MPIA Project :20546

Rapport final

ALÉAS PLUVIOMÉTRIQUES ET BIEN-ÊTRE DES FEMMES AU BURKINA FASO

(Juillet, 2022)

KOINDA Farida
E-mail : koinda.farida@gmail.com
Et
SOURATIE Wamadini dite Minata
E-mail : souratieminata@yahoo.fr
NANEMA Clémence Benjamine
E-mail : benjaminenanema@gmail.com
ZOUGOURI Goni
E-mail : zougourigonib@gmail.com
OUEDRAOGO Ernest
E-mail : ernestouedra@yahoo.fr
OUEDRAOGO Djénèba
E-mail: djenebaoued8@gmail.com

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX ii
LISTE DES GRAPHIQUES ii
LISTE DES FIGURES ii
Liste des sigles et abréviations iii
Résumé iv
Abstract iv
1. Introduction 1
1.1. Contexte de l'étude 1
1.1.1. L'agriculture burkinabè : un secteur économique essentiel mais fragile 1
1.1.2. L'agriculture burkinabè : une activité où les inégalités de genre sont importantes 2
1.1.3. L'agriculture burkinabè : une activité fortement exposée aux aléas climatiques 4
1.2. Objectifs, principales contributions et choix méthodologiques de l'analyse 6
2. Revue de la littérature 9
2.1. Analyses des impacts du changement climatique sur l'agriculture avec des modèles EGC 9
2.2. Intégration des problématiques du genre dans la modélisation EGC 13
2.2.1. Analyses qui incluent à minima le genre en désagrégeant certaines variables ou secteurs clefs 13
2.2.2. Analyses qui incluent la sphère domestique de l'économie et une offre endogène de travail 14
2.3. Positionnement de notre analyse par rapport à cette littérature 16
3. Un MEGC « genrée » de l'économie Burkinabé 18
3.2. Prise en compte des activités de production domestique 21
3.3. Initialisation et calibrage du modèle 26
3.3.1. Matrice de Comptabilité Sociale associée au modèle 26
3.3.2. Calibrage du modèle 27
4. Effets induits par la variabilité à court terme de la pluviométrie au Burkina Faso 29
4.1. Définition d'un scénario de variabilité à court terme de la pluviométrie 29
5. Effets induits par la variabilité à moyen terme de la pluviométrie : focus sur les sècheresses sévères et le changement climatique 36
5.1. Définition de scénarios de sécheresses 36
4.2. Résultats des simulations 40
6. Evaluation de l'efficacité de stratégies d'adaptation face aux variabilités climatiques 43
6.1. Politiques d'amélioration de la maitrise de l'eau 43
6.1.1. Définition des scénarios 43
6.1.2 Résultats des simulations 44
6.2. Politiques d'encouragement de l'utilisation de semences améliorées 46

6.2.1 Définition des scénarios 46
6.2.2 Résultats des simulations 47
7. Conclusion 49
Références Bibliographiques v
ANNEXES ix

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Élasticités des rendements par rapport à la pluviométrie pour chaque type de culture (en %) 30
Tableau 2 : Effets macroéconomiques et sectoriels (1) de la variabilité de la pluviométrie observée au Burkina Faso entre 2006 et 2020 32
Tableau 3 : Effets sur les femmes et les hommes agriculteurs (1) de la variabilité de la pluviométrie observée au Burkina Faso entre 2006 et 2020 35
Tableau 4 : Effets (1) des épisodes de sécheresses sévères au Burkina Faso selon différents scénarios climatiques 41
Tableau 5 : Efficacité (1) de la politique d'amélioration de la maitrise de l'eau pour réduire les effets des « mauvaises années » de pluviométrie 45
Tableau 6 : Efficacité (1) de la politique d'amélioration de la maitrise de l'eau pour réduire les effets des sècheresses sévères selon les différents scénarios climatiques 45
Tableau 7 : Efficacité (1) de l'utilisation de semences améliorées pour réduire les effets des « mauvaises années » de pluviométrie 47
Tableau 8 : Efficacité (1) de l'utilisation de semences améliorées pour réduire les effets des sècheresses sévères selon les différents scénarios climatiques 48

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 - Évolution des superficies, des productions, et des rendements des cultures pluviales 2
Graphique 2 - Évolution mensuelle des précipitations et des températures moyennes au Burkina Faso de 1991 à 2020 4
Graphique 3 - Variabilité pluviométrique selon les zones climatiques au Burkina Faso de 1985-2017. 5
Graphique 4 - Évolution des rendements des principales cultures au Burkina-Faso depuis 1991 6
Graphique 5 : Variations annuelles de la pluviométrie au Burkina Faso entre 2006 et 2020 31
Graphique 6 : Déviations annuelles du PIB et des prix, observées entre le scénario de variabilité et le scénario Sc_{Trend} 34
Graphique 7 : Indice Standardisé des Précipitations (pondéré) au Burkina Faso 38

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure des processus de production des branches 20

Liste des sigles et abréviations

CES	:	Constant Elasticity Substitution
CFA	:	Communauté Française d'Afrique
CREG	:	Consortium Régional pour la Recherche en Economie Générationnelle
DGESS	:	Direction Générale des Etudes Statistiques Sectorielles
EGC	:	Equilibre Général Calculable
EHCVM	:	Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages
ENBT	:	Enquête Budget Temps
FAO	:	Food and Agricultural Organisation
GIEC	:	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIZ	:	Global commitment to climate protection
GTAP	:	Global Trade Analysis Project
INSD	:	Institut National de la Statistique et de la Démographie
MAAH	:	Ministère de l'Agriculuture et de l'Aménagément Hydrolique
MCS	:	Matrice de Comptabilité Sociale
MEA	:	Ministère de l'eau et de l'Assainissement
PDSI	:	Indice de Sévérité de la Sécheresse de Palmer
PEP	:	Partnership for Economic Policy
PIB	:	Produit Intérieur Brut
PNA	:	Plan National d'Adaptation
PNDES	:	Plan National de Développement Economique et Social
PNSR	:	Programme National du Secteur Rural
PNUD	:	Programme des Nations Unies pour le Développement
UEMOA	:	Union Economique Monétaire Ouest Africaine

Résumé

La forte variabilité interannuelle de la pluviométrie que connait le Burkina Faso fait peser un risque important pour son agriculture et les populations qui en dépendent. C'est particulièrement vrai pour les femmes qui, compte tenu des fortes inégalités de genre dans les zones rurales du pays, apparaissent comme les plus vulnérables. Or, avec les effets attendus du changement climatique, cette variabilité risque d'être renforcée à l'avenir. Conscientes de ces enjeux, les autorités ont progressivement repensé leurs politiques agricoles en intégrant explicitement la question de la vulnérabilité des femmes. Dans ce contexte, notre analyse se donne comme objectif d'évaluer les conséquences des variations pluviométriques au Burkina Faso, plus particulièrement sur les femmes agricultrices. Elle repose sur un modèle d'Equilibre Général Calculable dynamique qui incorpore explicitement une dimension genre. Dans un premier temps, nos simulations montrent les effets négatifs des variations « normales » de court terme de la pluviométrie, et de variations plus exceptionnelles de moyen terme, telles que les épisodes de sécheresses sévères. Dans un deuxième temps, elles indiquent comment des politiques d'amélioration de la maitrise de l'eau ou d'encouragement de l'utilisation des semences améliorées permettraient d'atténuer les effets négatifs de ces chocs pluviométriques.

Mots clés : changement climatique, agriculture, femme

Abstract

The high rainfall interannual variability experienced by Burkina Faso raises a significant risk to its agriculture and people that depend on this sector. Given the strong gender inequalities in rural areas, women appear to be the most vulnerable. As this variability is likely to be reinforced in the future with the expected effects of climate change, the authorities have gradually rethought their agricultural policies by better considering the specific vulnerability of women. In this context, our study aims to assess the consequences of these rainfall variations in Burkina Faso, particularly on women farmers. This analysis is based on a dynamic Computable General Equilibrium model that includes a gender dimension. First, our simulations showed the negative effects of "normal" rainfall variations short-term and the medium-term of higher variations such severe drought events. Secondly, they indicate how some policies designed for improving water control or fostering the use of drought-tolerant seeds would attenuate the negative effects of these rainfall shocks.

Keywords: climate change, agriculture, women

Acknowledgements: *This work was carried out with financial and scientific support from the Partnership for Economic Policy (PEP) through funding provided by Global Affairs Canada (GAC).*

1. Introduction

1.1. Contexte de l'étude

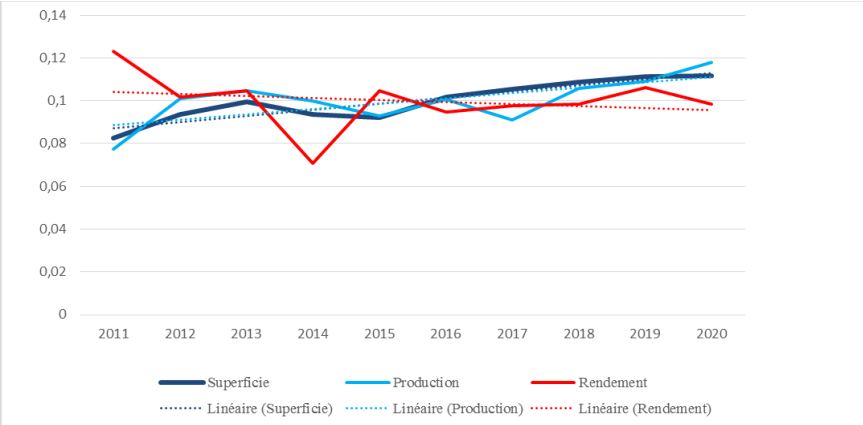
1.1.1. L'agriculture burkinabè : un secteur économique essentiel mais fragile

Les activités agricoles ont une place centrale dans l'économie Burkinabé. D'une part, elles contribuent à 25,1% du produit intérieur brut (PNDES II, 2021) et occupent à elles seules 78,7% des actifs du pays générant ainsi 61,5% des revenus d'une population agricole estimée à 17 260 000 habitants en 2019 (FIDA, 2019 ; DGESS/MAAH, 2020). D'autre part, elles sont également la principale source d'alimentation de la population et donc un facteur essentiel de la sécurité alimentaire. A côté du coton, principale culture de rente du pays, les céréales (sorgho, mil, maïs et riz) occupent près de 88% de la superficie totale cultivée et sont à la base du régime alimentaire Burkinabé. Ces dernières années, cette production céréalière a en moyenne augmenté de plus de 4% par an et le taux de couverture des besoins céréaliers de la population est de 100% au niveau national (DGESS/MAAH, 2020, 2021), même si des écarts importants peuvent être observés d'une région à l'autre (7 régions sur 13 se situant au-dessus de 100% et les 6 régions restantes se situant à moins de 93%).

Toutefois, cette agriculture souffre d'une faiblesse structurelle de ses rendements qui sont globalement estimés à environ 40% de leurs potentiels (DGESS/MAAH, 2021). En 2020, celui du maïs est par exemple évalué à 1753 Kg/ha, largement en deçà de la cible de 5 292 kg/ha du programme national du secteur rural phase II (PNSR II). Celui du riz pluvial est de 1568 kg/ha (contre 2000kg/ha ciblé par le PNSR II) et celui du sorgho est de 1000 kg/ha (contre 2340kg/ha ciblé par le PNSR II). Dans ce contexte, les augmentations de la production agricole observées dans le pays ces dernières années semblent être beaucoup plus dues à l'augmentation des superficies exploitées qu'à des gains de productivité (voir graphique 1). Cette faiblesse des rendements est fondamentalement liée à la nature traditionnelle des activités agricoles au Burkina Faso. Ces dernières sont en effet essentiellement composées de petites exploitations familiales vivrières de moins de 5 ha (représentant 72 % du total des exploitations) dans lesquelles l'efficacité de la production est faible (Combary et Savadogo, 2014). Le facteur capital technique reste en effet rudimentaire comme en témoigne l'utilisation de la daba et de la charrue dans la majorité des exploitations. Selon la Direction Générale des Etudes Statistiques Sectorielles du Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles (DGESS/MAAH 2020, 2021), 75% des ménages possèdent un animal de traction et moins de

5% des superficies sont labourées avec un tracteur. Le facteur terre est également globalement de mauvaise qualité. Il subit de plus les effets de la forte croissance démographique que connait le pays, qui incite à un raccourcissement des durées de jachère se traduisant par une baisse de la fertilité des sols et du couvert végétal. En outre, les intrants agricoles tels que les semences améliorées, les engrais ou les pesticides sont utilisées de façon assez limitée. Enfin, le niveau de capital humain reste faible avec une main d'œuvre peu formée et souvent marquée par un fort taux d'analphabétisme.

Graphique 1 - Évolution des superficies, des productions, et des rendements des cultures pluviales



Source : Auteurs à partir des données de l'annuaire statistique du MAAH 2020

1.1.2. L'agriculture burkinabè : une activité où les inégalités de genre sont importantes

Les femmes représentent 51,6% des actifs agricoles en 2020. Toutefois, leur situation est globalement défavorisée par rapport à celle des hommes et les inégalités de genre sont particulièrement importantes en zone rurale (FAO, 2008 ; Gonzalez et al, 2011; Perez et al., 2015; DGESS/MAAH, 2021). Même si leur participation à la production des cultures de rente a augmenté entre 2011 et 2020 (passant de 15% à 28%), elles restent majoritairement concentrées dans l'agriculture vivrière où elles cultivent des terres qui sont en général de moindre qualité que celles des hommes, et souvent situées dans des zones mal nivelées et plus exposées aux aléas climatiques

L'une des principales difficultés que rencontrent les femmes concerne leur accession à la propriété foncière. Si six femmes sur dix exploitent une parcelle agricole, cette proportion est près de neuf sur dix pour les hommes (SIGI, 2018[1]). De plus, si la propriété des hommes est généralement privée, celle des femmes est le plus souvent liée au conjoint. Ainsi, les femmes

[1] OCDE (2018) : Etude pays SIGI-Burkina

ne disposent souvent que des droits d'usage sur leurs parcelles tandis que les hommes en détiennent des droits de propriété. Parmi les obstacles évoqués pour expliquer ces disparités, le faible accès aux crédits pour les femmes est souvent mis en avant. Au Burkina Faso, 56,5% des terres sont en effet acquises par emprunt. Au final, seulement 16% des terres sont exploitées de façon durable par les femmes et seulement 8% des femmes en sont propriétaires (INSD, 2012). De même, si la taille des parcelles exploitées par les femmes varie de 0,25 à 3 ha, elle est de 2 à 10 ha chez les hommes.

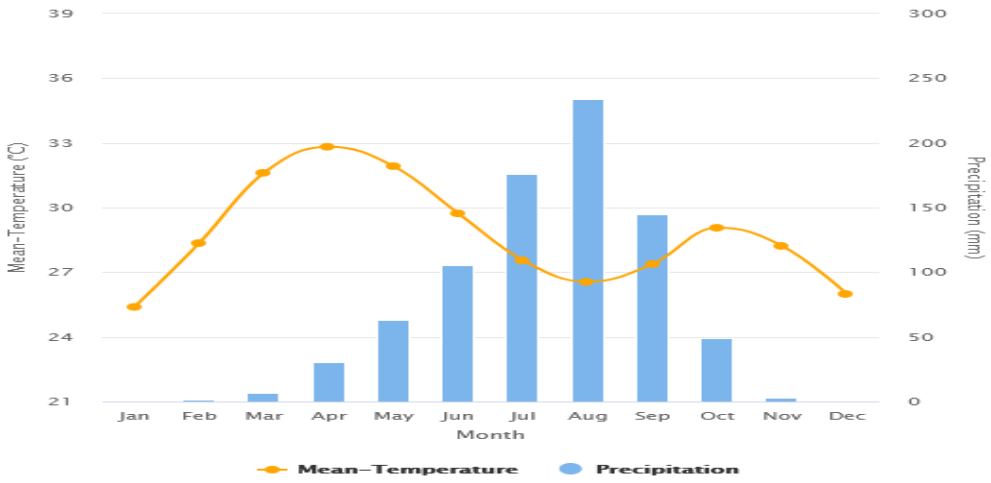
Ce contexte limite alors la capacité d'investissement des femmes et les empêche de sécuriser leur production (une parcelle qui s'avère rentable est généralement récupérée par son propriétaire). Leur technologie de production est en effet souvent plus rudimentaire que celle utilisée par les hommes. En 2019, près de 2/3 des terres des femmes étaient par exemple labourées par attelage et moins de 2% par traction motorisée (DGESS/MAAH, 2021). De plus, il faut souligner que les femmes ne jouissent pas des mêmes avantages que les hommes en matière d'appui technique de la part de l'Etat ou des organisations agricoles régionales. Cet appui peut concerner l'utilisation d'intrants tels que des semences améliorées, des engrais ou des pesticides. Il peut également concerner l'aménagement et la préparation des terres (par exemple, le zai, les demi-lunes ou les cordons pierreux) face à la forte érosion des sols dans le pays mais nécessitent une importante main d'œuvre et des ressources financières auxquelles les femmes ont un accès limité (AFDR et al., 2019).

L'une des autres inégalités de genre constatée dans les zones rurales, concerne la répartition des tâches domestiques. Les femmes sont en effet beaucoup plus sollicitées que les hommes pour ce type de travaux, ce qui limite le temps qu'elles peuvent consacrer à des activités génératrices de revenus. Selon le Consortium régional pour la Recherche en Economie Générationnelle (CREG, 2019), elles consacrent respectivement 2,56 heures aux activités génératrices de revenus, 2,71 heures aux travaux domestiques et 18,73 heures aux activités biologiques et loisirs. Par contre, les hommes consacrent plus de temps (4,24 heures) aux activités génératrices de revenus ainsi qu'aux activités biologiques et loisirs (19,54 heures) et moins de temps aux travaux domestiques (0,22 heure). Ainsi, les femmes allouent 12,3 fois plus de temps aux travaux domestiques que les hommes. Un effet indirect de cette situation est que les jeunes filles sont souvent retirées de l'école afin qu'elles puissent aller participer à ces activités domestiques. Au final, dans ce contexte, le revenu annuel des actifs agricoles masculins est estimé à 451 770 francs CFA, tandis que celui des femmes s'établit à 175 000 francs CFA.

1.1.3. L'agriculture burkinabè : une activité fortement exposée aux aléas climatiques

Par nature, les performances agricoles de l'agriculture Burkinabé sont fortement déterminées par les conditions climatiques du pays. Ces dernières, qualifiées de *Soudano-sahéliennes* sont caractérisées par des températures moyennes globalement élevées et par l'alternance d'une saison des pluies de juin à septembre et d'une saison sèche de novembre à avril (Graphique 2). Toutefois, raisonner à l'échelle nationale et en termes de grandeurs moyennes pour caractériser ces conditions climatiques peut s'avérer trompeur.

Graphique 2 - Évolution mensuelle des précipitations et des températures moyennes au Burkina Faso de 1991 à 2020



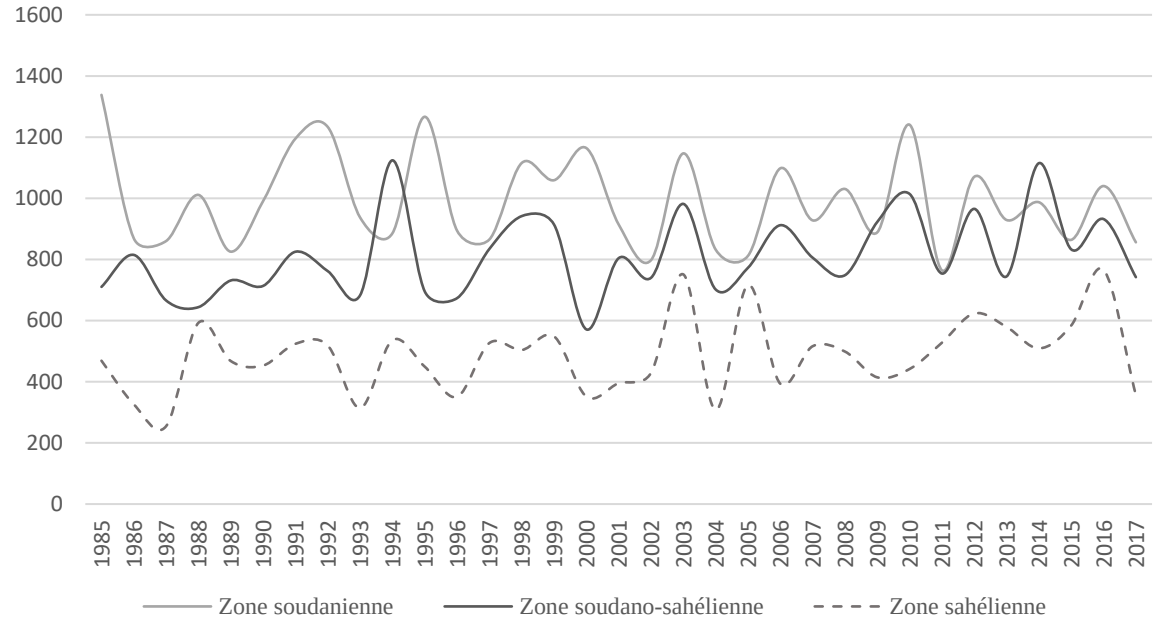
Source : Banque Mondiale (https://climateknowledgep-ortal.worldbank.org/country/burkina-faso)

D'une part, parce que le pays est composé de trois zones agro-climatiques distinctes. La zone *Sahélienne*, au Nord, bénéficie d'un climat plus chaud et plus sec que la moyenne nationale. Les températures moyennes peuvent y atteindre 29°C et la pluviométrie y est de moins de 600 mm par an. Cette région, où les taux d'évapotranspiration sont élevés, se caractérise ainsi par des steppes semi-arides et par une activité agricole plutôt tournée vers l'élevage que vers les cultures végétales. La zone *Soudanienne*, au Sud du pays, bénéficie pour sa part d'un climat plus tropical. La température annuelle moyenne y est de 27 °C et les précipitations moyennes d'environ 1000 mm/an. C'est la principale région agricole du pays. Les récoltes s'y font essentiellement durant la saison des pluies qui reçoit 80 % à 90 % des précipitations annuelles (PAS-PNA, 2019 ; GIZ, 2020). Enfin, la zone *Soudano-Sahélienne*, au centre du pays, bénéficie pour sa part d'un climat intermédiaire.

