
Gestion du risque climatique : les déterminants des stratégies d'adaptation des agriculteurs en Afrique Subsaharienne

Document de Travail
Working Paper
2021-17

Louise Ella Desquith
Olivier Renault



Economix - UMR7235
Université Paris Nanterre
Bâtiment G - Maurice Allais, 200, Avenue de la République
92001 Nanterre cedex

Email : secretariat@economix.fr



Les déterminants des stratégies d'adaptation des agriculteurs en Afrique subsaharienne : le rôle des croyances

Louise-Ella Desquith¹ et Olivier Renault²

Résumé

Cet article est une revue de la littérature sur les déterminants du choix d'adaptation des agriculteurs en Afrique subsaharienne. De nombreuses études ont souligné l'existence d'inégalités en matière d'adaptation à l'échelle des exploitations agricoles suggérant de s'intéresser à ses déterminants micro. Maddison (2007) souligne l'importance de la perception du changement agricole dans le processus d'adaptation. Paradoxalement, une littérature récente montre que les ménages agricoles ont une bonne perception du changement climatique mais s'engagent relativement peu dans les stratégies d'adaptation même lorsque les ressources financières ou institutionnelles ne sont pas contraignantes. Ce paradoxe suggère que les croyances, enclines à se développer dans les contextes incertains, occupent une place importante dans le choix d'adaptation. La spécificité des croyances des ménages agricoles sub-sahariens doit être considérée dans les politiques visant à développer l'adaptation.

Mots-clés : Changement climatique, Adaptation, Vulnérabilité, perceptions, croyances

Keywords: Climate change, Adaptation, Vulnerability, perceptions, beliefs

Code JEL : Q54 D81, D83

Introduction

Bien que l'Afrique sub-saharienne soit une région relativement faiblement émettrice de gaz à effet de serre, elle est aujourd'hui une des régions du monde les plus vulnérables face au changement climatique. Selon les données de la banque mondiale, en 2017, les pays européens et les États-Unis ont accumulé respectivement 3556 millions et 5107 millions de tonnes de CO₂. Durant la même année, les pays de l'Afrique sub-saharienne ont conjointement émis 817 millions de tonnes de CO₂ qui ne représentent que 2% des émissions totales (Banque mondiale, 2019)³. S'il existe désormais un consensus scientifique sur

¹ Doctorante à EconomiX, UMR 7235, Paris Nanterre University, CNRS. Contact : desquith.le@parisnanterre.fr

² Enseignant-Chercheur à EconomiX, UMR 7235, Paris Nanterre University, CNRS. Contact : o.renault@parisnanterre.fr

³ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277613?sommaire=4318291>

l'origine anthropique du changement climatique, l'ampleur de ce changement – et notamment l'impact des émissions de gaz à effet de serre sur le changement climatique – demeure un sujet de controverse (GIEC 2018). De très nombreuses études ont été publiées depuis des décennies afin de fournir des projections sur le changement climatique en évaluant non seulement l'évolution du climat moyen (températures et pluviométrie notamment) mais aussi l'occurrence d'évènements extrêmes (tempêtes et sécheresses notamment). Ces différentes projections soulignent l'existence de vulnérabilités des territoires face aux réalisations futures du changement climatique susceptibles d'introduire des bouleversements sociétaux majeurs impactant durablement et profondément les niveaux de vie des populations concernées. Dans le concert des nations, l'Afrique sub-saharienne apparaît comme une région hautement vulnérable quel que soit le scénario du changement climatique envisagé et ce en raison de son exposition géographique et de sa sensibilité à l'aléa climatique (Serdeczny et al. 2017).

La vulnérabilité au changement climatique revêt en effet une double dimension : elle intègre non seulement l'*exposition aux chocs climatiques* (par exemple, les températures n'augmenteront pas de manière uniforme sur l'ensemble du globe) mais également la *sensibilité à ces chocs climatiques* (par exemple, deux pays ne seront pas également impactés par une hausse identique des températures). Si le niveau d'exposition aux chocs climatiques dépend principalement de facteurs géographiques et environnementaux, le degré de sensibilité aux chocs climatiques résulte quant à lui de très nombreux facteurs économiques, institutionnels, sociopolitiques ou encore psychologiques. Afin de classer les pays selon leur exposition et leur sensibilité aux chocs climatiques, un pan de la littérature a développé des indices de vulnérabilité au changement climatique. Comme le souligne Edmonds et al. (2020), les pays d'Afrique sub-saharienne appartiennent systématiquement à l'ensemble des pays possédant la vulnérabilité la plus élevée. Par exemple, l'indicateur de vulnérabilité au changement climatique développé par la FERDI (Fondation pour les Etudes et Recherches sur le Développement International) produit un classement au sein duquel dix-huit pays africains sont représentés parmi les quarante pays possédant les indices de vulnérabilité les plus élevés alors qu'aucun pays africain n'est présent dans l'ensemble des quarante pays possédant les indices de vulnérabilité les plus bas. Notre-Dame Global Initiative (ND Gain) produit également chaque année un indice composite fondé sur un indice de vulnérabilité et un indice de préparation à l'adaptation climatique. L'indice de vulnérabilité se décompose en grands postes tels l'alimentaire, l'eau, la santé, l'habitat, l'écosystème et les infrastructures. L'indice de préparation à l'adaptation se décompose en trois postes : l'économique, le politique et le

social. Dans ce classement, en 2018, aucun pays africain n'apparaît dans les soixante pays les plus résilients au changement climatique (le Maroc, classé 64^{ème}, est le premier pays africain) alors que trente-six pays africains sont classés parmi les cinquante pays en fin de classement (douze pays africains apparaissent parmi les treize derniers pays).

L'exposition de l'Afrique sub-saharienne aux chocs climatiques est expliquée par sa situation géographique. L'Afrique sub-saharienne est gravement et disproportionnellement affectée par les changements climatiques et est vulnérable aux futures variations climatiques (GIEC, 2014). Selon le rapport de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM 2019), les cinq dernières années ont été particulièrement chaudes sur tout le continent. Des épisodes de sécheresse sévères ont été enregistrés plusieurs fois au cours de l'année 2019, une situation qui risque de s'aggraver dans les années à venir. Par ailleurs, une des manifestations les plus robustes du changement climatique est la réduction de l'incidence des extrêmes froids et l'augmentation de l'incidence des extrêmes chauds (Zwiers et al. 2011). Selon Hertel et al (2014), sur huit scénarii portant sur le changement climatique, seul un scénario s'avère véritablement préjudiciable pour les pays européens. En effet, la réduction des contraintes de gel dans les systèmes tempérés présente beaucoup d'opportunités d'adaptation qui n'existent pas en Afrique sub-saharienne où les températures moyennes s'établissent déjà au-dessus d'un seuil critique éliminant de fait de telles opportunités d'adaptation (Hatfield et al. 2011). La surexposition de l'Afrique sub-saharienne aux chocs climatiques est également soulignée par les projections sur l'évolution de la pluviométrie. Selon l'OMM 2019, les précipitations ont été largement inférieures à la moyenne au cours de l'année 2018 dans bon nombre de pays avec des conséquences assez importantes pour la partie Nord-Ouest du continent. Or, une grande partie des territoires africains est considérée comme aride ou semi-aride impliquant un phénomène d'évaporation plus important et aggravant les conséquences associées aux épisodes de sécheresse.

La sensibilité de l'Afrique sub-saharienne aux chocs climatiques est expliquée par une série de facteurs économiques, institutionnels et sociodémographiques qui renforcent sa vulnérabilité au changement climatique. Selon le GIEC 2007, « le changement climatique pourrait faire baisser le PIB de l'ensemble de l'Afrique de 2 à 4% d'ici à 2040 et cette baisse pourrait atteindre 10% voire 25% en 2100 ». Cette prévision s'explique en premier lieu par la part très importante de l'agriculture dans la production des richesses qui rend les économies de l'Afrique sub-saharienne fortement sensibles à l'aléa climatique. Le secteur agricole

génère 23% du PIB en Afrique et représente 55% de la population active dans ces pays (Ilostat 2017⁴). En Ethiopie, notamment, l'agriculture représente jusqu'à 52% du PIB 85% et emploie plus de 85% de la population (Deressa et al. 2011). Waha et al. (2013) montrent que les rendements agricoles sont davantage sensibles à différents scénarii de changement climatique en Afrique sub-saharienne plutôt qu'en Europe : à scénario donné, la probabilité de baisse des rendements agricoles est plus forte en Afrique sub-saharienne alors que l'incertitude pesant sur cette probabilité de baisse est plus forte en Europe. En second lieu, la pauvreté, couplée au facteur démographique, est un facteur aggravant la vulnérabilité de l'Afrique sub-saharienne. Selon la banque mondiale (2019), si l'extrême pauvreté – regroupant l'ensemble des personnes vivant avec moins de 1,9 dollar par jour – décroît de manière relative depuis deux décennies en raison de l'accroissement démographique (baisse de 54% en 1990 à 41% en 2015), le nombre de personnes dans l'extrême pauvreté a sensiblement augmenté sur la même période passant de 278 millions en 1990 à 413 millions en 2015. De surcroît, cette pauvreté est beaucoup plus marquée dans la zone rurale comparativement à la zone urbaine : 82% des ménages dans l'extrême pauvreté vivent dans les zones rurales et obtiennent leurs revenus de l'agriculture (Banque mondiale 2019). En outre, l'accroissement démographique exerce une pression supplémentaire sur les ressources alimentaires ou hydriques et peut entraîner une dégradation accrue des terres. Dans le contexte du changement climatique, l'accroissement démographique renforce la paupérisation et réduit les capacités d'adaptation des populations.

La vulnérabilité de l'Afrique sub-saharienne face au risque climatique met ainsi en lumière l'impérieuse nécessité de l'adaptation du secteur agricole. Les stratégies d'adaptation regroupent l'ensemble des actions qui visent à limiter les effets négatifs du changement climatiques sur le bien-être des agriculteurs ou bien visant potentiellement à en exploiter les effets bénéfiques. Précisément, une stratégie d'adaptation vise à réduire l'impact d'une variation d'un paramètre climatique sur les rendements agricoles ou la productivité d'un intrant comme la qualité des sols (modèles agricoles) ou bien sur la valeur de la production (études ricardiennes). En ce sens, les stratégies d'adaptation constituent des outils privilégiés afin de réduire la vulnérabilité : si les stratégies d'adaptation ciblent prioritairement la réduction de la sensibilité aux chocs climatiques, la définition précise de leurs contours est en revanche intimement liée à la nature et à l'intensité de l'exposition aux chocs climatiques. Le choix de la meilleure stratégie d'adaptation (combinant généralement plusieurs

⁴ <https://ilostat.ilo.org/fr/>

adaptations) est un choix complexe qui dépend naturellement de l'environnement climatique de production et de différentes contraintes de ressources (revenus, information) qui s'exercent sur l'exploitant agricole, impliquant la réalisation d'actions définies à différentes échelles et sur lequel pèsent plusieurs contraintes (Bryan et al 2009). Les adaptations réelles prises au niveau de l'exploitation sont variées et peuvent prendre les traits de l'utilisation de différentes cultures ou variétés de cultures, de la plantation d'arbres, de la conservation des sols, du changement des dates de plantation ou encore de l'amélioration du système d'irrigation. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a fait de l'adaptation aux risques climatiques un enjeu majeur pour les générations à venir : une faible capacité d'adaptation engendre une forte vulnérabilité au changement climatique. La FAO (2007) considère l'adaptation aux risques climatiques sous deux angles différents : i) la manière avec laquelle l'adaptation peut être soigneusement planifiée et mise en œuvre pour éviter toute possibilité de mauvaise adaptation et ii) la prise de conscience des risques liés au changement climatique par les agriculteurs et de leur capacité d'adaptation au changement climatique.

