de la productivité agricole du Burkina Faso

Burkina Agricultural productivity.csv

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 8** Données du modèle de la productivité agricole de la Côte D'Ivoire

C-Ivire Agricultural productivity.csv

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 9** Données du modèle de la productivité agricole du Mali

mali agricultural productivity.csv

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 10** Données du modèle de la productivité agricole du Nigeria

Nigeria Agricultural productivity.csv

Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 12** Données du modèle de la productivité agricole du Sénégal

Sénégal productivity agricultural.csv

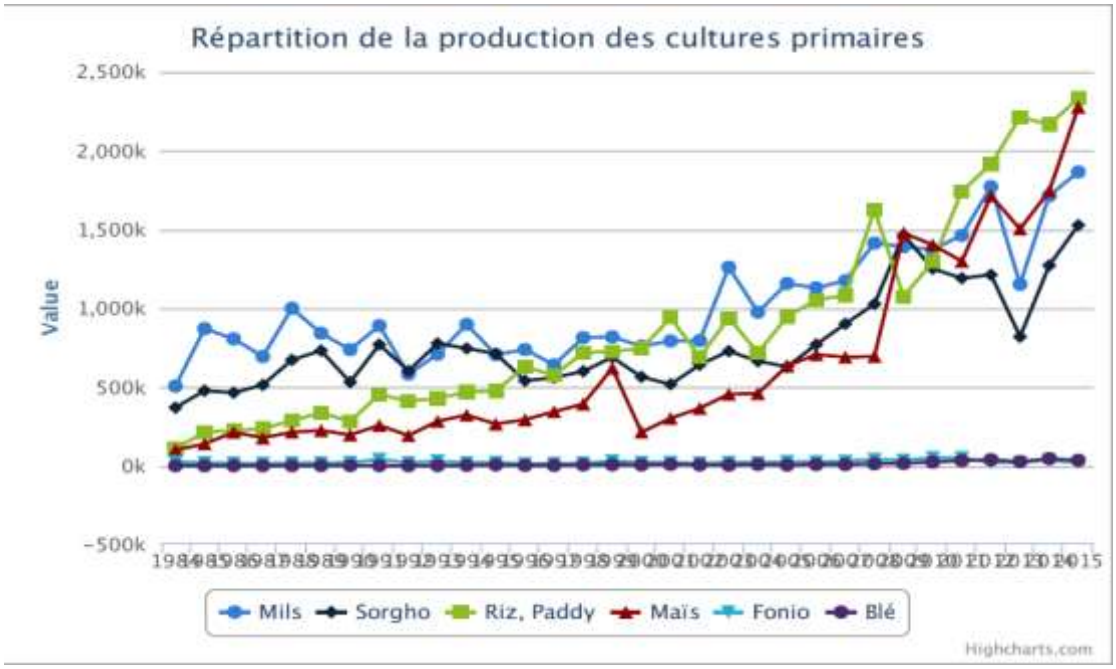
Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 13** Données du modèle de la productivité agricole du Togo

Togo productivity agricultural.csv

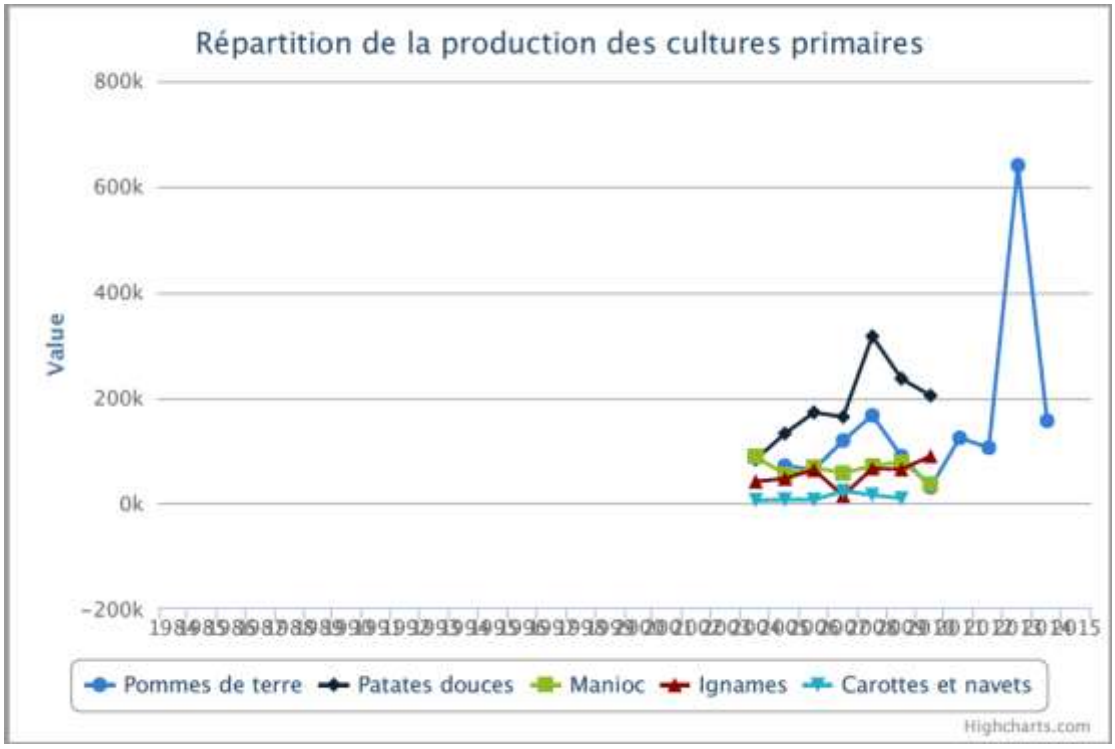
Source : construit par l'auteur à partir des données de la FAO, BM, Countrysat.

**Annexe 14** Évolution de la production des cultures vivrières sèche



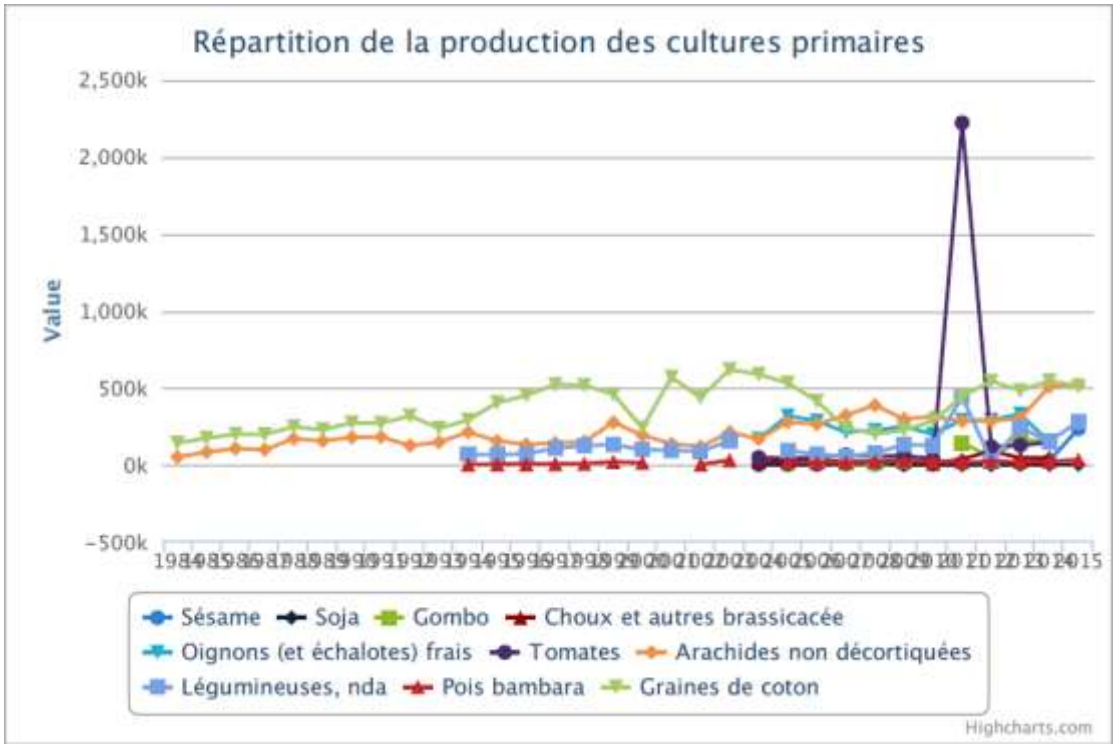

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 15** Évolutions de la production des tubercules



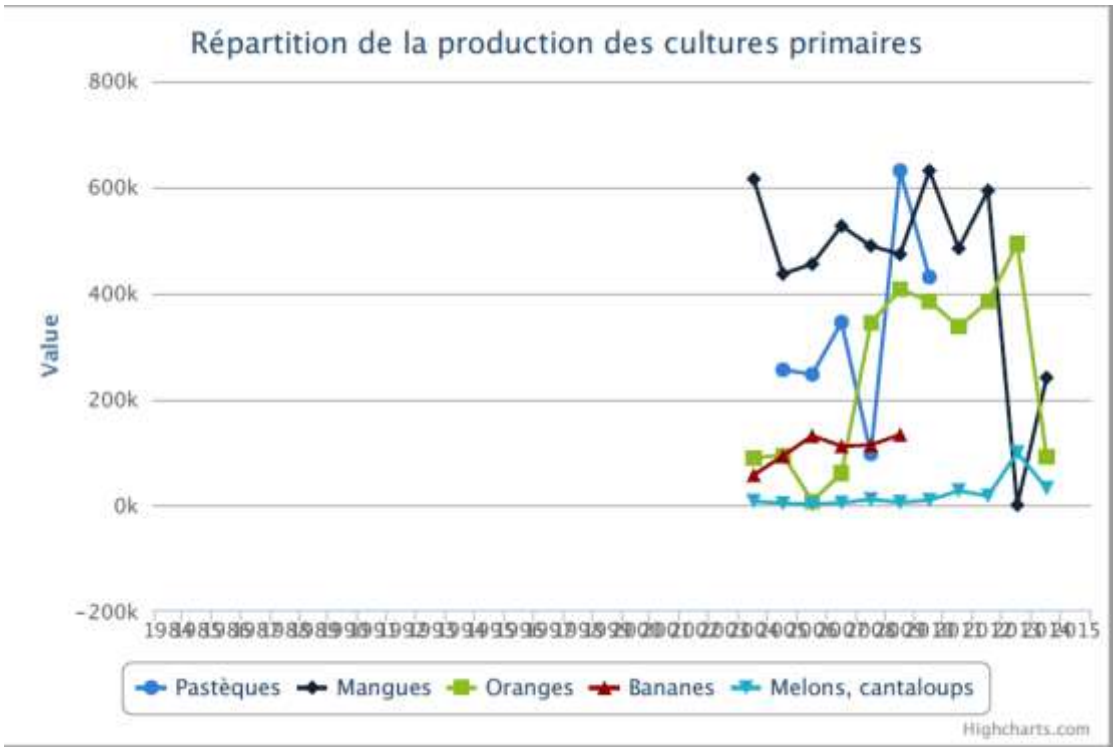

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 16** Évolutions de la production des légumineuses




Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 17** évolutions de la production des fruits

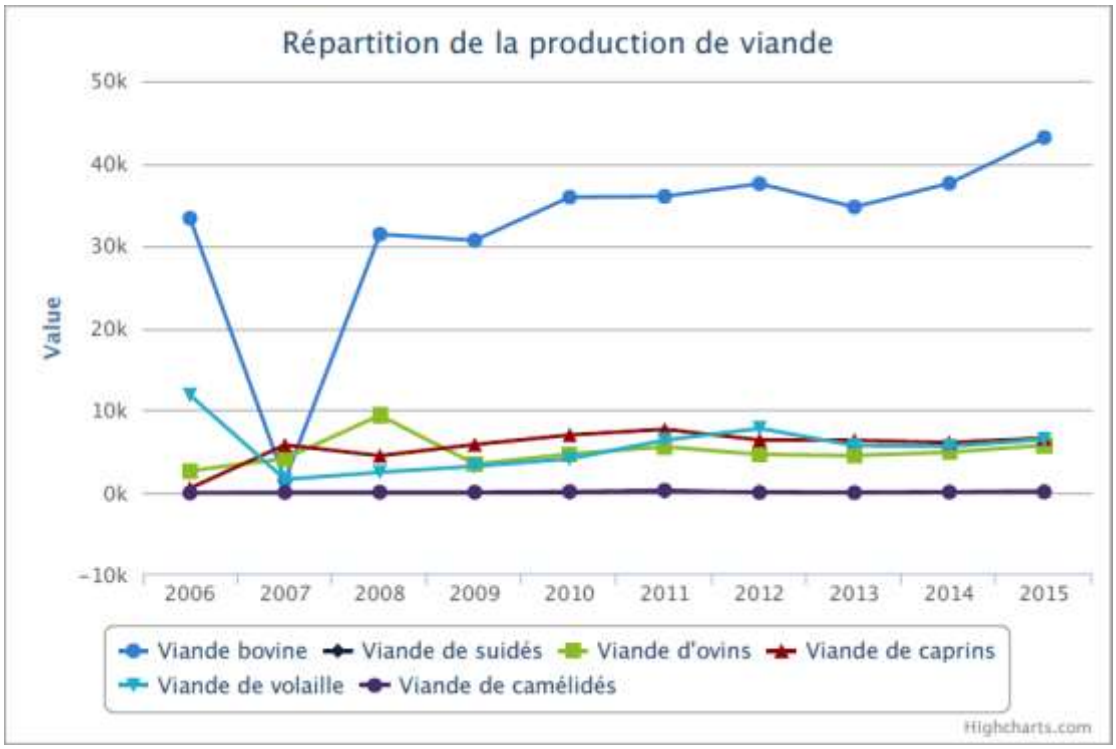



Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 18** Évolutions de la production de la canne à sucre

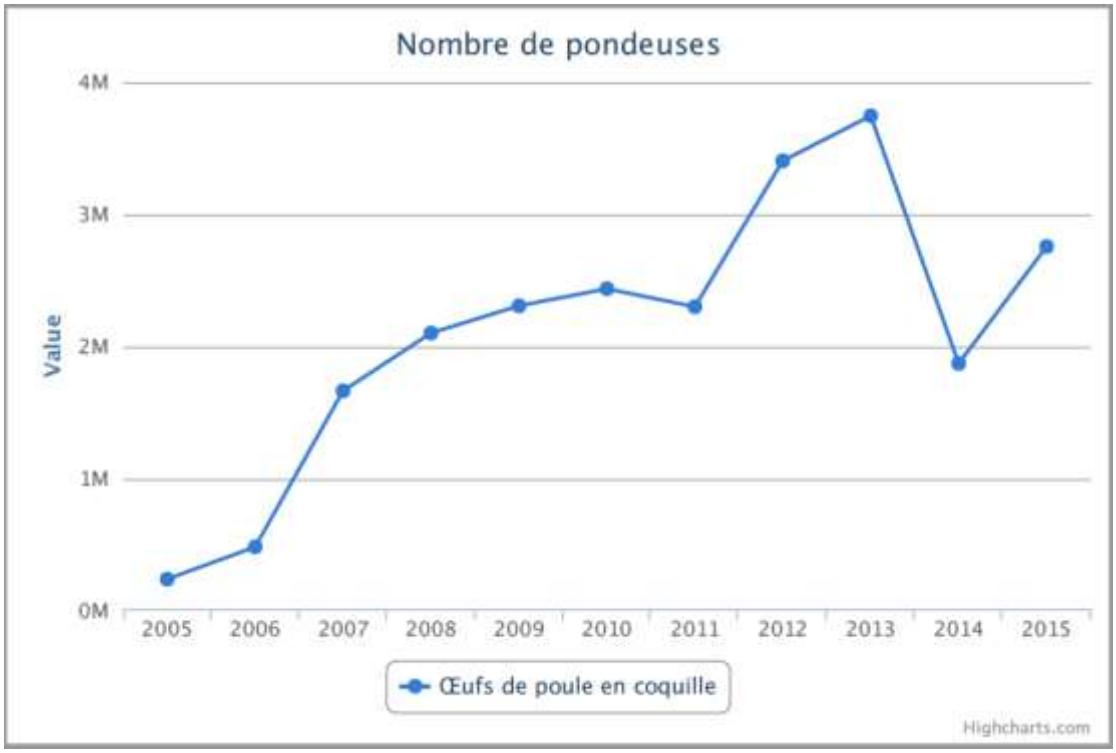
Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 19** Évolutions de la production animale



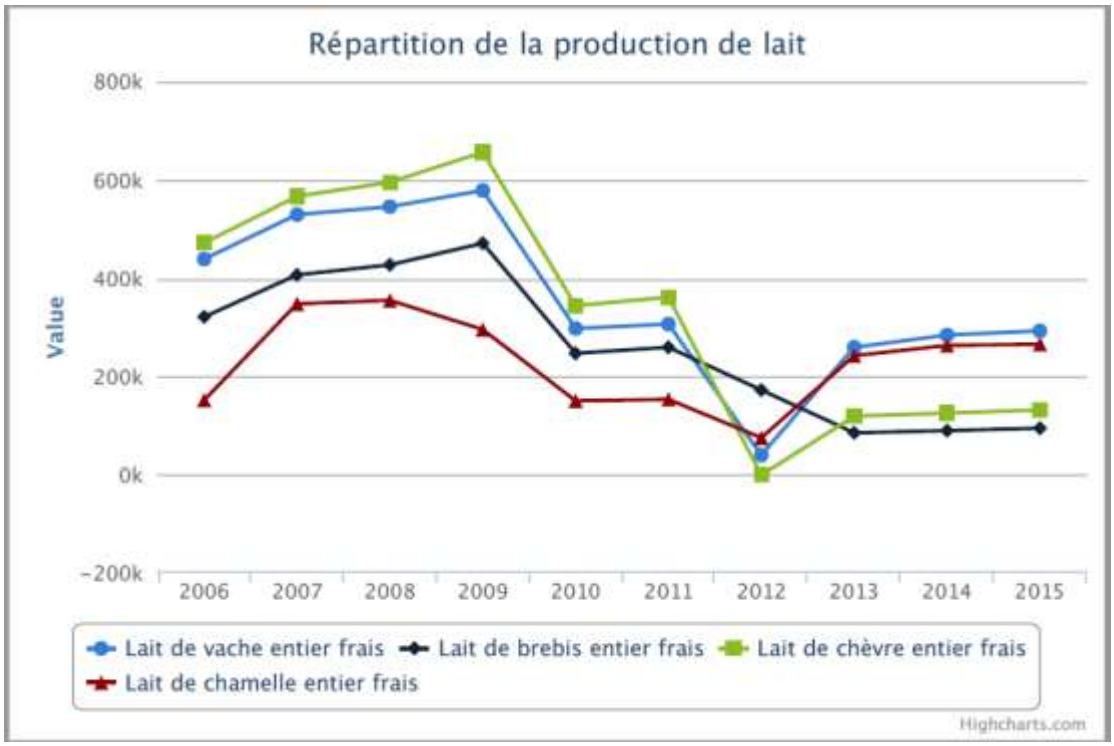

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 20** Évolutions de la production du nombre des pondeuses