D'autre part, parce que la pluviométrie est soumise à de fortes variations interannuelles au Burkina Faso (Graphique 3). Cette variabilité représente alors une contrainte majeure pour une agriculture Burkinabé essentiellement pluviale et ne bénéficiant qu'en faible quantité de

ressources pérennes en eau (Ministère de l'Eau et de l'Assainissement, 2016 ; EHCVM, 2018; Ayphassorho et al, 2020).

Graphique 3 - Variabilité pluviométrique selon les zones climatiques au Burkina Faso de 1985-2017

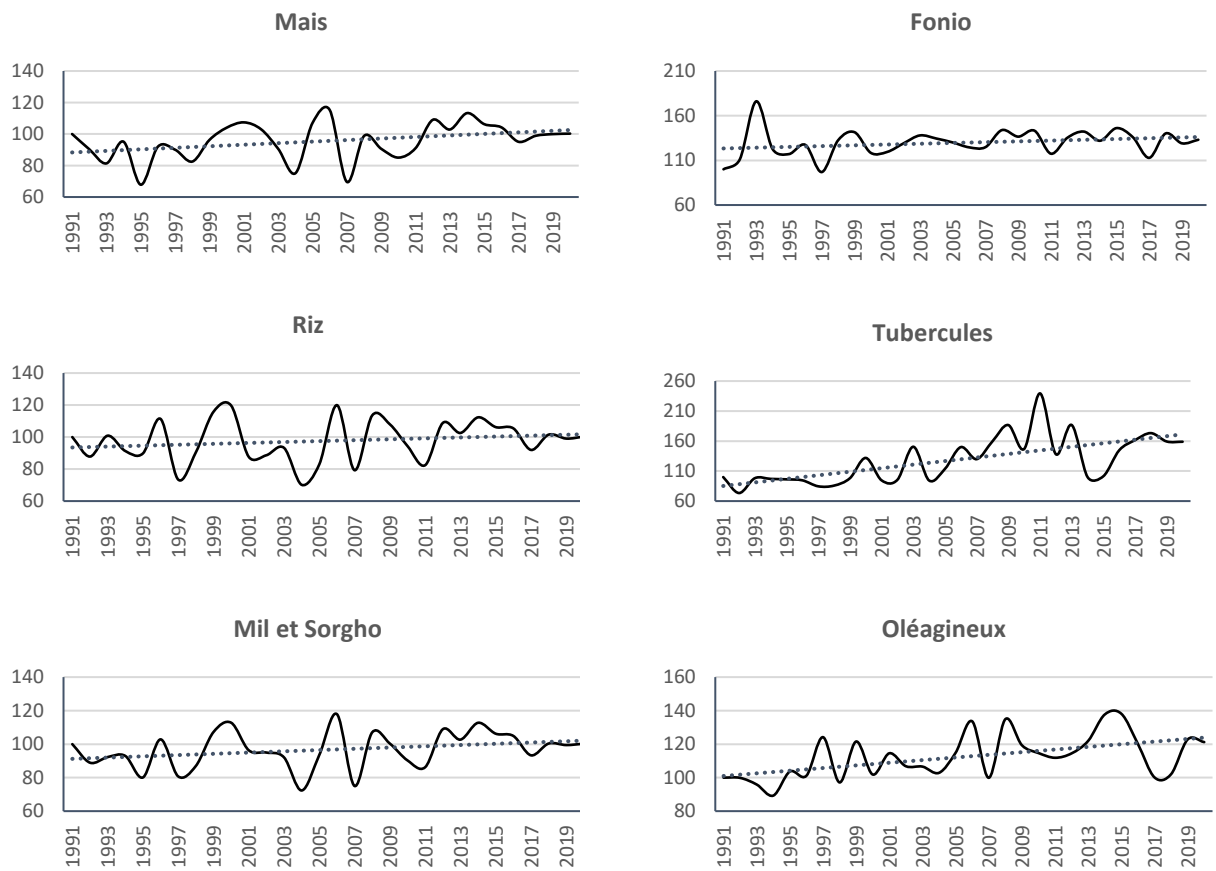


Source : Données de la DGESS du MAAH, 2018

Dans ces conditions, l'agriculture Burkinabé alterne ainsi les bonnes et les mauvaises récoltes (Graphique 4). Sur la période 2004-2015, 87,4% des facteurs de perte de la production agricole peuvent ainsi être attribués aux déficits pluviométriques (DGESS/MAAH, 2018). Sur la décennie 2003-2013, ils ont par exemple engendré une perte annuelle moyenne de 290000 tonnes de céréales estimée à environ 36 milliards de FCFA par an (DGESS/MAAH, 2014). Par contraste, les cumuls pluviométriques importants du début des années 2010 ont permis des rendements très excédentaires par rapport à la normale. Ces variations des rendements ont alors de fortes incidences sur les revenus agricoles (Ouédraogo 2012, Teno et al., 2018 ; Schleypen et al. 2019) et fait peser de fortes incertitudes pour les agriculteurs concernant la planification de leurs activités. Mais, au-delà de cette variabilité « normale » du climat, l'agriculture du Burkina Faso peut également subir ponctuellement des épisodes de sécheresses sévères avec des années parfois catastrophiques, comme en 1973 et 1983 (MERH, 2015; International Disaster, 2020). Par contraste, plus rarement, d'autres années peuvent se révéler exceptionnelles, comme par exemple en 2012.

Graphique 4 - Évolution des rendements des principales cultures au Burkina-Faso depuis 1991

(Base 100 en 1991)



Source : Auteurs, à partir de FAOSTAT-Data (2022)

1.2. Objectifs, principales contributions et choix méthodologiques de l'analyse

Les difficultés structurelles de l'agriculture Burkinabè, auxquelles il faut également rajouter le faible niveau des infrastructures rurales et le manque d'organisation des filières (sauf celle du coton), combinées à sa forte exposition aux aléas climatiques font donc peser un risque important pour le bien-être des populations rurales, notamment pour celles qui sont les plus vulnérables, comme les femmes.

Or, les conditions climatiques auxquelles sont confrontées ces activités agricoles sont également soumises aux effets du changement climatique global qui laissent présager une dégradation future (GIEC, 2014, 2022). Sur la base des scenarios RCP2.6 ou RCP6.0, le GIZ (2020) estime en effet que la température moyenne dans le pays pourrait augmenter de 1,9 °C à 4,2 °C d'ici à 2080 par rapport aux niveaux préindustriels. Parallèlement, le nombre de journées très chaudes par an (où la température maximale dépasse 35 °C) devrait également augmenter fortement dans l'ensemble du pays. En ce qui concerne les précipitations, les

projections sont plus incertaines. Si certains modèles climatiques prévoient en effet une tendance à la baisse des précipitations annuelles moyennes, d'autres prévoient une hausse. Toutefois un consensus semble se dégager sur une plus forte variabilité interannuelle de ces précipitations quel que soit le scénario RCP considéré. Dans ce contexte, certains modèles climatiques multiplient par exemple par quatre le risque d'exposition à la sécheresse entre 2000 et 2080.

Conscientes de ces enjeux, les autorités du Burkina Faso ont donc progressivement repensé leurs politiques de développement agricole. Depuis 2011, les Programmes Nationaux du Secteur Rural (PNSR 1 (2011-2015), PNSR 2 (2016-2020) et PNSR 3[2] (2021-2025)) constituent le document fédérateur de cette nouvelle stratégie dont l'objectif général est de contribuer de manière durable à la sécurité alimentaire et nutritionnelle, à la croissance économique et à la réduction de la pauvreté. Dans ce cadre, à partir de 2013, des Plans Nationaux d'Adaptation (PNA) aux effets du changement climatique ont été élaborés à l'horizon 2050 et intègrent explicitement la situation de vulnérabilité particulière des femmes dans l'agriculture. L'un des axes majeurs est alors d'essayer de renforcer la résilience de ces dernières. Il s'agit par exemple de faciliter leur accès à la propriété foncière. En 2018, avec 46% des terres nouvellement aménagées pour bénéficier d'apport pérennes en eaux et 31% des périmètres nouvellement irrigués ont ainsi été alloués prioritairement à des femmes. Il s'agit également de favoriser l'utilisation d'équipements et de technologies agricoles de meilleure qualité ou encore de diversifier leurs sources de revenu à travers le développement des activités telles que le maraîchage, la pisciculture ou l'accès au micro-crédit, etc.

Dans ce contexte actuel et à venir, notre analyse se donne donc comme double objectif :

i. **D'évaluer les conséquences des variations (actuelles et à venir) de la pluviométrie sur l'économie Burkinabé et, plus particulièrement, sur le bien être des femmes agricultrices**
ii. **D'évaluer l'efficacité et l'opportunité de la mise en place de mesures d'adaptation face à ce risque climatique**

[2] Le PNSR 3 est rebaptisé, Plan stratégique national d'investissements agro-sylvo-pastoral (PNIASP)

Compte tenu de ces objectifs, la contribution scientifique de cette analyse est donc potentiellement double car elle croise deux thématiques qui sont d'un intérêt croissant dans la littérature économique sur le développement :

i. **La question de l'impact des variables climatiques sur l'agriculture, avec ici un focus particulier sur la problématique de la variabilité de la pluviométrie**
ii. **La question des inégalités de genre et de la vulnérabilité spécifique des femmes**

Mais au-delà de ces contributions scientifiques, cette analyse a également une forte portée normative pour le Burkina Faso, notamment en ce qui concerne :

i. **Les politiques de réduction de la vulnérabilité de l'agriculture et leurs résultats en termes d'objectifs de développement**
ii. **Les politiques de promotion de l'égalité entre les genres**

2. Revue de la littérature

Notre analyse se trouve au carrefour d'une double littérature. D'une part, elle s'inscrit dans la lignée du nombre croissant d'études dans la littérature économique qui, ces dernières années, utilisent les modèles de simulation en Equilibre Général Calculable pour tenter d'évaluer la vulnérabilité de l'agriculture et des populations rurales face aux chocs climatiques. D'autre part, elle s'inscrit également dans la lignée des efforts récents qui ont été récemment entrepris pour inclure une dimension « genre » dans les modèles EGC.

2.1. Analyses des impacts du changement climatique sur l'agriculture avec des modèles EGC

Plusieurs approches ont été utilisées pour évaluer l'impact du changement climatique et les stratégies d'adaptation sur l'agriculture : économétriques, en équilibre partiel ou en Equilibre Général Calculable. Dans cette section, nous nous centrerons sur ces derniers travaux. En effet, compte tenu de leur double logique *Walrassienne* et *Multisectorielle* (« à la Léontiev »), les modèles EGC présentent l'avantage de saisir les interactions entre l'agriculture et les autres secteurs de l'économie et donc de modéliser explicitement le secteur agricole sans toutefois restreindre les effets d'un choc au seul secteur agricole. Deux types d'analyses peuvent alors être distinguées dans cette logique. Les premières s'intéressent aux effets moyens à long terme du changement climatique sur l'agriculture. Les secondes se centrent sur les effets à plus court terme de la variabilité climatique.

2.1.1. Analyses des effets à long terme du changement climatique

L'un des premiers auteurs s'intéressant aux effets moyens à long terme du changement climatique sur l'agriculture peut être trouvé dans Calzadilla et *al.* (2009) pour l'Afrique Subsaharienne. Les impacts économiques du changement climatique sont analysés en couplant un modèle d'équilibre partiel du secteur agricole (IMPACT) à un modèle EGC de simulation de l'eau incluant les ressources en eau (GTAP-W). La dotation initiale en terres y a été préalablement divisée en pâturages (terres utilisées par le bétail), en terres pluviales et terres irriguées. Pour ces dernières, leur valeur est supposée supérieure car les rendements par hectare y sont plus élevés. A court terme, le matériel d'irrigation est fixe et les rendements de l'agriculture irriguée dépendent principalement de la disponibilité de l'eau. Dans ce cadre, deux scénarii possibles d'adaptation au changement climatique ont été envisagés. Le premier double les zones irriguées en Afrique Subsaharienne d'ici 2050, par rapport au scénario de référence

(sans adaptation), mais maintient constante la superficie totale des cultures. Le second augmente les rendements des cultures pluviales et irriguées de 25 %. Il ressort qu'en raison de la part relativement faible des zones irriguées dans le total des zones agricoles en Afrique subsaharienne, une augmentation de la productivité agricole procure des avantages beaucoup plus importants pour la région qu'un doublement des zones irriguées. Par ailleurs, une augmentation des surfaces irriguées et de la productivité agricole entraîne une diminution du coût de production des produits agricoles et, par conséquent, une réduction des prix du marché.

Dans le même esprit, Bezabih, Chambwera et Stage (2010) examinent les impacts des changements induits par le changement climatique sur la productivité des terres de l'économie tanzanienne en utilisant un modèle EGC dynamique pour la période 2010-2085. Pour modéliser l'impact du changement climatique, les auteurs simulent une diminution ou une augmentation de la productivité des terres pour divers types d'agriculture, sur la base des estimations des études antérieures (notamment celles de Lobell et al., 2008 et de Cline, 2007). Cela incite les agriculteurs à s'adapter en utilisant davantage de travail et/ou de capital. Par ailleurs, afin de saisir les effets d'autres changements à long terme dans l'économie, les auteurs supposent que la population et la main-d'œuvre croissent pendant toute la période en se basant sur les projections moyennes des Nations Unies pour 2010-2050. Ils ont considéré comme scénario de référence une situation « sans changements climatiques ». Deux scénarios ont été simulés pour la croissance globale de la productivité totale des facteurs sur deux sous-périodes : une croissance annuelle faible du taux de croissance de la productivité (0,3%) et une croissance annuelle élevée (2,3%). Ainsi, les auteurs simulent quatre scénarios au total, à savoir deux scénarios contrefactuels sans changement climatique et avec une croissance de la productivité faible et élevée, respectivement, et deux scénarios avec changement climatique et une croissance de la productivité faible et élevée, respectivement. Les résultats montrent que, malgré la réduction prévue de la productivité agricole, les effets négatifs peuvent potentiellement être assez limités. Cela s'explique par le fait que les échelles de temps impliquées et le faible point de départ de l'économie laissent amplement de temps pour la substituabilité des facteurs (c'est-à-dire le remplacement de la productivité réduite des terres par une utilisation accrue du capital et du travail) et l'augmentation de la productivité globale. Cela indique que les politiques qui donnent aux agriculteurs la possibilité d'investir dans l'adaptation autonome au climat, ainsi que les politiques qui améliorent la performance globale de l'économie, peuvent être aussi importantes pour réduire les impacts du changement climatique dans l'économie que les politiques gouvernementales directes d'adaptation au climat.

Gebreegziabher et al. (2015) analysent sur les impacts économiques des ajustements induits par les changements climatiques sur la performance de l'agriculture éthiopienne, en utilisant un modèle EGC pour la période 2010-2060. Les impacts sur l'agriculture sont estimés à l'aide d'un modèle ricardien, où la production agricole actuelle est fonction de la température et des précipitations, entre autres, et où l'agriculture future est supposée suivre la même fonction climatique. Sur cette base, le changement climatique est modélisé comme une baisse de la productivité des terres et des actifs d'élevage, plutôt que comme une baisse des rendements agricoles. Cela permet aux agents de s'adapter aux changements de productivité en utilisant davantage de travail et/ou de capital afin de limiter les pertes de rendement. Sur la base de référence fictive « sans changement climatique », deux scénarios différents sont utilisés pour la croissance de la productivité globale: une productivité constante tout au long de la période de simulation ; et une croissance annuelle de 2,58 % (le taux auquel la productivité a augmenté au cours de la période postérieure à 1992). Les résultats montrent que l'effet du changement climatique global devrait être relativement faible jusqu'en 2030 environ, mais s'aggravera considérablement par la suite. Par ailleurs, les résultats indiquent que, sur une période de 50 ans, la réduction prévue de la productivité agricole pourrait entraîner une diminution du revenu moyen de quelque 20 % par rapport au résultat qui aurait prévalu en l'absence de changement climatique.

Montaud et al (2017) explorent les effets économiques et sociaux potentiels induits par une possible détérioration future des conditions météorologiques sur l'agriculture du Niger à l'aide d'un modèle EGC dynamique micro simulé. Ils montrent comment une diminution moyenne sur 25 ans (2015-2040) des rendements des principales cultures pourrait affecter négativement la croissance, la pauvreté et la sécurité alimentaire dans le pays. Enfin, ils analysent l'opportunité de la mise en place de certaines stratégies pour faire face aux nouvelles conditions climatiques du Niger, comme l'amélioration de l'accès aux zones rurales, le renforcement des capacités d'irrigation ou le remplacement des variétés traditionnelles par des variétés modernes.

Sawadogo et Fofana (2021) évaluent les effets du changement climatique sur les inégalités économiques dans une perspective sexospécifique (voir plus loin) au Burkina Faso à travers un modèle d'équilibre général calculable statique. Le choc climatique est introduit suivant une approche stochastique pour tenir compte des incertitudes dans l'évolution du climat et ses effets sur les rendements agricoles au Burkina Faso. Par ailleurs, les auteurs introduisent une migration rurale-urbaine en supposant que les populations migrent dans les villes sous la

contrainte des chocs climatiques. Les résultats de l'étude montrent que la baisse des rendements des cultures réduit la valeur ajoutée agricole et que la propagation du choc climatique du secteur agricole aux secteurs non agricoles reste défavorable aux femmes en moyenne.

2.1.2. Analyse des effets de la variabilité climatique

Au-delà des effets moyens à long terme du changement climatique, certains travaux mobilisent des modèles EGC pour analyser les conséquences d'une modification de la variabilité du climat.

L'un des travaux pionnier est celui de Cabral (2012) qui, sans se référer explicitement au changement climatique, analyse l'impact de chocs pluviométriques sur la pauvreté à l'échelle des différentes zones agro-écologiques du Sénégal à l'aide d'un modèle EGC dynamique. La pluviométrie est directement introduite dans le modèle à travers un indice pluviométrique calculé à partir des données du service météorologique. Une série de chocs pluviométriques correspondant aux années d'excédent et de chutes de la pluviométrie observée au cours des décennies 1980 et 1990 ont été simulés. Les résultats montrent que, globalement, une chute de la pluviométrie entraîne une hausse de l'incidence de la pauvreté au Sénégal alors que les périodes d'excédents sont marquées par un recul de la pauvreté. Par ailleurs, ces aléas pluviométriques contribuent à renforcer les différences régionales de pauvreté.

Montaud et al (2017), déjà cité, examinent également les effets négatifs des épisodes de sécheresse sévères au Niger. Ils montrent par exemple que les périodes de sécheresse sont caractérisées par une très forte augmentation des taux de pauvreté et de la pauvreté alimentaire. Les effets négatifs qui en résultent risquent de se renforcer avec l'augmentation probable de leur intensité et de leur fréquence avec le changement climatique.