De nombreux facteurs influencent directement la capacité d'adaptation des agriculteurs (Hertel et Lobell 2014, Agarwal 2008). Le niveau de richesse, l'accès à l'information climatique et technologique ou encore l'accès au crédit sont considérés comme des déterminants macroéconomiques traditionnels de l'adaptation. Le revenu, l'âge, le genre, la taille du ménage ou la perception du changement climatique sont les principaux déterminants microéconomiques de l'adaptation. Un pan récent de la littérature a mis en lumière un paradoxe : si les ménages agricoles ont conscience de l'existence du changement climatique et de ses impacts sur leur environnement de production, le recours à l'adaptation demeure relativement peu développé en comparaison aux autres régions du monde même lorsque les ressources financières ou institutionnelles ne sont pas contraignantes (Onyekuru et Marchant 2017, Bryan et al. 2013). Ce paradoxe peut être résolu en prenant en compte l'effet des croyances dans le processus d'adaptation. Il est difficile de dessiner précisément les contours des croyances tant leurs formes sont diverses et variées. D'une manière générale, une croyance représente toute proposition considérée comme vraie par un individu sans qu'il y ait nécessairement une démonstration objective de cette proposition. Depuis plusieurs décennies, des travaux en économie comportementale ont souligné le rôle prépondérant des croyances dans les contextes décisionnels incertains et ont été appliqués récemment au champ du changement climatique afin d'estimer comment les croyances déterminent le choix

d'adaptation (Spear et al. 2019, Milfont et al. 2015). Dans cette littérature, une observation robuste semble se dégager : la relation entre croyances et adaptation apparaît singulière dans les études menées en Afrique subsaharienne. Alors que les travaux menés dans les pays développés construisent principalement cette relation à partir des croyances en la science en évoquant l'optimisme, le pessimisme ou le scepticisme comme attitudes explicatives de la propension à s'adapter, des travaux récents menés en Afrique procurent des analyses très différentes sur la relation entre croyances et adaptation. Ces dernières insistent davantage sur le poids des croyances traditionnelles et religieuses et invoquent le fatalisme comme attitude principale influençant le choix d'adaptation. Cette observation possède des implications importantes en termes de politique : la prise en compte des croyances dans le processus d'adaptation appelle à renforcer la confiance dans la figure de l'expert dans les pays développés alors qu'elle incite davantage à s'orienter vers l'éducation et sa cohabitation avec les normes traditionnelles et religieuses dans les pays d'Afrique sub-saharienne.

Dans la seconde section du papier, nous dressons une synthèse de travaux soulignant l'exposition et la sensibilité de l'Afrique subsaharienne au changement climatique. Dans la troisième section, nous revenons sur les stratégies d'adaptation adoptées par les ménages agricoles en Afrique subsaharienne ainsi que sur ses déterminants micro traditionnels. Nous soulignons que les ménages agricoles perçoivent globalement bien le changement climatique en dépit du faible niveau d'adaptation observé. Enfin, dans une quatrième et dernière section, nous montrons comment une littérature récente confère aux croyances une place de plus en plus importante afin d'expliquer le déficit d'adaptation des ménages agricoles en Afrique subsaharienne.

2–Aperçu sur les tendances climatiques et l'impact du changement climatique en Afrique subsaharienne

Si l'exposition aux chocs climatiques diffère entre les pays d'Afrique sub-saharienne, la grande quantité de données météorologiques accumulées démontre sans ambiguïté que ces pays sont davantage exposés aux chocs climatiques que les pays développés (2.1). Cette surexposition aux chocs climatiques est doublée d'une sensibilité aigüe au changement climatique se traduisant par d'importantes répercussions négatives sur les économies des pays d'Afrique sub-saharienne (2.2).

2.1 Tendances et évolution de la température et de la pluviométrie en Afrique subsaharienne

Le climat se définit à partir de paramètres météorologiques (température, précipitations, ensoleillement, etc.) et de propriétés statistiques (moyennes, extrêmes, etc.) pour une période couvrant généralement des échelles de temps outrepassant l'échelle humaine⁵. L'originalité du changement climatique contemporain réside dans son origine anthropique – à tout le moins partielle – qui modifie substantiellement l'échelle temporelle associée : de phénomène séculaire, le changement climatique est devenu un phénomène observable à l'échelle d'une vie humaine. Ce constat impose comme nécessité l'adaptation au changement climatique. Comme le souligne le GIEC (2018), les prévisions décennales sont désormais un enjeu majeur au niveau scientifique et de la qualité de ces prévisions dépend en grande partie de l'efficacité des stratégies d'adaptation. Cette section est consacrée spécifiquement aux études météorologiques menées en Afrique subsaharienne et recense les observations passées ainsi que les prévisions des deux paramètres climatiques principaux : les températures et la pluviométrie.

2.1.1 Observations passées et évolutions futures des températures en Afrique subsaharienne

Une des plus fortes certitudes apportées par les modèles scientifiques depuis plusieurs décennies concerne la hausse des températures comme manifestation première du changement climatique. Le rapport sur l'état du climat en Afrique (2019) montre que la hausse des températures en Afrique est similaire à celles observées sur les autres continents, excédant en moyenne de 1,1 degré les températures de l'ère préindustrielle. Néanmoins, une hausse identique des températures ne traduit pas une même exposition au changement climatique. En effet, à l'instar des zones géographiques caractérisées par des extrêmes froids, la prévalence d'extrêmes chauds en Afrique subsaharienne rend cette zone comparativement plus exposée au changement climatique que les zones au climat tempéré. Parmi la somme considérable d'études réalisées depuis de nombreuses années sur le sujet, le tableau 1 présente quelques

⁵ <https://interstices.info/comment-estimer-le-changement-climatique/>

travaux réalisés sur le continent Africain à différentes dates, dans le cadre de différents projets et utilisant des méthodologies sensiblement différentes.

Tableau 1 : Tendances et évolution du paramètre température selon les études considérées sur le continent Africain

	Observations passées (sur 30 à 50 ans)	Prévisions futures à court terme (moins de 50 ans)	Prévisions futures à long terme (plus de 50 ans)
BAD⁶ (2013) (Côte d'Ivoire)	+0.3 à 0.8°C	+1.5° à +2°C	+1.5° à 3°C
Gayes et Sylla (2008) (Sénégal)	+1.6°C	+3° à 4°C	+4° à 8.5°C
B. Oueslati et al. (2017) (Burkina)	+1.2° à 1.7°C	+1.2° à +2°C	+1.5°C à 3°C
Eriksen et al. (2008) (Rwanda)	+0,7°C à + 0,9°C		
GIEC (2007 et 2014), (Afrique subsaharienne)	+0.7°C	+1.5°C à +3°C	+1.5°C à +3°C
OCDE (2008), CEDEAO CSAO (2008) (Afrique de l'ouest)	+0.2°C à +0.8°C		+3°C à +4°C

Clé de lecture : BAD (2013) prévoit que la hausse moyenne de températures en Côte d'Ivoire sur un horizon de moins de 50 ans sera comprise à 95% entre 1.5 et 2 degrés Celsius.

Le tableau 1 présente des intervalles de confiance estimant les hausses de températures passées et futures dans différents pays ou régions d'Afrique subsaharienne. En premier lieu, le tableau illustre l'existence d'un consensus sur l'existence d'une augmentation moyenne des températures en Afrique subsaharienne quelle que soit l'étude considérée. En second lieu, le milieu d'intervalle des observations passées est inférieur à celui du futur à court terme, lui-même inférieur à celui du futur à long terme. Cette observation traduit une accélération dans la hausse des températures. Ce constat est renforcé par le fait que la borne inférieure des intervalles augmente lorsque ces derniers portent sur un horizon distant dans le futur. Néanmoins, en dépit de ce consensus robuste, la comparaison des études climatiques révèle que l'existence des écarts significatifs d'observations passées et de prévisions. Ces écarts entre études traduisent naturellement des différences dans les degrés d'exposition au changement climatique entre les pays africains, suivant les caractéristiques géographiques et

⁶ <https://www.afdb.org>

environnementales des pays considérés. Toutefois, les écarts d'observations passées et de prévisions ne peuvent être intégralement imputables à des différences d'exposition géographique. Ils peuvent en effet également être expliqués par des différences en termes de méthodologie utilisée, toutes les études n'utilisant pas les mêmes méthodes statistiques et n'intégrant pas l'incertitude pesant sur les paramètres climatiques de la même façon dans le modèle (GIEC 2018). Les écarts de prévisions traduisent notamment la complexité à modéliser le niveau de température futur qui dépend d'une multitude de facteurs complexes et interconnectés. Par exemple, le niveau moyen des températures dans une décennie peut être considéré comme un événement hautement aléatoire dans la mesure où il dépend intimement d'une myriade de décisions humaines prises aux échelles individuelle et collective. Le tableau 1 caractérise donc l'existence d'une incertitude sur l'ampleur précise des hausses de températures, une amplitude devenant beaucoup plus grande lorsque l'étude se situe sur du long terme suggérant naturellement que l'incertitude augmente avec l'horizon temporel. Parmi ces études, certaines prévoient notamment que le scénario d'une augmentation des températures au-delà de 2% est hautement probable⁷. Ces écarts rendent difficiles l'interprétation des comparaisons entre perceptions subjectives des agriculteurs et les données météorologiques. L'incertitude pesant sur l'ampleur des hausses de températures peut complexifier le choix de la stratégie d'adaptation : une stratégie d'adaptation efficace pour une des hausses de températures de 1.5°C ne sera plus nécessairement adaptée dans un scénario de hausse de 3°C des températures.

2.1.2 Observations passées et évolutions futures de la pluviométrie en Afrique subsaharienne

Contrairement aux températures, l'évolution du paramètre pluviométrie est davantage hétérogène suivant la zone considérée et demeure la variable climatique la plus difficile à prévoir. Cette difficulté s'explique surtout par le fait que le contexte Ouest-Africain est marqué par de très fortes variabilités intra-annuelles et interannuelles⁸. De plus, en dépit de réels progrès réalisés depuis une décennie, cette zone reste caractérisée par une forte insuffisance de données d'observations sur les phénomènes climatiques, ce qui rend difficile la compréhension de la variabilité climatique actuelle et future de ce continent (Rapport sur l'état de l'Afrique 2019).

⁷ Voir le volume 2 du rapport 2014 du GIEC.

⁸ Pour plus de détails, voir Rapport d'étude du PRESA/IED, 2015 sur la gestion du risque climatique.

En général, les tendances observées en termes de pluviométrie sont caractérisées par une baisse moyenne générale de la pluviosité et par un accroissement de la variabilité de la pluviosité, ces deux tendances conservant un haut degré d'incertitude dans la plupart des projections réalisées. Selon le rapport sur l'état du climat en Afrique (2019), les précipitations observées durant l'année 2019 ont été inférieures aux moyennes des températures à long terme en Afrique australe, à l'est du Golf de Guinée, le long de la côte sud-ouest de l'Afrique de l'ouest ou encore au nord-ouest du massif du haut Atlas. A contrario, une pluviosité supérieure à aux moyennes passées a été soulignée en Afrique de l'est, dans le Sahel, entre les bassins de la Volta et du Niger ou encore dans la partie occidentale de l'Afrique centrale. La variabilité accrue de la pluviosité s'exprime à l'échelle spatiale ainsi qu'à l'échelle temporelle. Du point de vue spatial, les régions de l'Afrique subsaharienne sont marquées par une forte hétérogénéité spatiale (entre les pays et à l'intérieur d'un même pays) et ne sont donc pas toutes exposées de la même façon aux variations pluviométriques. En outre, pour une zone d'étude donnée, la variabilité pluviométrique s'exprime également du point de vue temporel : déficit pluviométrique intra-saisonnier, pluies localisées extrêmes, forte variabilité interannuelle au sein d'une même période, variabilité de la date de début et de fin et durée de la saison des pluies. Cette variabilité est largement observée par exemple dans la zone Ouest-africaine (rapport sur l'état du climat en Afrique (2019)). Le tableau 2 suivant propose un aperçu de différentes études sur la pluviométrie menées précisément en Afrique subsaharienne. Il reprend les principales conclusions dressées par le rapport sur l'état du climat en Afrique (2019) en soulignant une tendance générale à la baisse de la pluviosité, des différences spatiales marquées dans les prévisions selon la zone considérée ainsi qu'une incertitude élevée sur les principales évolutions futures quel que soit l'horizon temporel considéré.