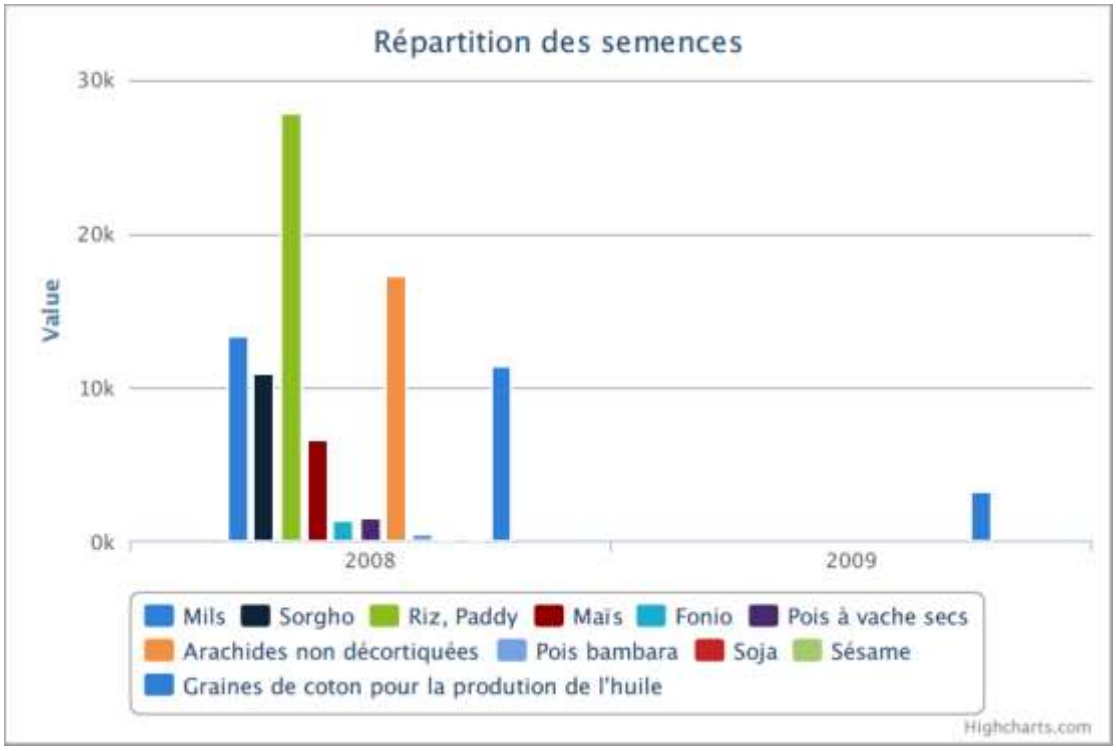

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 21** Évolutions de la production du lait par animal



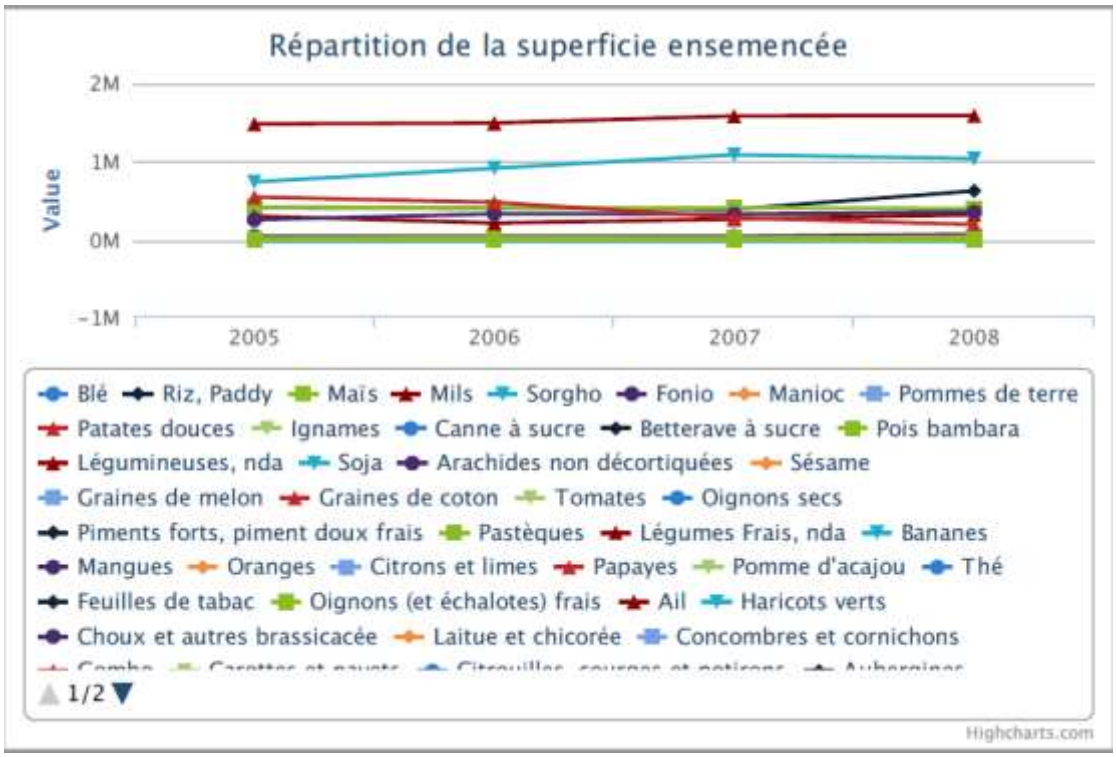

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 22** Évolutions de la répartition des semences



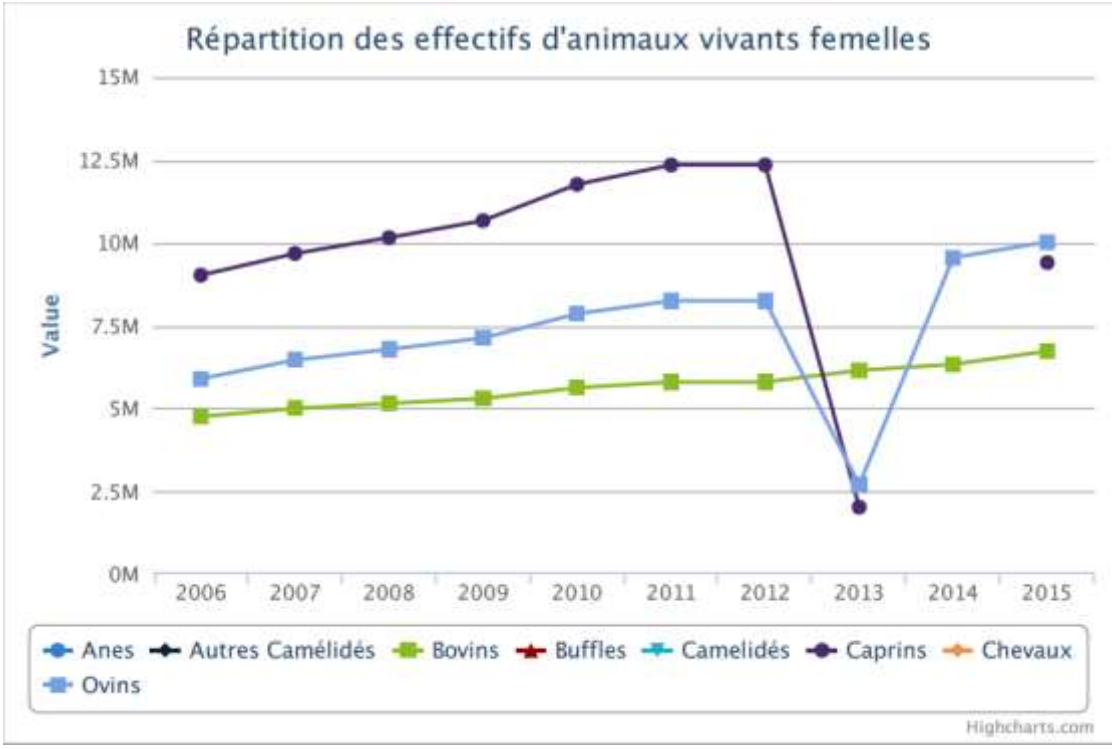

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 23** répartitions de la superficie ensemencée



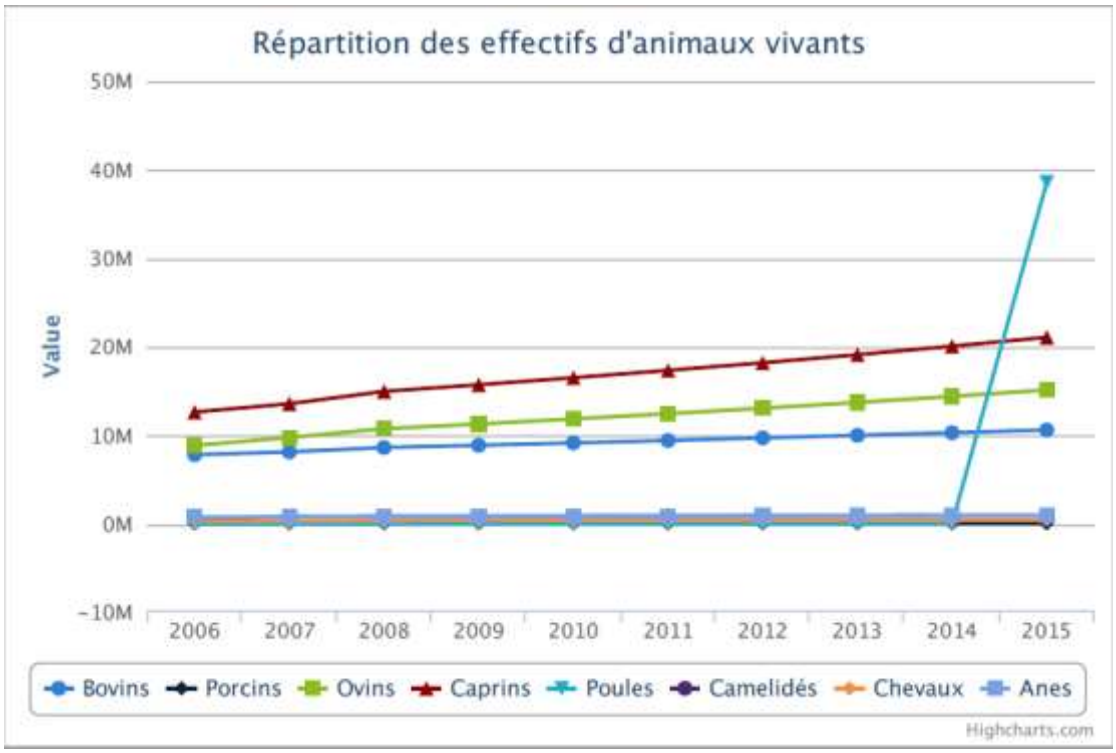

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 24** Animaux vivants femelles



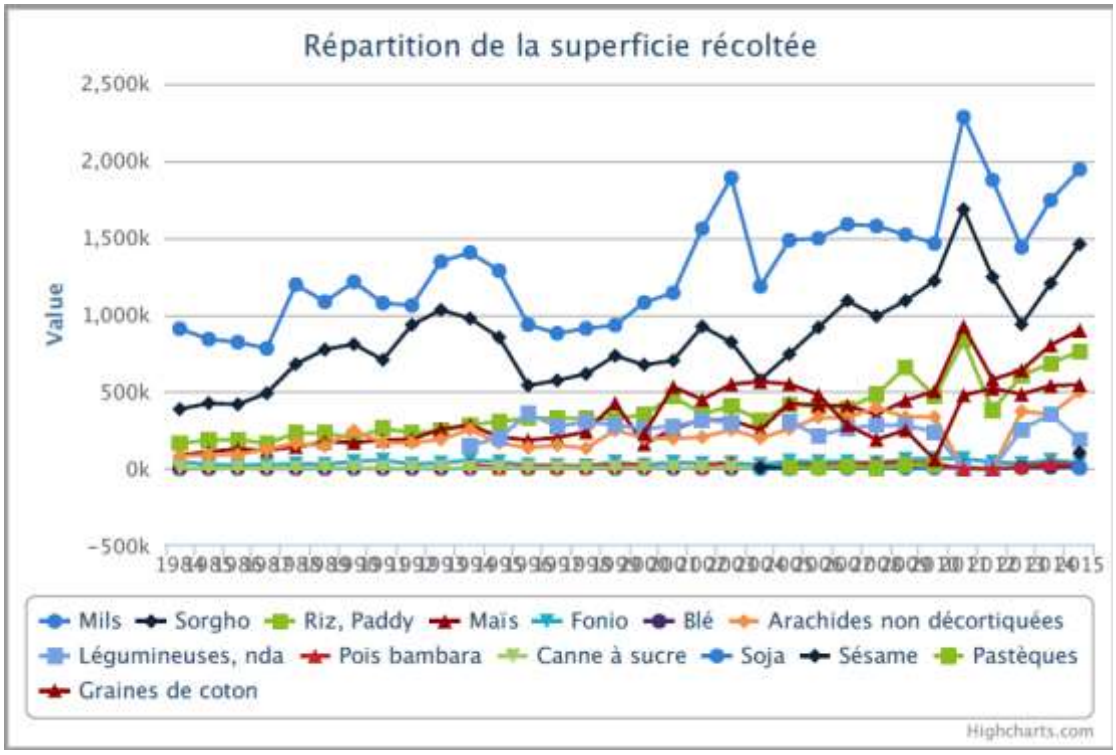

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 25** Animaux vivants



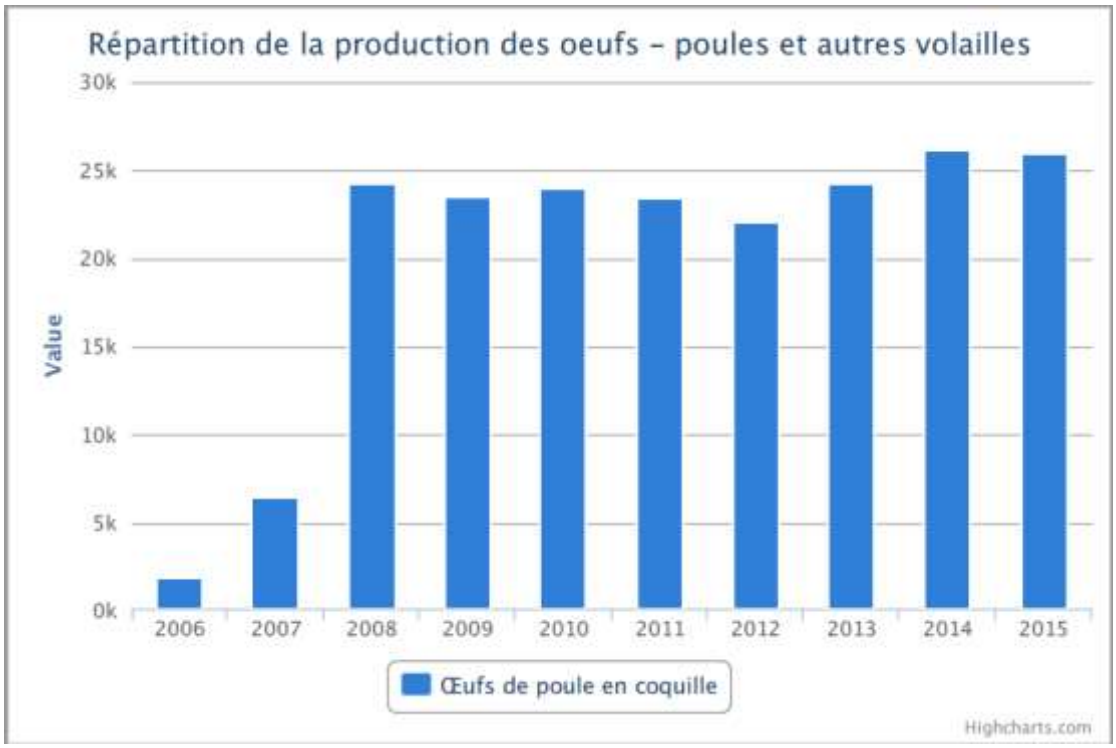

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 26** Répartitions de la superficie récoltée