Un travail de même nature est effectué pour le Mali par Montaud (2019) avec un modèle EGC dynamique. En se basant sur l'Indice de Gravité de Sécheresse de Palmer (PDSI) amélioré avec l'équation de Penman-Monteith (pm), plusieurs scénarios tenant compte de différents niveaux d'intensité et de fréquence des sécheresses sur une période de 15 ans sont simulés en fonction de deux paramètres clés à savoir l'intensité de chaque choc annuel lié à la sécheresse et la fréquence d'occurrence des événements sur la période de simulation. Il montre, d'une part, comment les sécheresses légères, modérées et intenses que connaît le pays contribue à entraver ses performances économiques et à dégrader considérablement le bien-être de ses ménages. D'autre part, il montre comment ces impacts négatifs pourraient être aggravés à l'avenir par l'augmentation probable du nombre de sécheresses intenses menacées par le changement

climatique mondial. Enfin, il montre que le Mali dispose d'une certaine marge de manœuvre en termes de politiques de gestion du risque de sécheresse, telles que l'adoption de variétés de cultures tolérantes à la sécheresse, l'utilisation de systèmes d'alerte précoce à la sécheresse ou l'extension des capacités d'irrigation.

2.2. Intégration des problématiques du genre dans la modélisation EGC

Les modalités de l'insertion des problématiques de genre dans les modèles EGC est une thématique relativement récente qui a été explorée à partir du début des années 2000. Une revue de cette littérature est synthétisée dans Fontana et al. (2014, 2020). Elle fait notamment apparaître que la dimension genre peut être intégrée de différentes manières et à des degrés divers dans la modélisation EGC.

2.2.1. Analyses qui incluent à minima le genre en désagrégeant certaines variables ou secteurs clefs

La première voie pour intégrer la dimension genre dans les modèles EGC se limite à une désagrégation par sexe des comptes traditionnels déjà présents dans ces modèles tels que les facteurs de production, les activités économiques ou les ménages.

Dans un travail pionnier, Arndt et Tarp (2000) examinent par exemple les interactions entre les améliorations des technologies agricoles, les comportements de réduction des risques des ménages et les rôles respectifs des hommes et des femmes dans la production agricole au Mozambique. Pour les activités agricoles, ils incluent notamment une désagrégation par sexe du facteur travail permettant d'identifier les activités à forte intensité en main-d'œuvre féminine (principalement les cultures vivrières, dont, notamment, la culture du manioc qui est surtout destinée à la consommation locale) et ceux à forte intensité en main-d'œuvre masculine (principalement les cultures de rente et l'élevage). Ils incluent également une variable de risque permettant d'expliquer les inégalités observées entre les sexes. Ainsi, la forte concentration des femmes dans la culture du manioc s'explique par le fait que leur responsabilité première est de nourrir leur famille. Le manioc est en effet une culture à faible risque (fortement nutritive, résistante aux sécheresses et pouvant être facilement stocké). Leurs simulations montrent alors qu'une innovation technologique appliquée à toutes les cultures agricoles (y compris le manioc) augmente la production globale et réduit le risque. Cela entraîne une réaffectation de la main-d'œuvre féminine vers d'autres activités, notamment de rente, et une augmentation parallèle du salaire féminin. Elles montrent également qu'une réduction des coûts de commercialisation

augmente les écarts de rémunération entre la main-d'œuvre agricole masculine et féminine, car les agriculteurs masculins ont tendance à produire des biens dont la part commercialisée est relativement plus élevée.

De nombreuses études se sont inspirées de ce premier travail (Thurlow, 2006 ; Arndt et al., 2006 ; Arndt et al., 2011, Latorre, 2016, Al-Haboby et al., 2016)). Parmi les plus récentes, deux études menées par la Banque Mondiale (World Bank, 2019a ; 2019b) utilisent par exemple un modèle EGC dynamique récursif incluant une offre de travail différenciée entre les hommes et les femmes, pour évaluer l'impact des effets d'une amélioration de l'efficacité du système éducatif dans le sens d'un maintien des filles à l'école (ce qui diminue également indirectement leur taux de fécondité), d'une augmentation du rendement des terres détenues par les femmes et d'une amélioration de la productivité des femmes travaillant dans les secteurs non-agricoles en Guinée et au Niger. Dans le même esprit, Souratié et al. (2019) évaluent pour leur part l'impact des politiques agricoles sur l'emploi et le revenu des femmes au Burkina Faso. Ils désagrègent les facteurs de production (travail et capital) selon le genre tout en faisant l'hypothèse que, pour les branches agricoles, l'utilisation des moyens de production et la productivité des facteurs sont différentes selon le genre du chef d'exploitation (la technologie de production utilisée par un homme propriétaire d'une terre est différente de celle utilisée par une femme). Les résultats de leurs simulations montrent que l'accroissement des ressources productives (terre, équipements agricoles, engrais) au profit des femmes contribuent à améliorer la sécurité alimentaire, la croissance économique et les conditions de vie des femmes. Dans une approche similaire, Sawadogo et Fofana (2021) évaluent l'impact du changement climatique au Burkina Faso. Leurs résultats indiquent que les chocs climatiques défavorisent les activités des femmes comparativement à celles des hommes.

2.2.2. Analyses qui incluent la sphère domestique de l'économie et une offre endogène de travail

La seconde voie pour intégrer la dimension genre dans les modèles EGC passe par une représentation de la sphère domestique à côté de la sphère marchande. Depuis quelques décennies, les problématiques liées à l'économie domestique font en effet l'objet d'une attention particulière dans la littérature économique. Ces activités, qui incluent la production de services produits et consommés par les ménages eux-mêmes (tels que par exemple la préparation des repas, les corvées d'eau, les soins et l'éducation des enfants, etc.) sont particulièrement importantes dans le contexte spécifique des économies en développement. D'une part parce qu'en contribuant à la production de biens et de services essentiels au bien-

être des ménages et en mobilisant des ressources économiques (tel que le travail par exemple), elles interagissent avec le fonctionnement global des économies. D'autre part, parce que les femmes sont en général surreprésentées dans ce type d'activité.

Dans cet esprit, Fontana et Wood (2000) et Fontana (2001, 2002) incluent les activités domestiques non rémunérées des ménages dans un modèle EGC. Dans leur logique, chaque groupe d'individus arbitre entre offrir son travail (ici mesuré en quantité d'heures) dans la sphère marchande conventionnelle ou utiliser ces heures pour la production domestique non rémunérée. Le temps non-travaillé (ou « loisir ») est pour sa part considéré comme un résidu du temps total disponible. Dans ce cadre, contrairement au cadre traditionnel de la modélisation EGC, l'offre sur le marché du travail des différents groupes d'individus devient désormais endogène. Quelques caractéristiques reflétant les inégalités entre les hommes et les femmes sont alors ici introduites à travers certains paramètres clefs du modèle. Il est notamment supposé que la production domestique est majoritairement assurée par les femmes plutôt que par les hommes et que l'élasticité de substitution du travail masculin et féminin est faible, reflétant ainsi des différences de rôles sociaux entre les genres.

De nombreux travaux ultérieurs se sont inspirés de ces analyses initiales (avec parfois quelques variations) pour montrer que la prise en compte des activités domestiques et d'une offre de travail endogène modifie les conclusions concernant l'impact des politiques de libéralisation commerciale dans les Pays en Développement. Au Népal, Fofana et al (2003) montrent par exemple qu'un rôle accru des hommes dans la production domestique réduit l'impact négatif de la réduction de droits de douane sur les femmes. Au Pakistan, Siddiqui (2009) utilise un tel cadre pour évaluer les effets en termes de genre des politiques de libéralisation commerciale. En Uruguay, Terra et al. (2008) montrent notamment que les exportations uruguayennes étant relativement intensives en main-d'œuvre, la libéralisation des échanges améliore la situation des femmes en termes d'emploi et de salaire surtout pour les travailleurs non qualifiés. Dans leur étude comparative pour le Ghana, le Honduras, le Sénégal et l'Ouganda, Cockburn et al. (2008) analysent les effets de la libéralisation du commerce sur la croissance en se basant sur un modèle EGC dynamique. Ils montrent par exemple que cette politique accroît l'écart salarial moyen entre les hommes et les femmes dans tous les pays africains alors qu'elle est relativement neutre au Honduras.

Plus récemment, ce type d'analyse a été utilisée pour analyser l'efficacité de politique permettant de réduire les inégalités de genre. Cicowiez (2018) évalue par exemple l'impact des mesures politiques sur l'économie des soins en Amérique latine en quantifiant les impacts

macro et méso à court et à long terme d'une augmentation de la fourniture par le gouvernement de services liés à l'économie des soins. En effet, en Amérique latine, l'emploi féminin rémunéré et non rémunéré prédomine dans les secteurs liés à ce type d'activité. Par conséquent, l'offre de main-d'œuvre féminine est fortement dépendante de leur développement. L'auteur suppose que les ménages peuvent substituer entre le travail des soins non rémunérés et les services de soins fournis par le marché et le gouvernement. Les simulations envisagent ainsi des changements dans l'offre gouvernementale de ces services. Dans le même esprit, Cikowiez et Lofgren (2021) distingue différents types de productions domestiques en Corée du Sud: les soins des enfants, les soins pour les personnes âgées et les autres tâches domestiques. Ils envisagent la possibilité que ces différents services soient produits par les ménages eux-mêmes ou offerts par des activités privées ou des services publics sociaux. Dans ce cadre, ils simulent des investissements publics destinés à augmenter la qualité de ces services à la personne et évaluent, entre autres choses, leur impact sur les salaires féminins ainsi que sur le temps de travail accordé aux activités domestiques par les femmes.

2.3. Positionnement de notre analyse par rapport à cette littérature

Notre analyse s'inscrit spécifiquement dans une approché d'économie appliquée prenant le Burkina-Faso comme objet d'étude. Mais, au-delà de la simple étude de cas, sa contribution à la littérature économique apparait finalement double :

1) En ce qui concerne les chocs climatiques dont nous tentons d'évaluer les conséquences au Burkina-Faso, nous nous centrons sur la variabilité à court ou moyen terme du climat plutôt que sur les tendances à long terme de celui-ci, qui sont souvent plus privilégiés dans les analyses EGC. Dans cet esprit, dans la lignée des travaux Cabral (2012), Montaud et al. (2017, 2019) nous considérons alors deux types de variabilité :
    - Une variabilité pluviométrique de court-terme (supposée « normale ») telle que celle que le pays a pu expérimenter ces 15 dernières années.
    - Une variabilité de moyen-terme (supposée « exceptionnelle ») focalisant sur les épisodes de sécheresse sévères qui affectent rarement mais régulièrement le pays.
2) En ce qui concerne l'inclusion de la dimension genre dans notre modélisation EGC, nous nous inscrivons dans une double lignée :
    - Celle des travaux pionniers de Arndt et Tarp (2000), en faisant reposer notre analyse sur une désagrégation par genre des activités agricoles, permettant

d’identifier la situation particulière des femmes agricultrices, et des actifs agricoles permettant d’identifier le facteur travail féminin.

- Celle des travaux pionniers de Fontana et Wood (2000), en incluant la problématique du travail familial domestique dans les zones rurales Burkinabé et une offre endogène de travail pour les individus.

3. Un MEGC « genrée » de l'économie Burkinabé

Notre modèle EGC est un modèle dynamique récursif adapté du modèle PEP1-t (Decaluwé et al, 2013). Du côté des agents représentatifs, il distingue : un ménage agricole (Men^{Agr}), un ménage non-agricole (Men^{Nagr}), un agent entreprise (*FIRM*), un agent gouvernemental (*APU*) et un agent non résident (*RDM*). Du côté des branches et des produits, il distingue 46 activités de production dont 30 agricoles. Ces dernières sont différenciées selon le caractère pluvial ou irriguée de l'activité. En outre, dans l'esprit des travaux qui incluent à minima le genre en désagrégeant certains secteurs clefs (par exemple Arndt et al., 2000), elles sont également différenciées selon le genre du chef d'exploitation (homme ou femme). Du côté des facteurs de production, aucune désagrégation n'a été faite pour le capital. La désagrégation du facteur travail repose en revanche sur deux critères : la nature du travail (familial ou salarié) et, ici encore, le genre. Sur cette base, il existe donc quatre catégories de travailleurs (indicés *l*) dans le modèle : la main d'œuvre familiale féminine (*Mof_fem*), la main d'œuvre familiale masculine (*Mof_mal*), la main d'œuvre salariée féminine (*Sal_fem*) et la main d'œuvre salariée masculine (*Sal_mal*).

3.1. Logique générale de fonctionnement du modèle

3.1.1. Spécifications intra-périodes : nature de l'Équilibre Général

La logique générale du modèle pour chaque période repose sur les hypothèses standards de la modélisation en Équilibre Général Calculable qui sont généralement retenues pour une économie en développement.

Du côté de l'offre, chaque producteur est supposé maximiser son profit en combinant les différents types de facteurs à disposition dans l'économie. Ce processus de production des branches d'activité est représenté à travers une structure de plusieurs fonctions CES emboitées (voir Figure 1). Au premier niveau (CES_1), chaque branche *j* utilise du facteur capital ($K_{j,t}$) et du facteur travail composite ($LDC_{j,t}$) pour générer de la valeur ajoutée ($VA_{j,t}$). La règle de partage entre ces deux types de facteurs découle d'un comportement de maximisation du profit. Elle est déterminée par leur niveau de rémunération respectif ($r_{j,t}$) et ($wc_{j,t}$), supposés connus par le producteur, ainsi que par leur élasticité de substitution (σ_j^{VA}).

$$(1)\quad VA_{j,t} = B_j^{VA}.\left[\beta_j^{VA}.LDC_{j,t}^{-\rho_j^{VA}} + \left(1-\beta_j^{VA}\right).K_{j,t}^{-\rho_j^{VA}}\right]^{-\frac{1}{\rho_j^{VA}}} \qquad \forall j$$

(2) $LDC_{j,t} = \left[\frac{\beta_j^{VA}}{1-\beta_j^{VA}} . \frac{r_{j,t}}{wc_{j,t}}\right]^{\sigma_j^{VA}} . K_{j,t} \qquad \forall j$

Au deuxième niveau (CES_2), la demande de facteur travail composite se partage entre les travailleurs salariés ($LDC_{j,t}^{SAL}$) et les travailleurs familiaux ($LDC_{j,t}^{MOF}$). Ces derniers ne sont pas supposés être utilisés dans les branches non agricoles. En revanche, les enquêtes emplois indiquent que ce facteur de production, d'un caractère particulier, est majoritaire dans les branches agricoles, notamment dans les petites exploitations de culture vivrière, qui sont prépondérantes au Burkina Faso. En règle générale, ces travailleurs ne sont pas considérés comme étant rémunérés malgré leur participation réelle à la création de valeur ajoutée. En d'autres termes, dans la logique de la modélisation EGC, cela reviendrait à considérer que leur productivité marginale est nulle. Or, il n'est pas réellement possible de coupler un facteur de production non rémunéré avec des fonctions de production CES dans lesquelles la productivité marginale ne peut être nulle. Pour surmonter cette difficulté, nous considérons donc ici que ces travailleurs familiaux perçoivent de fait une part de la valeur ajoutée en contrepartie de leur travail($w_{j,t}^{MOF}$). C'est d'ailleurs dans cette logique qu'ils sont intégrés dans la Matrice de Comptabilité Sociale associée au modèle. Dans ce cadre, il devient possible de considérer que le partage entre les deux types de facteurs travail se détermine en fonction de leur coût relatif et de leur degré de substitution ($w_{j,t}^{SAL}$; $w_{j,t}^{MOF}\sigma_j^{LC}$).

(3) $LDC_{j,t} = B_j^{LC} . \left[\beta_j^{LC} . LDC_{j,t}^{SAL^{-\rho_j^{LC}}} + \left(1-\beta_j^{LC}\right) . LDC_{j,t}^{MOF^{-\rho_j^{LC}}}\right]^{-\frac{1}{\rho_j^{LC}}} \quad \forall j \in JAGR$

(3′) $LDC_{j,t} = LDC_{j,t}^{SAL} \qquad \forall j \in JNAGR$

(4) $LD_{j,t}^{SAL} = \left[\frac{\beta_j^{LC}}{1-\beta_j^{LC}} . \frac{w_{j,t}^{MOF}}{w_{j,t}^{SAL}}\right]^{\sigma_j^{LC}} . LD_{j,t}^{MOF} \quad \forall j \in JAGR$

Au troisième niveau (CES_3 et CES_3'), la demande des branches pour chaque type de facteur travail (familial et salarié) se partage entre travail féminin ($LD_{j,t}^{Sal_Fem}$; $LD_{j,t}^{Mof_Fem}$) et travail masculin ($LD_{j,t}^{Sal_Mal}$; $LD_{j,t}^{Mof_Mal}$). L'hypothèse implicite est donc ici que le travail féminin et masculin ne sont pas homogènes et ni parfaitement substituables. Comme nous l'avons évoqué dans notre revue de la littérature, nous nous inscrivons donc dans la logique des travaux intégrant la problématique du genre dans la modélisation EGC à travers la désagrégation du facteur travail dans l'esprit des travaux pionniers de Arndt et Tarp (2000). Dans ce cadre, il est possible de déterminer une règle de partage entre les travailleurs féminins et masculins en

fonction de leurs niveaux de rémunération respectifs et de leurs degrés de substitution $(w_t^{Sal_Fem}, w_t^{Sal_Mal}, w_t^{Mof_Fem}, w_t^{Mof_Mal}, \sigma_j^{LCS} \sigma_j^{LCF})$.

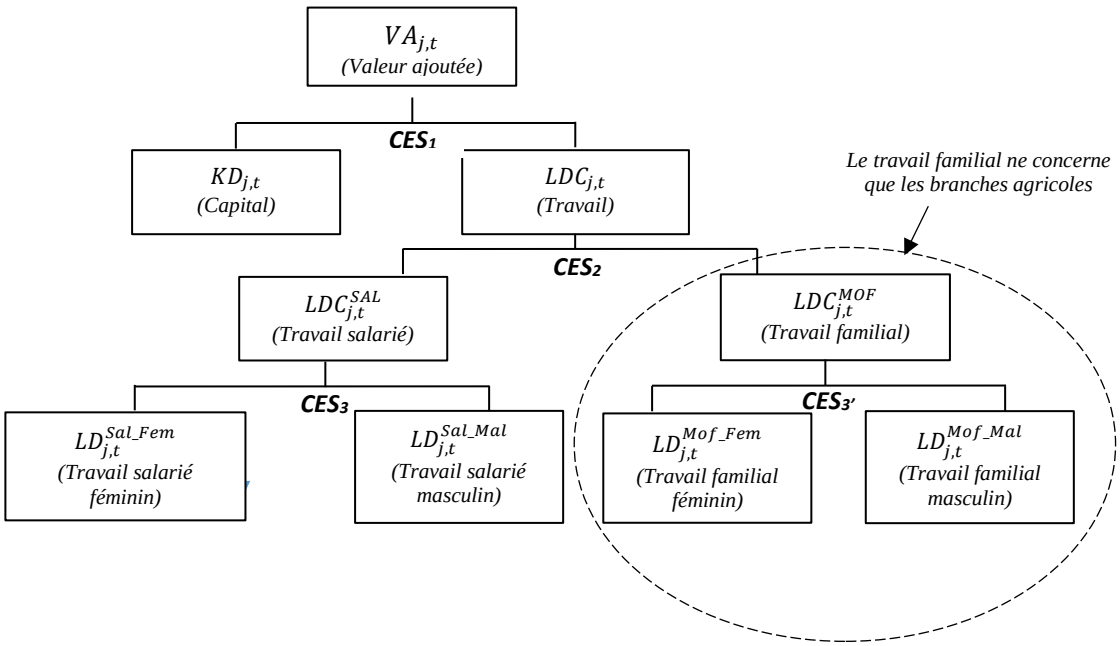
$$(5)\quad LDC_{j,t}^{SAL} = B_j^{LCS}.\left[\beta_j^{LCS}.LD_{j,t}^{Sal_Fem\,-\rho_j^{LCS}} + \left(1-\beta_j^{LCS}\right).LD_{j,t}^{Sal_Mal\,-\rho_j^{LCS}}\right]^{-\frac{1}{\rho_j^{LCS}}} \quad \forall j$$

$$(6)\quad LD_{j,t}^{Sal_Fem} = \left[\frac{\beta_j^{LCS}}{1-\beta_j^{LCS}}.\frac{w_t^{Sal_Mal}}{w_t^{Sal_Fem}}\right]^{\sigma_j^{LCS}}.LD_{j,t}^{Sal_Mal} \quad \forall j$$

$$(7)\quad LDC_{j,t}^{MOF} = B_j^{LCF}.\left[\beta_j^{LCF}.LD_{j,t}^{Mof_Fem\,-\rho_j^{LCF}} + \left(1-\beta_j^{LCF}\right).LD_{j,t}^{Mof_Mal\,-\rho_j^{LCF}}\right]^{-\frac{1}{\rho_j^{LCF}}} \quad \forall j \in JAGR$$

$$(8)\quad LD_{j,t}^{Mof_Fem} = \left[\frac{\beta_j^{LCF}}{1-\beta_j^{LCF}}.\frac{w_t^{Mof_Mal}}{w_t^{Mof_Fem}}\right]^{\sigma_j^{LCF}}.LD_{j,t}^{Mof_Mal} \quad \forall j \in JAGR$$

Figure 1 : Structure des processus de production des branches



Du côté des revenus, chaque type d'agent représentatif privé perçoit en premier lieu les revenus de ces facteurs sur la base de ses dotations initiales. Les ménages agricoles perçoivent ainsi exclusivement les revenus du travail générés par les activités agricoles. Les agents perçoivent en second lieu des revenus secondaires en provenance du gouvernement ou des autres agents. Ces revenus sont utilisés pour payer des impôts et pour les dépenses de consommation. Le solde détermine le niveau d'épargne de chaque agent.