Tableau 2 : Tendances et évolution de la pluviométrie selon les études

Continent africain	Observations passées (30 à 50 ans)	Évolutions futures (30 à 50 ans)
GIEC (2001) (Afrique subsaharienne)		-4 % (Afrique australe) +2% (Afrique de l'Ouest) +7% (Afrique de l'Est)
Shiklomanov (1997) (Afrique de l'Ouest)	-25%(sahel) 40 à -60% selon le pays et selon la région	
Hulme et al. (2001)	-2.4%(Afrique de l'Ouest)	+10 à 35 % (Afrique de l'Ouest)
Hubert et Carbonnel (1987)	-50 et -80%(dans le sahel)	
GIEC 2007	Forte variabilité et tendance à la baisse	-5 à -10% (Afrique de l'Ouest) +5 à +15% (Afrique de l'Est) (résultats très contrastés)
Centre Régional AGRHYMET, CILSS, (2007) (Afrique subsaharienne)	Forte variabilité	-5 à -10% (Ouest du Sahel) +5 à +15%(Sahel central)
CSE (2010) (Sénégal) Leroux et Sagna (2000) (Senegal)	-30% (sur l'ensemble du territoire sénégalais) -50% (Dakar) +5% (autre localité) Forte variabilité	Conclusion incertaines
DFID (2009) (Kenya)		+7,0 à 9,7% (2030) 13,3 à 18,8%(2050)

La surexposition de l'Afrique sub-saharienne se manifeste enfin à travers la survenance d'évènements climatiques extrêmes. L'état du climat en Afrique (2019) rapporte une intensification de l'activité cyclonique, notamment sur les côtes de l'Afrique du sud-est. Cette intense activité cyclonique a généré de fortes inondations qui deviennent un phénomène récurrent dans des nombreuses régions de la corne de l'Afrique. Parallèlement, les épisodes de sécheresse frappent régulièrement des différentes régions, notamment l'Afrique australe, et s'analysent comme une conséquence directe des évolutions observées dans les températures et la pluviométrie. Ces évènements climatiques extrêmes induisent des conséquences désastreuses sur les différentes régions dans lesquelles ils s'abattent et renforcent la vulnérabilité des exploitations agricoles.

2.2- Impact du changement climatique en Afrique sub-saharienne

Outre son exposition singulière au changement climatique, l'Afrique subsaharienne se caractérise par une sensibilité aigüe aux chocs climatiques : une variation marginale équivalente d'un paramètre climatique en Afrique et en Europe par exemple n'induirait pas les mêmes conséquences économiques, sociales et environnementales entre les deux zones. En effet, les économies d'Afrique subsaharienne reposent sur des secteurs d'activité particulièrement sensibles aux variations climatiques et possèdent un socle institutionnel moins protecteur que celui des pays riches. Selon Juana et al. (2013), l'agriculture, la santé et les écosystèmes et la biodiversité (les ressources en eau et la foresterie) sont les secteurs les plus vulnérables aux effets du changement climatique en Afrique. Nous revenons dans un premier temps sur les conséquences générales du changement climatique avant de se focaliser plus spécifiquement sur le secteur agricole.

2.2.1. Les conséquences générales du changement climatique en Afrique sub-saharienne

L'Afrique sub-saharienne est extrêmement sensible à l'évolution des paramètres climatiques : le changement climatique possède des conséquences potentiellement dévastatrices sur les sphères économiques, sanitaires démographiques, environnementales, et sociopolitiques des pays. Selon le Fonds Monétaire International, les conséquences négatives actuelles du changement climatique se concentrent principalement dans les régions possédant un climat chaud et où la proportion de ménages pauvres est élevée. Le Centre Africain de Politique Climatique estime que le produit intérieur brut de l'Afrique sub-saharienne sera profondément impacté par la hausse des températures. Précisément, sur plusieurs scénarios envisagés considérant des hausses de températures allant de un degré à quatre degrés en comparaison à l'ère préindustrielle, le produit intérieur brut du continent africain dans son ensemble pourrait décroître de 2.25% à 12.12%. Le Centre Africain de Politique Climatique précise que l'Afrique de l'Ouest, l'Afrique centrale et l'Afrique de l'Est devraient subir des conséquences plus graves que le sud et le nord de l'Afrique. Le tableau 3, proposé par le Centre Africain de Politique Climatique, synthétise les effets du changement climatique sur le produit intérieur brut en Afrique en fonction du scénario retenu et de la région considérée.

Tableau 3 : Effets de long terme du changement climatique sur le PIB africain (% annuel) selon quatre scénarios et pour cinq régions distinctes

Subregions	GDP (% Change/Year)			
	1° C	2° C	3° C	4° C
North (n = 7)	-0.76 ± 0.16	-1.63 ± 0.36	-2.72 ± 0.61	-4.11 ± 0.97
West (n = 15)	-4.46 ± 0.63	-9.79 ± 1.35	-15.62 ± 2.08	-22.09 ± 2.78
Central (n = 9)	-1.17 ± 0.45	-2.82 ± 1.10	-5.53 ± 1.56	-9.13 ± 2.16
East (n = 14)	-2.01 ± 0.20	-4.51 ± 0.34	-7.55 ± 0.63	-11.16 ± 0.85
Southern (n = 10)	-1.18 ± 0.64	-2.68 ± 1.54	-4.40 ± 2.56	-6.49 ± 3.75
Whole of Africa (n = 55)	-2.25 ± 1.52	-5.01 ± 3.30	-8.28 ± 5.12	-12.12 ± 7.04

Source: Adapted from Economic growth, development and climate change in Africa, published by the African Climate Policy Centre (ACPC) of the United Nations Economic Commission for Africa (UNECA)

L'impact du changement climatique sur le produit intérieur brut fait peser une menace d'insécurité alimentaire sur les pays d'Afrique sub-saharienne. Selon la FAO, dans les pays d'Afrique subsaharienne particulièrement exposés au risque de sécheresse, le nombre de ménages touchés par la sous nutrition a augmenté de 45.6% entre 2012 et 2020. Ce constat résulte directement du poids de l'agriculture dans les économies africaines et, notamment, du poids de l'agriculture de subsistance. Cette vulnérabilité alimentaire s'accompagne d'une vulnérabilité sanitaire : les variations climatiques sont susceptibles de favoriser le développement d'animaux vecteurs de maladies comme la dengue, la malaria ou la fièvre jaune et contribuent à faire émerger de nouvelles maladies dans des régions qui étaient préalablement épargnées. De surcroît, l'Afrique sub-saharienne est particulièrement sensible aux phénomènes climatiques extrêmes. Hochrainer et al. (2009) révèlent qu'entre 1970 et 2007, 90% des catastrophes les plus dévastatrices, selon leur indice de nombre de victimes, se sont produites dans les pays en développement. En particulier, plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest ont été touchés par les effets dévastateurs des sécheresses, des tempêtes et des inondations. Sur les dizaines de milliers des personnes décédées des suites d'une catastrophe naturelle durant la première décennie du 21^{ème} siècle, 22 % sont mortes à la suite de tempêtes et 11% sont mortes à la suite des températures extrêmes⁹. Pour le Mozambique par exemple, les inondations récurrentes des années 1999–2000 ont causé la mort de plus de 700 personnes,

⁹ Source: www.undp.org | Octobre 2010.

d'au moins 350.000 d'animaux d'élevage et des hectares de terres cultivées ont été ravagés. Les dégâts économiques ont été estimés à près de 3 milliards de dollars US soit 20% du PIB (Hellmuth et al. 2007). La vulnérabilité économique et sanitaire de l'Afrique subsaharienne constitue un terreau extrêmement favorable à l'instabilité sociale et politique qui, en retour, renforce cette vulnérabilité économique et sanitaire créant un cercle vicieux de vulnérabilité générale de l'Afrique sub-saharienne au changement climatique.

2.2.2 Conséquences spécifiques du changement climatique dans le secteur agricole subsaharien

Le changement climatique modifie considérablement l'environnement de production des exploitations agricoles. Ces dernières sont confrontées à une baisse de rendements, à une instabilité des prix des intrants et des biens produits et à un risque de réduction quantitative et qualitative de la consommation. La nature des risques et l'ampleur des conséquences peuvent varier en fonction des systèmes de production choisis, de l'emplacement géographique, des conditions météorologiques spécifiques, des politiques agricoles ou encore des types d'exploitations agricoles.

La plupart des études ayant analysé les conséquences du changement climatique sur le secteur agricole en Afrique sub-saharienne se sont focalisées sur les rendements agricoles : les changements dans les températures et la pluviométrie affectent généralement négativement les rendements agricoles. Selon Sarr et al. (2007), dans un scénario de hausse de températures de plus de 2°C, le rendement de certaines cultures au Sahel tels que le mil ou le sorgho, constituant la base alimentaire des populations sahélienne, devraient baisser de plus 10 % d'ici 2050 à technologie de production constante. Juana et al. (2013) montrent qu'une réduction de 20% de la disponibilité de l'eau en Afrique du Sud due au changement climatique entraînera une baisse de 12% de la production agricole. Le rapport « Africa's Adaptation Gap » du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) indique que dans le scénario d'un réchauffement d'environ deux degrés Celsius, une réduction globale de 10% du rendement agricole total en Afrique subsaharienne serait observée d'ici 2050. Précisément, la hausse des températures remet en cause la viabilité d'exploitation de certaines espèces lorsque la baisse des rendements est élastique aux variations climatiques. Par exemple, le blé est généralement cultivé sous des températures oscillant entre 15 et 20 °C. Si

la tendance haussière des températures moyennes se poursuit, la production de blé pourrait enregistrer une baisse de 10 à 20% d'ici à 2030 comparé aux rendements des années 1998-2002. Si le réchauffement dépassait les trois degrés Celsius d'ici à 2050, toutes les régions actuellement productrices de maïs, de mil et de sorgho deviendraient inadaptées dans ce nouvel environnement de production. Blanc (2012) cherche à estimer quantitativement l'impact des évolutions de températures et des précipitations sur les rendements de quatre principales cultures (maïs, millet, manioc et sorgho). En combinant des données de panel (période 1961-2002 pour trente-sept pays d'Afrique) à des modèles de prédiction généraux, elle montre que la baisse des rendements dans ces cultures est hautement sensible aux hypothèses d'émissions de gaz à effet de serre ainsi qu'au scénario climatique retenu. Globalement, une hausse des températures possède un impact négatif sur les rendements alors qu'une hausse de la pluviométrie accroît les rendements. Par exemple, pour le maïs, lorsque la pluviométrie est fixée à son niveau moyen, une hausse de un degré des températures diminue fortement les rendements de la culture du maïs à hauteur de 8.3%. De plus, Blanc (2012) souligne l'existence d'une relation concave entre le niveau des précipitations et les rendements du maïs. Ainsi, lorsque les températures se situent à leur niveau moyen, une hausse de 100 mm des précipitations peut conduire à une réduction de 1.7% des rendements du maïs. La baisse des rendements est seulement de 3.1% pour une hausse de 500 mm des précipitations. Sans surprise, les inondations ont un effet négatif sur les rendements agricoles. Par exemple, les rendements de la culture du maïs ont été réduits de 7.1% durant de fortes crues en Afrique du sud par rapport aux conditions normales d'exploitation.