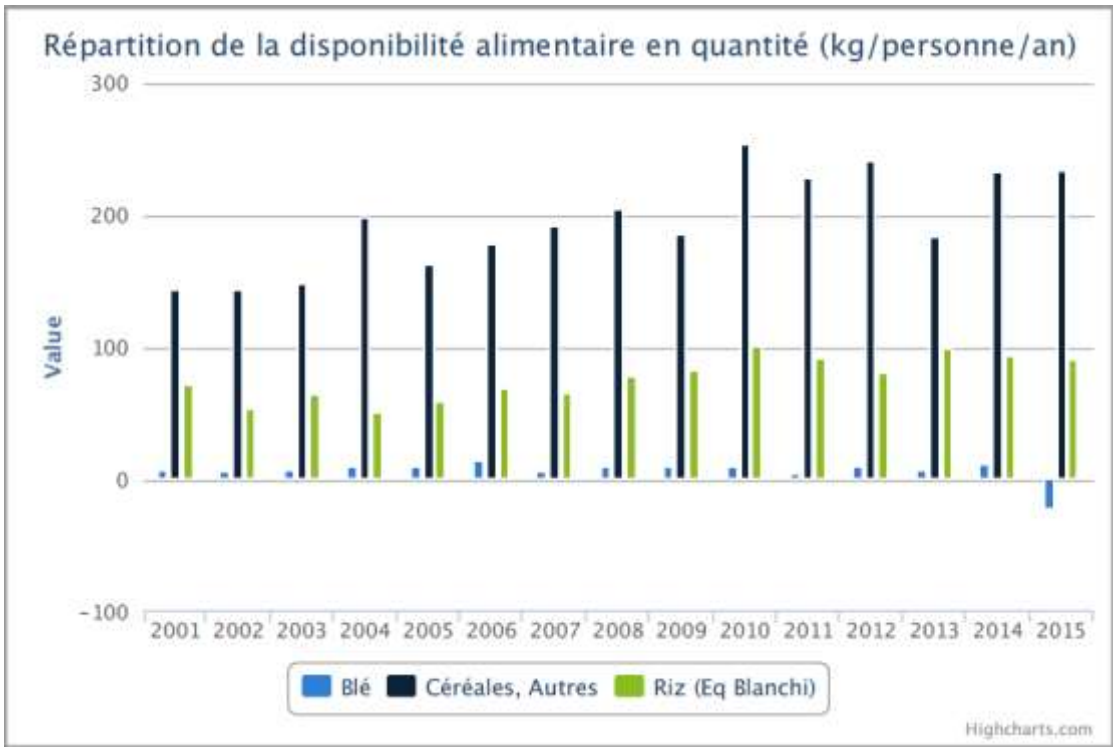

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 27** Répartitions de la production des œufs



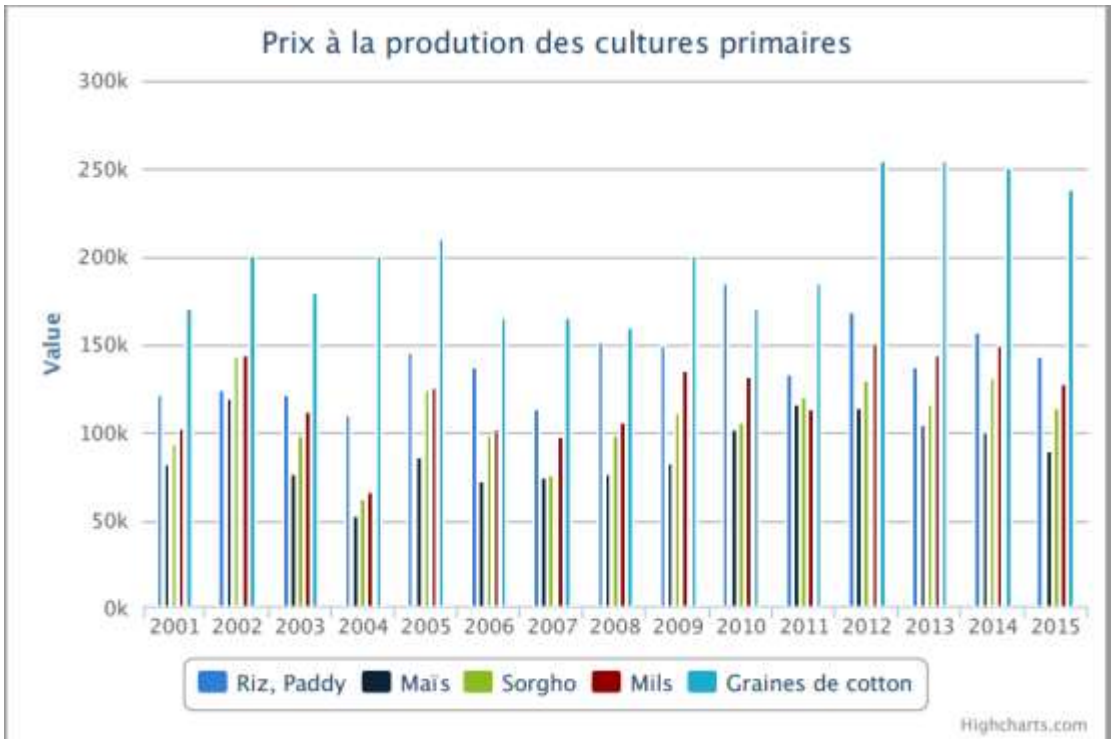

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 28** Répartitions de la disponibilité alimentaire



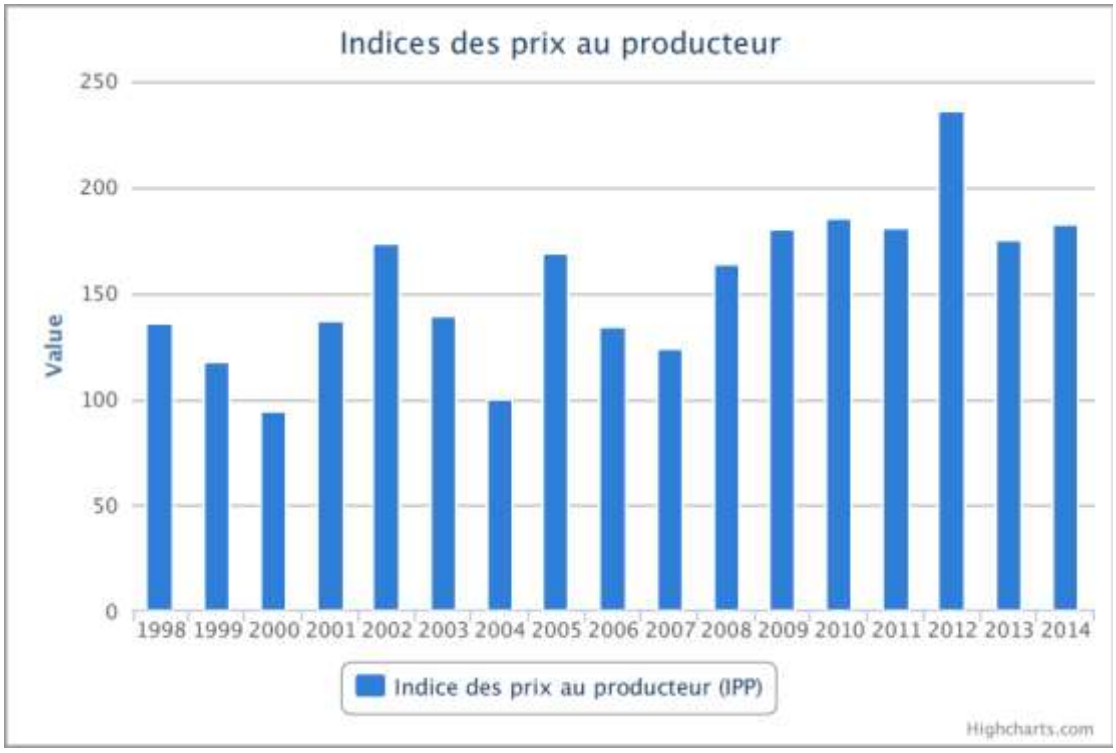

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 29** Prix à la production des cultures primaires



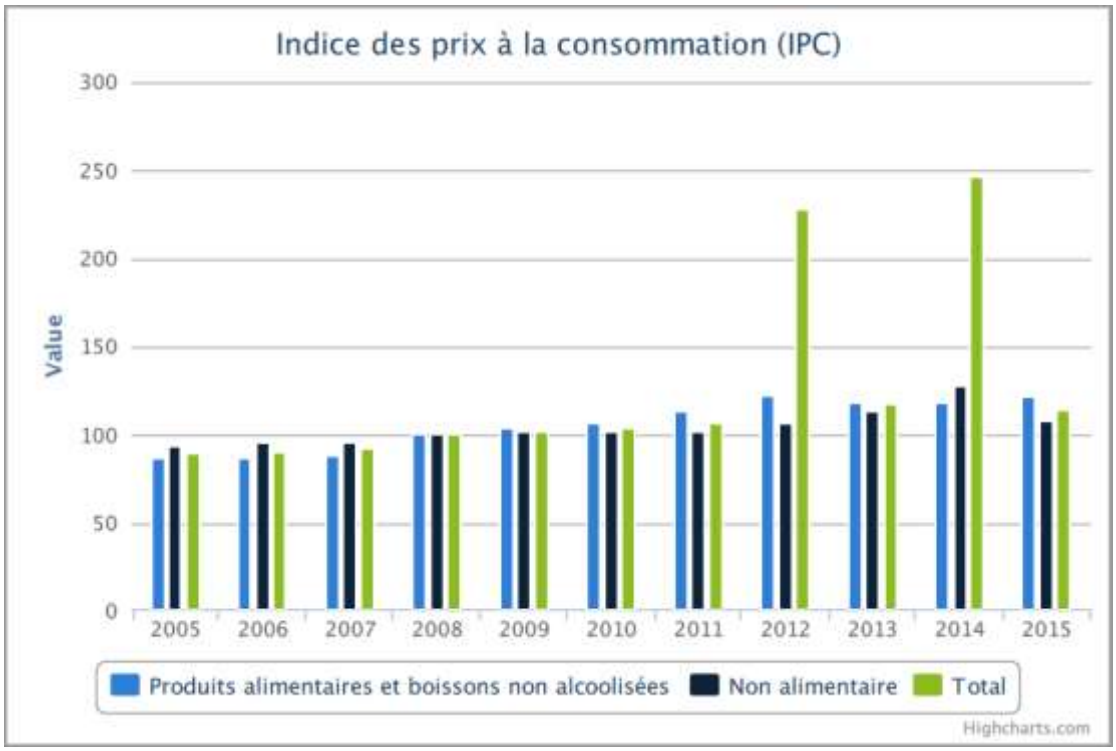

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 30** Indices des prix au producteur (IPP)



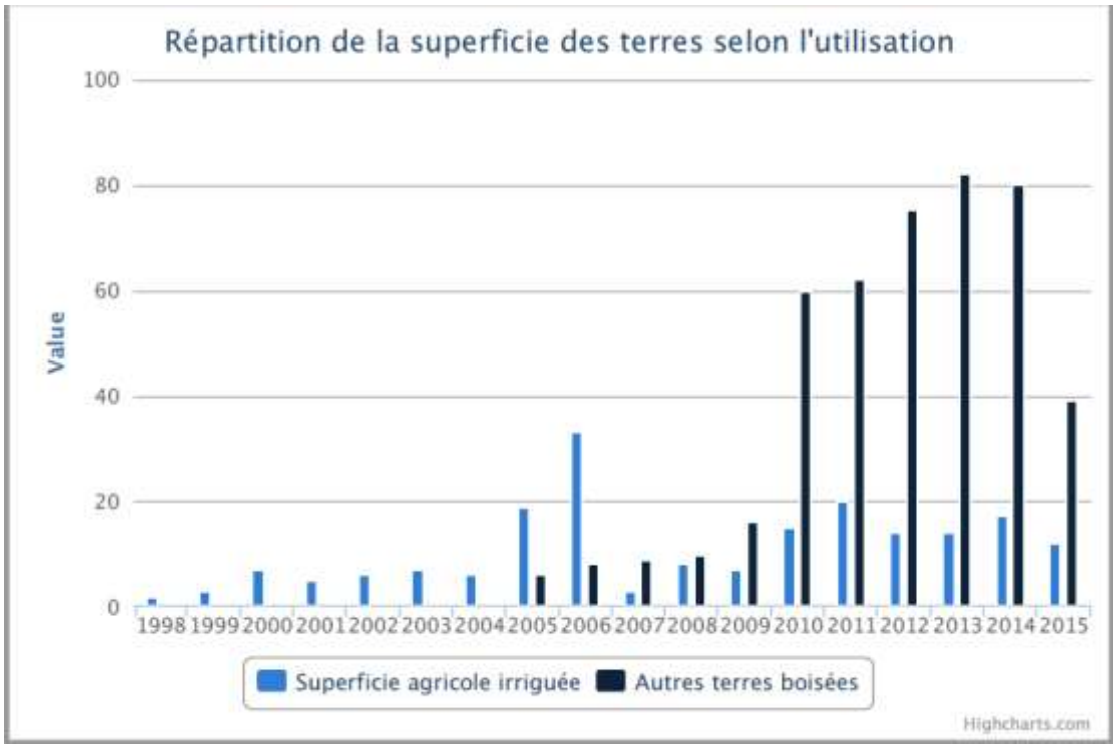

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 31** Indices des prix à la consommation



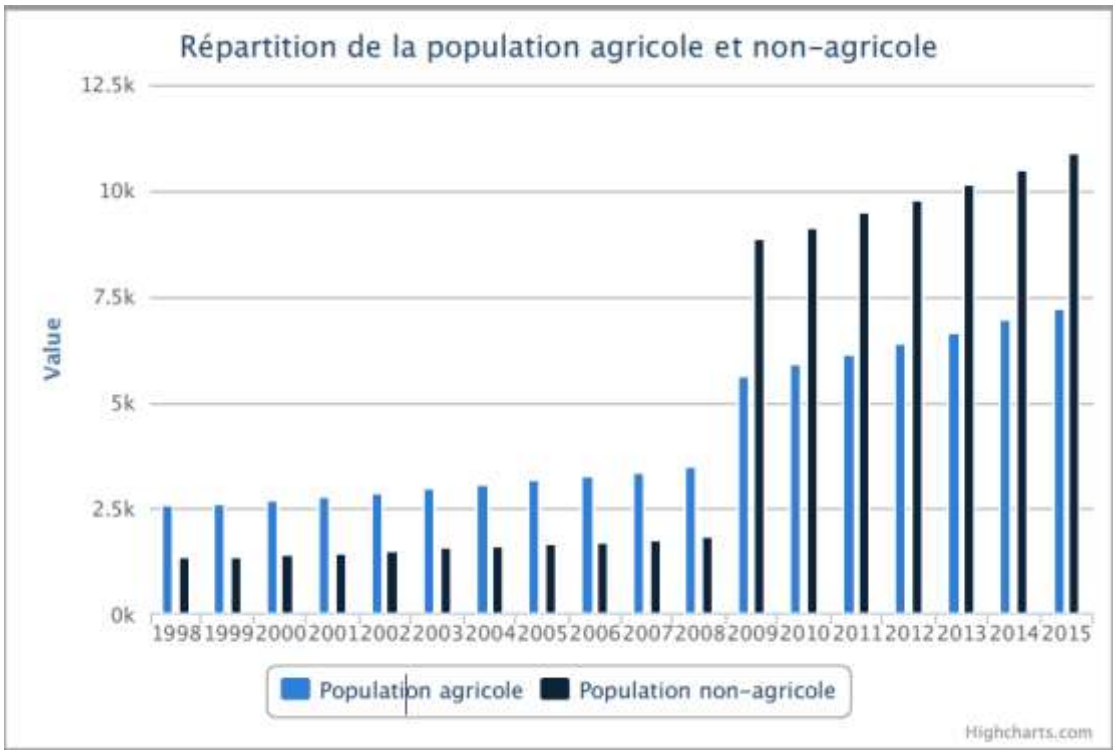

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 32** Superficies des terres selon l'utilisation



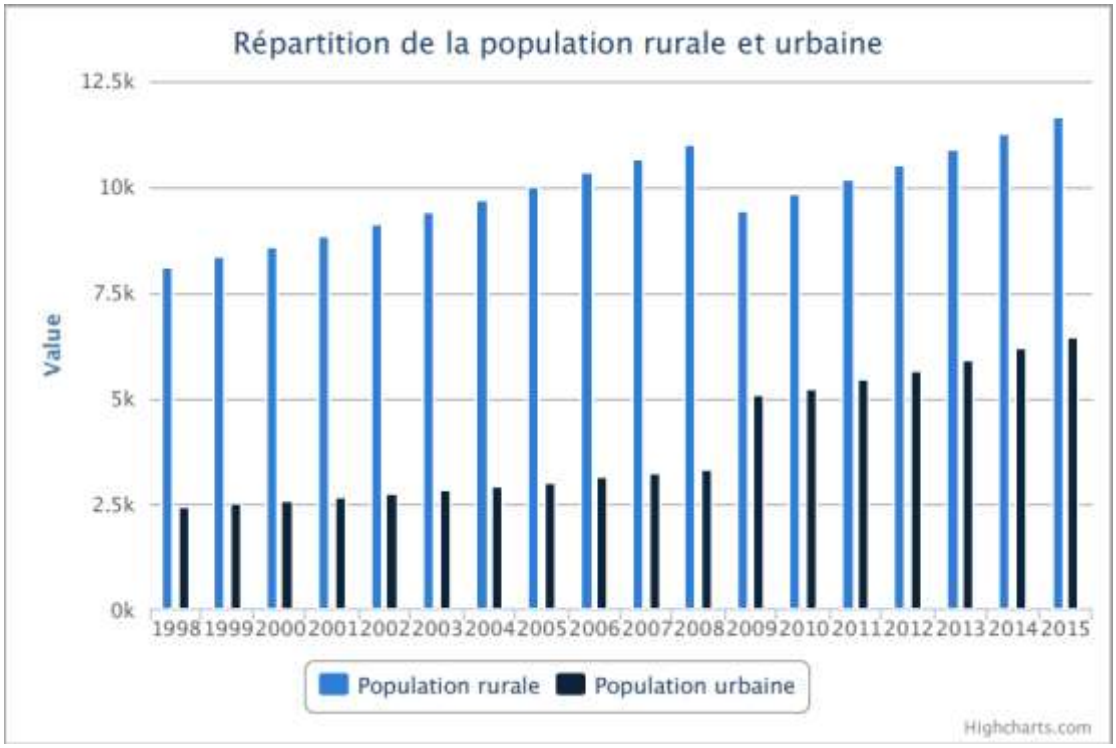

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 33** Populations agricole et non agricole