Du côté de la demande, la consommation des ménages est spécifiée à travers une fonction LES (*Linear Expenditure System*) dérivée de la maximisation d'une fonction d'utilité de type Stone et Geary. La consommation du gouvernement est pour sa part supposée exogène.

Du côté des marchés, chaque produit ou chaque facteur travail est échangé sur son marché respectif avec des prix déterminés de manière endogène. A ce niveau, dans l'esprit Walrassien du modèle, il est nécessaire de fixer un numéraire. Ici, c'est le taux de change qui joue ce rôle. Le marché des capitaux n'est pas modélisé explicitement. Le niveau nominal des investissements est simplement déterminé par le niveau d'épargne disponible dans l'économie (mode de bouclage « *saving driven* »).

Au final, dans ce cadre, l'équilibre général de l'économie est défini par le vecteur des prix et des salaires pour lesquels la demande égale l'offre sur tous les marchés simultanément.

3.1.2. Spécifications inter-périodes et logique d'utilisation du modèle pour les simulations

La dynamique du modèle se fait dans une logique récursive sans considération de comportements d'anticipations des agents dans leurs prises de décisions économiques entre deux périodes (voir Decaluwé et al., 2013 pour plus de détails).

Le modèle peut être utilisé pour simuler, sur une période de temps donnée, l'évolution de l'économie Burkinabé sous les effets de différents chocs ou politiques économiques. Dans un premier temps, de nombreux paramètres et variables exogènes sont supposés évoluer d'une période à l'autre pour définir un scenario contrefactuel selon un taux de croissance donné. Dans un second temps, différents scénarios de chocs climatiques et de politiques d'adaptation seront simulés. Les résultats de ces simulations seront alors présentés en comparaison avec ceux du scénario contrefactuel (voir sections 4, 5 et 6).

3.2. Prise en compte des activités de production domestique

La principale originalité de notre modèle par rapport au modèle PEP1-t concerne l'introduction des activités domestiques non rémunérées des ménages dans le fonctionnement global de l'économie. Dans l'esprit des travaux pionniers de Fontana et Wood (2000), cette insertion est notamment l'occasion d'introduire d'autre dimensions liées au problématique du genre dans le modèle.

3.2.1. Arbitrage Travail-Loisir-Production domestique pour les ménages

Le point de départ de l'analyse repose sur l'hypothèse que chaque ménage représentatif *h* (urbain et rural) arbitre entre de trois types de « biens » :

(i) La consommation de temps de « loisir » pour les différents membres actifs (de type *l*) qui le compose ($LO_{h,t}^{Sal_Fem}, LO_{h,t}^{Sal_Mal}, LO_{h,t}^{Mof_Fem}$ et $LO_{h,t}^{Mof_Mal}$);

(ii) La consommation de biens produits conjointement par les différents membres du ménage dans la sphère domestique ($CZ_{h,t}$). Par soucis de simplification, on supposera ici que ces productions correspondent à un bien unique agrégeant les différents produits domestiques (s'occuper des enfants, faire les repas, aller chercher de l'eau, etc.);

(iii) La consommation des différents biens produits par les activités économiques en dehors de la sphère domestique du ménage ($C_{h,i,t}$)

Pour déterminer la demande de chacun de ces « biens », on suppose que chaque ménage *h* maximise son utilité sous contrainte de son budget total. Comme dans le modèle PEP1-t, la fonction d'utilité est supposée être de forme Stone et Geary. Mais elle combine désormais les trois types de biens qui sont donc supposés être des substituts imparfaits, avec, dans chaque cas, un niveau minimum de consommation supposé exogène. Le budget total du ménage ($FY_{h,t}$) correspond pour sa part aux différents revenus qu'il perçoit de la sphère non-domestique de l'économie ($YH_{h,t}$), augmentés de la valeur de la production domestique qu'il génère ($PZ_{h,t}.Z_{h,t}$) et des « revenus » issus du temps de loisir. La valeur de ce dernier est déterminée par son coût d'opportunité, c'est-à-dire, par le taux de rémunération espéré sur le marché du travail dans la sphère non-domestique de l'économie par les différents membres actifs du ménage qui l'utilise (w_t^l). Le programme de maximisation est ainsi le suivant :

(9) MAX $U_{h,t} = \prod_l \left(LO_{h,t}^l - \overline{LOmin_h^l}\right)^{\beta l_h^l} . \left(CZ_{h,t} - \overline{CZmin_h}\right)^{\beta z_h} . \prod_i \left(C_{h,i,t} - \overline{Cmin_{h,i}}\right)^{\beta c_{h,i}}$

Avec : $\sum_l \beta l_h^l + \beta z_h + \sum_i \beta c_{h,i} = 1 \quad \forall h \quad (Loi\ d'Engel)$

Sous-contrainte :

(10) $FY_{h,t} = YH_{h,t} + PZ_{h,t}.Z_{h,t} + \sum_l w_t^l . (LO_{h,t}^l + \overline{LOmin_h^l}) \quad \forall h = Men^{Agr}, Men^{NAgr}$

A l'équilibre du consommateur, les conditions de premier ordre de ce programme de maximisation permettent de déterminer les fonctions de demande du ménage *h* pour chaque type de bien.

$$(11)\ LO_{h,t}^{l} = \overline{LOmin_{h}^{l}} + \frac{\beta l_{h}^{l}.(CTH_{h,t} - \sum_{i} PC_{i,t}.\overline{Cmin_{h,i}})}{w_{t}^{l}.(1 - \sum_{l} \beta l_{h}^{l} - \beta z_{h})} \qquad \forall h$$

$$(12)\ C_{h,i,t} = \overline{Cmin_{h,i}} + \frac{\beta c_{h,i}.(CTH_{h,t} - \sum_{i} PC_{i,t}.\overline{Cmin_{h,i}})}{PC_{i,t}.(1 - \sum_{l} \beta l_{h}^{l} - \beta z_{h})} \qquad \forall h$$

$$(13)\ CZ_{h,t} = \overline{CZmin_{h}} + \frac{\beta z_{h}.(CTH_{h,t} - \sum_{i} PC_{i}.\overline{Cmin_{h,i}})}{PZ_{h,t}.(1 - \sum_{l} \beta l_{h}^{l} - \beta z_{h})} \qquad \forall h$$

3.2.2. Offres endogènes de travail et conditions d'équilibre sur le marché du travail dans la sphère non-domestique

Dans ce cadre analytique, la quantité de travail se mesure désormais en heures (et non en termes de nombres d'individus). Chaque membre actif de type *l* d'un ménage *h* dispose ainsi d'un volume horaire de temps disponible ($TIME_{h}^{l}$) qu'il peut allouer entre les « loisirs » ($LO_{h,t}^{l}$), la production du bien domestique($LZ_{h,t}^{l}$) ou un emploi rémunéré dans la sphère non-domestique de l'économie ($LS_{h,t}^{l}$)[3]. Les temps passés dans ces trois différentes activités sont ici supposés mutuellement exclusifs, c'est-à-dire qu'une même heure ne peut pas être utilisée simultanément dans deux activités différentes (par exemple garder les enfants tout en travaillant). En posant $\overline{TRAVH_{h}^{l}} = \overline{TIME_{h}^{l}} - \overline{LOmin_{h}^{l}}$, le temps que les hommes ou les femmes accordent aux différentes activités une fois exclue le temps de loisir minimum qu'ils utilisent pour leur bien-être, l'équation (13) est transformée pour spécifier l'offre de travail du ménage *h* par catégorie de travailleurs *l* dans la sphère non-domestique de l'économie.

$$(14)\ LS_{h,t}^{l} = \overline{TRAVH_{h}^{l}} - LZ_{h,t}^{l} + \frac{\beta l_{h}^{l}.(CTH_{h,t} - \sum_{i} PC_{i,t}.\overline{Cmin_{h,i}})}{w_{t}^{l}.(1 - \sum_{l} \beta l_{h}^{l} - \beta z_{h})} \qquad \forall h\ et\ \forall l$$

Avec ce choix de modélisation, l'offre de travail sur chaque segment du marché du travail est désormais endogène car en partie déterminée par l'utilisation du temps pour les activités domestiques et le loisir au sein des ménages. Elle correspond à la somme des offres de travail que les différents membres des ménages expriment sur chacun de ces segments. Dans

[3] Pour éviter toute confusion, il convient de souligner que le travail familial dont il a été fait mention dans le paragraphe 3.2.1., n'est pas ici considéré comme du travail domestique mais bien comme du travail dans la sphère non-domestique de l'économie (les activités agricoles) contribuant à la création d'une valeur ajoutée évaluée par la Comptabilité Nationale.

ce cadre, les équations suivantes viennent donc remplacer les équations d'équilibre des marchés du travail déjà présentes dans le modèle PEP1-t.

(15) $LSTot_t^l = \sum_h LS_{h,t}^l \qquad \forall l$

Le cas des travailleurs familiaux masculins et féminins présents dans les branches agricoles mérite toutefois un peu plus d'attention compte tenu de la nature particulière de ces actifs et la nature de la relation qui les lie aux exploitants agricoles. On a déjà souligné que ces travailleurs percevaient une rémunération en contrepartie de leur participation aux activités de production. Toutefois, il est difficile de considérer que cette rémunération s'apparente à un salaire qui s'établirait sur un « marché du travail familial ». Nous avons donc choisi de fixer cette rémunération à un très faible niveau comparativement aux salariés agricoles traditionnels. Ce niveau est déterminé à l'équilibre initial compte-tenu des données sur les revenus associés à ce facteur qui apparaissent dans la Matrice de Comptabilité Sociale et de celles sur les quantités de main-d'œuvre qui sont fournies par les enquêtes emplois. Toutefois, dans la logique Walrassienne qui sous-tend le modèle, si un prix est fixé sur un marché, l'équilibre de ce dernier doit s'opérer par les quantités. Dans le cas d'un salaire fixé sur le marché du travail, le choix est souvent par exemple fait d'introduire une variable de chômage pour spécifier un ajustement par les quantités. Or, considérer des travailleurs agricoles familiaux féminins ou masculins au « chômage » n'a pas vraiment de sens dans le contexte agricole Burkinabé. On a donc choisi ici un autre mode de bouclage pour assurer l'ajustement sur chacun de ces deux segments du marché. Celui-ci passe par une variation de la productivité des travailleurs familiaux qui est désormais endogène dans le modèle. Dans ce cadre, en l'absence de flexibilité de leur rémunération, tout se passe donc comme si ces actifs particuliers, ajustaient la productivité des heures de travail qu'ils accordent aux activités agricoles au sein de l'entreprise familiale. En période de forte activité, et donc de demande de travail importante, ils l'ajustent à la hausse. En période de faible activité, ils l'ajustent à la baisse. Dans ce cadre, l'équation (14) précédente devient pour les travailleurs familiaux des ménages agricoles

(14′) $\rho_{h,t}^l . LS_{h,t}^l = \overline{TRAVH_h^l} - LZ_{h,t}^l + \frac{\beta l_h^l . (CTH_{h,t} - \sum_i PC_{i,t} . \overline{Cmin_{h,t}})}{w_t^l . (1 - \sum_l \beta l_h^l - \beta z_h)}$ $pour\ h = Men^{Agr} et\ \ l = Mof_{Fem};\ Mof_Mal$

3.2.3. Équilibre de l'offre et de la demande pour les biens domestiques

Comme il est de coutume dans les analyses incluant ce type d'activités, la valeur de la production domestique (Z_h) est déterminée par son coût d'opportunité. Il s'agit ici du taux de

rémunération espéré sur le marché du travail dans la sphère non-domestique de l'économie par les différents membres actifs du ménage qui la mettent en œuvre.

(16) $PZ_{h,t}.Z_{h,t} = \sum_l w_t^l.LZ_{h,t}^l \quad \forall h$

Du côté de l'offre du bien domestique, on suppose en premier lieu que le processus de production n'utilise que les différents temps de travail des membres du ménages (LZ_h^l) sans consommation intermédiaire ni facteur capital. En second lieu, à l'image de ce qui a été spécifié pour le processus de production non-domestique, on suppose également que les heures de travail féminins et masculins sont des substituts imparfaits. Elles sont donc combinées dans une fonction CES dont les valeurs des élasticités de substitution permettent de refléter le degré de rigidité des rôles de genre au sein du ménage (voir Fontana et al., 2020). La règle de partage entre ces temps de travail découle d'un comportement de maximisation compte tenu de l'élasticité de substitution et du coût d'opportunité respectif de l'utilisation de la main d'œuvre.

(17) $Z_{h,t} = A_h^Z.\left[\beta_h^Z.LZ_{h,t}^{Mal\ -\rho_h^Z} + (1-\beta_h^Z).LZ_{h,t}^{Fem\ -\rho_h^Z}\right]^{-\frac{1}{\rho_h^Z}} \quad \forall h$

(18) $LZ_{h,t}^{mal} = \left[\frac{\beta_h^Z}{1-\beta_h^Z}.\frac{w_{h,t}^{Fem}}{w_{h,t}^{Mal}}\right]^{\sigma_h^Z}.LZ_{h,t}^{fem} \quad \forall h$

Avec :

(19) $LZ_{h,t}^{Mal} = LZ_{h,t}^{Mof_Mal} + LZ_{h,t}^{Sal_Mal} \quad \forall h$

(20) $LZ_{h,t}^{Fem} = LZ_{h,t}^{Mof_Mal} + LZ_{h,t}^{Sal_Mal} \quad \forall h$

(21) $w_{h,t}^{Mal} = \frac{w_t^{Mof_Mal}.LZ_{h,t}^{Mof_Mal} + w_t^{Sal_Mal}.LZ_{h,t}^{Sal_Mal}}{LZ_{h,t}^{Mof_Mal} + LZ_{h,t}^{Sal_Mal}} \quad \forall h$

(22) $w_{h,t}^{Fem} = \frac{w_t^{Mof_Fem}.LZ_{h,t}^{Mof_Fem} + w_t^{Sal_Fem}.LZ_{h,t}^{Sal_Fem}}{LZ_{h,t}^{Mof_Fem} + LZ_{h,t}^{Sal_Fem}} \quad \forall h$

Du côté de la demande de bien domestisque, on considère simplement que cette production est entièrement autoconsommée ($CZ_{h,t}$) par le ménage qui la met en œuvre.

(26) $CZ_{h,t} = Z_{h,t} \quad \forall h$

Au final, les équations (13) à (26) sont rajoutées au modèle PEP1-t pour tenir compte de la sphère domestique de l'économie et d'une offre endogène de travail dans sa sphère non-domestique. L'équation (12), qui a été légèrement modifiée pour tenir compte de la

consommation des biens domestiques, vient remplacer la fonction de consommation déjà présente dans le modèle PEP1-t.

3.3. Initialisation et calibrage du modèle

3.3.1. Matrice de Comptabilité Sociale associée au modèle

Pour les besoins de notre étude, nous avons utilisé la dernière Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) disponible pour le Burkina Faso (PNUD, 2019). Cette matrice initiale comporte 28 branches et 31 produits, 25 produits d'exportation, 12 facteurs de production (dont 8 catégories de facteurs travail et 4 catégories de capital), 6 agents représentatifs (4 types de ménages, un agent entreprise et un agent gouvernemental) et un agent représentant le reste du monde.

Si cette MCS offre une base de départ utile pour notre analyse, elle ne peut toutefois pas être utilisée en l'état car elle ne correspond pas exactement à la structure de notre modélisation EGC, ni aux objectifs que nous nous sommes fixés. Plusieurs opérations d'agrégation et de désagrégation ont donc été nécessaires pour passer de cette MCS initiale à une MCS qui puisse être une base comptable opérationnelle pour notre modèle. Ces opérations ont nécessité de mobiliser des sources de données secondaires, essentiellement l'Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages (EHCVM, 2018).

Dans un premier temps, les 9 branches agricoles initialement été désagrégées en 30 branches en fonction de leur caractère pluvial ou irriguées et en fonction du genre du chef d'exploitation à partir des informations consignées dans le tableau A-1.1 de l'annexe 1.

Dans un second temps, les facteurs de production ont été ramenés à 5 (dont 4 types de facteurs travail). La désagrégation initiale du facteur travail agricole (selon le genre et selon le caractère familial ou salarié) a été conservée. En revanche, le facteur travail non agricole qui comportait 4 catégories dans la MCS initiale (différencié selon le genre et le niveau de qualification) a été ramené à deux en fonction du genre (travail salarié des femmes et travail salarié des hommes). De plus, les ménages qui étaient initialement définis selon le milieu de résidence et le niveau de revenu (4 catégories) ont été ramenés à deux et définis en fonction de la nature de leurs activités agricoles ou non agricoles. Le tableau A1.2 de l'annexe 1 montre la répartition de chaque type de facteur dans chaque activité agricole.

3.3.2. Calibrage du modèle

3.3.2.1. Sphère non-domestique de l'économie

La grande majorité des valeurs des variables du modèle à l'équilibre initial peuvent être déduites à partir des données de la MCS. Il en est de même pour la plupart des paramètres des différentes fonctions qui sont obtenus à partir du calibrage du modèle. Dans certains cas, ce calibrage n'est toutefois pas possible comme, par exemple, pour les fonctions de type CES où plusieurs combinaisons de paramètres peuvent permettre d'obtenir la même solution. Dans ce cas, il n'existe donc pas d'autres choix que de recourir à des estimations économétriques ou d'utiliser des valeurs usuellement reconnues dans la littérature. A ce niveau, les nombreux modèles EGC déjà élaborés pour le Burkina Faso sont des références utiles même s'ils ont été élaborés avec d'autres objectifs (par exemple Cockburn et al, 2016; Zidouemba et al, 2018). Les valeurs choisies pour les principaux paramètres du modèle sont présentées dans le tableau A1.3 en annexe 1.

A ce niveau, le choix des valeurs des élasticités de substitution entre le travail féminin et masculin mérite toutefois une plus grande attention car elles jouent un rôle central dans le modèle. En effet, plus le degré de substituabilité (complémentarité) entre le travail féminin et masculin est faible (élevé) et plus la faiblesse du taux d'activité féminine devient un frein (un moteur) de la croissance économique. Les estimations de ces paramètres varient dans la littérature économique (Zidouemba et al, 2018). En l'absence de données fiables pour le Burkina Faso on a choisi de prendre une valeur reflétant une faible substituabilité entre les hommes et les femmes (0.5).

3.3.2.2. Sphère domestique de l'économie

La production domestique n'est pas explicitement introduite dans notre MCS car elle n'est pas prise en compte par les comptables nationaux. Mais, les fonctions d'offre de travail et la nouvelle fonction de consommation doivent toutefois être calibrées pour tenir compte du temps consacré à la production domestique par les différents membres des ménages.

Le point de départ de ce calibrage concerne la dotation en actif de chaque ménage (LS_h^l), désormais exprimée en heures, et le partage initial des heures des différents actifs masculins et féminins entre les différentes activités. D'après les données de l'Enquête Nationale Budget Temps du Burkina Faso (ENBT, 2018), il apparait ainsi que :

- Les hommes utilisent 20% de leur temps disponible total à travailler dans le secteur non-domestique et 1% dans le secteur domestique.
- Les femmes utilisent 10% de leur temps disponible total à travailler dans le secteur non-domestique et 10% dans le secteur domestique.