Outre la baisse des rendements, les ménages agricoles sont confrontés à de fortes variations du prix des intrants et du prix des produits agricoles observées sur les marchés mondiaux. Ces variations affectent non seulement la production agricole destinée à l'exportation mais aussi le secteur agricole de subsistance. Les principales variations climatiques favorisent également l'apparition de maladies des plantes, des mauvaises herbes, de plusieurs nuisibles ou ravageurs. Ce type de risque affecte à la fois les rendements des cultures mais aussi et surtout la qualité des produits cultivés. Moschini et al. (2001) ou encore Cordier et al. (2008) incluent la notion de la qualité du produit dans leur analyse des effets du changement climatique sur le milieu agricole. La dimension qualitative du produit est d'autant plus essentielle dans une économie agricole où la production de subsistance occupe une place prépondérante. Dans le modèle producteur-consommateur, la récolte apporte les principaux apports nutritionnels nécessaires pour maintenir le capital santé des ménages agricoles. La baisse qualitative de la

production agricole renforce la vulnérabilité sanitaire et, par voie de conséquence, la vulnérabilité économique des ménages sub-sahariens, soulevant la question de la capacité d'adaptation des agriculteurs afin de réduire ces vulnérabilités.

3. Les stratégies d'adaptation au changement climatique et ses déterminants à l'échelle microéconomique

Dans cette section, nous commençons par décrire l'éventail des stratégies d'adaptation utilisées par les ménages agricoles subsahariens afin de limiter les effets négatifs du changement climatique sur la production agricole. Les stratégies d'adaptation ont pour vocation première de réduire la sensibilité aux chocs climatiques et leur forme dépend naturellement de l'exposition à ces chocs, ce qui explique la grande variété observée des stratégies d'adaptation. La littérature dresse le constat global d'un sous-investissement dans les techniques d'adaptation et identifie ce sous-investissement comme la faiblesse majeure des pays d'Afrique subsaharienne afin d'assurer leur résilience au changement climatique. Par conséquent, s'interroger sur les déterminants de l'adaptation est un enjeu de premier ordre : la littérature privilégie l'étude des déterminants au niveau micro car il existe une grande hétérogénéité des situations à l'échelle de l'exploitation agricole (Moore et al. 2012). Si le revenu des ménages et les caractéristiques socioéconomiques sont des facteurs influençant traditionnellement l'adoption de stratégies d'adaptation, Maddison (2007) souligne que la perception du changement climatique et des risques qu'il fait courir sur l'exploitation agricole est un enjeu central dans les politiques de lutte contre la vulnérabilité.

3.1 Les stratégies d'adaptation des agriculteurs sub-sahariens

Dans un environnement de production agricole bouleversé par l'évolution des principaux indicateurs climatiques, par l'augmentation de l'occurrence de phénomènes climatiques extrêmes et par l'accroissement de la variabilité climatique, le producteur agricole est confronté à un choix : conserver les anciennes méthodes de production particulièrement peu efficaces et inadaptées dans ce contexte de production changeant ou bien adopter des techniques de production différentes qui sont potentiellement coûteuses mais davantage résilientes face au changement climatique. Par exemple, dans les secteurs où l'agriculture est totalement pluviale, la question de la mise en place de systèmes d'irrigation est centrale pour faire face à de fréquents épisodes de sécheresse. Les stratégies d'adaptation sont des outils de lutte contre la vulnérabilité climatique et regroupent précisément l'ensemble des techniques

qui ont pour objectif la réduction de la sensibilité aux chocs climatiques en rendant le processus de production davantage adapté aux conditions climatiques décrites dans la section précédente et plus flexible face à l'aléa climatique. Serdeczny et al. (2017) montrent que l'effort d'investissement dans l'adaptation des ménages agricoles sub-sahariens est relativement bas en comparaison avec les autres régions du globe. En outre, l'Afrique subsaharienne se caractérise par une forte variabilité dans l'adaptation à l'échelle des exploitations agricoles (Moore et al. 2012).

Face à l'incertitude générée par le changement climatique, différentes stratégies d'adaptation sont possibles pour minimiser les impacts attendus et améliorer la capacité de réaction face à ces chocs climatiques. Bosco Vodounou et al. (2016) montrent que les stratégies d'adaptation sont extrêmement variées et peuvent être regroupées en deux grandes familles : les stratégies ciblant une modification de la méthode de production ou des intrants et les stratégies se focalisant davantage sur une modification du produit final. L'utilisation raisonnée de moyens de production constitue une forme d'adaptation abondamment utilisée par les agriculteurs subsahariens. Contrairement aux pays développés, l'utilisation raisonnée des intrants ne se matérialise pas uniquement par une intensification de la production mais également par une extensification de la production ou par une concentration de la production sur des zones agricoles considérées comme moins exposées au risque climatique (zone possédant un accès accru à l'eau par exemple). Par ailleurs, les techniques de production sont adaptées en modifiant les dates de réalisation des plantations et des récoltes afin de prendre en considération les changements de saison et, notamment, la réduction des saisons des pluies (Terdo et Adekola 2014). Au niveau des intrants, l'abandon du travail du sol dans certaines situations est utilisé comme stratégie d'adaptation, les techniques de conservation de l'eau et des sols, la plantation d'arbres sont les options d'adaptation accessibles par les agriculteurs de l'Afrique subsaharienne (Deressa et Hassan 2011). En ce qui concerne les stratégies d'adaptation ciblant prioritairement le produit final, il est courant de distinguer les stratégies améliorant à la marge le produit final et les stratégies fondées sur un changement radical du produit final. La modification de la pratique culturale via le changement de variété ou encore via le changement d'espèce cultivée a pour objectif d'adapter le produit final à un environnement de production changeant (Fosu-Mensah et al. 2010). Par exemple, certaines variétés d'igname sont plus résistantes aux températures élevées et nécessitent une quantité d'eau moins importante. En outre, l'adaptation peut revêtir les traits de la diversification et induire le développement de nouvelles activités agricoles. L'objectif est double : s'adapter

aux conditions climatiques et réduire le risque global en cultivant des variétés aux besoins climatiques différents. La diversification agricole s'effectue par l'introduction de nouvelles spéculations, l'implantation de cultures vivrières, la pratique de l'élevage, le développement du maraîchage et du petit élevage puis la transformation des produits. Muchuru et Nhamo (2019) identifient un ensemble de trente-trois mesures d'adaptation et constatent que cette diversité dans la forme des stratégies d'adaptation se couple avec un niveau moyen d'adaptation relativement bas. Ce double constat invite à inventorier les déterminants de l'adaptation dans une perspective de politique économique et d'appréhender cette question au niveau microéconomique afin de rendre compte de l'hétérogénéité des situations à l'échelle locale.

3.2 Les facteurs micro fondés de la décision d'adaptation

De nombreux travaux se sont évertués à déterminer minutieusement les facteurs qui influencent les décisions d'adaptation des agriculteurs face au changement climatique. D'un point de vue macroéconomique, la richesse, l'accès au crédit ainsi que les facteurs institutionnels apparaissent comme les trois piliers de la capacité adaptative d'un pays ou d'une région. Lo et Chow (2015) établissent un lien statistique entre richesse et capacité d'adaptation : un produit intérieur brut élevé s'accompagne d'une forte capacité d'adaptation¹⁰. Les travaux de Notre-Dame Global Adaptation Initiative soulignent également, par l'intermédiaire d'indices mesurant la préparation des différents pays à l'adaptation, que les pays les moins préparés à l'adaptation sont les pays les plus pauvres et, notamment, les pays d'Afrique subsaharienne. Le développement de l'accès au crédit favorise également l'adaptation au niveau agrégé en élargissant les capacités de financement des ménages agricoles (Nhemachena et Hassan 2008). D'une manière générale, le développement des infrastructures, améliorant directement ou indirectement l'environnement de production, contribue à renforcer la capacité d'adaptation d'un secteur. Le développement des réseaux (routes, eau, énergie), l'introduction de conditions favorables à l'innovation, l'accès aux informations climatiques via les services de vulgarisation¹¹ ont été identifiés comme des

¹⁰ Lo et Chow (2015) apportent un raffinement dans cette relation statistique : si dans les pays riches, la conscience de l'importance du changement climatique est la plus élevée, sa perception en tant que risque majeur est cependant relativement faible. En d'autres termes, le produit intérieur brut est positivement corrélé à l'importance perçue du changement climatique mais négativement corrélé au risque perçu, précisément car les pays riches possèdent une capacité d'adaptation plus élevée.

¹¹ Le service de vulgarisation correspond aux différentes activités dont le rôle est de fournir les informations et les services nécessaires pour les aider les agriculteurs et les autres acteurs du paysage rural à développer leurs propres compétences et pratiques techniques, organisationnelles et de gestion en vue d'améliorer leurs moyens de subsistance et leur bien-être (Christoplos et al. 2011).

éléments essentiels à un terreau favorable à l'adaptation (Maddison 2007). Par exemple, le manque d'accès aux informations d'alerte précoce et le manque de fiabilité des prévisions saisonnières sont évoqués comme obstacle à l'adaptation par Ziervogel et al. 2005 qui en concluent que l'utilisation de prévisions climatiques précises constitue un axe d'amélioration du bien-être des ménages. Une analyse macroéconomique de l'adaptation au changement climatique ne permet pas néanmoins de souligner la grande variabilité dans l'adoption de stratégies d'adaptation par les ménages agricoles sub-sahariens. A l'instar de l'étude menée par Moore et al. (2012), l'enquête réalisée au Botswana par Mogomotsi et al. (2020) révèle que la propension à s'engager dans des stratégies d'adaptation dépend fortement de conditions locales. Di Falco (2014) souligne qu'une approche agrégée masque les disparités spatiales et peut conduire à des recommandations erronées en termes de politique publique. C'est la raison pour laquelle la grande majorité de la littérature en Afrique sub-saharienne s'est focalisée sur le niveau microéconomique afin d'étudier les déterminants de l'adaptation.

Selon Maddison (2007), l'adaptation à l'échelle de l'exploitation agricole revêt deux dimensions importantes : la perception et l'adoption de stratégies. Par conséquent, l'adaptation peut être perçue comme un processus à deux étapes où la perception du changement climatique est une condition initiale nécessaire et l'implémentation factuelle des stratégies est une seconde condition dépendant d'une série de facteurs socioéconomiques. Nous commençons par décrire les facteurs socioéconomiques contribuant à l'adoption de l'adaptation puis nous nous focaliserons sur le rôle central joué par la perception du changement climatique dans le choix d'adaptation.