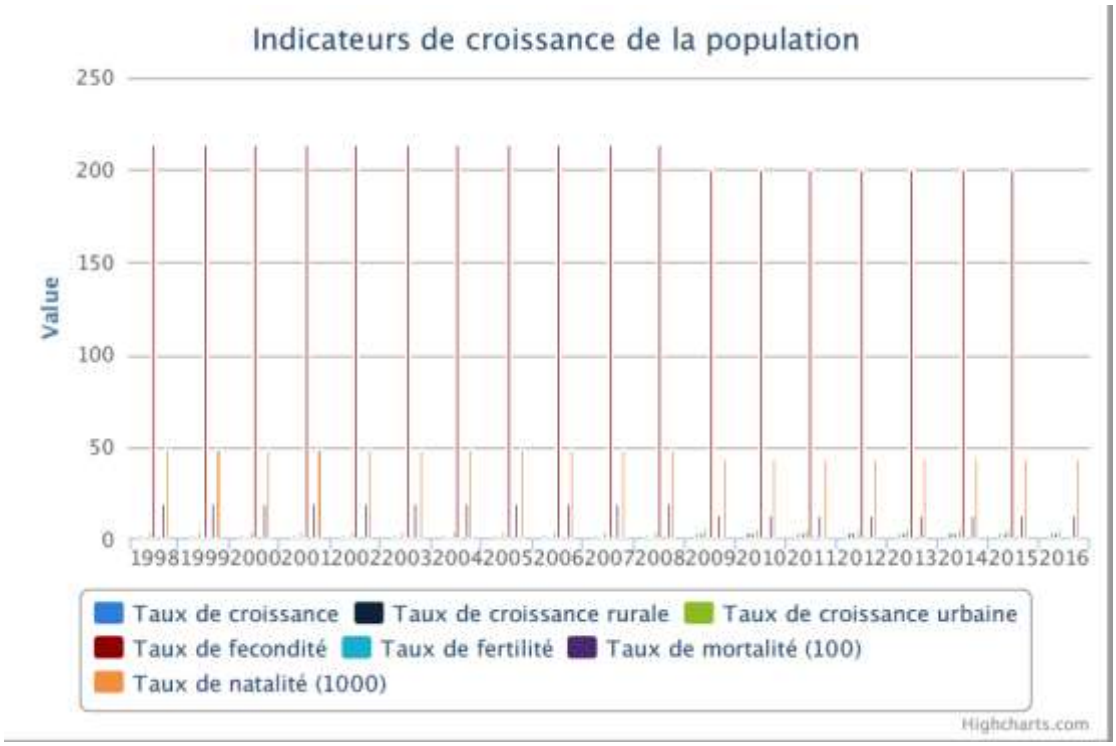

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 34** Populations rurale et urbaine



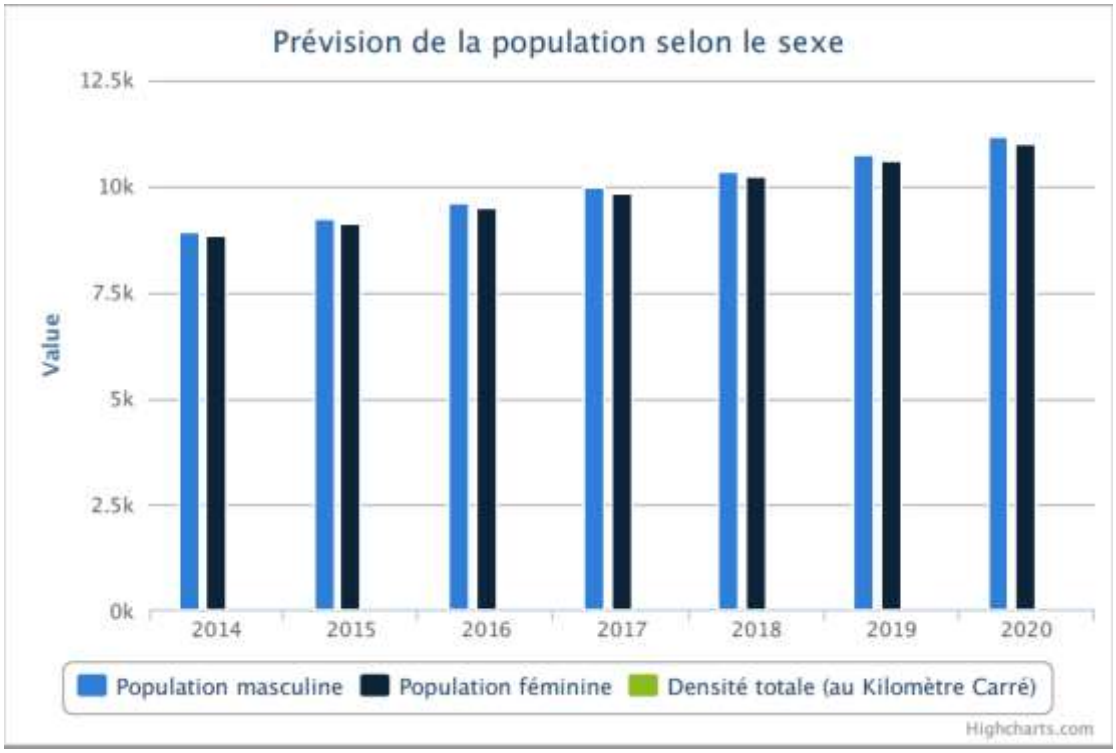

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 34** Indices de croissance à la croissance



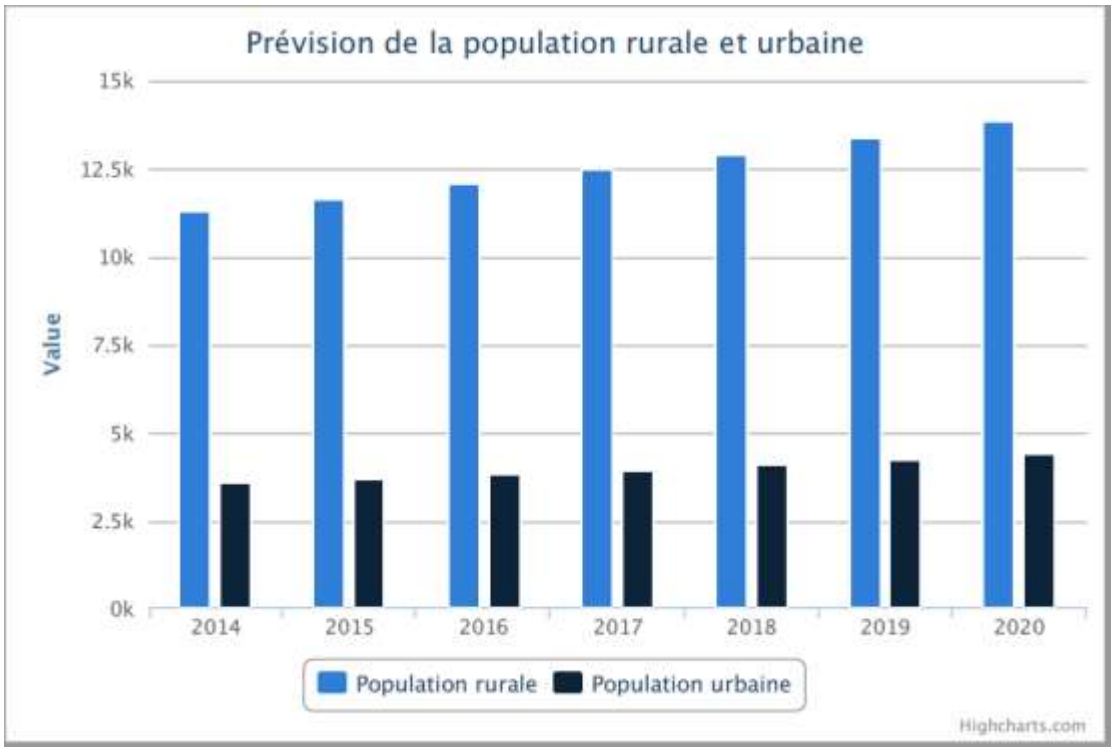

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 35** Prévisions de la population selon le sexe



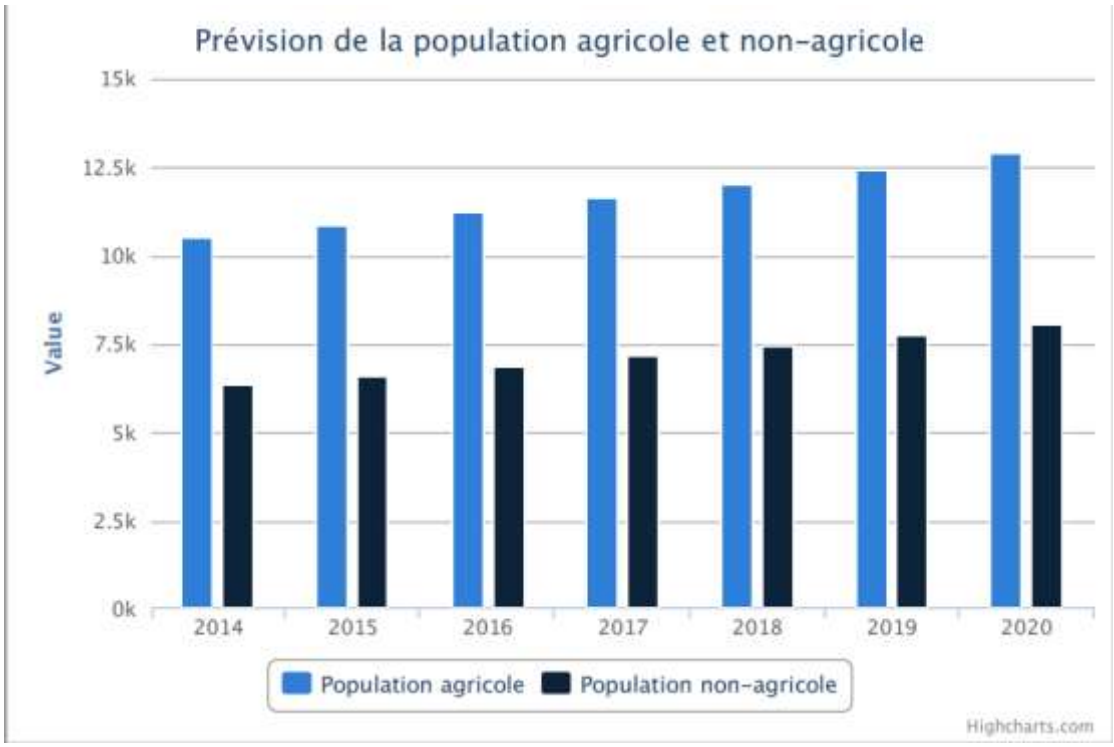

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 36** Prévisions de la population rurale et urbaine



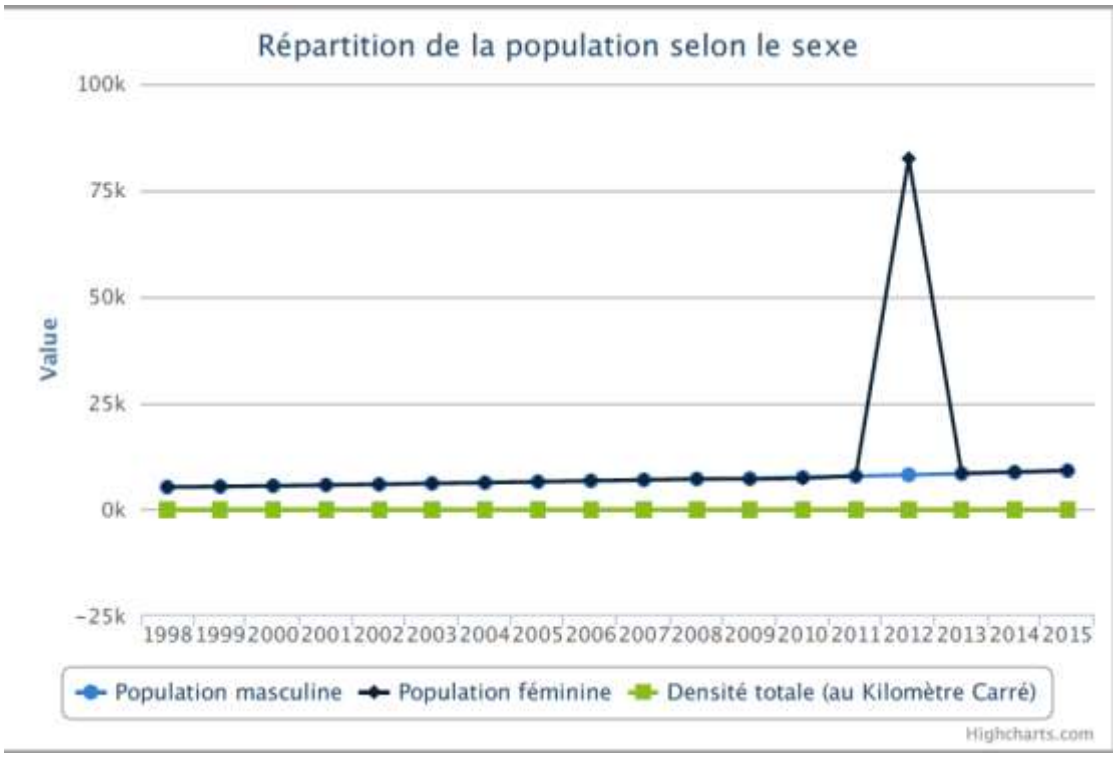

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 37** Prévisions de la population agricole et non agricole



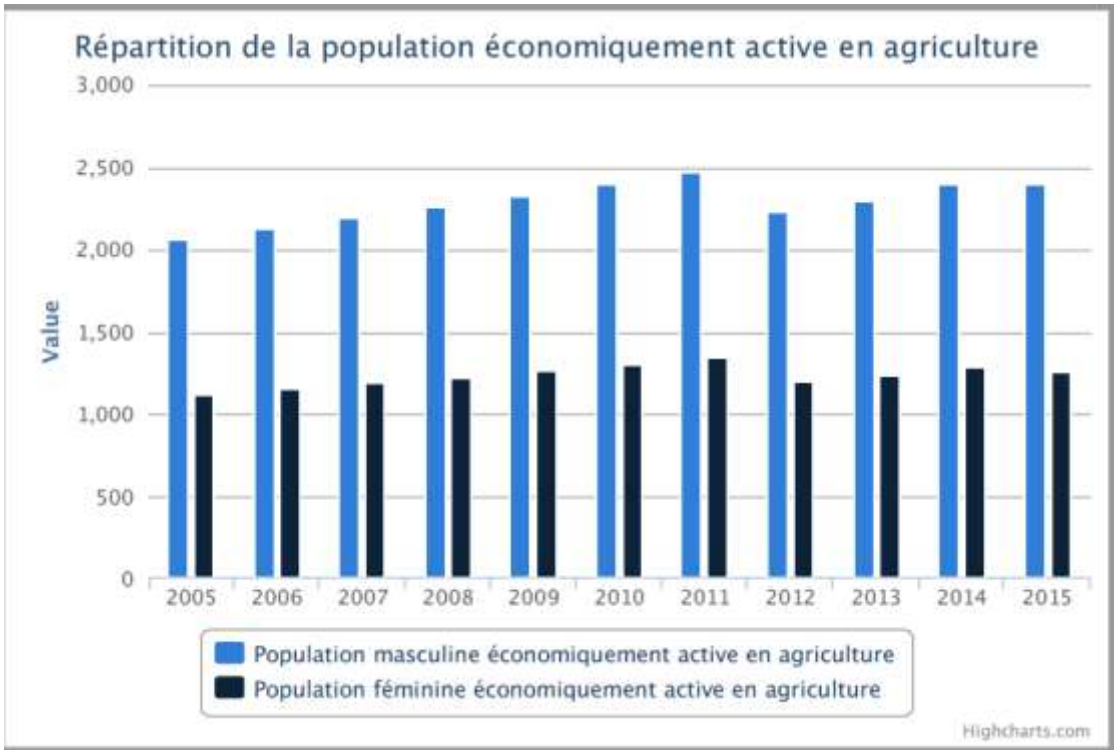

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 38** Populations selon le sexe