Aucune distinction n'étant faite pour le lieu de résidence et la nature de l'activité des individus dans l'enquête, il a été fait le choix ici d'appliquer cette répartition du temps pour tous les individus masculins et féminins. Sachant que : $TIME^{l}_{h,t_0} = LS^{l}_{h,t_0} + LZ^{l}_{h,t_0} + LO^{l}_{h,t_0} \quad \forall\, h\ et\ \forall\, l$ on pose donc :

$$LS^{Mal}_{h,t_0} = 0{,}2.TIME^{Mal}_{h,t_0} \qquad LS^{Fem}_{h} = 0{,}1.TIME^{Fem}_{h,t_0}$$
$$LZ^{mal}_{h,t_0} = 0{,}01.TIME^{Mal}_{h,t_0} \qquad LZ^{fem}_{h} = 0{,}1.TIME^{Fem}_{h,t_0}$$
$$LO^{mal}_{h,t_0} = 0{,}79.TIME^{Mal}_{h,t_0} \qquad LO^{fem}_{h} = 0{,}8.TIME^{Fem}_{h,t_0}$$

Sur ces bases, on utilise la méthode de calibrage de De Melo et Tarr (1971). Selon cette procédure, les valeurs des paramètres βl^{l}_{h}, βz_h puis $TRAVH^{l}_{h,t}$ présents dans les équations 13 et 14 sont dans un premier temps déduites à partir de la valeur de l'élasticité revenu des offres de travail pour les actifs (ε^{l}_{h}) et du paramètre de Frisch ($Frisch_h$). En l'absence d'informations fiables, on a posé ces valeurs égale à -0.2 et -1.5 respectivement qui sont les valeurs généralement retenues dans la littérature économique utilisant cette procédure pour les modèles EGC.

$$\beta l^{l}_{h} = \frac{\varepsilon^{l}_{h}.w^{l}_{h,t_0}.LS^{l}_{h,t_0}}{\sum_l \varepsilon^{l}_{h}.w^{l}_{h,t_0}.LS^{l}_{h,t_0} - CTH_{h,t_0}} \quad \forall h \text{ et } \forall l$$

$$\beta z_h = \frac{\psi_h.PZ_{h,t_0}.CZ_{h,t_0}.(1-\sum_l \beta l^{l}_{h})}{\psi_h.PZ_{h,t_0}.CZ_{h,t_0} - \frac{CTH_{h,t_0}}{Frisch_h}} \quad \forall h$$

$$TRAVH^{l}_{h,t_0} = LS^{l}_{h,t_0} + LZ^{l}_{h,t_0} + \left[\frac{\beta l^{l}_{h}}{w^{l}_{h,t_0}.(1-\sum_l \beta l^{l}_{ht_0})}\right].\left[-\frac{CTH_{h,t_0}}{Frisch_h}\right] \quad \forall h\ et\ \forall l$$

Dans un deuxième temps, les valeurs des paramètres $\beta c_{h,i}$ et $\overline{Cmin_{h,i}}$ présents dans l'équation 12 sont calibrées à partir des élasticités-revenus de la consommation ε^{i}_{h}.

$$\beta c_{h,i} = \frac{(1-\sum_g \beta l^{g}_{h} - \beta z_h).\varepsilon^{i}_{h}.PC_{i,t_0}.C_{h,i,t_0}}{CTH_{h,t_0}} \quad \forall h\ et\ \forall i$$

$$\overline{Cmin_{h,i}} = C_{h,i,t_0} - \frac{\beta c_{h,i}.\frac{CTH_{h,t_0}}{Frisch_h}}{PC_{i,t_0}.(1-\sum_g \beta l^{g}_{h} - \beta z_h)} \quad \forall h\ et\ \forall i$$

4. Effets induits par la variabilité à court terme de la pluviométrie au Burkina Faso

4.1. Définition d'un scénario de variabilité à court terme de la pluviométrie

Le premier objectif de notre analyse est d'utiliser le modèle EGC pour simuler les effets induits par la variabilité pluviométrique interannuelle au Burkina Faso. L'idée principale qui sous-tend cette analyse est que cette variabilité se manifeste par des chocs exogènes affectant positivement ou négativement les rendements des activités agricoles pluviales, majoritaires dans le pays et principales pourvoyeuses de revenus pour une large partie de la population. Pour spécifier cet effet dans le modèle, on considèrera ici l'eau de pluie comme un facteur de production implicite qui détermine le paramètre d'échelle des fonctions de production de ces activités à chaque période. La productivité globale des facteurs devient ainsi une variable endogène à travers l'équation suivante :

$$B_{j,t}^{VA} = (1 + \varepsilon_j . \frac{Pluv_t - Pluv_{t-1}}{Pluv_{t-1}}) . B_{j,t-1}^{VA} \qquad \forall j \in Agriculture\ pluviale$$

Où $\varepsilon_j = \frac{dRend_{j,t}}{Rend_{j,t}} . \frac{dPluv_t}{Pluv_t}$ est l'élasticité du rendement d'une culture j par rapport à la pluviométrie

4.1.1. Estimations des élasticités des rendements des cultures par rapport à la pluviométrie

La définition d'un scénario de variabilité pouvant être simulé avec le modèle EGC repose donc en premier lieu sur l'estimation des élasticités du rendement des cultures pluviales par rapport à la pluviométrie (ε_j). L'une des difficultés à ce niveau est que l'échelle nationale de notre analyse ne permet pas de tenir compte réellement des différences climatiques entre les différentes zones du pays, ni de l'inégale répartition régionale des activités agricoles. Pour contourner cette difficulté, nous combinons les données régionales sur la pluviométrie fournies pour la période 1986-2020 par la Banque Mondiale avec les données sur le niveau de production régionale de chaque culture fournie par le Ministère de l'Agriculture Burkinabé.

Dans une première étape, nous évaluons les cumuls pluviométriques correspondant aux périodes de croissance végétative des différentes cultures dans chaque région (des semis à la récolte). Ces périodes, présentées dans le Tableau A2.1 en Annexe 2, couvrent en majorité la saison des pluies (de Mai à Octobre). Dans une deuxième étape, nous estimons le poids de chaque région en termes de production de chaque culture. Ces poids sont indiqués dans le Tableau A2.2 en Annexe 2. Ils montrent que les régions *Boucle du Mouhoun* et *Hauts Bassins*

(à l'Ouest du pays) sont les principales régions agricoles du pays. Sur ces bases, pour chaque produit agricole *j*, nous construisons ainsi un indicateur annuel national de pluviométrie ($Pluv_{j,t}$) correspondant à la moyenne des cumuls pluviométriques régionaux pondérée par la part de chaque région *r* dans la production de ce produit.

Enfin, à partir des données fournis à l'échelle nationale par la FAO sur la même période 1986-2020, nous estimons l'effet de l'indice de pluviométrie sur les rendements de chaque culture. A ce niveau, nous avons choisi un modèle économétrique linéaire qui se présente de la manière suivante pour chaque culture *j* :

$$lnRend_{j,t} = \beta_{j0} + \varepsilon_j . lnPluv_{j,t} + \mu_{jt}$$

Avec $Rend_{j,t}$ le rendement de la culture j au temps t
$Pluv_{j,t}$ le niveau de la pluviométrie liée à la culture j au temps (t)

Notre stratégie empirique repose au préalable sur l'étude de la stationnarité des deux variables (rendement et pluviométrie) à l'aide des tests de racine unitaire de Dickey-Fuller Augmenté (ADF). Il en ressort (voir tableau A2.3 de l'annexe 2) que les deux variables liées à la culture du *Maïs*, du *Riz*, du *Mil et Sorgho*, du *Fonio*, des *Tubercules* et des *Oléagineux* sont intégrées d'ordre 0 (stationnaires à niveau). Dans ce cas, la méthode des moindres carrées ordinaires (MCO) semble appropriée pour nos estimations. En revanche, les variables de rendement liées à la culture des *Légumineux*, des *Fruits et Légumes* et des *Autres cultures* sont intégrées d'ordre 1 (stationnaire à différence première) et celles de la pluviométrie liée à ces mêmes cultures sont intégrées d'ordre 0 (stationnaire à niveau). Les deux variables étant intégrées à des ordres différents, nous utilisons alors des modèles autorégressifs à retard échelonné (ARDL) pour mener nos estimations. Les résultats économétriques sont présentés dans le Tableau A2.4 de l'annexe 2). Le tableau 1 suivant résume les principales valeurs finalement obtenues pour les élasticités (ε_j).

Tableau 1 : Élasticités des rendements par rapport à la pluviométrie pour chaque type de culture (en %)

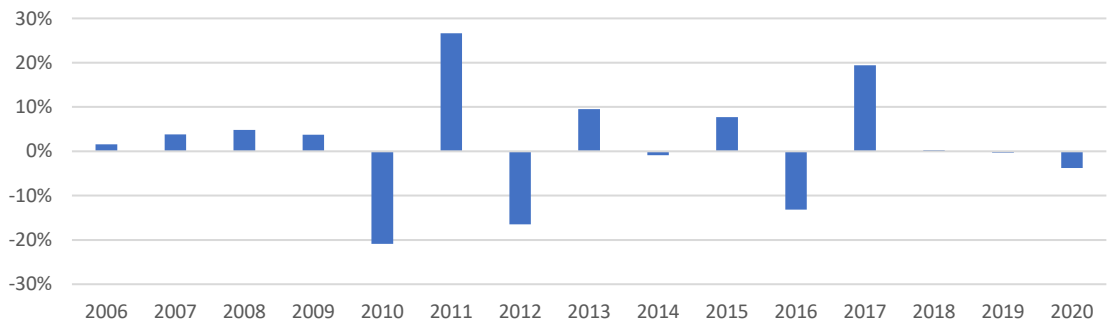
	Mais	**Riz**	**Mil et Sorgho**	**Fonio**	**Tuber-cules**	**Légumi-neuses**	**Oléagin-euse**	**Fruits et légumes**	**Autres cultures**
Elasticités	0,618	0,656	0,578	0,509	0,938	0,156	0,028	0,09	0,136

Sources : calcul des auteurs à partir des données de Banque Mondiale (https://climateknowledgeportal.worldbank.org/), FAOSTAT-Data (2022) et MAAH (2018)

4.1.2. Définition d'une période de variabilité interannuelle de la pluviométrie

La définition de notre scénario de simulation (Sc_{Var}) repose en second lieu sur la définition d'une période de variabilité interannuelle de la pluviométrie. A ce niveau, nous avons en premier lieu choisi de retenir une période de 15 ans pour nos simulations. Ce choix a été justifié par le fait qu'elle est suffisamment longue pour prendre en compte les aléas pluviométriques que subit le pays, mais également suffisamment courte pour que la structure de son économie reste cohérente avec celle qui a servi au calibrage des paramètres du modèle EGC à l'équilibre initial. En deuxième, nous avons également chois de retenir une variabilité de la pluviométrie comparable à celle qui peut être observée au Burkina Faso sur la période 2006-2020. Le graphique 5 indique les variations de la pluviométrie observées sur cette période à l'échelle nationale. On constate ainsi que 12 années peuvent être qualifiées de « *Bonnes* », c'est-à-dire bénéficiant d'un cumul de pluie excédentaire par rapport à la moyenne constatée entre 1986 et 2020) et 3 années comme « *Mauvaises* ». Sur cette base, notre simulation indiquera ce que ces variations annuelles impliquent sur l'économie Burkinabé à travers leurs effets sur le rendement de chaque culture pluviale.

Graphique 5 : Variations annuelles de la pluviométrie au Burkina Faso entre 2006 et 2020



Source : Auteurs à partir des données de https://climateknowledgeportal.worldbank.org/

4.2. Résultats de la simulation

Conformément à la logique de la modélisation EGC dynamique, nous commençons par simuler l'évolution de l'économie Burkinabé sur 15 périodes sans variabilité de la pluviométrie. Dans ce scénario contrefactuel (Sc_{Trend}), les paramètres d'échelle des fonctions de production de l'agriculture pluviale sont donc supposés constants et les variables exogènes du modèle sont supposés évoluer selon un trend donné. A ce niveau, nous avons choisi d'utiliser les projections de croissance démographique annuelles moyennes du Burkina pour définir ce trend. Dans un second temps, nous introduisons les variations de rendements induites par cette pluviométrie, en

fonction des élasticités définies dans le tableau 1 et nous simulons l'évolution de l'économie en présence des chocs annuels présentés dans le graphique 5. Les résultats obtenus pour certains indicateurs clefs sont dans les tableaux 2 et 3. Ils sont présentés en termes d'écarts observés, période par période, entre la valeur obtenue dans la simulation du scénario Sc_{Var} et celle obtenue dans la simulation du scénario Sc_{Trend}. Dans ce cadre, il convient donc de rappeler qu'ils ne doivent pas être interprétés comme des prévisions mais plutôt comme des simulations contrefactuelles permettant d'isoler, « *toute choses égales par ailleurs* », les effets des aléas pluviométriques.

4.2.1. Effets macroéconomiques et sectoriels de la variabilité pluviométrique

Les effets macroéconomiques et sectoriels de la variation de la pluviométrie sont présentés dans le tableau 2. L'enseignement principal qui peut en être tiré est que, comme attendu, les « mauvaises années » de pluviométrie (respectivement les « bonnes années ») ont un impact négatif (respectivement positif) global sur l'économie et les ménages, notamment agricoles. Mais, en moyenne sur la période de 15 années considérée, les effets positifs des bonnes années font plus que compenser les effets négatifs des mauvaises années.

Tableau 2 : Effets macroéconomiques et sectoriels (1) de la variabilité de la pluviométrie observée au Burkina Faso entre 2006 et 2020

	Sur 15 ans		**« Bonnes » années(2)**		**« Mauvaises » années(3)**	
	Moyenne	***Ecart type***	***Moyenne***	***Déviation maximum***	***Moyenne***	***Déviation maximum***
PIB réel	0,48	0,99	0,73	2,64	-0,23	-0,61
Indice des prix	-0,81	1,09	-1,27	-2,79	0,45	0,92
Revenus réel des ménages						
Agricoles	1,45	1,81	2,31	4,25	-0,90	-2,37
Non agricoles	0,53	0,57	0,79	1,16	-0,21	-0,75
Secteur non agricole						
Production	0,41	1,01	0,60	2,65	-0,13	-0,57
Prix	-0,52	1,08	-0,76	-2,90	0,16	0,54
Importations	0,00	0,19	0,00	0,37	0,03	-0,12
Exportations	0,41	1,05	0,63	2,72	-0,20	-0,78
Secteur agricole						
Production	0,67	0,89	1,03	2,38	-0,31	-0,60
Pluviale	0,69	0,91	1,13	2,41	-0,32	-0,61
Irriguée	0,15	0,46	0,24	1,16	0,00	-0,23
Prix	-1,13	1,42	-1,82	-3,22	0,78	1,85
Importations	-0,79	1,06	-1,18	-0,08	0,31	-0,04
Exportations	0,55	0,75	0,80	2,15	-0,14	-0,28

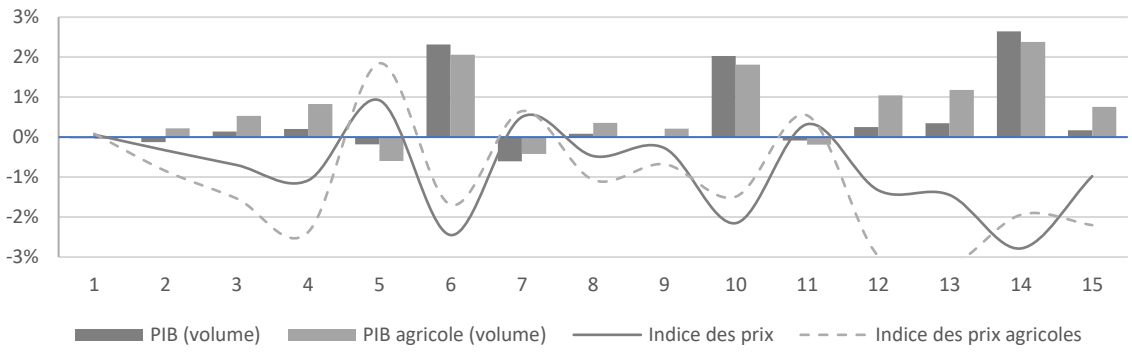
Notes : (1) Déviations en % par rapport aux valeurs du Scénario Sc_{Trend}; (2) Années où la pluviométrie à un effet positif sur le PIB national; (3) Années où la pluviométrie à un effet positif sur le PIB national.
Source : Auteurs, à partir des résultats de la simulation

Pour expliquer ces résultats et repérer les canaux de transmission des effets des chocs pluviométriques sur l'économie Burkinabé, il convient de revenir sur les mécanismes à l'œuvre dans notre modèle EGC. Dans la définition de notre scénario, un aléa pluviométrique a un effet direct (négatif ou positif) sur la productivité globale des activités agricoles pluviales. Cette diminution (augmentation) vient réduire (augmenter) la capacité de production de ces branches, modifiant ainsi leur demande de facteur travail (le facteur terre étant pour sa part supposée fixé pour une période). Toutefois, dans la logique Walrassienne qui gouverne le fonctionnement du modèle pour une période donnée, cet effet direct de la pluviométrie sur l'agriculture pluviale s'accompagne également d'effets indirects, à l'échelle globale du pays, à travers des effets d'offre, de demande, de revenus et de prix. L'un de ces effets passe par les liens que les branches agricoles pluviales ont avec les autres branches de l'économie à travers la matrice input-output. Dans ce cadre, en fonction de l'intensité de ces liens inter-branches (coefficients de Léontiev), la variation du volume de leur production induite par la pluviométrie affecte donc mécaniquement le volume de la demande qu'elles adressent aux autres branches. Dans ce contexte, c'est donc la production de l'ensemble des branches qui se trouve directement ou indirectement affectée par les aléas pluviométriques. Ces effets se répercutent alors sur les demandes factorielles des différentes branches modifiant ainsi les conditions d'équilibre sur ces marchés et le niveau des rémunérations factorielles. En conséquence, c'est l'ensemble des revenus nominaux des agents économiques qui s'en trouvent affectés, avec des répercussions sur la demande de produits qu'ils adressent aux différentes branches. Dans ce contexte, les modifications des prix sur les marchés des produits viennent au final déterminer le nouvel Equilibre Général de l'économie.

Dans le Tableau 2, l'effet net des aléas pluviométriques sur les indicateurs retenus sont donc le résultat final de la combinaison de l'ensemble de ces effets directs et indirects. On constate ainsi que, lors des « mauvaises » (« bonnes ») années, le volume de la production du secteur agricole pluvial diminue (augmente) en moyenne sur la période de -0.32% (+1.13%). Cette baisse (hausse) n'est pas réellement compensée par la production de l'agriculture irriguée (pourtant supposée non soumise aux aléas pluviométriques) qui augmente en moyenne +0.24% seulement pour les « bonnes » années. Elle se traduit également par une augmentation (diminution) moyenne du niveau des importations de produits agricoles de +0.31% (-1.18%) et par une diminution (augmentation) moyenne des exportations de -0.50% (+0.33%). Le secteur non agricole voit sa production diminuer (augmenter) en moyenne de -0.13% (+0.60%). Ses importations augmentent légèrement en moyenne durant les années de déficit pluviométrique

(+0.03%) et restent stables durant les années d'excédent. Dans le même temps, ses exportations diminuent (augmentent) également de -0.2% (+0.63%). Les effets sur le revenu réel des ménages sont, pour leur part, significatifs et logiquement plus prononcés pour les ménages agricoles que pour les ménages non-agricoles. Pour les premiers, les « mauvaises » (« bonnes ») années se traduisent ainsi par une diminution (augmentation) moyenne de -0.90% (+2.31%). Pour les seconds, moins directement exposés aux aléas climatiques, ils se traduisent par une diminution (augmentation) de -0.21% (+0.79%). Au final, à l'échelle nationale, les baisses (hausses) de la pluviométrie durant les mauvaises (bonnes) années contribuent à faire diminuer (augmenter) le PIB réel de -0.23% (+0.73%) en moyenne sur la période. Elles génèrent également une augmentation (diminution) des prix de +0.45% (-1.27%) qui s'explique principalement par la variation du prix des produits agricoles de +0.16% (-0.76%). Le graphique 4 montre, période par période, les différentes variations de prix et du PIB réel à l'échelle nationale et, plus spécifiquement, pour le secteur agricole.

Graphique 6 : Déviations annuelles du PIB et des prix, observées entre le scénario de variabilité et le scénario Sc_{Trend}



Source : Auteurs, à partir des résultats de la simulation

4.2.2. Effets sur les hommes et les femmes agriculteurs de la variabilité pluviométrique

Les effets sur les hommes et les femmes agriculteurs de la variation de la pluviométrie sont présentés dans le tableau 3. A ce niveau, il convient de souligner que, les indicateurs retenus pour apprécier le bien être des femmes sont le revenu, la charge du travail domestique et la production.