Parmi les déterminants micro fondés de l'adaptation, le revenu du ménage est, sans surprise, un facteur influençant significativement et positivement la probabilité d'adaptation (Mogomotsi et al. 2020). Cependant, en considérant une partition plus fine du monde agricole entre les grandes exploitations destinées principalement à la vente domestique et à l'exportation et les petites exploitations agricoles orientées vers la subsistance, la relation devient moins évidente car le revenu est moins discriminant à l'intérieur de ces deux classes modales. Par conséquent, la destination de la production agricole semble être un meilleur prédicteur de l'adaptation. Par ailleurs, les facteurs sociodémographiques tels que l'âge ou le genre possèdent des effets ambigus sur la probabilité d'adaptation. Asfaw et Admassie

(2004) mettent en lumière une relation positive entre l'âge du chef de ménage et la probabilité d'adaptation. Cette relation positive est expliquée par le fait que la probabilité de percevoir le changement climatique dépend de l'expérience du chef de ménage qui permet aux agriculteurs d'observer les changements au fil du temps et de comparer ces changements avec les conditions climatiques actuelles (Ndambiri et al. 2014). A contrario, les jeunes chefs de ménages forment leur perception du changement climatique à partir d'un ensemble plus restreint d'observations et sont donc davantage influencés par l'occurrence ponctuelle d'évènements climatiques marquants (Apata 2011). Toutefois, certaines études n'observent pas cette relation traditionnelle et l'expliquent par une inclination à l'adoption de nouvelles techniques de production plus forte chez les jeunes ménages (Nhemachena et Hassan 2007). Concernant l'influence du genre du chef de ménage sur la probabilité d'adaptation, le signe de la relation n'est également pas clairement établi par la littérature : si les femmes possèdent généralement un niveau d'aversion au risque plus élevée que les hommes, pouvant les inciter à adopter des stratégies prudentes afin de se couvrir contre le risque climatique, les jeunes hommes ont une propension moyenne à adopter les nouvelles technologies plus grande expliquant pourquoi le genre du chef de ménage n'apparaît pas comme un déterminant clair de la probabilité de s'adapter (Gbetibouo 2009 ; Deressa et al. 2009 ; Apata et al. 2009 ; Fosu-Mensah, Vlek et Manscheadi 2010).

La perception du changement climatique constitue la seconde dimension essentielle de l'adaptation selon Maddison (2007). L'étude des perceptions représente un intérêt majeur dans l'analyse de la gestion des risques climatiques car elle permet de comprendre comment les expériences, les caractéristiques des individus influencent la compréhension du climat et la décision ou non de s'adapter. Avant de s'engager dans une stratégie d'adaptation, les agriculteurs doivent d'abord se rendre compte que des changements se produisent dans leur environnement de production. La façon avec laquelle les individus réagissent aux risques climatiques est donc étroitement liée à leurs perceptions de ce risque. Un corpus de travaux menés en Afrique subsaharienne cherche à évaluer d'une part les perceptions et les connaissances des populations rurales sur les différentes manifestations du changement climatique et d'autre part les perceptions des ménages agricoles sur les conséquences du changement climatique. Un nombre important d'études montre que les ménages agricoles sont simultanément conscients des manifestations du changement climatique ainsi que de son impact sur l'environnement immédiat de production (Juana et al. 2013). Ainsi, les ménages agricoles évoquent-ils fréquemment les changements dans les températures et dans les

précipitations et mentionnent l'influence de leur variation sur leurs cultures. (Terdo et Adekola 2014, Kansime et al. 2014, Deressa et al. 2008, Maddison 2007).

Des travaux de recherche ont tenté de comparer les perceptions du changement climatique avec les données scientifiques. L'exercice consistant à comparer les perceptions et les connaissances des agriculteurs en matière de climat avec les données météorologiques n'est pas toujours aisé (Kosmowski et al 2015). Contrairement aux données climatiques qui retranscrivent de manière objective un phénomène précis, l'expérience des agriculteurs, à l'origine de leur perception et de leur connaissance, regroupe un ensemble de dimensions qui ne se limitent pas à la seule observation des faits climatiques (Leclerc 2013). De manière générale, l'étude de la perception globale du changement climatique révèle que les ménages agricoles sub-sahariens sont conscients des principales manifestations du changement climatique. Plus spécifiquement, les perceptions des températures expriment une augmentation des températures cohérente avec les relevés climatiques historiques (Amadou et al. 2015, Baul et McDonald 2015, Osbahr et al. 2011, Thomas et al. 2007) alors que les perceptions concernant les précipitations ne correspondent pas toujours avec les données recueillies (Foguesatto et al. 2018, Mertz et al 2012, Gbetibouo 2009). Dans l'étude de Thomas et al. (2007), par exemple, les agriculteurs ont déclaré une augmentation de la variabilité des précipitations qui n'était pas soutenue par l'observation des données climatiques. De même, en comparant la perception des agriculteurs dans la région du Haut-Est du Ghana sur les 20 dernières années aux données climatiques historiques, Amadou et al. (2015) trouvent qu'il n'y a aucune preuve réelle de réduction de la quantité de pluie comme le prétendent 95% des agriculteurs. Plusieurs raisons ont été mises en évidence pour expliquer ces écarts. Tout d'abord, comme le soulignent Simelton et al. 2013, les agriculteurs perçoivent immédiatement les changements directement observés dans leur environnement de production : si une baisse des rendements est observée, elle peut alors conditionner a posteriori leur perception des fondamentaux climatiques (Hitayezu et al. 2017). Une autre manière d'expliquer ces divergences renvoie à l'utilisation de l'heuristique de disponibilité¹², défini comme un raccourci mental par lequel la mémoire cherche à reconstituer une histoire climatique à partir d'événements récents immédiatement disponibles (Tversky et Kahneman 1974, Foguesatto et al. 2018). Par exemple, un agriculteur ayant fait face récemment à une

¹² Nous avons généralement recours aux heuristiques pour juger d'une situation et évaluer un risque (Leneveu et Laville 2012). Les heuristiques permettent de réduire les tâches complexes d'évaluation des probabilités afin d'aboutir le plus simplement possible à des jugements gérables. Pour plus de détails voir Tversky et Kahneman (1974), Folkes (1988) et Leneveu et Laville (2012).

sécheresse prolongée aurait plus de chance de percevoir une augmentation du nombre de sécheresses en comparaison à un agriculteur n'ayant pas connu récemment de sécheresse (Diggs 1991). Cela suggère qu'au lieu de faire appel à leur mémoire climatique des quinze ou trente dernières années, les agriculteurs privilégient plutôt leur expérience climatique récente ou des faits saillants, comme des événements catastrophiques, qui marquent leurs mémoires au point de devenir une référence. En outre, l'écart observé entre les perceptions et les données climatiques ne traduit pas nécessairement une mauvaise qualité des perceptions des ménages agricoles. En effet, la perception du changement climatique par les ménages agricoles est un produit complexe de connaissances et d'expériences se construisant non seulement sur la base d'observations des paramètres climatiques mais aussi à partir de critères économiques et environnementaux tels que la baisse des rendements agricoles, la dégradation des sols ou encore la modification de la faune et de la flore (Amadou et al. 2015).

Des études récentes soulignent l'existence d'un paradoxe : si les ménages agricoles ont conscience de l'existence du changement climatique et de ses impacts sur leur environnement de production, le recours à l'adaptation demeure relativement peu développé en comparaison aux autres régions du monde (Mulwa et al. 2017). Onyekuru et Marchant (2017) observent que les mesures adaptatives ne sont pas toujours adoptées même quand celles-ci sont réalisables, c'est-à-dire lorsque les ressources financières ou institutionnelles sont disponibles. Dans l'étude de Yesuf et al. (2008), par exemple, alors que la majorité des agriculteurs perçoivent une baisse des précipitations (62%) et une hausse des températures (68%), environ 90% des agriculteurs n'ont pris aucune mesure d'adaptation. Ce constat est partagé par Bryan et al. (2013) qui relèvent que plus de 83% des agriculteurs de leur échantillon ont affirmé percevoir des changements et que 56% des agriculteurs de l'échantillon ne se sont engagé dans au moins une stratégie d'adaptation, suggérant que cet écart ne peut être expliqué intégralement par des différences de revenus ou d'accès à l'information.

4. Le rôle des croyances dans les décisions adaptatives des agriculteurs face au risque climatique

Dans un environnement décisionnel incertain, où le discours scientifique n'est pas convergent sur l'ampleur du changement climatique dans les décennies à venir, les croyances occupent une place de premier plan dans le choix d'adaptation des agriculteurs. De nombreuses études

ont montré que les ménages agricoles subsahariens perçoivent le risque climatique mais, paradoxalement, ne s'engagent pas massivement dans des stratégies d'adaptation. La littérature avance des arguments traditionnels pour expliquer ce paradoxe tels de faibles revenus, un accès limité au crédit ou encore un manque d'information sur les stratégies d'adaptation. Les politiques publiques ciblent donc prioritairement ces leviers traditionnels afin d'accompagner les agriculteurs vers l'adaptation. Cependant, un pan récent de la littérature emprunte une voie alternative afin d'expliquer ce faible niveau d'adaptation au changement climatique en représentant les croyances comme un déterminant puissant des décisions d'adaptation des agriculteurs. L'influence des croyances sur les prises de décision sous incertitude a dans un premier temps été analysée non pas dans des travaux portant sur le changement climatique mais plutôt dans des travaux menés en psychologie (Kouabenan, 2008), en sociologie (Becker et Rosenstock 1987) ou en économie comportementale (Kahneman et Tversky 1971). Dans un second temps, les décisions d'adaptation face au changement climatique sont devenues un terrain d'application naturel si bien que de nombreuses études se sont attelées à démontrer que des croyances, suivant leur nature, peuvent freiner ou au contraire favoriser l'adaptation. Comprendre la façon avec laquelle les croyances influencent le choix d'adaptation constitue donc un enjeu majeur dans une perspective de politique publique.

4.1 Le changement climatique : un terrain propice pour le développement des croyances

Une croyance est une clé de lecture d'un environnement – ou contexte décisionnel – dans lequel un individu est immergé : elle constitue donc une « brique » de cet environnement qui est considérée comme vraie par l'individu quelle que soit la démarche fondant la véracité de cet élément. Le champ des croyances est très vaste. Elles peuvent être individuelles ou collectives, inférentielles ou traditionnelles, scientifiques ou religieuses. Une présentation exhaustive des différents modèles de croyances dépasse le cadre de notre analyse. Dans ce papier, nous adoptons la définition de Kouabenan (2008) qui considère la croyance comme une proposition considérée par un individu comme vraie sans qu'il y ait nécessairement une démonstration objective associée à cette proposition. La croyance peut porter directement sur un événement – l'individu croit ou non au changement climatique – ou sur la vraisemblance des différentes éventualités – l'individu croit qu'il est hautement vraisemblable que les températures augmentent modérément dans le futur et croit qu'il est faiblement vraisemblable qu'elles augmentent fortement. En ce sens, si les croyances sont présentes dans des contextes

décisionnels où la vraisemblance des éventualités n'est pas ambiguë (en lançant aléatoirement un dé parfaitement équilibré, un individu peut fermement croire qu'il obtiendra forcément la face numérotée « trois » car le chiffre trois est son chiffre fétiche), elles se développent particulièrement dans les contextes décisionnels où règne une forte incertitude sur la vraisemblance d'un événement dans la mesure où les croyances viennent combler l'absence d'information ou apporter subjectivement de la certitude en substitution à une information objective imprécise (Smith et al. 1991).

D'une manière générale, l'incertitude peut être définie comme une défaillance informationnelle associée à un événement particulier. Cette défaillance d'information peut concerner l'événement en lui-même ou sa vraisemblance de réalisation et elle peut revêtir plusieurs formes. Premièrement, l'information recherchée n'existe pas ou est parcellaire : c'est le cas notamment lorsque les connaissances actuelles sur un sujet sont inexistantes ou limitées, ou bien lorsque le savoir accumulé est instable et sujet à évoluer dans le futur. Deuxièmement, l'information existe mais l'individu n'y a pas accès : c'est le cas lorsque l'accès à l'information n'est pas immédiat en raison de son caractère privé ou de son degré de complexité, les individus devant consacrer une part de leur revenu ou de leur temps afin de se l'approprier. Troisièmement, il peut exister de multiples sources d'information accessibles qui sont potentiellement divergentes : c'est le cas par exemple lorsque plusieurs modèles scientifiques conduisent à des résultats sensiblement différents.