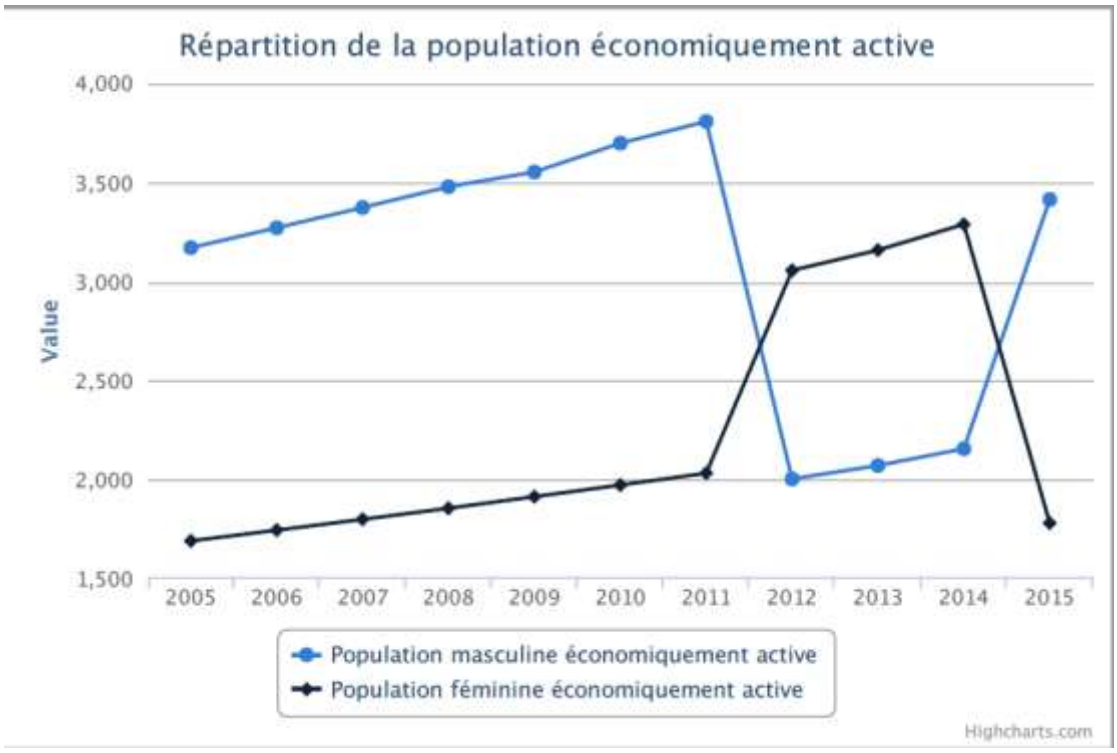

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 39** Populations économiquement actives en agriculture



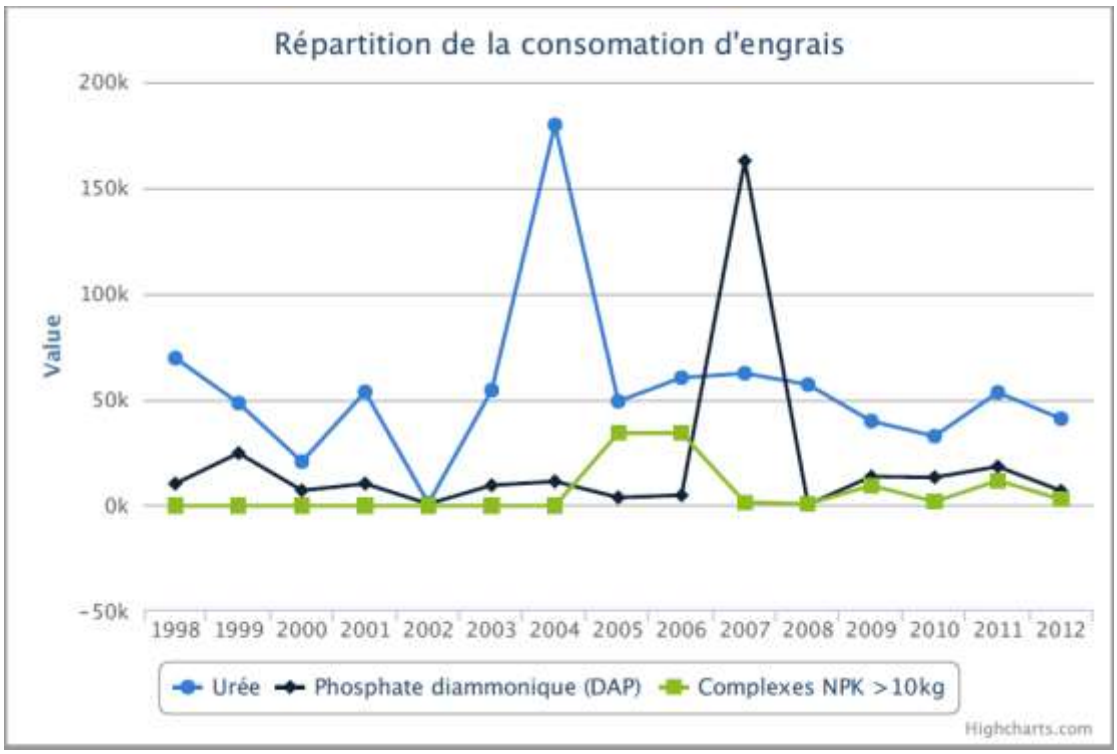

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 40** Populations économiquement actives



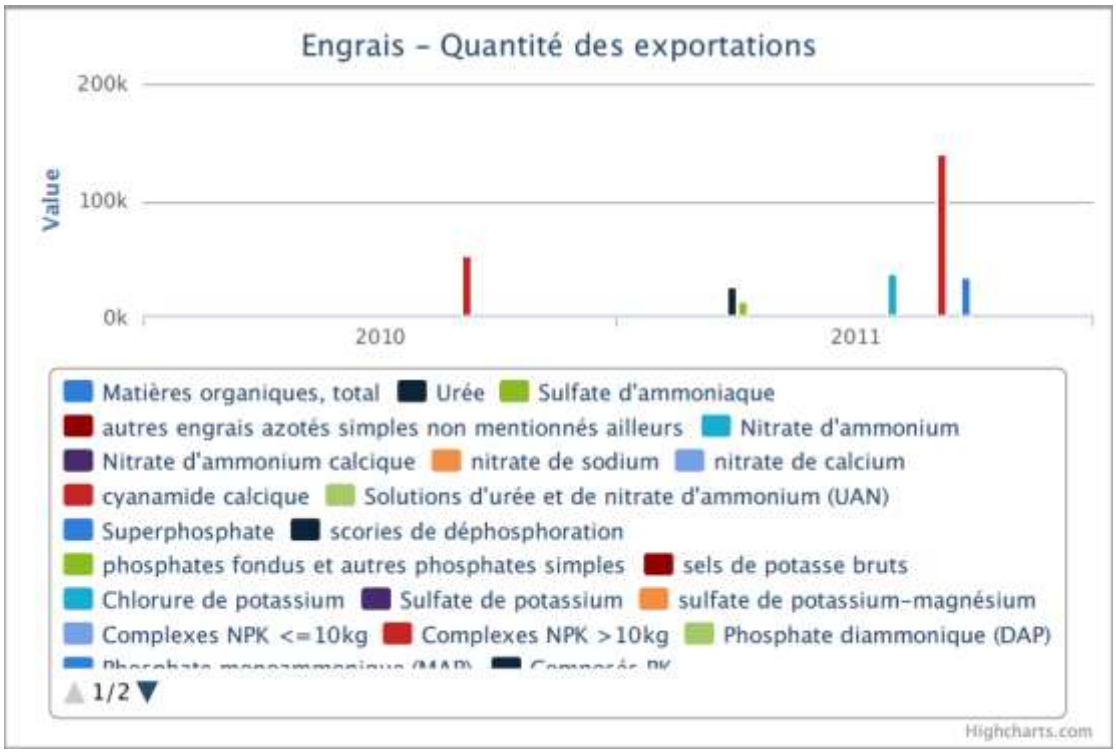

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 41** Consommations d'engrais



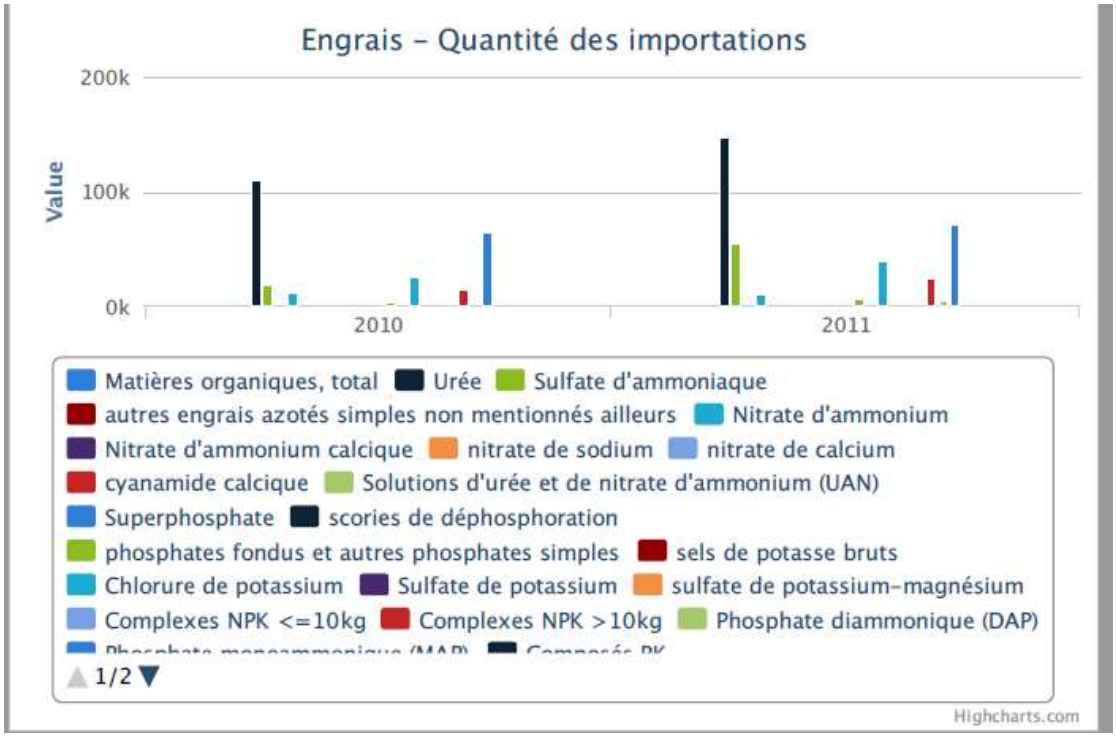

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 42** Quantités d'engrais à l'exportation



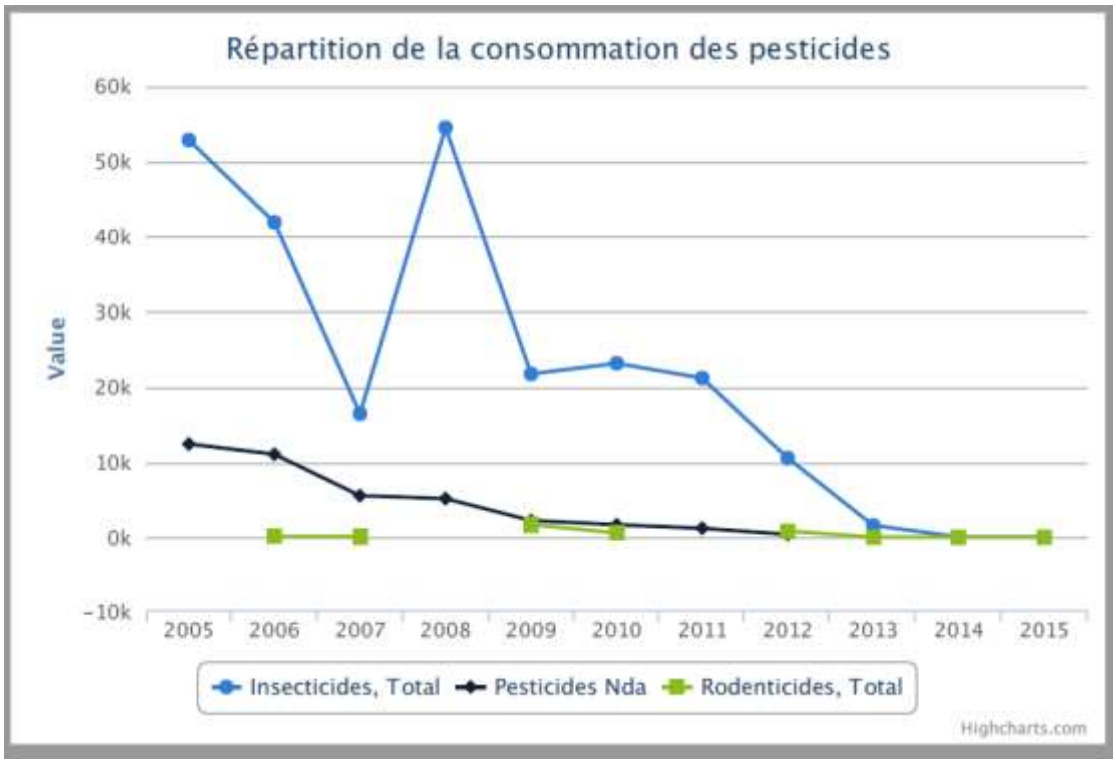

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 43** Quantités d'engrais à l'importation



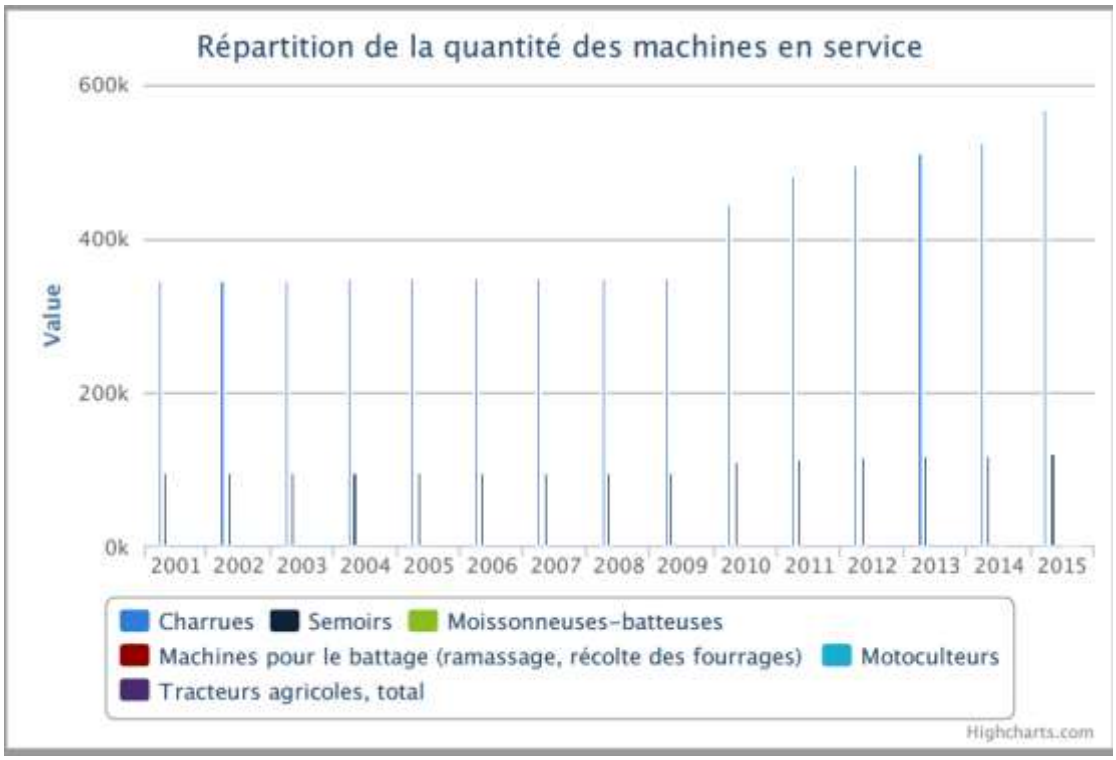

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 44** Consommations des pesticides



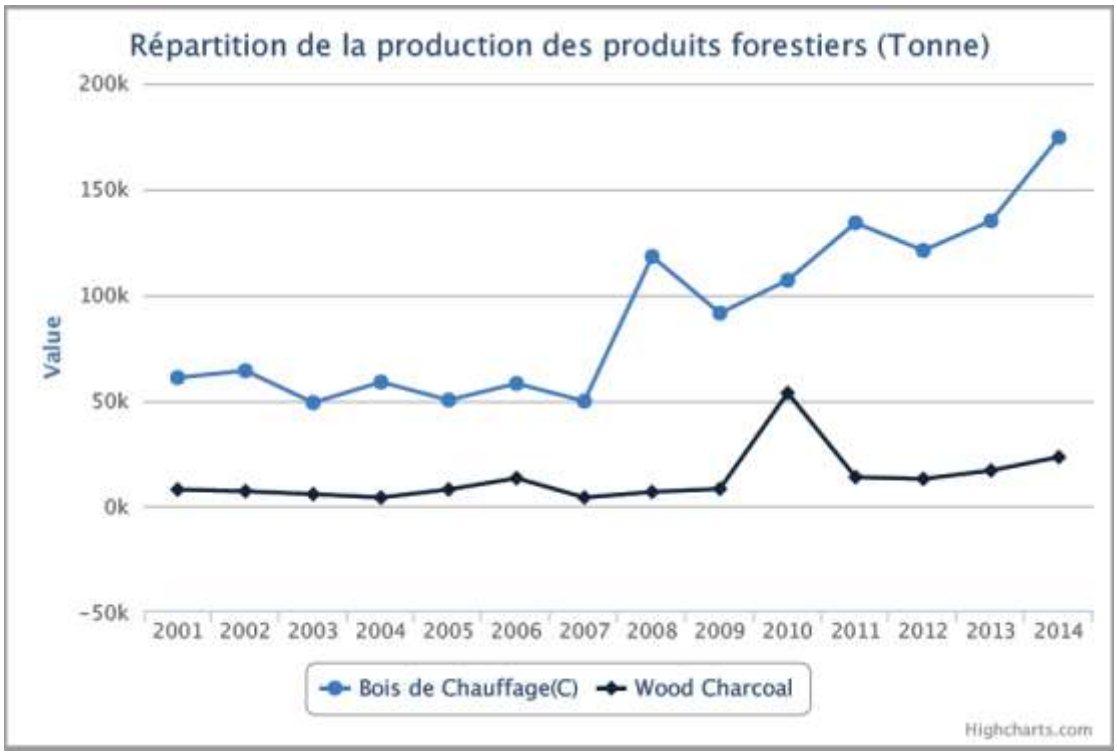

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 45** Quantités des machines agricoles en service