Tableau 3 : Effets sur les femmes et les hommes agriculteurs (1) de la variabilité de la pluviométrie observée au Burkina Faso entre 2006 et 2020

	Sur 15 ans		« Bonnes » années[2]		« Mauvaises » années[3]	
	Moyenne	*Ecart type*	*Moyenne*	*Déviation maximum*	*Moyenne*	*Déviation maximum*
Femmes agricultrices						
Production	0,88	1,13	1,35	2,91	-0,43	-0,87
Pluviale	0,89	1,14	1,37	2,93	-0,44	-0,88
Irriguée	0,21	0,64	0,29	1,62	-0,01	-0,27
Revenus salariaux	0,63	0,74	0,97	1,47	-0,32	-1,02
Travail domestique	-3,20	5,14	-4,72	-13,71	0,96	1,76
Hommes agriculteurs						
Production	0,54	0,74	0,82	2,03	-0,23	-0,42
Pluviale	0,55	0,75	0,84	2,05	-0,24	-0,43
Irriguée	0,12	0,40	0,17	1,00	0,00	-0,22
Revenus salariaux	0,50	2,00	0,54	1,40	-0,41	-0,91
Travail domestique	-1,81	3,30	-3,03	-7,94	1,53	3,89

Notes : [1] Déviations en % par rapport aux valeurs du Scénario Sc_{Trend}; [2] Années où la pluviométrie à un effet positif sur le PIB national; [3] Années où la pluviométrie à un effet négatif sur le PIB national.
Source : Auteurs, à partir des résultats de la simulation

L'un des premiers enseignements qui peut être tiré du Tableau 3 est que la variabilité de la pluviométrie impacte les hommes et les femmes positivement ou négativement selon les « bonnes » années ou les « mauvaises » année. Lors des mauvaises (bonnes) années leur situation se dégrade (s'améliore) en termes de production, de revenus ou de pauvreté. Le deuxième enseignement est que la variabilité de la pluviométrie impacte les inégalités de genre dans les zones rurales du pays en fonction du type d'année météorologique. Pour tous les indicateurs, l'écart-type pour les hommes est inférieur à celui des femmes, indiquant ainsi une plus grande sensibilité de ces dernières aux effets (positifs ou négatifs) de la variabilité pluviométrique. D'autre part, conformément au mode de bouclage que nous avons choisi pour le marché du travail des travailleurs familiaux agricoles, la quantité de travail que les différents individus masculins ou féminins allouent aux tâches domestiques est également affecté par les variations de la pluviométrie. En période de déficit pluviométrique, la baisse de la productivité globale des facteurs dans les branches agricoles pluviales oblige les travailleurs familiaux féminins à ajuster à la hausse leur productivité et à modifier le partage de leur temps disponible en faveur des activités domestiques. On retrouve le même phénomène pour la main d'œuvre familiale masculine mais dans de moindres proportions. A ce niveau, la sous-représentation des hommes dans ces activités ainsi que la faible élasticité de substitution entre ces deux « facteurs » dans la fonction de production domestique expliquent certainement ces plus faibles variations.

5. Effets induits par la variabilité à moyen terme de la pluviométrie : focus sur les sècheresses sévères et le changement climatique

La section précédente s'intéressait aux conséquences économiques et sociales de la variabilité « normale » de la pluviométrie au Burkina Faso. Toutefois, au-delà de cette variabilité « normale », le climat soudano-sahélien du pays est également caractérisé par l'occurrence d'épisodes de déficit pluviométriques sévères, au caractère exceptionnel mais récurrent. Les autorités Burkinabé ont notamment classé ces sécheresses parmi les chocs les plus importants que peut subir le pays, compte tenu des conséquences très négatives qu'ils génèrent directement sur la production agricole et, indirectement, sur l'ensemble de l'économie et le bien-être des ménages (PNA-agriculture, 2013). Dans ce contexte, le second objectif de notre analyse est d'utiliser le modèle EGC pour simuler les effets induits par ces évènements rares mais aux conséquences potentiellement très négatives, notamment pour les populations les plus vulnérables telles que les femmes. Ce focus particulier est par ailleurs l'occasion d'aborder la problématique du changement climatique dans notre analyse, car celui-ci aura probablement un effet sur la fréquence et l'intensité de ces épisodes de sécheresses exceptionnelles au Burkina Faso.

5.1. Définition de scénarios de sécheresses

Le point de départ pour définir nos scénarios de sécheresses sévères pouvant être simulées avec le modèle EGC est d'identifier la nature de ces évènements. Dans la littérature climatique, trois définitions sont en général retenues : la *Sécheresse Météorologique*, qui correspond à un déficit prolongé de précipitations; la *Sécheresse Agricole,* qui correspond à un faible taux d'humidité du sol sur une période donnée avec des répercussions sur la croissance végétale; la *Sécheresse Hydrologique*, qui correspond à un déficit prolongé des réserves en eau des sols et des cours d'eau. Dans le cadre de notre étude, la *Sécheresse Agricole* serait donc la définition la plus appropriée pour définir nos scénarios, compte tenu de sa référence explicite aux conditions de croissance des cultures. Toutefois, elle est en général évaluée en termes de bilan hydrique (précipitation, évaporation et évapotranspiration) à partir d'indicateurs complexes combinant des données sur les températures, les précipitations et la capacité de rétention d'eau des sols (par exemple, l'*Indice de sécheresse de Palmer, PDSI)* Or, à notre connaissance il n'existe pas de données fiables permettant de construire de tels indicateurs au Burkina Faso.

Dans ce contexte, nous avons donc choisi de privilégier la notion de *Sécheresse Météorologique* qui offre l'avantage de ne reposer que sur les seules données de précipitation.

A ce niveau, il convient de souligner que le taux de pauvreté est ajouté aux indicateurs afin de mieux caractériser la situation des femmes. Cependant, si la majorité des indicateurs retenus précédemment sont calculés directement avec le modèle EGC, les taux de pauvreté sont, pour leur part, obtenus à l'aide de calculs supplémentaires. En effet, en vertu de l'hypothèse de l'agent représentatif, il n'est pas possible de déterminer ces taux de pauvreté avec le modèle EGC car les résultats qu'il produit sont agrégés au niveau du groupe ménage. Pour contourner cet obstacle, l'une des solutions retenues dans la littérature est en général de coupler le modèle EGC avec un modèle de microsimulation selon une approche Top-Down. Nous avons choisi cette option, sans toutefois développer de modèle micro-économétrique qui endogénéise le comportement des différents membres du ménage. Dans notre approche, un simple lien est établi entre les résultats fournis par le modèle EGC et les données de l'Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages (EHCVM, 2018), grâce aux changements des prix et des niveaux nominaux de consommation calculés à l'aide du modèle. Pour chaque membre (masculin ou féminin) de chaque groupe de ménage identifié dans la base, on applique un taux de variation de sa consommation identique à celui obtenu pour son ménage représentatif d'appartenance dans la simulation EGC. De même, de nouveaux seuils de pauvreté sont obtenus en fonction des variations observées dans la simulation pour l'indice des prix des produits qui la compose. Cette microsimulation « a minima », qui ne tient pas compte de l'hétérogénéité intra-groupe des ménages, permet ainsi d'obtenir un proxy satisfaisant des taux de pauvreté.

5.1.1. Fréquence des sécheresses

La première étape pour définir nos scénarios de sécheresses consiste à évaluer la fréquence d'apparition de ce type d'évènement dans le pays sur notre période de simulation de 15 ans. A ce niveau, en l'absence de modélisations climatiques fiables concernant cette fréquence d'apparition, nous adoptons une approche *ad-hoc* qui repose sur l'observation de leur occurrence durant ces dernières décennies. Pour cela, nous calculons l'indicateur généralement utilisé pour identifier les conditions d'une sécheresse météorologique, l'*Indice Standardisé des Précipitations (SPI*), qui mesure le déficit ou le surplus de précipitations par rapport aux précipitations moyennes historiques sur une période donnée.

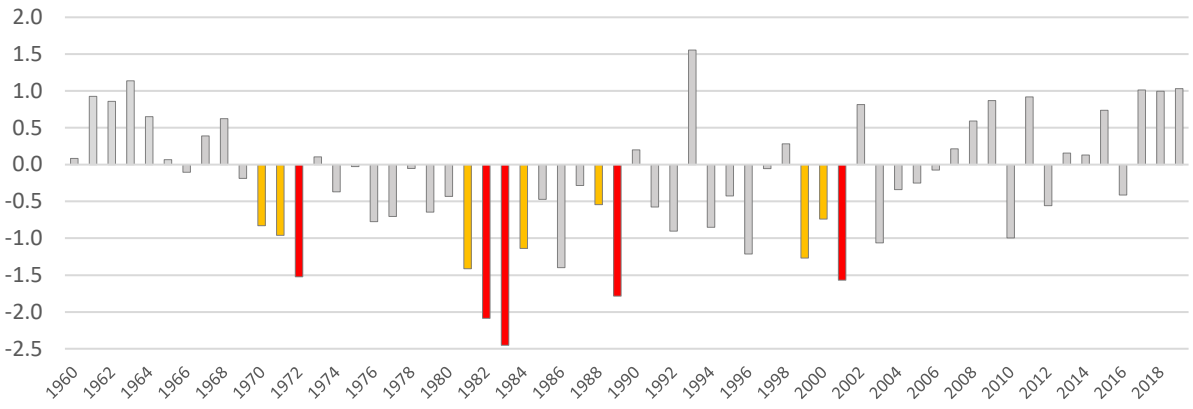
Dans un premier temps, cet indice est estimé séparément pour chaque région du pays à partir des relevés de long terme de précipitations fournies par la Banque Mondiale sur la période

1960-2020. A ce niveau, on a, ici encore, choisi de ne retenir que les mois « utiles » à la croissance végétative (de mai à octobre dans la plupart des régions selon le Tableau A2.1 en Annexe 2). Une fonction de densité de probabilité (ici une loi *Gamma*) est alors ajustée à la distribution de ces données de précipitations régionales de longue durée. Les nouvelles séries de données ainsi obtenues sont ensuite transformées en une distribution normale pour que le SPI moyen soit égal à zéro. Au terme de ce calcul, les valeurs annuelles positives de chaque indice SPI régional indiquent donc des précipitations supérieures à la médiane et les valeurs négatives indiquent des précipitations inférieures à celle-ci.

Toutefois, dans un second temps, pour déterminer un indicateur national qui tiennent compte de la répartition géographique des activités agricoles, nous pondérons les valeurs régionales du SPI, produits par produits, par les poids respectifs de chaque région dans la récolte nationale du produit concerné, puis par le poids respectif de chaque produit dans la production agricole nationale. Le graphique 6 présente le résultat final de nos calculs. Il montre que le seuil de sécheresse sévère (-1.5) a été dépassé 5 fois sur la période 1960-2020 (en 1972, 1982, 1983, 1989 et 2001). Il indique également que ces épisodes sévères surviennent durant des périodes de déficits pluviométriques qui peuvent persister durant plusieurs années, confirmant ainsi le caractère durable du phénomène de sécheresse qui s'installe progressivement dans le temps et qui dépasse le cadre temps de l'année civile. En considérant que ces années de successives constituent un seul et même événement, 4 épisodes de sécheresse exceptionnelles (d'une durée moyenne de 3 ans) peuvent ainsi être identifiées au Burkina Faso sur la période : 1970-1972, 1981-1984; 1988-1989 et 1999-2001. Elles correspondent aux différentes crises agricoles majeures qui ont été reportées au Burkina-Faso ces dernières décennies (World Bank, 2011[4], MERH, 2015; International Disaster, 2020). Sur ces bases, nous considèrerons donc dans nos scénarios une fréquence moyenne d'apparition d'1 épisode de sécheresse (de trois années) tous les 15 ans.

Graphique 7 : Indice Standardisé des Précipitations (pondéré) au Burkina Faso

[4] Climate Risk and Adaptation Country Profile



5.1.1. Intensité des sécheresses

La seconde étape pour définir nos scénarios consiste à évaluer l'intensité de ces épisodes de sécheresses, c'est-à-dire, dans l'esprit de notre modélisation EGC, le choc qu'elles représentent pour l'agriculture Burkinabé. Comme il est souvent le cas pour ce type évènements extrêmes qui, par nature, se caractérisent par leur rareté, il n'existe pas de séries statistiques historiques concernant leurs effets au Burkina Faso. Ici encore, nous sommes donc obligés de suivre une approche *ad-hoc* où les épisodes passés nous servent de références.

A partir des données pluviométriques relevées lors des épisodes passés et des élasticités estimés dans le Tableau 1, nous évaluons l'effet moyen qu'un épisode provoque sur les rendements des différentes cultures. Dans le modèle, les chocs de sécheresse exceptionnelle sont intégrés de la façon suivante :

$$B_{j,t}^{VA} = B_{j,t-1}^{VA} . \left(1 - \tau_t . Sech_{j,t}^{Rend}\right) \quad \forall j \in Agriculture\ pluviale$$

Où :

$Sech_{j,t}^{Rend}$ est l'impact sur les rendements agricoles observée lors d'une année de sécheresse

τ_t est un paramètre exogène prenant la valeur 1 pour une année d'occurrence d'une sécheresse et 0 sinon

Au final, notre premier scénario de sécheresses (Sc_S) se définit donc par l'apparition d'un événement d'une durée de 3 ans sur la période de 15 années ($n_s \approx 1$) et par l'intensité des chocs qu'ils produisent sur les différentes cultures. Toutefois, à ce niveau, nous avons également choisi d'aborder la problématique du changement climatique. En effet, l'une de ses manifestations attendues dans cette région du continent Africain est une augmentation future de cette fréquence et de cette intensité (voir par exemple Zao et Dai, 2016; GIEC, 2022). Malheureusement, les modèles climatiques actuels ne sont pas réellement capables de produire des scénarios précis concernant ces augmentations. Dans ce contexte, nous adoptons donc ici une approche pragmatique, explorant deux types de scénarios de changement climatique. Dans un premier scénario « Optimiste » (Sc_{opt}), la fréquence d'occurrence des sécheresses sévères

sur 15 ans est multipliée par 2 ($n_s \approx 2$) et leur intensité augmentée de +10%. Dans un second scénario *« Pessimiste »* (Sc_{pess}), la fréquence est multipliée par 3 ($n_s \approx 3$) et leur intensité augmentée de +20%. Le tableau A3-1 présenté en Annexe 3 résume les principales hypothèses de nos trois différents scénarios.

4.2. Résultats des simulations

Pour chacun des scénarios, nous simulons l'ensemble des combinaisons de séries temporelles de 15 années où les épisodes de sécheresses extrêmes (d'une durée de 3 ans) surviennent selon le nombre n_s. L'effet des sécheresses dans chaque scénario est évalué en faisant la moyenne des valeurs obtenues dans l'ensemble des simulations définissant chaque type de scénario. A ce niveau, deux types d'effets sont alors distingués : l'effet ponctuel moyen de chaque épisode de sécheresse lorsqu'il survient et, compte tenu du fait que ces épisodes peuvent survenir plusieurs fois durant notre période de 15 ans, leurs effets moyens sur cette période. Les résultats de nos simulations sont présentés dans le tableau 4.

Ces résultats montrent en premier lieu l'effet négatif des sécheresses sévères dans le pays. Logiquement, on retrouve ici des résultats de même nature (mais amplifiés, car les chocs sont plus forts, plus longs et plus nombreux) que ceux obtenus pour les « mauvaises années » de pluviométrie lors de la simulation du Scénario Sc_{Var}. Les mêmes mécanismes sont en effet à l'œuvre. Un épisode de sécheresse diminue fortement les rendements des activités agricoles venant réduire leurs capacités de production et modifier leur demande de facteurs. Compte tenu des modalités d'insertion de l'agriculture dans l'économie nationale, ces effets se répercutent sur les autres activités et les différents agents économiques à travers une combinaison d'effets prix, revenus, offre et demande.

Tableau 4 : Effets [(1)] des épisodes de sécheresses sévères au Burkina Faso selon différents scénarios climatiques

	Effets lors d'une période d'occurrence			Effets moyens sur la période de 15 ans		
	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$
Effets macroéconomiques et sectoriels						
PIB réel	-1,13	-1,62	-2,25	-0,08	-0,19	-0,33
Indice des prix	6,30	7,17	8,27	0,42	0,95	1,58
Revenus réel des ménages						
Agricoles	-16,28	-18,11	-19,50	-1,09	-2,40	-3,87
Non agricoles	-5,07	-5,68	-6,15	-0,34	-0,73	-1,23
Secteur non agricole						
Production	0,21	0,24	0,26	0,01	0,00	-0,01
Prix	0,77	1,23	1,98	0,05	0,14	0,26
Importations	1,02	1,15	1,25	0,07	0,14	0,24
Exportations	0,00	-0,52	-0,99	0,00	-0,03	-0,06
Secteur agricole						
Production	-3,89	-4,42	-5,10	-0,26	-0,58	-0,95
Pluviale	-3,99	-4,53	-5,22	-0,27	-0,60	-0,98
Irriguée	0,01	0,01	0,02	0,05	0,10	0,15
Prix	12,76	14,24	15,38	0,85	1,90	3,05
Importations	9,43	10,55	11,41	0,63	1,40	2,23
Exportations	-1,93	-2,31	-2,82	-0,13	-0,30	-0,49
Effets sur les femmes et les hommes agriculteurs						
Femmes						
Production	-5,01	-5,68	-6,46	-0,33	-0,75	-1,22
Pluviale	-5,09	-5,77	-6,56	-0,34	-0,76	-1,24
Irriguée	0,01	0,02	0,02	0,05	0,11	0,15
Revenus salariaux	-6,50	-7,29	-8,03	-0,43	-0,93	-1,59
Travail domestique	11,87	13,87	22,48	0,79	1,81	3,41
Taux de pauvreté	10,38	10,81	11,45	2,08	4,32	6,87
Hommes						
Production	-3,15	-3,59	-4,19	-0,21	-0,47	-0,78
Pluviale	-3,25	-3,70	-4,32	-0,22	-0,49	-0,80
Irriguée	0,02	0,02	0,03	0,05	0,10	0,15
Revenus salariaux	-6,14	-6,89	-7,46	-0,41	-0,91	-1,37
Travail domestique	10,79	14,08	16,48	0,72	1,74	2,83
Taux de pauvreté	9,12	9,40	10,09	1,82	3,76	6,05

Notes : [(1)] Déviations en % par rapport aux valeurs du Scénario Sc_{Trend}
Source : Auteurs, à partir des résultats de la simulation

Dans le scénario Sc_S, on constate ainsi une baisse du PIB national (-1.13%) accompagnée d'une forte hausse des prix (+6.3%). Ces variations sont particulièrement importantes pour les branches agricoles pluviales, qui sont fortement impactées par la sécheresse. Leurs productions diminuent fortement (-3.89%) et leurs prix augmentent significativement (+12.76%). Les effets

négatifs sur les revenus des ménages agricoles sont alors importants (-16.28%). Ils sont logiquement plus prononcés que pour les ménages non-agricoles, qui sont moins directement exposés aux effets de la sécheresse, même si le revenu de ces derniers diminue également (-5.07%). Dans ce contexte, les indicateurs de bien-être des hommes et des femmes agriculteurs (en termes de production, de revenus, de travail domestique et de pauvreté) se dégradent alors considérablement. Dans ce contexte, il apparait ici encore que, lors d'une période de sécheresse, les inégalités de genre augmentent dans le milieu rural indiquant ainsi une plus grande vulnérabilité des femmes face aux épisodes es sécheresses.

Les résultats du tableau 4 révèlent en second lieu le risque associé au changement climatique tel que nous en avons défini les conséquences potentielles. Avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses, l'ensemble des effets négatifs décrits précédemment seraient ainsi amplifiées avec le changement climatique. Dans le scenario le plus pessimiste, le PIB national chuterait de -2.25% lors d'une période de sécheresse et les prix augmenteraient de +8.27%. Les revenus des ménages agricoles diminueraient fortement (-19.50%) et, dans ce contexte, tous les indicateurs de bien être de ces ménages ainsi que les inégalités de genre s'en trouveraient encore plus dégradés.

6. Evaluation de l'efficacité de stratégies d'adaptation face aux variabilités climatiques

Ces dernières années, la protection contre les risques liés aux aléas climatiques est progressivement devenue une priorité au Burkina Faso. Dès le début des années 2010, les autorités Burkinabé ont défini des Plans Nationaux d'Adaptation aux changements climatiques (PNA) où l'agriculture et les femmes occupent une place importante, et où la question de la variabilité des précipitations, et notamment des épisodes de sécheresses, sont abordées. Dans cette perspective, nous utilisons à présent notre modèle EGC pour simuler à nouveau les scénarios précédents mais en prenant cette fois-ci en compte certaines politiques d'adaptation. Deux types de politiques, qui occupent une place centrale dans la stratégie agricole du Burkina Faso, sont ici envisagées : une politique visant à améliorer la maitrise de l'eau et une politique d'encouragement de l'utilisation de semences améliorées.

6.1. Politiques d'amélioration de la maitrise de l'eau

6.1.1. Définition des scénarios

Les scénarios que nous avons simulés dans les sections précédentes reposaient essentiellement sur les variations des quantités d'eau pluviale dont bénéficie annuellement l'agriculture Burkinabé. Dans ce cadre, améliorer la maitrise de l'eau pour permettre aux agriculteurs de moins dépendre des précipitations apparait naturellement comme une politique d'adaptation potentiellement intéressante. Cette maitrise de l'eau passe notamment par une augmentation des capacités d'irrigation. Il existe en effet dans le pays un fort potentiel encore sous-exploité de terres irrigables ou de bas-fonds facilement aménageables.