De nombreux travaux en sciences humaines se sont attelés à analyser la façon avec laquelle les croyances influencent l'inclination des décisions sous incertitude (Chauvey et Georgescu 2018, Leneveu et Laville 2012). Généralement, les croyances sont considérées à l'origine d'attitudes – le scepticisme, le pessimisme, l'optimisme ou encore le fatalisme - qui vont subjectivement modifier l'environnement décisionnel au sein duquel est plongé l'individu. Le scepticisme est une attitude résultant de croyances portant sur une proposition particulière et remettant en doute sa véracité dans sa globalité. En ce sens, le scepticisme porte généralement sur la véracité d'un événement et non sur sa vraisemblance. Par exemple, un individu doute de l'existence du changement climatique (attitude sceptique) car il ne croit pas en la capacité de la science à expliquer le monde (croyance). Différentes formes de croyances sont à l'origine du scepticisme. Si le scepticisme résulte traditionnellement de croyances religieuses ou conspirationnistes, Haltinner et al. (2021) montrent qu'il peut également découler de croyances fondées sur des travaux scientifiques alternatifs ou sur les expériences personnelles

de l'individu. Martin-Krumm (2012) soulève une série de questions afin de ciseler les contours de l'optimisme et du pessimisme. De façon synthétique, le pessimisme et l'optimisme sont des attitudes générales résultant des croyances ne portant pas sur une proposition particulière et remettant en doute les vraisemblances objectives de l'ensemble des événements considérés. Par exemple, un individu considère qu'en dépit du changement climatique, il est probable que les activités humaines soient faiblement impactées (attitude optimiste) car il croit en la capacité de la science à résoudre tous les problèmes (croyance). Contrairement au scepticisme, le pessimisme et l'optimisme sont définis relativement à une norme établissant ce qui est positif ou négatif au regard de l'individu. Le pessimisme est associé à une croyance selon laquelle les événements possédant des conséquences négatives ont une vraisemblance subjective de réalisation élevée. A contrario, l'optimisme est associé à une croyance selon laquelle les événements possédant des conséquences positives ont une vraisemblance subjective de réalisation élevée. Le fatalisme est une attitude sensiblement des trois précédentes. Il repose sur une croyance selon laquelle le cours d'un événement est figé et sur lequel l'action humaine n'a pas d'emprise, ce qui se traduit donc régulièrement par l'inaction ou la reproduction de l'action passée. Par exemple, un individu considère qu'il est vain de modifier sa technique de production pour faire face au changement climatique (fatalisme) car il croit que ses actions n'auront aucune incidence face à une catastrophe naturelle devant s'abattre sur son exploitation.

L'état actuel des connaissances sur le changement climatique laisse une grande place à l'incertitude : s'il existe un consensus parmi la communauté scientifique sur l'existence du changement climatique et son origine anthropique, les études scientifiques sur l'ampleur du changement climatique et sur la responsabilité précise des activités humaines dévoilent une large palette de résultats (GIEC 2018). En conséquence, l'ensemble des choix dépendant des conditions climatiques futures sont des choix sous incertitude et sont susceptibles d'être orientés par les croyances développées par les individus. Précisément, le choix d'adaptation des ménages agricoles est soumis à de nombreuses zones d'incertitude : l'adaptation est un investissement dont les rendements futurs dépendent sensiblement de la nature et de l'ampleur du changement climatique. Dans ce contexte de décision particulier, plusieurs travaux ont montré que les individus fondent l'orientation de leurs décisions sur leurs croyances. Milfont (2015) distingue deux grandes familles de croyances climatiques susceptibles d'orienter l'inclination finale du choix des agriculteurs dans leur choix d'adaptation : les croyances sur l'existence du changement climatique et les croyances sur l'origine anthropique du

changement climatique. Singh et al. (2020) montrent également que l'adaptation est un choix intrinsèquement incertain et distinguent trois formes d'incertitude subjectivement perçue par les agriculteurs : l'incertitude épistémique qui fait référence au degré d'information disponible sur un événement climatique, l'incertitude stochastique qui signifie qu'un événement climatique est perçu comme intrinsèquement aléatoire et l'incertitude de réponse qui souligne l'incertitude de l'efficacité d'une action entreprise afin de réduire un risque .

4.2 Les croyances et les stratégies d'adaptation

Depuis une décennie, une littérature empirique foisonnante s'est développée afin d'estimer comment les croyances déterminent le choix d'adaptation. Dans cette grande diversité de travaux, un constat assez net semble se dégager : la relation entre croyances et adaptation apparaît singulière dans les études menées en Afrique subsaharienne. En effet, pour analyser la relation entre croyances et adaptation, un premier ensemble de travaux menés dans les pays développés construit principalement leur argumentation autour des croyances en la science et évoquent l'optimisme et le pessimisme (les agriculteurs étant familiers du raisonnement probabiliste) ou le scepticisme (la défiance vis-à-vis de l'expert) comme attitudes explicatives de la propension à s'adapter. En revanche, un second ensemble de travaux récents menés en Afrique procurent des analyses très différentes sur la relation entre croyances et adaptation : elles insistent davantage sur le poids des croyances traditionnelles et religieuses et identifient le fatalisme comme attitude principale influençant le choix d'adaptation. Les recommandations en matière de politique publique développées dans ces deux ensembles de travaux sont donc sensiblement différentes : si les travaux du premier ensemble mettent en exergue la nécessité de restaurer la confiance dans la figure de l'expert (Campion 2013), les travaux du second ensemble dirigent leurs recommandations vers l'éducation et son adéquation avec les valeurs traditionnelles et religieuses (Abegunde 2017).

Parmi le premier ensemble de travaux, Arbuckle et al. (2015) analysent empiriquement, au sein d'un échantillon d'agriculteurs d'Iowa, les relations entre les croyances climatiques, la confiance dans les diverses sources qui véhiculent les informations sur le changement climatique et la perception du risque climatique. Arbuckle et al. (2015) montrent que les croyances climatiques dépendent de la confiance qu'ont les agriculteurs dans les institutions vulgarisant les travaux scientifiques et, en retour, les croyances ont un effet significatif sur la perception du risque climatique. Une étude menée par Haden et al. (2012) sur des agriculteurs

étasuniens montre que contrairement aux stratégies d'atténuation qui sont principalement influencées par des préoccupations psychologiques distantes (risques climatiques à l'échelle planétaire), les stratégies d'adaptation sont quant à elles davantage orientées par des préoccupations psychologiques immédiates (risques à l'échelle de l'exploitation). Ces auteurs en déduisent que l'expérience peut jouer un rôle décisif dans la constitution des croyances. Gardezi et al. (2018) analysent la relation entre l'optimisme technologique et l'adaptation. L'optimisme technologique est la croyance selon laquelle le savoir humain pourra apporter des solutions aux problèmes contemporains. Précisément, Gardezi et al. (2018) examinent si l'optimisme technologique est répandu parmi les agriculteurs du Midwest et si cet optimisme technologique influence leurs décisions d'adaptation. Ces auteurs montrent que l'optimisme technologique est une barrière à l'adaptation au sens où elle favorise le fait de repousser le choix d'adaptation à plus tard. Plusieurs auteurs consacrent une étude à l'optimisme comparatif climatique (Taylor et Brown 1994 ; Weinstein 1980). Selon Weinstein (1980), l'optimisme comparatif est la croyance selon laquelle le sujet serait moins exposé à un risque que les autres individus. Ainsi, dans le cadre du changement climatique, Hellequin (2013) montrent qu'une part significative des ménages agricoles estiment qu'ils seront personnellement épargnés ou moins touchés par les dangers climatiques qui menacent les autres agriculteurs : les agriculteurs ne trouvent aucun intérêt à mettre en place des mesures d'adaptation pour des événements climatiques qu'ils estiment improbable pour eux (Weber 2010, Hellequin 2013). Woods et al (2017) renforcent ce point en soulignant que si l'information sur le changement climatique produit un effet positif significatif sur la probabilité de s'adapter à l'avenir, la connaissance des manifestations du changement climatique ne conduit pas nécessairement à des décisions adaptatives car il est nécessaire également que les agriculteurs croient que ce dernier peut avoir des conséquences négatives sur leur exploitation et par extension sur leur bien-être. Capstick et al. (2014) tentent de donner une acception précise au concept de scepticisme climatique en distinguant le scepticisme traduisant un doute sur l'existence même du changement climatique en tant que réalité physique et vérité scientifique du scepticisme exprimant un doute sur la possibilité de mener des actions efficaces afin de lutter contre le changement climatique¹³. Capstick et al. (2014) montrent que la première forme de scepticisme est davantage liée à un système de valeurs antagonique au savoir scientifique alors que la seconde forme de scepticisme traduit plutôt un manque de connaissance du savoir scientifique. Islam et al. (2013) définissent, outre

¹³ La littérature identifie régulièrement un troisième type de scepticisme appelé « scepticisme d'attribution » qui désigne l'existence d'un doute sur l'origine anthropique du changement climatique (Hornsey et al. 2015).

le scepticisme sur l'existence du changement climatique et le scepticisme d'attribution sur l'origine anthropique du changement climatique, le scepticisme sur les effets négatifs du changement climatique. Islam et al. (2013) montrent alors, en utilisant un modèle à équation structurelle, que la prévalence du scepticisme sur les effets négatifs du changement climatique est plus élevée dans leur échantillon que celles associées aux deux premières formes de scepticismes. Ces auteurs démontrent également que les différentes formes de scepticisme sont significativement impactées par l'âge, le statut économique, l'éducation, l'expérience ou encore les valeurs environnementales.

Contrairement à ces précédentes études menées dans des pays développés, les récents travaux réalisés en Afrique subsaharienne sur la relation entre croyances et adaptation s'orientent plutôt sur l'analyse des croyances traditionnelles ou religieuses et sur le fatalisme comme attitude explicative du faible degré d'adaptation. En d'autres termes, la perception du changement climatique peut varier d'une société à l'autre en fonction du prisme de la tradition retenu. Covello et Johnson (1987) suggèrent que les sociétés choisissent des risques particuliers pour lesquels elles prêtent plus d'attention et que les risques sont donc "exagérés ou minimisés en fonction de l'acceptabilité sociale, culturelle et morale des activités sous-jacentes". Davies et al. (2019) montrent que les croyances traditionnelles, définies comme des croyances transmises de manière intergénérationnelle, les identités culturelles et aussi la signification symbolique de certaines pratiques agricoles peuvent empêcher certains agriculteurs d'adopter de nouvelles techniques de production. Abegunde (2017) trouve qu'une part significative des agriculteurs nigériens ne croyant pas au changement climatique ont connaissance des principaux résultats scientifiques et, simultanément, observent d'après leur expérience une évolution des principaux indicateurs climatiques. Cette observation suggère que les perceptions individuelles du changement climatique sont davantage influencées par des expériences individuelles et des valeurs traditionnelles que par des considérations scientifiques (Dessai et al. 2004). Parmi l'ensemble des croyances traditionnelles, les croyances religieuses occupent une place singulière dans les études de terrain. Lawali et al. (2018) et Codjia (2009) ont mis en évidence le fait que les agriculteurs d'Afrique subsaharienne associent régulièrement les événements climatiques à des événements divins. Consécutivement à une enquête de terrain menée dans différents villages en Afrique du sud, Schuman et al. (2018) montrent que ces croyances religieuses influencent significativement la perception du changement climatique et l'inclination à s'adapter. Notamment, ces auteurs rappellent que la réalité des croyances est complexe et que les sujets se déclarant croyants se

répartissent en deux sous-groupes modaux : les fatalistes qui considèrent que le changement climatique est un processus naturel gouverné par la puissance divine et sur lequel ils n'ont aucune emprise et ceux qui reconnaissent que le changement climatique est le produit des actions humaines. Spear et al. (2019) démontrent que les croyances religieuses et culturelles peuvent être un frein à l'adaptation dans les pays d'Afrique subsaharienne dans la mesure où elles ne favorisent pas l'utilisation des prévisions météorologiques fournies par les services scientifiques nationaux. Julia Davies et al. (2019) suggèrent que le faible niveau d'utilisation des services météorologiques par la population de Namibie s'explique par le fait que les individus considèrent que les précipitations et la productivité des cultures ne peuvent être prévues mais dépendent uniquement de la volonté de Dieu. Il en résulte que l'accès à l'information n'est pas une condition suffisante à l'adaptation.