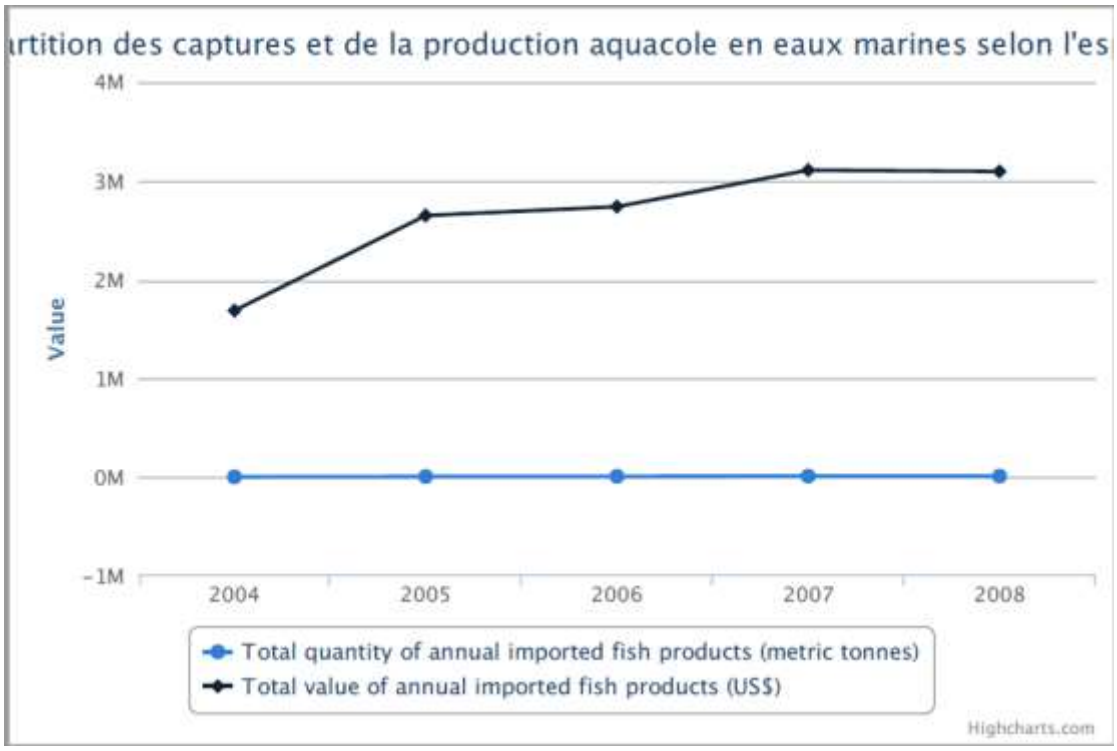

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 46** Productions forestières




Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 47** Productions aquacoles en eau marine

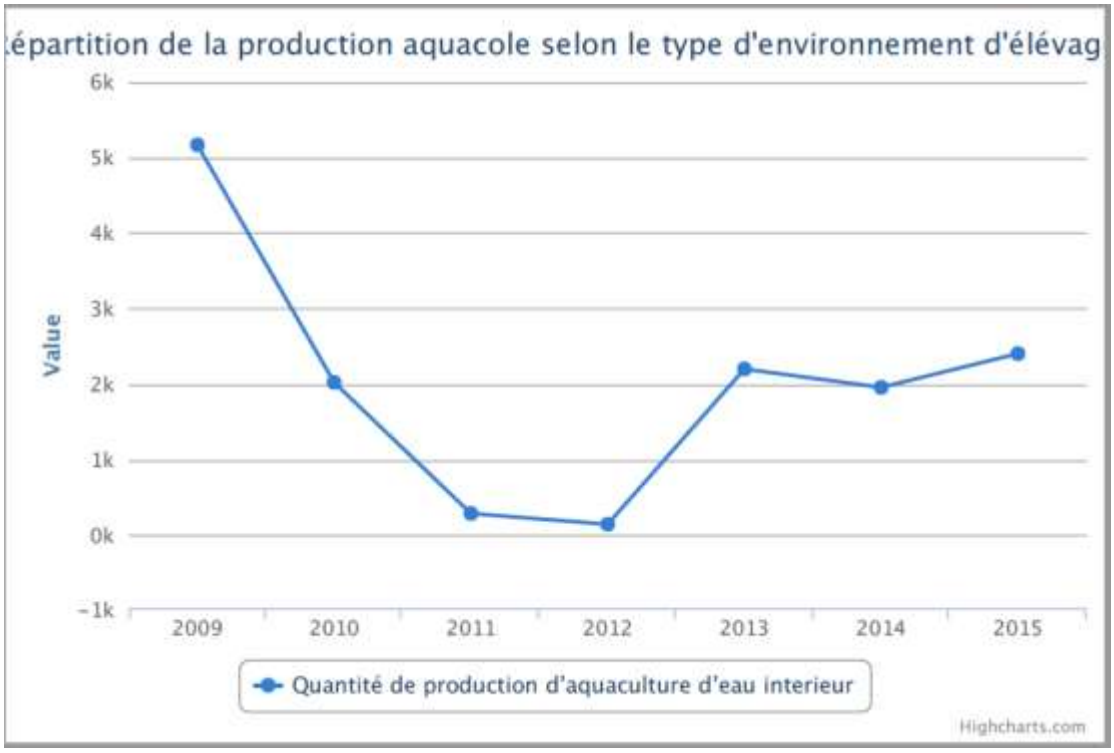



Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 48** Productions aquacoles selon le type d'environnement

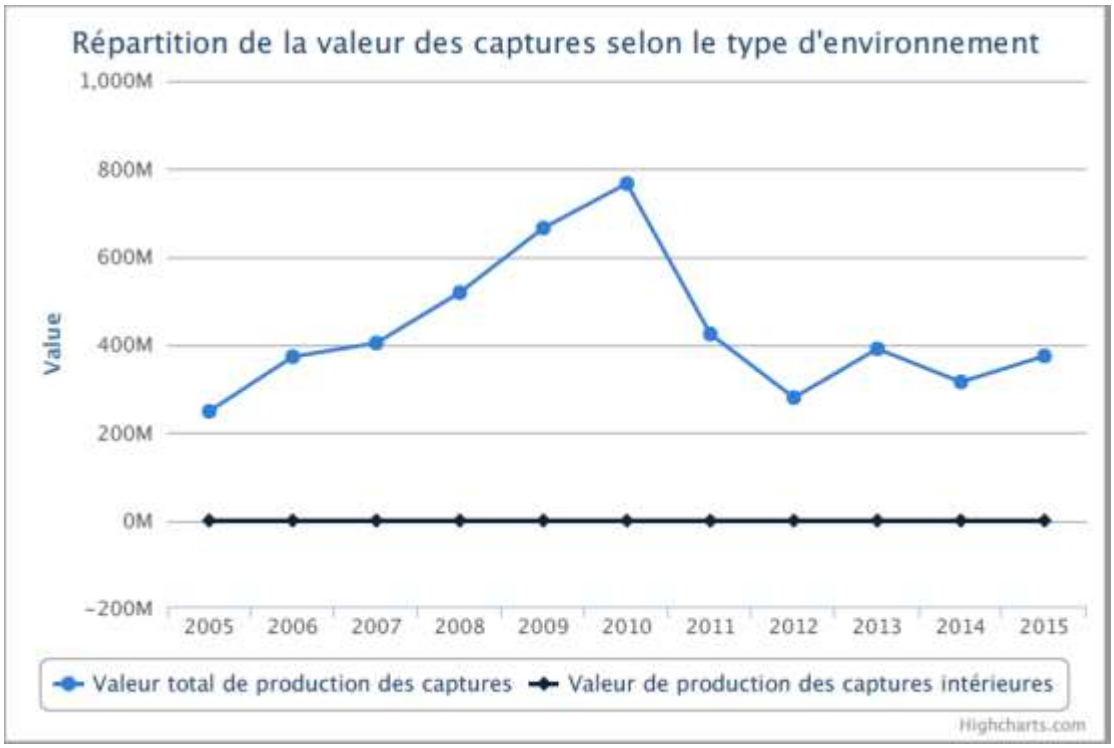
Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 49** Productions aquacoles selon le type d'environnement d'élevage



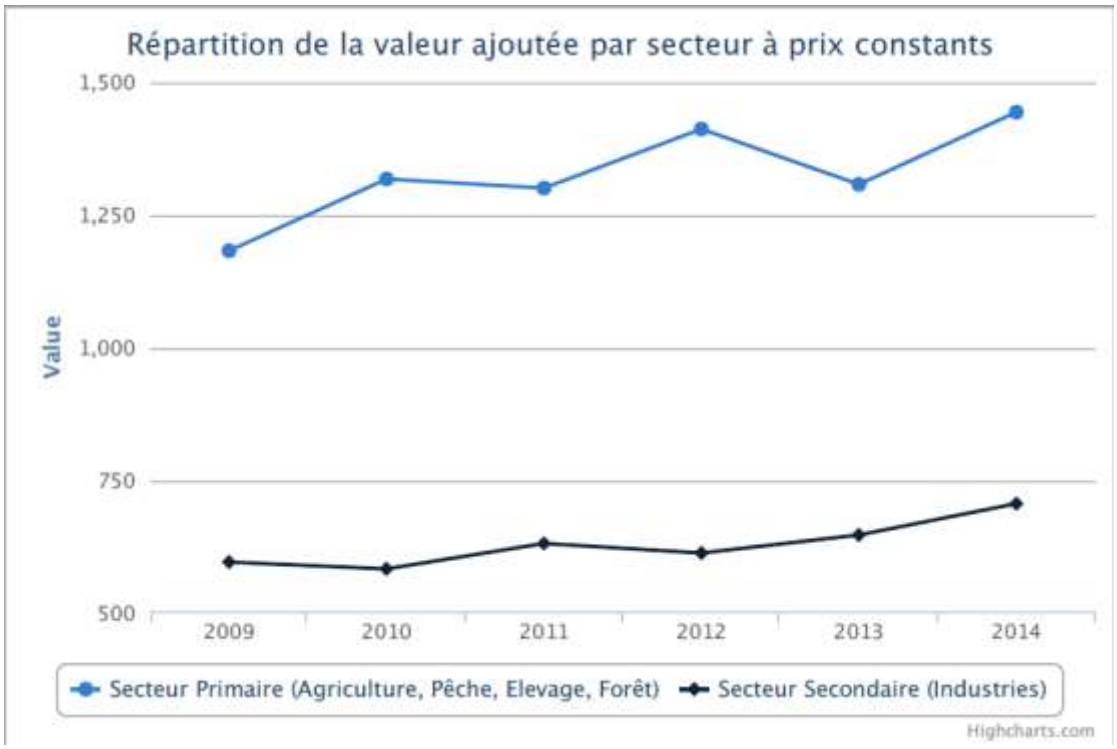

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 50** Captures selon le type d'environnement



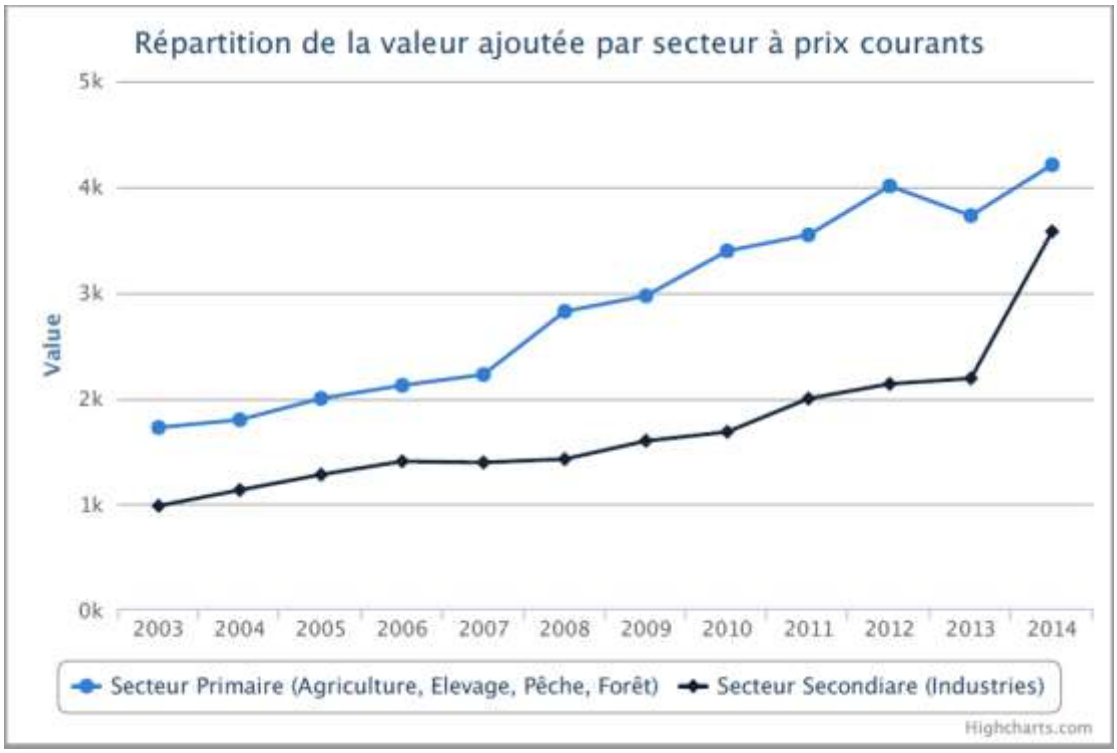

Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 51** Valeurs ajoutées par secteur à prix constants




Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 52** Valeurs ajoutées par secteur par secteur à prix courant




Source : construis par l'auteur à partir des données de Countrysat.

**Annexe 53** Formules taux d'accroissement global (TAG)

$$\text{TAG} = (\text{m} - 1) \text{ avec m} = \frac{\text{Valeur actuelle (VA)}}{\text{valeur de départ (VD)}} = \frac{\text{VA}-\text{VD}}{\text{VD}} \text{x}100$$

**Annexe 54** Formules taux d'accroissement annuel moyen (TAAM)

$$\left(\sqrt[n]{\text{m}} - 1\right)\text{x}100$$

**Annexe 55** Formules du coefficient multiplicateur

$$\text{coefficient multiplicateur} \frac{\text{VA}}{\text{VD}}$$

**Annexe 56** Formules calcul de rendement

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Quantité produite}}{\text{Superficie ensemencée}}$$

**Annexe 57** Formules calcul d'indice d'exportation et d'importation

$$\text{Indice des prix} = \frac{\text{Total prix importation}}{\text{Total prix exportation}}$$

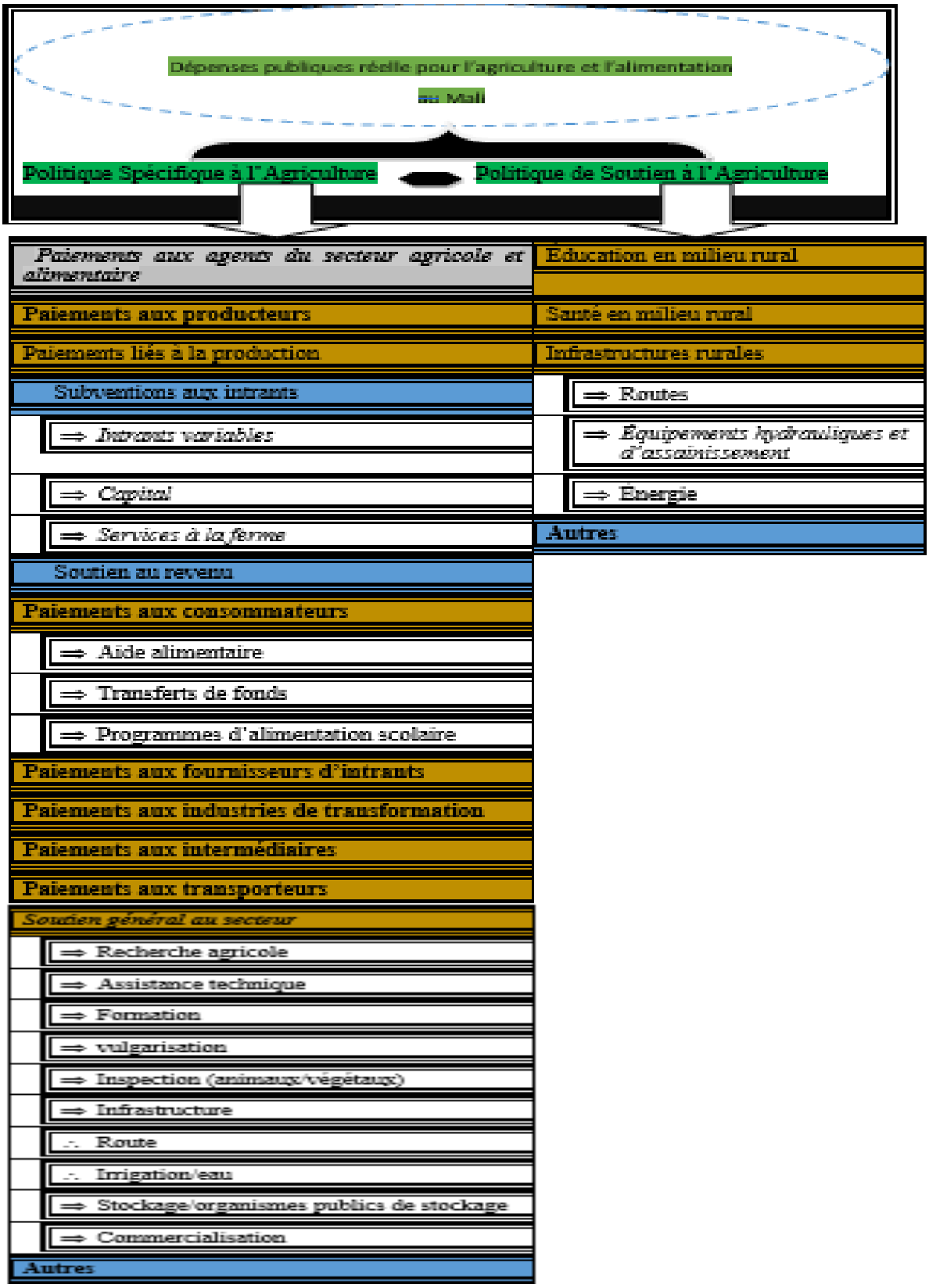
**Annexe 58** Tableau de comparaison des approches paramétriques et non paramétriques des mesures d'inefficience

| Méthodes non paramétriques | Méthodes paramétriques |
|---|---|
| **Avantages** | **Avantages** |
| Pas de spécification de relation fonctionnelle particulière pour la technologie ; | Les inefficiences réduites peuvent avoir des propriétés statistiques ; |
| Décomposition facile des inefficiences T, A, et E [204]; | Tiennent compte des aléas autres que l'inefficience (frontières stochastiques) ; |
| **Limites** | **Limites** |
| Les inefficiences réduites n'ont pas de propriétés statistiques ; | Nécessitent de représenter la technologie par une forme paramétrique particulière ; |
| Les grosses erreurs de mesure et/ou d'oubli de variables peuvent affecter les mesures d'inefficience. | La décomposition de différentes composantes de l'inefficience n'est pas toujours possible, en particulier pour les technologies multi-produits. |