Les premiers politiques d'adaptation que nous simulons avec le modèle EGC envisagent donc une meilleure exploitation de ce potentiel pour permettre à plus de terres de bénéficier d'apports pérennes en eau. Dans un premier groupe de scénarios (SC_{IR1}), nous prenons comme référence les objectifs affichés du Nouveau Plan stratégique National d'Investissement Agro-Sylvo-Pastoral (2021-2025) du Burkina Faso qui sont d'augmenter de 35000 ha les terres irriguées (soit 7000 ha par an) et de 30000 ha les bas-fonds aménagés (soit 6000 ha par an). A ce niveau, nous considèrerons que ces plans se poursuivent 2 fois supplémentaires sur notre période de simulation de 15 années. Dans un second groupe (SC_{IR2}), nous envisageons une politique plus ambitieuse qui multiplierait ces objectifs par 2 ces objectifs. Toutefois, compte tenu de la problématique de notre analyse, nous nous intéressons également aux modalités de

partage de ces nouvelles terres bénéficiant d'une maitrise de l'eau entre les hommes et les femmes. Chaque scénario SC_{IR1} et SC_{IR2}, se divise ainsi en deux sous-scénarios (a et b). Le premier reprend les modalités de partage des nouvelles terres affichées par l'État Burkinabè dans sa Stratégie du Développement Rural de 70% pour les hommes et 30% pour les femmes. Le second inverse ces proportions pour envisager une politique destinée à réduire la vulnérabilité des femmes face aux aléas pluviométriques. En l'absence d'informations supplémentaires on considère que les différentes cultures pluviales bénéficient des nouvelles terres aménagées dans les mêmes proportions.

Techniquement, dans nos simulations, on suppose que les chocs que provoquent les années de déficit pluviométrique sur les rendements de l'agriculture pluviale diminue proportionnellement au fur et à mesure que de nouvelles terres sont aménagées. D'autre part, compte tenu du coût important que représentent des investissements nécessaires pour mener à bien ces aménagements, nous les incluons aussi dans l'analyse. Selon le Nouveau Plan stratégique National d'Investissement Agro-Sylvo-Pastoral (2021-2025), ces coûts représentent environ 5500 Millions de FCFA dans le SC_{IR1} et le double dans le SC_{IR2}. Dans le modèle, en l'absence d'information, on considèrera que ces investissements sont entièrement financés par le budget de l'Etat. On considèrera de plus qu'ils s'adressent majoritairement aux activités de construction et aux activités manufacturières.

6.1.2 Résultats des simulations

Les scénarios de variabilité pluviométrique et de sécheresses sévères que nous avons simulés dans les sections 4 et 5 servent désormais de scénarios contrefactuels pour nos simulations des différents scénarios de politiques d'amélioration de la maitrise de l'eau. Quelques résultats concernant l'efficacité de chacune d'entre elles sont fournis dans les tableaux 5 et 6 pour certains indicateurs se focalisant sur les ménages agricoles. Dans le cas de la variabilité « normale » ils sont ici présentés en termes de pourcentage de variation de ses effets sur la période de simulation de 15 ans et pour les « mauvaises années ». Dans le cas des sécheresses « exceptionnelles », ils sont présentés en termes de pourcentage de variation de leurs effets moyens lorsque ces évènements surviennent sur la période.

Lorsqu'elles sont mises en place, les politiques d'amélioration de la maitrise de l'eau ont plusieurs effets. D'une part, l'extension de l'agriculture irriguée permet de réduire progressivement les conséquences négatives que les années de faible pluviométrie provoquent sur les rendements agricoles et donc, mécaniquement, de réduire les chocs d'offre que subit

l'agriculture sur la période de simulation. D'autre part, tout au long de la période et indépendamment de la pluviométrie, les investissements que ces politiques nécessitent génèrent également un effet-demande qui s'adresse directement aux branches mettant en œuvre les infrastructures puis, indirectement, aux autres activités de l'économie avec lesquelles ces branches sont inter-reliées. Enfin, compte tenu du mode de bouclage « *saving-driven* » du modèle, ces investissements publics génèrent également un effet d'éviction sur les investissements privés.

Tableau 5 : Efficacité (1) de la politique d'amélioration de la maitrise de l'eau sur les effets de la variabilité de pluviométrie pour les ménages agricoles

	$SCIR_{1a}$		**$SCIR_{1b}$**		**SCIR2a**		**SCIR2b**	
	Effet des mauvaises années	*Effet sur la période*	*Effet des mauvaises années*	*Effet sur la période*	*Effet des mauvaises années*	*Effet sur la période*	*Effet des mauvaises années*	*Effet sur la période*
Revenu total	-18,7	-1,2	-26,9	0,1	-21,0	-0,9	-32,2	1,0
Femmes								
Production	-52,3	-6,7	-42,2	-8,1	-54,7	-6,4	-47,1	-7,4
Travail domestique	-44,3	-3,6	48,5	-11,0	-45,6	-3,5	47,3	-10,9
Hommes								
Production	-15,3	-4,2	6,3	-6,8	-15,9	-4,2	7,9	-6,9
Travail domestique	-65,5	9,2	-41,4	3,8	-66,3	9,4	-38,5	3,1

Note : (1) Pourcentage de variation de l'effet de la variabilité pluviométrique par rapport au même scénario sans politique d'adaptation
Source : auteurs, à partir des résultats de la simulation

Tableau 6 : Efficacité (1) de la politique d'amélioration de la maitrise de l'eau sur les effets ponctuels des sècheresses sévères pour les ménages agricoles

	$SCIR_{1a}$			**$SCIR_{1b}$**			**SCIR2a**			**SCIR2b**		
	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$
Revenu total	-2,1	-2,0	-9,0	-2,9	-2,3	-9,2	-2,9	-2,2	-9,1	-5,7	-5,0	-11,8
Femmes												
Production	-1,5	-6,3	-13,9	-6,2	-7,4	-15,0	-5,5	-6,6	-14,2	-12,2	-13,4	-20,5
Travail domestique	-1,8	-4,9	-24,3	-2,8	-5,0	-24,4	-2,9	-5,0	-24,4	-5,5	-7,7	-26,5
Pauvreté	-6,8	-6,4	-5,0	-13,1	-12,8	-12,4	-12,8	-12,1	-10,3	-22,0	-20,1	-18,9
Hommes												
Production	1,2	-2,0	-10,9	0,3	-1,2	-10,1	-0,6	-2,1	-10,9	0,6	-0,9	-9,9
Travail domestique	-1,6	-10,1	-17,1	-2,7	-10,2	-17,3	-2,8	-10,2	-17,2	-5,2	-12,6	-19,4
Pauvreté	-7,0	-6,6	-5,8	-12,3	-12,1	-12,7	-12,0	-11,4	-11,2	-18,6	-18,4	-18,5

Note : (1) Pourcentage de variation des effets ponctuels moyens des sécheresses par rapport au même scénario sans politique d'adaptation
Source : auteurs, à partir des résultats de la simulation

Le premier enseignement que l'on peut tirer des Tableaux 5 et 6 est, qu'au final, la combinaison de ces différents effets atténue clairement les effets négatifs des « mauvaises »

années de pluviométrie et des sécheresses sévères sur les ménages agricoles et leurs membres féminins ou masculins. De façon générale, dans toutes les simulations, ces derniers continuent à voir leurs indicateurs de bien-être se dégrader mais dans une moindre proportion que sans la politique d'adaptation. Le deuxième enseignement est que, si l'on compare les deux scénarios $SCIR_1$ et $SCIR_2$, les effets sont logiquement plus forts dans ce dernier, compte tenu des objectifs supérieurs en termes d'aménagement de terres. Enfin, si l'on compare les scénarios a et b, les résultats indiquent que, si chaque genre bénéficie des politiques mises en place, celles envisageant une redistribution des terres plus favorable aux femmes contribueraient à réduire plus fortement la vulnérabilité de ces dernières face aux aléas climatiques et à leurs effets en termes de production, de travail domestiques ou de pauvreté. C'est particulièrement remarquable dans le cas des sécheresses sévères, même si, avec le changement climatique et l'augmentation de l'intensité et de la fréquence de ces épisodes, les effets d'une distribution des terres plus favorable aux femmes ont tendance à se réduire.

6.2. Politiques d'encouragement de l'utilisation de semences améliorées

6.2.1 Définition des scénarios

L'un des constats tirés des simulations précédentes est que si une politique d'irrigation peut atténuer les effets négatifs de la variabilité pluviométrique au Burkina Faso, notamment pour les femmes, celle-ci reste ambitieuse et particulièrement coûteuse dans un contexte où peu de terres sont encore irriguées. D'autre pistes doivent donc nécessairement être explorées. Parmi celles-ci, l'utilisation de variétés de cultures à haut rendement et surtout plus tolérantes aux déficits pluviométriques est souvent mise en avant (Shiferaw et al. 2014; CGIAR, 2015; Zougmoré et al. 2018). Au Burkina Faso, cette stratégie est ainsi également privilégiée par le gouvernement (MAAH, 2018).

Dans ce contexte, nous avons choisi de considérer plusieurs scénarios dans lesquels l'utilisation de ce type de semences est progressivement étendue à l'ensemble des cultures sur notre période de référence de 15 ans. L'adoption par les agriculteurs de cette nouvelle « technologie » dépend toutefois de nombreux facteurs socio-économiques et institutionnels aux niveaux local et national. En conséquence, nous avons donc également choisi de considérer différents taux d'utilisation allant de 25% à 100% à la fin de la période de 15 années. Enfin, si selon le CGIAR (2015), l'utilisation de ce type de variétés de culture pourrait réduire les effets des déficits pluviométriques de 30% à 50% dans des conditions de production idéales et de moins de 10% dans les conditions les plus défavorables, nous avons adopté une approche

prudente en considérant comme raisonnable une réduction de 20% sur l'ensemble des cultures pluviales utilisant ce type de semences. Techniquement, dans nos simulations, au fur et à mesure que la part des agriculteurs utilisant ces semences s'accroit dans le pays, l'effet de la variabilité pluviométrique sur les rendements diminue proportionnellement. En revanche, contrairement aux scénarios d'irrigation précédents, en l'absence d'informations fiables sur le coût réel d'une telle politique, nous ne les considérons pas ici dans nos scénarios.

6.2.2 Résultats des simulations

Les résultats de ces simulations sont fournis dans les tableaux 7 et 8 dans la même logique de présentation que les tableaux précédents. Ici encore, ils montrent que la mise en place d'une telle politique atténue clairement les effets négatifs des « mauvaises » années de pluviométrie et des sécheresses sévères sur les ménages agricoles et leurs membres féminins ou masculins. De façon générale, dans toutes les simulations, ces derniers continuent à voir leurs indicateurs de bien-être se dégrader mais dans une moindre proportion que sans la politique d'adaptation.

Tableau 7 : Efficacité [(1)] de l'utilisation de semences améliorées sur les effets des variations de la pluviométrie pour les ménages agricoles

	Scv$_{25\%}$		**Scv$_{50\%}$**		**Scv$_{75\%}$**		**Scv$_{100\%}$**	
	Effet des mauvaises années	*Effet sur la période*	*Effet des mauvaises années*	*Effet sur la période*	*Effet des mauvaises années*	*Effet sur la période*	*Effet des mauvaises années*	*Effet sur la période*
Revenu total	-27,5	0,3	-37,4	2,0	-46,4	3,4	-54,9	4,8
Femmes								
Production	-56,2	-6,2	-62,4	-5,4	-68,0	-4,7	-73,1	-4,0
Travail domestique	-49,7	-3,3	-56,3	-2,8	-62,4	-2,3	-67,6	-1,9
Hommes								
Production	-24,8	-3,1	-33,6	-2,1	-41,7	-1,2	-49,0	-0,3
Travail domestique	-68,8	9,7	-72,8	10,6	-76,4	11,4	-79,1	12,0

Note : [(1)] Pourcentage de variation de l'effet par rapport au même scénario sans politique d'adaptation
Source : auteurs, à partir des résultats de la simulation

Tableau 8 : Efficacité [(1)] de l'utilisation de semences améliorées sur les effets des sècheresses sévères pour les ménages agricoles

	Scv25%			**Scv50%**			**Scv75%**			**Scv100%**		
	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$	Sc_S $n_s = 1$	Sc_{Opt} $n_s = 2$	Sc_{Pess} $n_s = 3$
Revenu total	-12,0	-11,7	-11,9	-22,6	-22,6	-24,0	-32,9	-32,8	-33,8	-41,5	-41,7	-43,7
Femmes												
Production	-11,4	-12,7	-10,9	-23,0	-23,0	-25,6	-29,0	-31,8	-34,3	-37,7	-40,9	-41,0
Travail domestique	-12,4	-14,6	-10,6	-25,4	-25,4	-37,2	-29,6	-34,0	-44,7	-38,7	-43,3	-38,2
Pauvreté	-10.8	-11.8	-10.2	-19.8	-20.1	-25.2	-26.6	-30.1	-36.9	-36,8	-39,4	-41,4
Hommes												
Production	-11,5	-13,0	-10,8	-23,3	-23,3	-26,5	-28,8	-32,0	-35,1	-37,6	-41,2	-40,9
Travail domestique	-12,4	-19,4	-11,4	-29,7	-29,7	-31,3	-21,4	-34,8	-38,1	-31,6	-45,0	-39,1
Pauvreté	-10.4	-10.1	-10.3	-18.1	-18.4	-19.3	-23.5	-27.8	-32.4	-32,4	-34,4	-36,2

Note : [(1)] Pourcentage de réduction de l'effet par rapport au même scénario sans politique d'adaptation
Source : auteurs, à partir des résultats de la simulation

7. Conclusion

L'agriculture occupe une place centrale au Burkina Faso, constituant ainsi une source de revenus majeure pour une grande partie de la population. Toutefois, cette agriculture à majorité vivrière et pluviale, est très fortement dépendante des conditions climatiques du pays. Dans ce contexte, les femmes sont alors particulièrement vulnérables face aux aléas pluviométriques. Ces dernières années, consciente de ces enjeux, les autorités Burkinabé ont notamment repensé leurs politiques agricoles en intégrant plus explicitement cette question de la vulnérabilité des femmes.

Sur la base de ces constats, notre analyse tentait de mieux comprendre et de mieux caractériser cette vulnérabilité spécifique des femmes agricultrices dans un contexte de forte variabilité de la pluviométrie. Dans cet objectif, en utilisant un modèle d'Equilibre Général Calculable incluant explicitement une dimension de genre, nous avons d'abord simulé différents scénarios de variabilité pluviométrique (un scénario de variabilité « normale », plusieurs scénarios de variabilité « exceptionnelle » prenant en compte les épisodes de sécheresses que connait régulièrement le pays). Nos résultats indiquent alors que les femmes semblent plus sensibles que les hommes aux conséquences de ces variations.

Dans un second temps, nous avons évalué l'opportunité de mettre en place des politiques d'adaptation permettant aux agriculteurs de mieux se protéger face à cette variabilité du climat. Dans ce cadre, nos résultats indiquent qu'une politique d'irrigation incluant spécifiquement un meilleur accès aux terres irriguées aux femmes, telle que le gouvernement l'envisage aujourd'hui, peut s'avérer être une stratégie efficace mais couteuse. En revanche, elle pourrait être utilement combinée avec une politique encourageant l'utilisation de semences plus résistante aux déficits pluviométriques, qui, dans nos simulations s'avère être une stratégie prometteuse.

Au final, l'ensemble de ces résultats confirment la nécessité de mieux prendre en compte les femmes dans la conception et la mise en place de stratégies nationales d'adaptation. Toutefois, s'ils offrent un point de repère intéressant, ils peuvent certainement être améliorés. Une première piste de recherche pourrait notamment être de mieux prendre en compte les différences régionales, qui sont une caractéristique incontournable de ce pays ; déterminant les performances et la localisation de ses activités agricoles. Une seconde piste de recherche, pourrait être de mieux prendre en compte des comportements d'adaptation endogènes des agents économiques face aux chocs pluviométrique, en dehors du cadre du modèle EGC. A ce

niveau, coupler le modèle EGC avec un modèle micro-économétrique offrirait certainement une opportunité intéressante, pour envisager par exemple des modifications des comportement d'épargne, de consommation, de production ou même de migration. Enfin, notre analyse des stratégies d'adaptation mérite certainement d'être approfondie. Il existe surement d'autres possibilités à envisager, voire à combiner entre elles.

Références Bibliographiques

AFDR, APIL, USCCPA/BM, ET LA FONDATION JULES ET PAUL-ÉMILE LÉGER (FJPEL) (2019). Des communautés rurales s'organisent pour contrer les effets des changements climatiques au Burkina Faso. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables.

Al-Haboby, A., Breisinger, C., Debowicz, D., El-Hakim, A. H., Ferguson, J., Telleria, R., & Van Rheenen, T. (2016). The role of agriculture for economic development and gender in Iraq a computable general equilibrium model approach. *The Journal of Developing Areas*, 431-451.

Arndt, C., & Tarp, F. (2000). Agricultural Technology , Risk , and Gender : A CGE Analysis of Mozambique. World Development, 28(7).

Arndt, C., Robinson, S., & Tarp, F. (2006). Trade Reform and Gender in Mozambique. Nordic Journal of Political Economy, 32, 73–89.

Arndt C., Strzepek K., Tarp F., Thurlow J., Fant C., Wright L. (2011). Adapting to climate change : an integrated biophysical and economic analysis for Mozambique. Sustain Sci 6(1) : 7–20.

Ayphassorho, H., Bertrand, N., Mitteault, F., Pujos, C., Rollin, D., & Sallenave, M. (2020). Changement climatique, eau, agriculture Quelles trajectoires d'ici 2050. *Rapport CGEDD; Ministère de la Transition Écologique, Ministère de L'Agriculture et de l'Alimentation: Paris, France*, 333.

Bezabih, M., Chambwera, M., et Stage, J. (2010). Climate change, total factor productivity, and the Tanzanian economy: a compatible general equilibrium analysis.

Burkina Faso. (2018). Deuxième programme national du secteur rural 2016-2020. Burkina Faso.

Cabral, F. J. (2012). L'impact des aléas pluviométriques sur les disparités régionales de pauvreté au Sénégal. *Revue d'économie du développement*, *20*(1), 69-95.

Calzadilla, A., Zhu, T., Rehdanz, K., Tol, R. S., et Ringler, C. (2009). *Economy-wide Impacts of Climate on Agriculture in Sub-Saharan Africa* (No. FNU-170).

CGIAR (2015), *Crop Improvement, Adoption and Impact of Improved Varieties in Food Crops in Sub-Saharan Africa*, eds T.S. Walker and J. Alwang, [Available at] https://ispc.cgiar.org/.

Cicowiez, M. 2018. "Time Use and the Care Economy in Latin America: A General Equilibrium Analysis." Paper presented at the 21st Annual Conference on Global Economic Analysis, Cartagena, Colombia, June 13–15. https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=5546.

Cicowiez, M., & Lofgren, H. (2017). Building macro SAMs from cross-country databases: method and matrices for 133 countries. *World Bank Policy Research Working Paper*, (8273).

Cline, W. R. (2007). *Global warming and agriculture: Impact estimates by country*. Peterson Institute.

Cockburn, H. Maisonnave, V. Robichaud, L. Tiberti; 2016; Fiscal space and public spending on children in Burkina Faso; International Journal of Microsimulation; 9(1); 5-23. DOI: 10.34196/IJM.00126.

Cockburn, J., Decaluwé, B., Fofana, I., & Robichaud, V. (2008). Trade, growth and gender in developing countries: comparison of Ghana, Honduras, Senegal and Uganda. In M. Bussolo & R. E. de Hoyos (Eds.). Gender aspects of the trade and poverty nexus - A Macro-Micro approach (pp. 111-161). World Bank and Palgrave Macmillan.

Cockburn, J., Fofana, I., Decaluwé, B., Mabugu, R., & Chitiga, M. (2007). A gender-focused macro-micro analysis of the poverty impacts of trade liberalization in South Africa. In *Equity*. Emerald Group Publishing Limited.

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*, *22*(4), 61-82.

Consortium Régional pour la Recherche en Économie Générationnelle (CREG). (2018). Rapport global sur l'analyse de l'enquête budget temps et l'estimation du temps domestique au Burkina Faso.

De Melo, J., Tarr, D. (1992). *A general equilibrium analysis of US foreign trade policy*. Mit Press.

Decaluwé, B., Lemelin, A., Robichaud, V. Maisonnave, H. (2013). «PEP-1-1: the PEP Standard Single-Country, static CGE model», Partnership for Economic Policy, 2013.