Conclusion

La littérature traditionnelle consacrée à l'étude de la vulnérabilité des ménages agricoles en Afrique subsaharienne face au changement climatique met en exergue deux propositions faisant consensus :

- (1) l'Afrique sub-saharienne est hautement vulnérable au changement climatique de par sa surexposition au risque climatique et son extrême sensibilité aux chocs climatiques.
- (2) l'Afrique sub-saharienne est une des régions du monde où le taux d'adoption des stratégies d'adaptation est le plus faible et où il existe de grandes inégalités en matière d'adaptation suivant la taille de l'exploitation agricole et la destination de la production agricole.

Un pan récent de la littérature a montré que les ménages sub-sahariens ont conscience du changement climatique et de ses conséquences sur leurs exploitations agricoles si bien que les déterminants de l'adaptation habituellement mentionnés (revenus, âge, genre, perception du risque) ne peuvent expliquer à eux seuls les réticences des ménages à s'engager dans des stratégies d'adaptation. Dans ce contexte, les croyances semblent jouer un rôle non négligeable dans l'inclination des décisions d'adaptation des ménages agricoles. Si moins d'études sur ce sujet ont été réalisées en Afrique subsaharienne, notre revue de la littérature souligne la spécificité de la relation entre croyances et adaptation en Afrique subsaharienne, où les croyances traditionnelles ou religieuses sont prégnantes. Bien que l'impact des croyances sur l'adaptation soit encore relativement peu quantifié, la littérature récente insiste sur la nécessité de considérer ce facteur dans l'évaluation de la vulnérabilité face au

changement climatique. Notamment, dans une perspective de politique publique, la prise en compte des croyances suggère de s'interroger sur la façon avec laquelle l'information climatique et technologique est diffusée auprès des populations.

Bibliographie

- ABEGUNDE, A.A. (2017). Local communities' belief in climate change in a rural region of Sub-Saharan Africa. *Environ Dev Sustain* 19, 1489–1522.
- AGRAWALA, S. and S. FANKHAUSER (eds) (2008). *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments*, Paris: OECD.
- AMADOU M. L., G. B. VILLAMOR, E. M. ATTUA and S. B. TRAORÉ (2015). Comparing farmers' perception of climate change and variability with historical climate data in the Upper East Region of Ghana *Ghana Journal of Geography* Vol. 7(1), 2015 Pages 47 – 74.
- APATA T.G. (2011). Factors influencing the perception and choice of adaptation measures to climate change among farmers in Nigeria. Evidence from farming households in Southwest Nigeria. *Environmental Economics*, 2 (4).
- APATA, T.G., K.D. SAMUEL and A.O. ADEOLA (2009). Analysis of climate change perception and adaptation among arable food crop farmers in south western Nigeria, in: *Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists' 2009 Conference, Beijing, China, August, pp. 16-22. 12.*
- ASFAN, A. and A. ADMASSIE (2004). The Role of Education on the Adoption of Chemical Fertilizer under Different Socioeconomic Environments in Ethiopia. *Agricultural Economics*, 30, 215-228.
- ARBUCKLE J.G., L.W. MORTON and J. HOBBS (2015). Understanding Farmer Perspectives on Climate Change Adaptation and Mitigation: The Roles of Trust in Sources of Climate Information, Climate Change Beliefs, and Perceived Risk. *Environment and Behavior*;47(2):205-234.
- BECKER, M. H. and I. M. ROSENSTOCK (1984). Compliance with medical advice. In: A. Steptoe and A. Matthews (Ed.), *Health care and human behavior*, pp. 135-152. London, UK: Academic Press.
- BLANC E. (2012). The Impact of Climate Change on Crop Yields in Sub-Saharan Africa. *American Journal of Climate Change* 1, 1-13.
- BOSCO J., K. VODOUNOU and Y. ONIBON DOUBOGAN (2016). Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- BROU T., F. AKINDÈS and S. BIGOT (2005). La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles, *Cahiers Agricultures*, Vol. 14, n°6, pp. 533-540.

- BRYAN E., T.T. DERESSA, G.A. GBETIBOUO and C. RINGLER (2009). Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints. *Environ. Sci. Policy* 12, 413–426.
- BRYAN E., C.RINGLER, B.OKOBA, C.RONCOLI, S. SILVESTRI, and M. HERRERO, (2013). Adapting agriculture to climate change in Kenya: household strategies and determinants. *J. Environ. Manage.* 114, 26–35.
- CAMPION B. (2013). Mise en débat de la figure de l'expert dans les échanges en ligne sur les changements climatiques: héros, anti-héros et représentations de la science. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 13 Numéro 2 | septembre 2013.
- CAPSTICK S. B. and N. F. PIDGEON (2014). What is climate change scepticism? Examination of the concept using a mixed methods study of the UK public. *Global Environmental Change*, Volume 24, Pages 389-401.
- CEDEAO-Club /Sahel/OCDE/ FAO, CILSS. (2008). Climate and Climate Change. The Atlas on Regional Integration in West Africa. Environment Series. Available at: « www.atlas-west africa.org.
- CHAUVEY J. and I. GEORGESCU (2017). Les heuristiques du jugement en contrôle de gestion : le cas des décisions rapides. *Accountability, Responsabilités et Comptabilités*, May 2017, Poitier, France. pp.cdrom. ffhal-01907562f
- CODJIA, C.O. (2009). Perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptations aux changements climatiques des producteurs des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud- Est Bénin, Université d'Abomey- Calavi (Bénin), 137 p.
- CORDIER J. (2006). Proposition d'organisation des outils de gestion du risque de marché au bénéfice des filières cotonnières africaines. Agence Française de Développement, Paris, 34 p.
- CSE. (2010). Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. MEPN/CSE, 268 pages.
- DE-GRAFT A. H. (2011). Farmers' perceptions and adaptation to climate change: a willingness to pay analysis. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 13(5), 150-161.
- DE WIT M.(2006). The perception of and adaptation to climate change in Africa, *CEEPA* discussion Paper No. 10, CEEPA, University of Pretoria.
- DERESSA, T.T.; HASSAN, R.M.; RINGLER, C. 2011. Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *The Journal of Agricultural Science* 149: 23-31.
- DERESSA, T. T. and R. M. HASSAN (2009). Economic impact of climate change on crop production in Ethiopia: evidence from cross-section measures. *Journal of African Economies* 18, 529–554.
- DERESSA T., R. HASSAN, C. RINGLER, T. ALEMU and M. YESUF (2009). Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change* 19, 248-255.
- DESSAI S., W. N. ADGER, M. HULME , J. TURNPENNY, J. KÖHLER and R. WARREN. (2004). Defining and experiencing dangerous climate change. *Climatic Change*, 64(1-2), 11-25.

DfID. (2009). Economic impacts of climate change: Kenya, Rwanda, Burundi. Oxford: ICPAC and SEI.

DI FALCO S. (2014). Adaptation to climate change in Sub-Saharan agriculture: assessing the evidence and rethinking the drivers, *European Review of Agricultural Economics*, Volume 41, Issue 3, July 2014, Pages 405–430, <https://doi.org/10.1093/erae/jbu014>

DIGGS, D.M. (1991). Drought experience and perception of climatic change among Great Plains farmers. *Great Plains Research*, 1: 114-132.

EHIAKPOR D. S., G. DANSO-ABBEAM, J. E BAAH and F.YILDIZ (2016). Cocoa farmer's perception on climate variability and its effects on adaptation strategies in the Suaman district of western region, Ghana. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1210557.

ERIKSEN, S. O'BRIEN, K. and LOSENTRATER, L. 2008. Climate Change in Eastern and Southern Africa: Impacts, Vulnerability and Adaptation in *Global Environmental Change and Human Security*, rapport. p. 2.

FAO (2009). Climate Change in Africa: The Threat to Agriculture. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak915e/ak915e00.pdf>. Accessed on 25/12/2012

FAO. (2007). Situation mondiale de l'agriculture et de l'alimentation dans le monde, enseignements des 50 dernières années, Rome, Chap. II - 312 pages.

FOGUESATTO C. R., A. F.DALZOTTO, D.TALAMINIEDSON and M. J. ARMANDO (2018), « Understanding the divergences between farmer's perception and meteorological records regarding climate change: a review ». *Environment, Development and Sustainability*, pp. 1-16.

FOSU-MENSAH B., P.VLEK AND M.MANSCHADI (2010). Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change: A Case Study of Sekyedumase District in Ghana. A contributed paper presented at World Food Systems Conference in Tropentag, Zurich: 14th -16 September, 2010.

GANDURE S., S. WALKER and J. J. BOTHA. (2012). Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water in a South African rural community. *Environment Development*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.endev.2012.11.004>

GARDEZI M. and J. GORDON ARBUCKLE (2018). Techno-Optimism and Farmers' Attitudes Toward Climate Change Adaptation. *Environment and Behavior*, Vol. 52(1) 82–105.

GAYE, A. T., M. B. SYLLA, (2008). Scenarios climatiques au Sénégal. Laboratoire de Physique de l'atmosphère et de l'océan S.F(LPAO-SF), Ecole Supérieure Polytechnique Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

GBETIBOUO G. (2009). Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability, the Case of the Limpopo Basin, South Africa: IFPRI Discussion paper 00849.

GIEC (2018). Global Warming of 1.5 °C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context

of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Vol 67(2)_2018.

GIEC (2007) Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: an assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge .

Grothmann T. and A. Patt (2005). Adaptive capacity and human cognition: the process of individual adaptation to climate change. *Global Environ. Change* 15 (3), 199–213.

HADEN V. R., M. T. NILES, M. LUBELL, J. PERLMAN and L. E. JACKSON (2012). Global and Local Concerns: What Attitudes and Beliefs Motivate Farmers to Mitigate and Adapt to Climate Change? *PLoS ONE* 7(12): e52882. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052882>)

HALTINNER K. and D. SARATHCHANDRA (2021). The nature and nuance of climate change scepticism in the United States. *Rural sociology* (<https://doi.org/10.1111/ruso.12371>)

HANSEN .J., M. SATO, and R. RUEDY, (2012): Perception of climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 109, 14726-14727, E2415-E2423, doi:10.1073/pnas.1205276109.

HATFIELD J.L. and J.H.PRUEGER. (2011). Agroecology: Implications for Plant Response to Climate Change. In: Yadav, S.S., Redden, R.J., Hatfield, J.L., Lotze-Campen, H., Hall, A.E. (Eds.), Wiley-Blackwell, West Sussex, UK, pp. 27–43.

HATFIELD .J.L., K.J. BOOTE ,K.BA, L.H. ZISKA , R.C. IZAURRALDE , D .ORT, A.M.THOMSON and D.W. WOLFE. (2011) Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agron J* 103:351–370.

HELLEQUIN .A.P., H. FLANQUART, C. MEUR-FEREC and B. RULLEAU.(2013). « Perceptions du risque de submersion marine par la population du littoral languedocien : contribution à l’analyse de la vulnérabilité côtière ». *Natures Sciences Sociétés*, 21, pp385- 399.