Source : Chaffai, M. (1997)

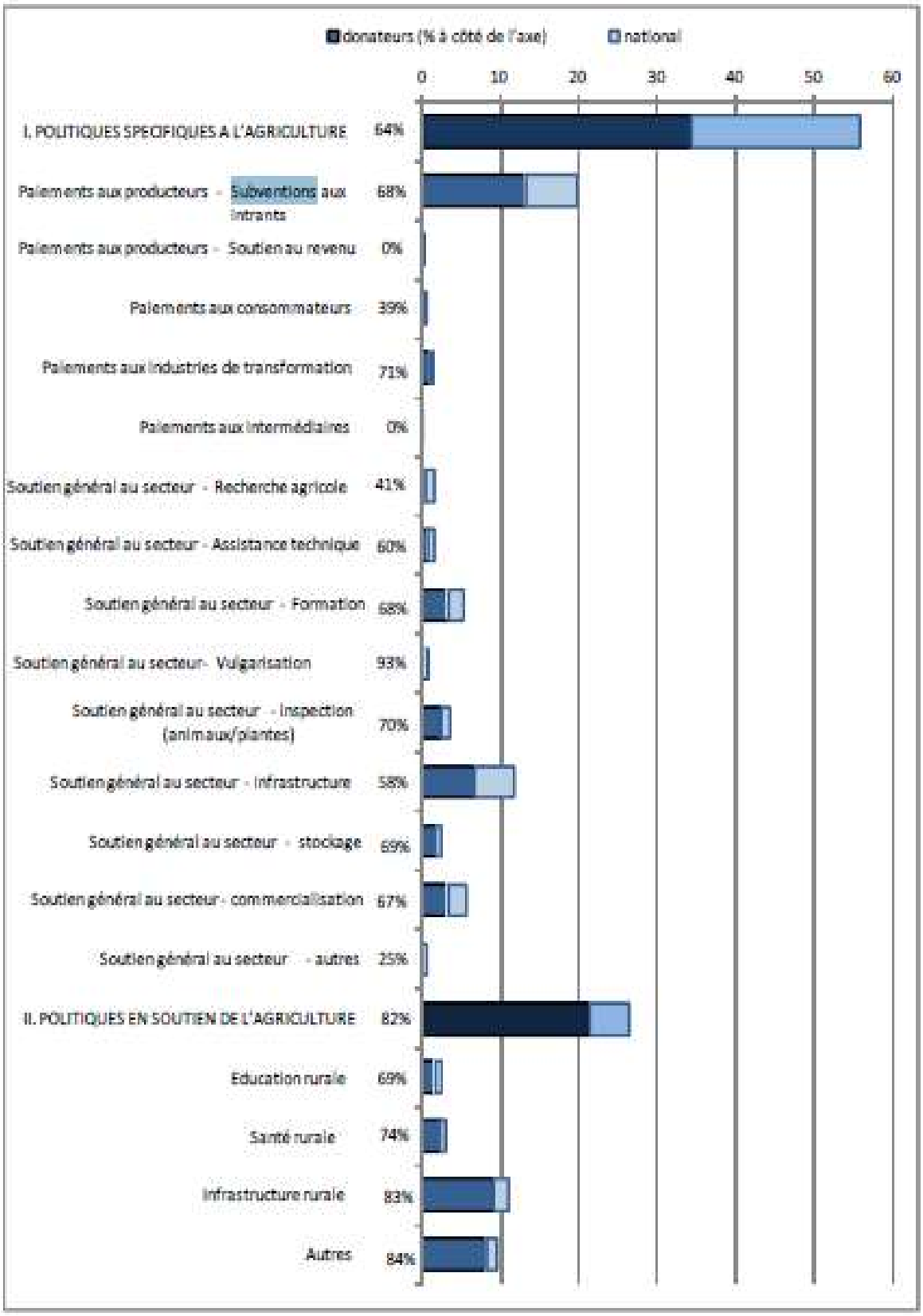
## Schémas Financement du secteur agricole

**Schémas Dépenses publiques agricole**




*Source : SPAAA, 2013.*

Tableau part moyenne de l'aide dans le total des dépenses au Mali, milliards FCFA, 2006-10




Source : PAAA, 2013

**Annexe 59 Productivité partielle des facteurs**

**Le facteur travail**

Au niveau national, la productivité du travail est le rapport entre la valeur de la production nationale et le nombre de travailleurs y ayant concouru. Au niveau du secteur agricole, la comptabilisation des travailleurs peut être le nombre de personnes employées dans l'exploitation agricole, ou lorsque les données sont disponibles, le nombre d'heures de travail effectué dans les exploitations pour la période considérée ou la population agricole active. Selon Jorgenson et al. (1987), Denison (1985), les mesures de la productivité du travail définissent traditionnellement le facteur travail comme la somme de toutes les heures travaillées par les salariés, les propriétaires et les travailleurs non rémunérés. Ce qui permet à ces auteurs d'affirmer qu'une heure travaillée par un chirurgien chevronné et une heure travaillée par un adolescent qui fait ses débuts dans un établissement de restauration rapide sont ainsi considérées comme deux quantités de travail égales. Peu importe qui travaille et quel type d'emploi il occupe. Tous les travailleurs sont traités comme s'ils étaient identiques (Bureau of Labor Statistics, 1993). Dans l'esprit de la théorie de la production, et abstraction faite, pour le moment il existe des écarts de qualité et c'est la raison pour laquelle la population agricole active serait le meilleur moyen de mesurer le facteur travail (Lavoie et Roy, 1998 ; OCDE, 1998). Elle est définie comme l'ensemble des personnes en âge de travailler et qui travaillent dans la production agricole. Son évolution est liée à deux catégories de facteurs par des générations qui arrivent en âge de travailler, les taux d'activité par âge des adultes.

Si certains chercheurs ont tenté d'améliorer la mesure de la productivité du travail, d'autres ont plutôt essayé de perfectionner une mesure de la productivité plus sensible à la variation des différents facteurs de production. Cependant, un concept à première vue apparait été simple, mais finit par soulever de nombreuses questions conceptuelles et empiriques lorsqu'il s'agit de le mesurer.

En termes de mesure du travail agricole, la richesse produite par le facteur travail est généralement appréhendée par ce que l'on nomme la « productivité du travail ». La productivité du travail apparait en général à travers le rapport production totale sur facteur de production (en l'occurrence le travail). Elle indique comment varie la production totale lorsque l'on fait varier le facteur travail. On recherche en d'autres termes à préciser la contribution du facteur travail à la croissance de la production. On retient en général deux mesures de la productivité, la productivité moyenne et la

productivité marginale du travail. On appelle productivité moyenne du travail, le rapport production sur facteur de production utilisé. Si Y représente la production et L le travail, alors la productivité moyenne est égale à Y/L. La productivité moyenne du travail peut être définie comme la quantité produite soit par salarié, soit par heure de travail... On appelle productivité marginale du travail, la variation de la production engendrée par une variation du facteur travail (c'est à dire d'une unité supplémentaire de facteur travail), soit le rapport ΔY/ΔL. La productivité marginale du travail peut être définie comme la quantité supplémentaire produite à l'aide d'un salarié nouveau, ou d'une heure additionnelle. Certaines observations tirées de l'agriculture ont montré que lorsque l'on augmentait l'utilisation du facteur travail, les autres facteurs demeurant fixes, à partir d'un certain seuil, la productivité marginale du travail diminuait. Ce résultat, observé dès le XVIIIe siècle et plus connu sous le nom de loi des rendements décroissants. Toutefois, il ne faut pas conclure qu'elle dépend uniquement de la performance de la main d'œuvre, car elle est largement influencée par tous les autres facteurs de production et l'environnement dans lequel opère l'unité de production (Gamache, 2005). Elle peut se calculer comme suit :

$$\boldsymbol{productivité\ du\ travail} = \frac{\boldsymbol{quantité\ produite}}{\boldsymbol{quantité\ de\ travail\ utilisée\ (nombre\ d'actif\ agricole)}}$$

**Le facteur capital**

Sur le plan conceptuel, de nombreuses facettes du facteur capital offrent une analogie directe avec les mesures du facteur travail. Les biens d'équipement achetés ou loués sont considérés comme des vecteurs de services du capital qui constituent les moyens effectifs mis en œuvre dans le processus de production. De même, les travailleurs embauchés constituent également un stock de capital humain, et donc comme des vecteurs de services du travail. Il convient également de noter qu'il existe depuis longtemps un débat entre universitaires sur la nature fondamentale du capital et sur son rôle dans la production. L'une des approches possibles, que retient la présente thèse, est centrée sur les investissements du capital alloué au secteur de l'agriculture et l'autre est la mise en place de biens d'équipement et la consommation à venir, considérée comme celui de Rymes Thomas K. (1971). En raison d'un emploi parfois conflictuel de la terminologie et des différents concepts, nous commencerons à définir les principales notions en jeu du capital par l'appui des travaux de Hulten Charles R. (1990 et 1996), de Triplett (1996 et 1998), de Jorgenson D. (1996), de Biorn E. (1989) et

l'OCDE qui détaillent certains aspects de la mesure du capital. Le facteur capital intègre à la fois une composante fixe (valeur totale du matériel utilisé) et une composante variable (valeur des intrants consommés). Dans le cadre de cette étude, le capital fixe est évalué en tenant compte de la durée de vie du matériel, du prix et du nombre d'unités de ce dernier. Ainsi, le taux d'amortissement retenu sera une fonction inverse de la durée de vie moyenne (en année) du matériel valorisé au prix du marché en devise. Amortissement/an = taux d'amortissement Q prix unitaire Q nombre de pièces. Le capital est un concept qui recouvre plusieurs réalités. On appelle **capital technique**, l'ensemble des biens de production utilisés par l'entreprise, que ceux-ci soient détruits au cours du processus de production (matières premières) ou qu'ils puissent servir à plusieurs reprises (biens d'équipement). Le capital technique est généralement composé de **capital fixe** (terrains, bâtiments, installations, machines), non détruit au cours du processus de production (utilisé sur plusieurs périodes) et de **capital circulant** (énergie, matières premières, produits semi-finis), transformé et incorporé au produit au cours du processus de production (détruit au cours de la période). Du capital à la notion d'investissement est appelé l'acquisition de **capital physique**, obtenu à l'aide des moyens de paiements dont dispose l'exploitation, est généralement appelé **investissement**. On distingue généralement deux types d'investissements : premièrement l'investissement **matériel** qui se décompose lui-même en investissement de **capacité** pour permettre d'accroitre les capacités de production et l'investissement de **remplacement** pour remplacer les équipements usés et obsolètes afin de maintenir les capacités de production en état. Deuxièmement, l'investissement **immatériel** se compose des dépenses de formation, de recherche en développement, d'études de marché (marketing, conditionnements imposés par le distributeur) et d'acquisitions de logiciels et de brevets. Cependant, les déterminants de l'investissement dépendraient de trois variables : **le rendement attendu de l'investissement**, c'est-à-dire le bénéfice présent et futur actualisé, l'efficacité marginale du capital. L'efficacité marginale du capital repose exclusivement sur les anticipations de profits, il s'agit en fait d'anticiper l'évolution de la demande future, des prix de marché, des couts, des marges... L'unité de production doit cependant faire face à plusieurs contraintes à savoir sur les variations du prix du marché, les variations climatiques et des décisions gouvernementales lesquelles rendent dans certains cas, très aléatoires des perspectives de profits. **Le cout de l'investissement,** en d'autres termes le coût de l'emprunt contracté pour financer l'acquisition de biens d'équipement, appréhendé par le taux d'intérêt. Notons enfin

qu'une troisième variable peut également avoir un impact important sur l'investissement, il s'agit de la situation financière des exploitations appréhendée par des indicateurs tels que la **capacité d'endettement, trésorerie à terme et solvabilité**. Comme pour le facteur travail, le capital peut être appréhendé à partir des notions de productivités moyennes du capital qui est la quantité produite par unité de capital utilisée. Si Y est la production et K le capital, alors la productivité moyenne est égale à Y/K. La productivité moyenne du capital peut être définie comme la quantité produite par machine. La productivité marginale du capital mesure la variation de la production engendrée par une variation du facteur capital, soit le rapport ΔY/ΔK. La productivité marginale du capital peut être définie comme la quantité supplémentaire produite à l'aide d'une nouvelle machine. Comme dans le cas du facteur travail, l'utilisation accrue du facteur capital, les autres facteurs de production restant fixe et sans progrès technique, conduit à la Loi des rendements décroissants. L'unité de production peut alors comparer le produit d'une unité de capital supplémentaire (ΔY/ΔK) avec son coût (i). On obtient alors la règle suivante : l'entreprise utilisera du capital jusqu'à ce que la productivité marginale du capital soit égale au taux d'intérêt. (Soit ΔY/ΔK = I). La productivité du capital mesure la contribution ou la part du capital dans la production. Autrement dit, elle compare la production réalisée à la quantité de capital utilisée et peut se calculer comme suit :

$$\boldsymbol{productivité\ du\ capital} = \frac{\boldsymbol{quantité\ produite}}{\boldsymbol{quantité\ de\ capital\ utilisé}}$$

**Le facteur terre**

La terre est prise en compte à partir de la superficie de production, qui correspond à la superficie mise en valeur par l'exploitant. Son unité de mesure est l'hectare. Contrairement aux deux autres facteurs précédents, la terre est abordée ici en termes de coût de surface agricole. Les terres agricoles, comme l'immobilier, sont pour leurs propriétaires des actifs réels (faisant partie de leur patrimoine) soumis à des mouvements haussiers ou baissiers dont le gouvernement de chaque est le propre garant de ses terres agricoles. L'achat de terres suit un processus qui oblige les exploitants agricoles à comparer le coût d'acquisition de l'hectare à sa rentabilité. Le prix des terres se prête mal à l'observation statistique. En effet, chaque fond a ses caractéristiques propres (situation, dimension, fertilité...). Cette hétérogénéité associée à l'étroitesse du marché fait que le niveau des prix observés pour les transactions annuelles ne reflète

qu'imparfaitement la réalité des choses. La productivité de la terre peut se calculer comme suit :

$$\boldsymbol{Productivité\ de\ la\ terre = \frac{quantité\ produite}{superficie\ de\ production}}$$

**Les intrants**

L'utilisation des intrants, à savoir les semences, les fertilisants, les fongicides, insecticides, herbicides, l'eau […], a généré des progrès importants dans le domaine agricole. De nombreuses études tendent à souligner la corrélation positive entre les intrants et le rendement de la culture, mais les résultats obtenus de ces études sont très disparates d'une culture à l'autre et sont remis le plus souvent en cause. D'une part, il est vraiment difficile de concilier le rendement et la qualité en jouant sur les intrants sans tenir compte des autres facteurs qui sont indispensables. D'autre part, les études tendent à montrer que la fertilisation est fatale à la qualité et à l'inverse, une sous fertilisation pourrait aussi réduire le rendement. Cependant, il serait important de réduire les couts de production en s'appuyant sur le levier sur lequel il convient d'actionner.