Dervis, K., De Melo, J., & Robinson, S. (1982). *General equilibrium models for development policy*. Cambridge university press.

Direction Générale des Études et des Statistiques Sectorielles/ Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles (DGESS/MAAH). (2012). Annuaire des Statistiques Agricoles 2011, Burkina Faso.

Direction Générale des Études et des Statistiques Sectorielles/ Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles (DGESS/MAAH). (2014). Annuaire des Statistiques Agricoles 2013, Burkina Faso.

Direction Générale des Études et des Statistiques Sectorielles/ Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles (DGESS/MAAH). (2018). Annuaire des Statistiques Agricoles 2017, Burkina Faso.

Direction Générale des Études et des Statistiques Sectorielles/ Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles (DGESS/MAAH). (2020). Annuaire des Statistiques Agricoles 2019, Burkina Faso.

Direction Générale des Études et des Statistiques Sectorielles/ Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-agricoles (DGESS/MAAH). (2021). Annuaire des Statistiques Agricoles 2020, Burkina Faso.

Escalante, L., & Maisonnave, H. (2020). Assessing the impacts of climate change on women's poverty and domestic burdens: A Bolivian case study. *No. Hal-02970249, 20*.

FAO. (2008). climate change, water and food security. Rome, Italie.

Filipski, M., Taylor, E., & Msangi, S. (2011). Effects of Free Trade on Women and Immigrants: CAFTA and the Rural Dominican Republic. World Development, 39(10), 1862–1877.

Fofana, I., Cockburn, J., and Decaluwe, B. (2003). ''Modelling Male and Female Work in a Computable General Equilibrium Applied to Nepal.'' Paper distributed at a conference on Macro Adjustment Policies Gender-Network, Bangkok.

Fofana, I., Cockburn, J., & Decaluwé, B. (2005). Developing country superwomen: impacts of Trade liberalization on female market and domestic work. CIRPEE Working paper, 05-19.

Fonta, W. M., Bossa, A. Y., Sylla, M. B., Urama, N. E., & Edame, G. E. (2017). The Economic impact of climate change on plantation agriculture in Nigeria: Implication for enhanced productivity.

Fontana, M., Byambasuren, B., & Estrades, C. (2020). Options for modeling the distributional impact of care policies using a general equilibrium (CGE) Framework. Paper prepared for the project "The Care Economy and Gender-Sensitive Macroeconomic Modelling for Policy Analysis", American University, Washington, D.C.

Fontana, M. (2014). Gender in economy-wide modelling. In : S.M. Rai and G. Waylen (Ed.), New Frontiers in Feminist Political Economy (Routledge, pp. 157–177). New York

Fontana, M. et Wood, A. (2000). 'Modeling the Effects of Trade on Women, at Work and at Home', World Development, (28)7: 1173–90.

Fontana, M. (2001). Modelling the Effects of Trade on Women: A Closer Look at Bangladesh. Retrieved from Institute of Development Studies.

Fontana, M. (2004). Modelling the effects of trade on women, at work and at home: comparative perspectives. *Economie internationale*, (3), 49-80.

Fontana, M. (2002). Modelling the Effects of Trade on Women: The Case of Zambia. Brighton: Institute of Development Studies

Gebreegziabher, Z., Stage, J., Mekonnen, A., & Alemu, A. (2015). Climate change and the Ethiopian economy: a CGE analysis. *Environment and Development Economics*, *21*(2), 205-225.

GIEC, 2014. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K., Adler A., Baum I., Brunner S., Eickemeier P., Kriemann B., Savolainen J., Schlömer S., von Stechow C., Zwickel T., Minx J.C., eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK et New York, NY, USA.

Gonzalez, A., Belemvire, A., et Saulire, S. (2011). Climate Change and Women Farmers in Burkina Faso: Impact and adaptation policies and practices. Oxfam Policy and Practice: Agriculture, Food and Land, 11(5), 108-153.

Institut National de la Statistique et de la démographie (INSD). (2018). Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages 2018 (EHCVM, 2018), Burkina Faso.

Latorre, M. C. (2016). A CGE Analysis of the Impact of Foreign Direct Investment and Tariff Reform on Female and Male Workers in Tanzania. *World Development*, *77*, 346-366.

Lobell, D. B., Burke, M. B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M. D., Falcon, W. P., et Naylor, R. L. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, *319*(5863), 607-610.

Lofgren, H., & Cicowiez, M. (2020). GEM-Care: A gendered dynamic general equilibrium model for analysis of care policies. Paper prepared for the project "The Care Economy and Gender-Sensitive Macroeconomic Modelling for Policy Analysis", American University, Washington, D.C.

MECV (2007). Programme National D'adaptation de la Variabilité et aux Changements Climatiques (PANA du Burkina Faso). Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (actuel MEEVCC).

Mikémina, P. (2013). Climate change impact on Togo's agriculture performance: a ricardian analysis based on time series data. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, *6*(4), 390-397.

Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques (MERH, 2015). Plan National d'Adaptation aux changements climatiques (PNA) du Burkina Faso. Version finale.

Montaud J.M. (2019). Agricultural drought impacts on crops sector and adaptation options in Mali: a macroeconomic computable general equilibrium analysis, *Environment and Development Economics*, Vol 21 (2)

Montaud, J. M., Pecastaing, N., et Tankari, M. (2017). Potential socio-economic implications of future climate change and variability for Nigerien agriculture: A countrywide dynamic CGE-Microsimulation analysis. *Economic Modelling*, *63*, 128-142.

Perez, C., Jones, E. M., Kristjanson, P., Cramer, L., Thornton, P. K., Förch, W., & Barahona, C. A. (2015). How resilient are farming households and communities to a changing climate in Africa? A gender-based perspective. *Global Environmental Change*, *34*, 95-107.

Plan National de Développement Économique et Social (PNDES, 2021). Projet de Référentiel national de développement 2021-2025.

Saito, K. (2013) International Trading Rules and the Market Mechanisms: Changes in the International Market of Agricultural Commodities, Journal of Rural Economics 85(2): 89-101.

Sawadogo, B. et I. Fofana (2021). Perspective genre de l'impact économique du changement climatique au Burkina Faso. Working Paper 2021-04. PEP Working Paper Series ISSN 2709-7331.

Schleypen J., Saeed F., Dayamba S. Coulibaly D. et D'haen S. (2019) : "Impacts des changements climatiques sur l'économie (Produit Intérieur Brut et valeurs ajoutées sectorielles) et sur la productivité agricole au Burkina Faso", Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation. Sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique du Burkina Faso, https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20128.00003.

Shiferaw, B., K. Tesfaye, M. Kassie, T. Abate, B.M. Prasanna, and A. Menkir (2014), 'Managing vulnerability to drought and enhancing livelihood resilience in sub-Saharan Africa: technological, institutional, and policy options', *Weather Climate Extremes*, *3*, 67–79.

Siddiqui, R. (2009). Modeling Gender Effects of Pakistan's Trade Liberalization. Feminist Economics, 15(3), 287–321.

Siddiqui, R. (2005). Modelling gender dimensions of the impact of economic reforms on time allocation among market, household, and leisure activities in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 615-639.

Souratié, W. Dite M., Koinda, F., Samandoulougou, R., Et Decaluwe, B. (2019). Politiques agricoles, emploi et revenu des femmes au Burkina Faso, Revue d'économie du développement, 27, 101-127.

Teno, G., Lehrer, K., & Koné, A. (2018). Les facteurs de l'adoption des nouvelles technologies en agriculture en Afrique Subsaharienne: une revue de la littérature. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, *13*(311-2018-3120), 140-151.

Terra, M. I., Bucheli, M., & Estrades, C. (2008). Trade Opennes and Gender in Uruguay: A CGE Analysis. Poverty and Economic Policy Research Network.

Thurlow, J. (2006). Has trade liberalization in South Africa affected men and women differently? (DSGD Discussion Paper No. 36). Washington DC.

Vargas, R., Cabrera, M., Cicowiez, M., Escobar, P., Hernández, V., Cabrera, J., & Guzmán, V. (2018). Climate risk and food availability in Guatemala. *Environment and Development Economics*, *23*(5), 558-579.

World Bank 2019 *Guinea – The Economic Benefits of a Gender-Inclusive Society*.

Zidouemba, P. R. (2017). Economy-wide implications of climate change in Burkina Faso. *Economics Bulletin*, *37*(4), 2797-2808.

Zidouemba, P. R., Kinda, S. R., Nikiema, P. R., & Hien, D. R. (2018). Transformation de l'agriculture et inegalities de genre au Burkina Faso. *Paper for*.

Zongo B., Diarra A., Barbier B., Karambiri M.Z.H., Ouedraogo S., Toe P., Hamma Y., Dogot T. (2019), Evaluation ex ante de l'irrigation de complément dans un contexte sahélien : couplage d'un modèle biophysique a un modèle économique d'exploitation agricole. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ, vol.*23, 14p.

Zougmoré RB, Partey ST, Ouédraogo M, Torquebiau E, Campbell BM. 2018. Facing climate variability in sub-Saharan Africa: analysis of climate-smart agriculture opportunities to manage climate-related risks. *Cah. Agric.* 27: 34001.

ANNEXES

ANNEXES 1

Principales données à l'équilibre initial du modèle EGC

Tableau A1.1 - Parts des superficies pluviales et irriguées par sexe et par branches agricoles (en %)

Branches Agricoles	Femme		Homme	
	Pluviales	*Irriguées*	*Pluviales*	*Irriguées*
Maïs	99,8	0,2	98,7	1,3
Riz	94,9	5,1	83,4	16,6
Mil/sorgho	92,4	7,6	99,8	0,2
Fonio	100	0	100	0
Tubercule	100	0	100	0
Légumineux	100	0	80	20
Oléagineux	100	0	100	0
Fruits et Légumes	92,6	0	45,	55,6
Autres cultures	100	0	83,3	16,7

Source : Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages (EHCVM, 2018)

Tableau A1.2 - Répartition des facteurs de production par activité (%)

CULTURES	Main d'œuvre familiale féminine	Travail salarial féminin	Main d'œuvre familiale masculine	Travail salarial masculin	Capital Agricole
MAIS Pluviale femmes	48,35	4,16	40,66	6,24	0,60
MAIS Irriguée femmes	46,68	4,02	42,71	6,55	0,04
MAIS Pluviale homme	47,80	4,11	40,20	6,17	1,72
MAIS Irriguée hommes	46,24	3,98	42,30	6,49	0,99
RIZ Pluviale femmes	50,24	0,96	46,57	1,53	0,70
RIZ Irriguée femmes	48,89	0,94	48,25	1,58	0,35
RIZ Pluviale hommes	49,67	0,95	46,04	1,51	1,83
RIZ Irriguée hommes	47,54	0,91	46,91	1,54	3,11
MIL&SORGHO Pluviale femme	44,97	6,35	35,47	12,31	0,91
MIL&SORGHO Irriguée femme	48,74	6,89	28,70	9,96	5,72
MIL&SORGHO Pluviale homme	44,11	6,23	34,79	12,07	2,80
MIL&SORGHO Irriguée homme	51,61	7,29	30,39	10,55	0,16
FONIO Pluviale femme	45,15	1,25	39,36	13,66	0,59
FONIO Pluviale homme	44,30	1,23	38,62	13,40	2,46
TUBERCULE Pluviale femme	47,11	0,03	52,01	0,56	0,29

TUBERCULE Pluviale homme	47,00	0,03	51,89	0,56	0,53
LEGUMINEUSE Pluviale femme	51,17	1,50	45,67	1,58	0,08
LEGUMINEUSE Pluviale homme	51,13	1,50	45,64	1,58	0,16
LEGUMINEUSE Irriguée homme	53,75	1,58	43,09	1,49	0,10
OLEAGINEUX Pluviale femme	45,95	5,33	42,09	5,53	1,11
OLEAGINEUX Pluviale homme	42,60	4,94	39,02	5,13	8,31
FRUIT&LEGUME Pluviale femme	28,26	1,44	13,55	17,25	39,50
FRUIT&LEGUME Irrigué femme	37,87	1,93	20,59	26,22	13,39
FRUIT&LEGUME Pluviale homme	28,08	1,43	13,46	17,14	39,90
FRUIT&LEGUME Irrigué homme	8,32	0,42	4,52	5,76	80,97
AUTRECULTURE Pluviale femme	37,37	0,11	30,32	2,04	30,16
AUTRECULTURE Pluviale homme	22,94	0,07	18,61	1,25	57,14
AUTRECULTURE Irrigué homme	2,61	0,01	4,29	0,29	92,81

Source : MCS (2019)

Tableau A1.3 - Elasticités revenu choisies pour calibrer le modèle

Mil, sorgho, autres céréales	1,073
Mais	0,255
Riz	1,270
Viande, poulet, poisson, œufs, produits laitiers	1,120
Huiles, gras et sucre	0,932
Fruits, légumes et tubercules	0,666
Boissons et café	0,944
Condiments sel	0,276
Biens non-alimentaires	1,218

Source : J. Cockburn, H. Maisonnave, V. Robichaud, L. Tiberti (2016)

ANNEXES 2

Données et stratégie empirique pour définir le scénario de variabilité (Sc_{Var})

Tableau A2.1 - Période de croissance végétative retenue dans les différentes régions du Burkina Faso

Produits	**Mais**	**Riz**	**Mil - Sorgho**	**Fonio**	**Tuber-cules**	**Légum-ineuses**	**Oléagi-neux**	**Fruits - Légumes**	**Autres**
Régions									
Boucle Du Mouhoun	Mai - Sept.	Mai - Oct.	Juin - Aout	Juin - Aout	Mai - Sept.	Juin - Sept.	Mai - Sept.		Mai - Oct.
Cascades	Juin - Sept.		Juin - Oct.	Juin - Oct.		Juillet - Sept.	Juin - Oct.	Jan - Déc.	Mai - Oct.
Centre		Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juillet - Sept.	Nov. - Mars	Mai - Oct.
Centre Est	Juin - Juillet	Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juin - Sept.	Février - mai	Mai - Oct.
Centre Nord	Juin - Aout	Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juillet - Sept.	Nov. - Mars	Mai - Oct.
Centre Ouest		Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juillet - Sept.	Nov. - Mars	Mai - Oct.
Centre Sud	Juin - Juillet	Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juillet - Sept.	Février - mai	Mai - Oct.
Est	Juin - Aout	Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juin - Sept.	Février - mai	Mai - Oct.
Hauts Bassins	Juin - Sept.	Juin - Aout	Juin - Oct.	Juin - Oct.		Juin - Sept.	Juin - Oct.	Jan -Déc.	Mai - Oct.
Nord	Juin - Aout		Juin - Sept.	Juin - Sept.		Juin - Aout	Juin - Sept.		
Plateau Central		Juin - Sept.	Juin - Sept.			Juin - Sept.	Juillet - Sept.	Nov. - Mars	Mai - Oct.
Sahel	Juin - Aout		Juin - Sept.			Juin - Aout	Juin - Sept.		
Sud-Ouest	Mai - Sept..	Mai - Aout	Mai - Nov..		Mai - Aout	Mai - Sept..	Juin - Aout	Avril - Aout	Mai - Oct.

Source : USAID, 2010

Tableau A2.2. - Part des régions et des produits dans la production agricole nationale de chaque culture en 2020
(en %)

	Mais	Riz	Mil - Sorgho	Fonio	Tuber-cules	Légum-ineuses	Oléagi-neux	Fruits - Légumes	Autres	
Part des produits	21,7	5,1	31,4	0,1	2,1	8,0	20,5	11,0	0,1	**100**
Part des Régions										
Boucle du Mouhoun	14,6	14,4	22,0	95,6	4,7	11,1	21,6	10,3	26,4	
Cascades	11,2	10,9	1,0	0,0	2,5	1,9	6,3	2,6	4,5	
Centre	1,6	1,3	1,0	0,0	0,1	1,5	0,6	1,3	0,5	
Centre Est	7,6	14,8	4,7	0,0	9,5	7,0	10,7	7,4	16,8	
Centre Nord	0,9	3,5	12,2	0,0	0,0	15,1	2,9	11,6	3,4	
Centre Ouest	7,5	5,9	11,5	0,0	14,5	12,2	8,7	13,0	16,2	
Centre Sud	6,3	6,5	4,1	0,0	2,4	3,9	7,4	4,1	2,8	
Est	4,5	15,0	10,1	0,0	5,3	7,1	10,5	5,8	1,4	
Hauts Bassins	32,3	17,0	5,0	2,8	24,1	4,4	20,6	9,4	7,1	
Nord	1,9	3,0	8,6	1,6	11,4	15,2	2,9	13,7	14,1	
Plateau Central	2,7	3,6	5,6	0,0	0,5	6,5	2,9	5,1	0,0	
Sahel	0,2	0,4	8,9	0,1	0,0	10,9	0,7	8,1	3,1	
Sud-Ouest	8,5	3,6	5,3	0,0	25,0	3,2	4,3	7,8	3,6	
	100	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	

Sources : Annuaire des statistiques agricoles du Burkina Faso (2020)

Tableau A2.3. - Ordres d'intégration et choix de la méthode d'estimation

Cultures	Rendements	Pluviométrie	Méthodes
Mais	I(0)	I(0)	MCO
Riz	I(0)	I(0)	MCO
Mil et sorgho	I(0)	I(0)	MCO
Fonio	I(0)	I(0)	MCO
Tubercules	I(0)	I(0)	MCO
Légumineux	I(1)	I(0)	ARDL
Oléagineux	I(0)	I(0)	MCO
Fruit et légumes	I(1)	I(0)	ARDL
Autres cultures	I(1)	I(0)	ARDL

Source : Auteurs à partir des données de Banque Mondiale (2022) et FAO (2022)

Tableau A2.4. Résultats des estimations économétriques pour chaque culture

Variable Explicative	Variable expliquée : ***Rendement des cultures***								
	Maïs	Riz	Mil et Sorgho	Fonio	Tubercules	Légumineux	Oléagineux	Fruit et légumes	Autres cultures
Pluviométrie	0,618*** (0,208)	0,656** (0,272)	0,578** (0,225)	0,509* (1,90)	0,938** (0,402)	0,156** (0,065)	0,028*** (0,005)	0,09* (0 ;055)	0,136** (0,057)

Source : Auteurs à partir des données de Banque Mondiale (2022) et FAO (2022)
NB : les valeurs entre parenthèses représentent les erreurs types, tandis que ***, **, * représentent respectivement la significativité des coefficients à 1%, 5% et 10%.

ANNEXES 3

Données pour définir les scénarios de sécheresses sévères

Tableau A3-1- Variation des rendements des différentes cultures dans chaque scénario de sécheresses

		Sc_S	Sc_{Opt}	Sc_{Pess}
		$n_s \approx 1$	$n_s \approx 2$	$n_s \approx 3$
Mais	*Irrigué*			
	Femmes	-3,6%	-4,0%	-4,4%
	Hommes	-2,8%	-3,1%	-3,4%
	Pluvial			
	Femmes	-18,2%	-20,0%	-21,8%
	Hommes	-14,0%	-15,4%	-16,8%
Riz	*Irrigué*			
	Femmes	-3,9%	-4,3%	-4,7%
	Hommes	-3,0%	-3,3%	-3,6%
	Pluvial			
	Femmes	-19,6%	-21,5%	-23,5%
	Hommes	-15,1%	-16,6%	-18,1%
Mil et Sorgho	*Irrigué*			
	Femmes	-3,7%	-4,0%	-4,4%
	Hommes	-2,8%	-3,1%	-3,4%
	Pluvial			
	Femmes	-18,3%	-20,1%	-21,9%
	Hommes	-14,1%	-15,5%	-16,9%
Fonio	*Pluvial*			
	Femmes	-16,7%	-18,4%	-20,1%
	Hommes	-12,9%	-14,2%	-15,5%
Tubercules	*Pluvial*			
	Femmes	-27,3%	-30,0%	-32,7%
	Hommes	-21,0%	-23,1%	-25,2%
Légumineuses	*Irrigué*			
	Hommes	-0,8%	-0,8%	-0,9%
	Pluvial			
	Femmes	-5,0%	-5,5%	-6,0%
	Hommes	-3,8%	-4,2%	-4,6%
Oléagineux	*Pluvial*			
	Femmes	-0,8%	-0,9%	-1,0%
	Hommes	-0,6%	-0,7%	-0,8%
Fruits et Légumes	*Irrigué*			
	Femmes	-0,6%	-0,6%	-0,7%
	Hommes	-0,4%	-0,5%	-0,5%
	Pluvial			
	Femmes	-2,8%	-3,1%	-3,4%
	Hommes	-2,2%	-2,4%	-2,6%
Autres cultures	*Irrigué*			
	Hommes	-0,6%	-0,7%	-0,8%
	Pluvial			
	Femmes	-4,2%	-4,6%	-5,0%
	Hommes	-3,2%	-3,5%	-3,9%