HELLMUTH M., A. MOORHEAD , M.THOMSON, J.WILLIAMS. (eds) (2007). Climate risk management in Africa: Learning from practice. New York, Columbia University, The International Research Institute for Climate and Society (IRI), Climate and Society 1, 104 p.

HERTEL T.W. and D. B. LOBELL (2014).A Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Agricultural adaptation to climate change in rich and poor countries: Current modeling practice and potential for empirical contributions.

HERTEL, T. W., RAMANKUTTY, N., and BALDOS, U. L. C. (2014). Global market integration increases likelihood that a future African Green Revolution could increase crop land use and CO2 emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(38), 13799–13804. <https://doi.org/10.1073/pnas.1403543111>.

HITAYEZU P., E .WALE and G. ORTMANN (2017). Assessing farmers’ perceptions about climate change: A double-hurdle approach. *Climate Risk Management*, 17, 123-138.

HOCHRAINER .S., J. LINNEROOTH-BAYER, and R. MECHLER (2010): The European Union Solidarity Fund.Its legitimacy, viability and efficiency, *Mitigation Adapt. Strat. Glob. Chang.*, 15, 797–810, 2009.

- HORNSEY M.J., K.S. FIELDING, R. MCSTAY, J.P. RESER and G.L. BRADLEY (2016). Are People High in Skepticism About Anthropogenic Climate Change Necessarily Resistant to Influence? Some Cause for Optimism. *Environment and Behavior*, 48(7):905-928.
- HULME .M., R. DOHERTY and T.NGARA.(2001). African climate change: 1900–2100. *Clim. Res.* 17, 145–168.
- IPCC (2001). *Climate Change (2001). Impacts, Adaptations and Vulnerability. IPCC Working Group II, 4th Assessment Report*, Cambridge University Press.
- JUANA, J.S., Z. KAHAKA and F.N. OKURUT (2013). Farmers' perceptions and adaptations to climate change in sub-Sahara: A synthesis of empirical studies and implications for public policy in African agriculture. *Journal of Agricultural Science*, 5(4): 121-135.
- ISLAM MD. M., A.BARNES and L. TOMA (2013). An investigation into climate change scepticism among farmers, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 34,2013,Pages 137-150,
- JOHNSON B.B. and V. COVELLO (1987). *The Social and Cultural Construction of Risk*. Reidel: Amsterdam and New York. Google Scholar. Kasperson, R.E. 1986.
- KANSIIME .M.K., S.K. WAMBUGU and C.A. SHISANYA. (2013). Perceived and Actual Rainfall Trends and Variability in Eastern Uganda: Implications for Community Preparedness and Response. *Journal of Natural Sciences Research*, 3, 2225-2921.
- KOUABENAN .D.R. (2008). Rôle des croyances dans le management de la sécurité. Congrès de l'Association (Francophone) de Gestion des Ressources Humaines (AGRH). Dakar, Senegal.
- KOSMOWSKI F, LEBLOIS A, SULTAN B (2015) Perceptions of recent rainfall changes in Niger: a comparison between climate sensitive and non-climate sensitive households. *Clim Change*. doi:10.1007/s10584-015-1562-4
- LENEVEU J. et M. LAVILLE .(2012). La perception et l'évaluation des risques d'un point de vue psychologique : note de recherche. *VertigO*, 12(1).
- LEROUX, M., SAGNA, P. (2000). Le climat. In: *Atlas du Sénégal*. Ed. Jeune Afrique, pages 16-19.
- LO A.Y. and A.T. CHOW (2015). The relationship between climate change concern and national wealth. *Climatic Change* 131, 335–348.
- LUBELL D.B., K.N CAHILL.(2007).Historical effect of temperature and precipitation on california crop yields. *Climate change*81,187-203.
- MADDISON D. (2007). The perception of and adaptation to climate change in Africa, CEEPA, Discussion Paper No. 10., Center for Environmental Economics and Policy in Africa, Pretoria, South Africa: University of Pretoria.
- MARTIN-KRUMM C. (2012). L'optimisme : une analyse synthétique. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, 2012/1 (Numéro 93), p. 103-133.
- MCDONALD M.A., T.K BAUL, and M. MCDONALD.(2015). 'Integration of Indigenous knowledge in addressing climate change'. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, vol. 14, no. 1, pp. 20-27.

- MERTZ, O., D'HAEN, S., ET AL. (2012) Climate Variability and Environmental Stress in the Sudan-Sahel Zone of West Africa. *AMBIO*, Royal Swedish Academy of Sciences, 41, 380-392. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-011-0231-8>
- MILFONT T. L., P. MILOJEV, L. M. GREAVES and C. G. SIBLEY (2015). *New Zeland Journal of Psychology (Online)*, Christchurch Vol. 44, N°1, 17-30.
- MOGOMOTSI, P.K., A. SEKELEMANI AND G.E.J. MOGOMOTSI (2020). Climate change adaptation strategies of small-scale farmers in Ngamiland East, Botswana. *Climatic Change* 159, 441–460.
- MOORE N., G. ALAGARSWAMY and B. PIJANOWSKI (2012). East African food security as influenced by future climate change and land use change at local to regional scales. *Climatic Change* 110, 823–844.
- MOSCHINI R.C., R. PIOLI, C. MA and O.Sacchi (2001) Empirical predictions of wheat head blight in the northern Argentinean Pampas region. *Crop Sci* 41:1541–1545
- MUCHURU S. and G. NHAMO (2019). A review of climate change adaptation measures in the African crop sector. *Climate and Development*, 11(10), 873–885.
- NASSOUROU L. M., B.SARR., A. ALHASSANE, S. TRAORE and B. ABDOURAHAMANE (2018). Perception et observation : les principaux risques agro-climatique de l'agriculture pluviale dans l'ouest du Niger. *VertigO*, 18(1).
- NDAMBIRI H. K. , C. N. RITHO and S.G. MBOGOH (2014). An evaluation of farmers' perceptions of and adaptation to the effects of climate change in kenya *International Journal Of Food And Agricultural Economics* ISSN 2147-8988 Vol. 1 No. 1 Pp. 75-96
- HASSAN, R. and NHEMACHENA, C. (2008) Determinants of African Farmers' Strategies for Adapting to Climate Change: Multinomial Choice Analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2, 83-104.
- NHEMACHENA C., and R HASSAN. (2007). *Micro-level Analysis of Farmers' Adaptations to Climate Change in Southern Africa*. IFPRI, Environment and Production Technology Division. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- OCDE/CSAO. (2008). *Climat, changements climatiques et pratiques agro-pastorales en zone sahélienne* ; Rome ; 8 pages.
- ONYEKURU, N. A. and R. MARCHANT. (2017). Climate change perception, awareness and adaptation decision among forest communities in Nigeria. *Agro-Science Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension*, 16(3): 51 – 62.
- OSBAHR H., P.DORWARD , R. STERN and S.COOPER (2011). Supporting agricultural innovation in Uganda to respond to climate risk: Linking Climate Change and variability with farmer Perceptions. *Experimental Agriculture*, 25 : 293-316.

OUESLATI, B., POHL, B., and AL. (2017) Characterization of Heat Waves in the Sahel and Associated Physical Mechanisms. *Journal of Climate*, 30, 3095-3115. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0432>.

OMMS(2019). WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018.

SARR O. and M.C. CORMIER-SALEM. (2007).Shell's valorisation policy In Saloum (Senegal).In :Cfee/Epa/Ird/Iddri. Promoting Local Specialities From Southern Countries. Origin-Based Products And Biodiversity:Heritage ,Territories,Governance. Contribution For The International,Symposium,23-28 April,2007,Addis-Abbeba(Ethiopia).

SCHUMAN S., J.V DOKKEN, D. V. NIEKERK, and R.A. LOUBSER (2018). Religious beliefs and climate change adaptation: A study of three rural South African communities. *Jàmá: Journal of Disaster Risk Studies* 10(1), a509. <https://doi.org/10.4102/jamba.v10i1.509>

SERDECZNY, O., S.ADAMS, F. BAARSCH, D. COUMOU, A.ROBINSON, W. HARE, ... , J. REINHARDT. (2017). Climate change impacts in Sub-Saharan Africa: From physical changes to their social repercussions. *Regional Environmental Change*, 17(6), 1585–1600. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0910-2>.

SHIKLOMANOV. I. A. (1997).Assessment of water resources and water availability in the world / (editor) Geneva] : World Meteorological Organization, 88 p.

SIMELTON E., C.H.QUINN , N. BASTISANI , A.J. DOUGILL , J.C. DYER, E.D.G. FRASER, D. MKWAMBBISI , S. SALLU and R.L.C. STRINGE (2013). Is Rainfall Really Changing? Farmers' Perceptions, Meteorological Data, And Policy Implications. *Climate And Development*, 5 (2): 123-138.

SINGH A.S., F. EANES and L. S. PROKOPY (2020). Climate change uncertainty among American farmers: an examination of multi-dimensional uncertainty and attitudes towards agricultural adaptation to climate change. *Climatic Change* 162, 1047–1064.

SMITH G. F., P. G. BENSON and S. P. CURLEY (1991). Belief, knowledge, and uncertainty: A cognitive perspective on subjective probability. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 48(2), 291–321.

SPEAR D., J. C. SELATO, B. MOSIME and A. M. NYAMWANZA (2019). Harnessing diverse knowledge and belief systems to adapt to climate change in semi-arid rural Africa. *Climate Services*, Volume 14, Pages 31-36.

TAYLOR, S.E.,and J. D. BROWN (1994). Positive illusion and well-being revisited: separating fact from fiction. *Psychological Bulletin*, 116, 21-27.

THOMAS D.S.G .,C .TWYMAN, H. OSBAHR and B. HEWITSON (2007). Adaptation to climate change and variability :farmer responses to intra seasonal precipitation trend in south Africa. *Climatic Change* 83, 301–322 (2007). <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9205-4>

TVERSKY A. and KAHNEMAN, D. (1971). Belief in the law of small numbers. *Psychological Bulletin*, 76(2), 105–110.

- TVERSKY A. and KAHNEMAN, D. (1974). Judgment under uncertainty Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1130. doi10.1126/science.185.4157.1124
- WAHA K., C. MÜLLER, A. BONDEAU, J.P. DIETRICH, P. KURUKULASURIYA, J. HEINKE and H. LOTZE-CAMPEN (2013). Adaptation to climate change through the choice of cropping system and sowing date in sub-Saharan Africa. *Global Environmental Change*, Volume 23, Issue 1.
- WEBER, E.U.(2010). What shapes perceptions of climate change? *WIREs Clim Change* 2010, 1:332–342. doi:10.1002/wcc.41.
- WEINSTEIN, N. D. (1980). Unrealistic optimism about future life events. *J. Personal. Soc. Psychol.* 39: 806–820.
- WOODS B.A., H. Ø. NIELSEN, A.B. PEDERSEN AND D. KRISTOFERSSON.(2017). Farmers’ perceptions of climate change and their likely responses in Danish agriculture . *Land Use Policy* 65:109-120.
- YESUF. M, S. DI FALCO, T. DERESSA, C. RINGLER and G. KOHLIN. (2008). The Impact of Climate Change and Adaptation on Food Production in Low-Income Countries: Evidence from the Nile Basin, Ethiopia, EDRI.
- ZIERVOGEL G., S. BHARWANI and T .DOWNING (2005). Adapting to climate variability: pumpkins, people and policy. *Nat Resour Forum* 30(4):294–305
- ZWIERS F. W., M. A. SCHNORBUS, and G. D. MARUSZECZKA.(2011). Hydrologic impacts of climate change on BC water resources. Summary report for the Campbell, Columbia and Peace River watershed. Victoria, BC: Pacific Climate Impacts Consortium et Université de Victoria.