**Le Progrès technique**

Le progrès technique joue un rôle essentiel dans la croissance de la production et dans l'utilisation des facteurs de production. Il est davantage lié à la connaissance scientifique, mais également à l'expérience et à la recherche. La recherche scientifique, concerner bien les produits, les procédés de production ou les modes d'organisation. Dans le cas des produits, il apparait à travers la mise au point de nouveaux produits ou des consommations intermédiaires. Dans le cas des procédés de production, il prend la forme de nouveaux équipements (machinisme, informatisation). Concernant l'expérience, on distingue généralement deux types d'expérience. L'expérience par la pratique par exemple dans le cadre des indications géographiques (IG) des produits agricoles et l'expérience par les interactions des agents économiques saisies par la qualité des échanges d'informations au sein des autres exploitations (facteur de diffusion du progrès technique, internet). Au niveau de la recherche, on distingue à cet effet, trois types de recherche. La première est la **recherche fondamentale**, elle contribue à ouvrir l'espace des connaissances et à mettre en place des nouvelles perspectives. La seconde est la **recherche appliquée**, elle vise à fixer des objectifs concrets permettant de déboucher par exemple sur la normalisation et la commercialisation des produits agricoles. Enfin la **recherche-développement** qui

permet de passer du stade de l'invention d'un nouveau produit ou d'un nouveau procédé à celui de réalisation des nouveaux produits, par exemple des semenciers hybrides. Ainsi, par définition, le progrès technologique est la recombinaison des facteurs de production nouveaux et anciens dans le but de produire un bien à un coût unitaire moindre, considérant si le prix des intrants demeure inchangé. La première condition nécessaire du progrès technologique est la baisse du coût moyen, mais une condition nécessaire de la baisse du cout moyen à paramètre constant des intrants est la diminution d'au moins d'un coefficient de production (intrant par unité d'extrant), exigeant à son tour la modification d'un ou de plusieurs paramètres de la fonction de production. La seconde condition nécessaire, mais non suffisante est par exemple la recombinaison des facteurs peut consister uniquement en une réorganisation d'intrants existants. La troisième condition nécessaire et suffisante du progrès technologique est le changement d'un ou de plusieurs paramètres de la fonction de production associée à un déplacement vers le bas de la fonction du coût. La baisse du cout moyen est, selon notre définition, une condition nécessaire du progrès technologique. En effet, la productivité unie factorielle se mesure donc comme suit :

$$\boldsymbol{productivité\ unifactorielle} = \frac{\boldsymbol{quantité\ produite}}{\boldsymbol{quantité\ de\ l'input\ utilisée}}$$

**Annexe 60** Les modèles d'offre, de demande et de ménage agricole

**1-Le Modèle d'offre**

Le modèle d'offre permet quant à elle de déterminer l'impact des politiques alternatives et des chocs externes sur les producteurs. De façon plus spécifique, les modèles d'offre permettent de donner des explications sur la performance du secteur agricole en réponse à certaines interrogations telles que la taxation systématique de l'agriculture, la faible élasticité (ε) de l'offre afin de déterminer dans un premier temps l'impact des politiques du gouvernement sur la production agricole. Par exemple, la modification des subventions des tarifs et des quotas. En second lieu, elle permet déterminer l'impact des changements dans les facteurs exogènes tels que la technologie, le climat, le taux de change sur la production agricole. Ces analyses nous conduisent ainsi, à expliquer l'influence des facteurs non-prix sur la réponse de l'offre par deux principales caractéristiques distinctions par la réponse de l'offre. Il s'agit de la réponse de l'offre à court terme et de la réponse l'offre à long terme. Dans le court terme, l'offre

répond moins parce que les facteurs de production sont fixes et dans le long terme, l'offre répond plus, car elle peut changer les facteurs de production fixes (terre, capital et travail). En effet, ces caractéristiques répondent soit à l'offre agrégée (globale) ou soit à la réponse de l'offre pour une culture spécifique (offre individuelle). L'offre individuelle répond mieux de façon habituelle que l'offre agrégée à cause des contraintes de ressources telles que la rareté de la terre et manque de main-d'œuvre saisonnière. Une modification de prix relatif au profit d'un produit peut conduire à un changement de ressources vers ce produit aux dépens d'un autre sans une croissance de production globale. La production globale ne peut augmenter que si des ressources supplémentaires sont allouées à l'agriculture ou si la technologie change. Cependant, deux types de modèles permettent d'estimer les fonctions de réponse à l'offre, les modèles structurels et les modèles à formes réduites.

Par l'approche du modèle structurel, elle est basée sur la maximisation du profit ou la minimisation du coût en supposant une technologie de production spécifique. On distingue plusieurs autres formes fonctionnelles correspondant à ce type de modèle à savoir , tel que la fonction de profit normalisée, la fonction de Léontief généralisée, la fonction quadratique normalisée, la fonction translog…

Par les modèles à formes réduites, ils sont une estimation de modèles structurels d'équilibre de l'offre et de la demande. Dans ce cadre plusieurs auteurs ont mené des études sur les relations entre l'offre de produits agricoles, les prix et les facteurs non-prix aussi bien au niveau macroéconomique qu'au niveau microéconomique (Askari et al., 1976 ; Bond, 1983 ; 0yejidi, 1990 ; cité par Kaboré [2003], mais le modèle qui tient le mieux compte de la périodisation est celui développer par Nerlove [1958]. En effet, ce modèle distingue l'offre à court terme et l'offre à long terme dû au changement des prix attendus par les producteurs.

**2-Le modèle de la demande**

Concernant le modèle de la demande, elle est importante dans la détermination des besoins alimentaires du pays par la nécessité d'importer ou d'exporter. L'analyse permet ainsi d'évaluer l'impact des politiques gouvernementales, des subventions agricoles, alimentaires, par des transferts d'argents en espèces sur la situation nutritionnelle et la qualité des aliments, la rentabilité et l'efficacité des programmes alimentaires du gouvernement, de l'existence de marché pour un nouveau produit ou non. En revanche, deux types de modèles permettent d'évaluer les fonctions de

demande, les modèles structurels qui dépendent du comportement de la demande du consommateur, fonction de demande d'équation individuelle qui n'est pas dépendantes d'une théorie économique et ceux qui en dépendent du marché.

**3-Le modèle du ménage agricole**

Concernant les ménages, le modèle de ménage agricole permet de comprendre les déterminants du bienêtre du ménage agricole afin, notamment de définir une stratégie qui permet de réduire la famine et la pauvreté. L'instrument privilégié dans ce modèle est la politique en général, mais le modèle du ménage se compose de trois unités, une unité de production (les producteurs), une unité de consommation (consommateur) et une unité de main-d'œuvre (les employés).

Concernant le producteur, il cherche à maximiser son profit. On a ainsi, $\boldsymbol{Max\ \pi(q_a, X, 1)}$ sous la contrainte du prix du marché $(\boldsymbol{p_a, p_\alpha, w})$, des facteurs fixes $(\boldsymbol{z_q})$ et la technologie $(\boldsymbol{q_a^*})$.

Concernant le consommateur : il cherche à maximiser son utilité, autrement à minimiser son coût. On a ainsi, $\boldsymbol{Max\ U(c_a, c_m)}$ sous la contrainte du prix du marché, du revenu disponible, les caractéristiques des ménages et les préférences des consommateurs. Ce modèle explique comment la consommation et l'épargne évoluent au cours de la vie d'un individu et d'un ménage. Puis, le modèle de revenu permanent avec incertitude sur le revenu. Enfin, le modèle de liquidité et des stratégies du ménage pour réduire le risque.

Pour les travailleurs, le travailleur cherche à maximiser son utilité. On a : $\boldsymbol{Max\ U(y, c_1)}$ sous contrainte du prix de la main-d'œuvre (w), le temps disponible (E) et les caractéristiques des travailleurs (z) avec $\boldsymbol{E = c_1 + 1^s}$ pour $\boldsymbol{C_1}$ = loisir et $\boldsymbol{1^s}$ = travail familial disponible.

Ces différents modèles présentent des avantages en ce sens qu'elle répond à des situations de politiques agricoles spécifiques d'unité. En revanche, ils ne satisfont pas une politique agricole générale dont nous faisons question dans cette thèse. Cependant, la modélisation serait les mêmes sur une question de la productivité agricole nationale par rapport aux modèles d'offres, de demande de ménages […] exposés ci-dessus.

**4-Les modèles multi marchés**

Ces modèles permettent d'estimer les effets des politiques, notamment agricoles, sur les marchés agricoles. Pour le cas de ces modèles, on utilise des

estimations de paramètres statiquement significatifs pour prédire (anticiper) les conditions futures et mesurer les effets de décisions politiques sur le marché. Ici on s'intéresse particulièrement aux modèles d'échanges des produits agricoles entra pays ou régions.

L'avantage de ses modèles consisté à mesurer la compétitivité des échanges de ce secteur à un autre secteur de même nature d'une autre région dont nous ne faisons pas l'objet d'un tel cas parait, mais plutôt sur la productivité des unités de production.

**5-Les modèles d'équilibre partiel**

Pour protéger leurs marchés intérieurs contre la compétition internationale dans le but de stimuler les exportations ou augmenter les revenus, les gouvernements utilisent divers instruments de politique commerciale. Les instruments les plus communs et les plus évidents utilisés pour de tels buts sont les interventions commerciales directes tels que les impôts, les subventions et les quotas-parts sur les importations ou les exportations. Ces modèles permettent d'analyser l'impact des politiques commerciales sur le revenu international des prix, de consommation, de production, de commerce et de gouvernement, mais également sur le bienêtre économique (de Frahan, 1996), mais ils ne permettent pas véritablement d'observer la productivité des nations.

**6-Les modèles d'équilibre général calculables**

Les modèles d'équilibre général calculables (MEGC) combinent différents types de modèles. Ces modèles sont basés sur la structure socioéconomique d'une matrice de comptabilité sociale (MCS) avec sa désagrégation multisectorielle et multiclasses. Ils sont proches des modèles multi marchés où les décisions des agents répondent au prix et les marchés équilibrent les décisions d'offre et de demande.

Cependant, au cours des années, la modélisation en équilibre général calculable s'est progressivement imposée comme un outil privilégié pour les analyses d'impact des politiques macroéconomiques et sectorielles (notamment agricoles) sur la pauvreté et les inégalités (Johansen, 1960 et Scarf, 1967). Selo ces auteurs, les thèmes étudiés dans un cadre d'équilibre général calculable peuvent être classés en trois groupes: des problèmes sectoriels (agriculture et énergie essentiellement), des problèmes relatifs aux politiques commerciales et des problèmes liés aux réformes de la fiscalité et des finances publiques. L'intérêt majeur de la modélisation en équilibre général calculable fait qu'il est possible de prendre en compte toutes les liaisons entre les branches

agricoles distinguées (Hertel, 1990) tout en respectant toutes les identités comptables macroéconomiques de l'économie considérée ou, en d'autres termes, toutes les égalités entre les ressources et les emplois des différents comptes de la matrice de comptabilité sociale (MCS).

Malgré toute son importance, le modèle d'équilibre général calculable n'est pas en marge des critiques par une l'utilisation abusive des équations de transmission des prix pour représenter les politiques. Aussi, les lenteurs de l'ajustement du marché des facteurs font qu'il est difficile de déterminer l'effet net d'attraction des ressources des politiques publiques sur le produit marginal des facteurs aux prix mondiaux (Hertel 1990). Ces modèles souffrent, également, de lacunes importantes dans la désagrégation du secteur agricole. Dans une première approche le secteur agricole est modélisé comme les autres secteurs de l'économie alors qu'une seconde démarche modélise d'abord le secteur agricole de façon détaillée, en modèle multi marché, avant intégration dans un cadre d'équilibre général.

Au départ, notre choix a été porté sur le modèle d'équilibre calculable pour évaluer l'incidence des dépenses publiques agricoles sur la croissance de la valeur ajoutée agricole réelle, mais avec les échanges avec les spécialistes du ministère de l'économie et des finances du Mali, des collègues et des encadreurs de la thèse, nous nous sommes rendu compte ce modèle n'était adapté à nos besoins comme tous les autres décrits ci-dessus. C'est ainsi nous avions retenu le modèle log quadratique qui répond parfaitement à nos et il est aussi bien adapté à cette étude.

**Table des matières**

DÉDICACE ..... I
REMERCIEMENT ..... II
SOMMAIRE ..... VII
LISTE DES GRAPHIQUES ..... X
LISTE DES COURBES ..... XI
LISTE DES HISTOGRAMMES ..... XII
LISTE DES TABLEAUX ..... XIII
SCHÉMAS ..... XV
SIGLES ET ABRÉVIATIONS ..... XVI
AVANT-PROPOS ..... XX
RÉSUMÉ ..... XXIII
ABSTRACT ..... XXV
INTRODUCTION ..... 1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE DE PRODUCTIVITÉ ET DES POLITIQUES AGRICOLES MALIENNES ..... 7
SECTION 1 ANALYSE DU SECTEUR AGRICOLE MALIEN ..... 7
**1 PRÉSENTATION PHYSIQUE** ..... 7
***1.1 Analyse des secteurs de production agricole*** ..... 10
SECTION 2 LES POLITIQUES AGRICOLES ..... 26
***1.1.2 État de la politique agricole au Mali*** ..... 26
CHAPITRE 2 CADRE THÉORIQUE DES POLITIQUES ET DE LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE ..... 55
SECTION 1 LES THÉORIES SUR LA POLITIQUE ET LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE ..... 55
**2.1 DÉFINITIONS ET THÉORIES ÉCONOMIQUES DE LA PRODUCTIVITÉ** ..... 55
***2.1.1 Définitions de la productivité*** ..... 55
***2.1.2 Les contours du concept de la productivité*** ..... 58
***2.1.3 Approches théoriques de la productivité agricole*** ..... 62
***2.1.4 Les principaux facteurs qui favorisent la productivité agricole*** ..... 67
***2.1.5 Les facteurs qui limitent la productivité agricole*** ..... 67
***2.1.6 Définitions et théories sur les politiques agricoles*** ..... 70
***2.1.7 Les déterminants de la productivité agricole*** ..... 78
SECTION 2 LES TRAVAUX EMPIRIQUES SUR LA POLITIQUE ET LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE ..... 82
**2.1 LES TRAVAUX EMPIRIQUES SUR LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE** ..... 82
***2.2 Mesure de la productivité agricole*** ..... 95

*2.2.1.3 Spécification du modèle de mesure de la productivité totale des facteurs* ..... 103
*2.2.3 Spécification du modèle d'analyse des politiques agricoles* ..... 118
CHAPITRE 3 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE ..... 125
SECTION 1 MODÈLE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS PAR L'APPROCHE D'INDICE DE MALMQUIST ..... 125
**3.1 PRÉSENTATION DES MODÈLES** ..... 128
**3.1.1 SPÉCIFICATION DES MODÈLES UTILISÉS** ..... 128
*3.1.1.1 Le modèle selon l'indice de Sten Malmquist* ..... 128
*3.1.2 Présentation des variables du modèle* ..... 149
*3.1.3 Méthodologie* ..... 151
SECTION 2 MODÈLE DES POLITIQUES AGRICOLES PAR L'APPROCHE DES INVESTISSEMENTS PUBLICS AGRICOLES ..... 153
*3.2.7.7 Modèles économétriques* ..... 172
CHAPITRE 4 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ..... 174
SECTION1 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS ..... 174
4.1 RÉSULTATS : PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS DES RÉGIONS OUEST-AFRICAINES ..... 178
4.1.2 MESURES DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ORIENTÉES OUPUT : UNE APPLICATION DE LA MÉTHODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) ..... 183
4.1.2.1 L'INDICE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE ET SES DEUX COMPOSANTES ..... 183
4.1.2.2 CHANGEMENT D'EFFICACITÉ OUTPUT/INPUT ..... 184
4.1.3 RÉSULTAT DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE AGRICOLE PAR PAYS . 185
**4.1.3.1 BENIN AGRICULTURAL TOTAL PRODUCTIVITY ANALYSIS** ..... 186
**4.1.3.1.1 L'INDICE DE MALMQUIST ET SES DEUX COMPOSANTES DU BÉNIN** ..... 188
**4.1.3.1.2 MESURE DE L'EFFICACITÉ TECHNIQUE UNE APPLICATION DE LA MÉTHODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) DU BÉNIN** ..... 189
*4.1.3.1.2.1 L'indice de l'efficacité technique et ses deux composantes du Bénin* ..... 189
*4.1.3.1.2.2 Changement de la productivité totale des facteurs du Bénin* ..... 190
**4.1.3.2 ANALYSE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DU BURKINA FASO** ..... 190
*4.1.3.2.1 L'indice de Malmquist et ses deux composantes* ..... 193
*4.1.3.2.2 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 193
**4.1.3.3 ANALYSE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DE LA CÔTE-D'IVOIRE** ..... 194
*4.1.3.3.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 198
**4.1.3.4 RÉSULTAT PRODUCTIVITÉ TOTALE AGRICOLE MALIENNE** ..... 199

*4.1.3.4.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Mali* ..... 202
**4.1.3.5 ANALYSE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS DU NIGERIA** ..... 204
*4.1.3.5.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) du Nigeria* ..... 207
**4.1.3.6 RÉSULTAT DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS DU SÉNÉGAL** ..... 208
*4.1.3.6.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 211
**4.1.3.7 RÉSULTAT DE LA PRODUCTIVITÉ TOTAL DU TOGO** ..... 212
*4.1.3.7.1 Mesure de l'efficacité technique : une application de la méthode Data Envelopment Analysis (DEA)* ..... 215
4.3.8 ANALYSE COMPARATIVE DE LA PRODUCTIVITÉ TOTALE DES RÉGIONS DE NOTRE ÉCHANTILLON ..... 217
4.3.8.1 INTERPRÉTATION DES ESTIMATIONS DE LA FONCTION DE DISTANCE DE SEPHARD ..... 219
**4.3.8.1.2 HYPOTHÈSE DES RENDEMENTS D'ÉCHELLE CONSTANTS (CRS)** ..... 219
*4.3.8.1.2 Rendement d'échelle constant orienté output de la région* ..... 220
*4.3.8.4 Rendement d'échelle constant orienté output du Burkina Faso* ..... 223
*4.3.8.5 Rendement d'échelle constant orienté output de la Côte D'Ivoire* ..... 224
*4.3.8.6 Rendement d'échelle constant orienté output du Mali* ..... 225
*4.3.8.7 Rendement d'échelle constant orienté output du Nigeria* ..... 225
*4.3.8.8 Rendement d'échelle constant orienté output du Sénégal* ..... 226
*4.3.8.9 Rendement d'échelle constant orienté output du Togo* ..... 226
**4.3.8.10 HYPOTHÈSE DE RENDEMENTS D'ÉCHELLE VARIABLES (VRS)** ..... 228
*4.3.8.11 Estimations de la fonction de distance de Sephard (VRS) de la région* ..... 228
SECTION 2 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES MODÈLES ..... 234
CONCLUSION GÉNÉRALE ..... 252
PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS ..... 260
BIBLIOGRAPHIE ..... XXIV
ANNEXES ..... XXXV
TABLE DES MATIÈRES ..... CI