



**HAL**  
open science

# Changement climatique et migrations humaines au Sénégal : une approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique

Alassane Diallo

► **To cite this version:**

Alassane Diallo. Changement climatique et migrations humaines au Sénégal : une approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique. Economies et finances. Université Grenoble Alpes; Université Cheikh Anta Diop (Dakar), 2018. Français. NNT : 2018GREAE004 . tel-02006424

**HAL Id: tel-02006424**

**<https://theses.hal.science/tel-02006424>**

Submitted on 4 Feb 2019

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

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

## THÈSE

Pour obtenir le grade de

### **DOCTEUR DE LA COMMUNAUTÉ UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES**

Préparée dans le cadre d'une cotutelle *entre la Communauté Université Grenoble-Alpes et l'Université Cheikh-Anta-Diop de Dakar*

Spécialité : **Sciences Économiques**

Arrêté ministériel : le 6 janvier 2005 – 25 mai 2016.

Présentée par

**DIALLO Alassane**

Thèse dirigée par Monsieur **Jean-Pierre Chanteau** et codirigée par **Ahmadou-Aly MBaye** et **Yvan Renou**.

Préparée au sein des laboratoires **Centre de Recherche en Économie de Grenoble** et **Centre de recherche en Economies Appliquée** dans les **Ecoles Doctorales de Sciences Economiques de Grenoble** et des **Sciences Economiques et Juridiques de Dakar**.

## **Changement climatique et migrations humaines au Sénégal : une approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique.**

Thèse soutenue publiquement, le **04 octobre 2018**.

devant le jury composé de :

**Monsieur, Jean-Pierre CHANTEAU,**

MCF HDR Université de Grenoble-Alpes (CREG), Directeur de thèse

**Madame, Géraldine FROGER,**

Professeur Université de Toulouse (LEREPS), Rapporteuse

**Madame, Flore GUBERT,**

DR IRD (UMR DIAL) et Professeur affiliée à PSE, Rapporteuse

**Monsieur, Ahmadou-Aly MBAYE,**

Professeur Université Cheikh-Anta-Diop de Dakar (CREA), Co-encadrant

**Monsieur, Etienne PIGUET,**

Professeur Université de Neuchâtel (Institute of Geography), Président du jury

**Monsieur, Yvan RENOU,**

MCF Université de Grenoble-Alpes (CREG), Co-encadrant





Les Universités de Grenoble et de Dakar n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Celles-ci doivent être considérées comme propres à leur auteur.



## Remerciements

---

Enfin vient le temps des remerciements ! C'est avec une joie incommensurable que je termine ce travail de thèse qui est une expérience unique en termes de rencontre, de collaboration et de discussion. L'exercice passionnant et long, 4 ans, a été marqué par des moments de doutes et de découragements, mais des esprits bienveillants ont toujours été à mes côtés. Et c'est l'occasion de remercier ces personnes sans qui ce travail de thèse n'aurait certainement pas vu le jour.

En premier lieu, mes pensées vont vers mes directeurs de thèse, Jean Pierre Chanteau et Yvan Renou, pour m'avoir encadré durant ces quatre longues années. Leur conseil dans les moments de doute, leur encadrement de qualité et leur rigueur scientifique m'ont été d'une importance capitale. A cet égard, je leur exprime ma plus grande gratitude. Avec Yvan, notre aventure a commencé depuis mon mastère II recherche avec l'encadrement de mon mémoire. Par la suite, Jean Pierre s'est joint à cette aventure qui n'a pas toujours été de tout repos. En somme, tout au long de ce travail de recherche mes directeurs n'ont ménagé aucun effort pour que mes recherches se passent dans les meilleures conditions. J'ai beaucoup appris à leur côté et je n'hésitais pas à m'incruster dans leur bureau sans prise de rendez-vous au préalable, chose que je faisais rarement. Merci à eux deux pour tout.

Ensuite, je remercie très sincèrement les professeur.e.s **Géraldine FROGER** et **Flore GUBERT** pour avoir accepté de rapporter cette thèse, **M. Etienne PIGUET** d'avoir présidé le jury, **M. Yvan RENO** et **M. Mouhamadou Aly MBAYE** d'avoir accepté de faire partie du jury et de me faire l'honneur d'assister à ma soutenance. Je voudrais leur dire, que c'est un immense honneur et un réel plaisir de présenter mes recherches devant eux et d'en discuter le contenu.

J'adresse également mes remerciements les plus sincères à Théo Vischel, climatologue spécialiste du Sahel, maître de conférences à l'UGA au sein du laboratoire IGE. Nos discussions lors des comités de thèse et ses relectures notamment sur les parties climat au sahel et au Sénégal, m'ont permis de prendre du recul sur ma discipline notamment lorsqu'il s'agit de s'intéresser à la variable climat. Les remarques et conseils formulés m'ont permis d'aller chercher des réponses dans d'autres sciences pour une meilleure compréhension des phénomènes étudiés.

Cette thèse a été préparée au sein du Centre de Recherche en Economie de Grenoble (CREG). A cet effet, j'aimerais remercier l'ensemble des membres du CREG : personnel administratif, enseignements et chercheurs. J'exprime ma gratitude au ministère de l'enseignement supérieur du Sénégal pour la bourse octroyée durant mes recherches mais, également, l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) d'avoir financé une partie de mes déplacements au Sénégal et de mon séjour en France (8 mois au total sur 2 ans).

J'ai une grande pensée pour la *dream team* de mon bureau et mes promotionnaires de mastère qui ont poursuivi cette aventure doctorale avec moi. De véritables guerriers intellectuels. Ne sachant pas quel nom mettre en premier, j'ai décidé de trier par ordre alphabétique. Donc, à toi Adrien (le roux), Gaëlle (la chef), Ibrahim (Niger, le sage), Ibrahima (Guinée, l'impulsif), Josué (notre onusien préféré), Modou (le footeux qui rouspète) et Marcos (Brésilien chaud !!!). Je vous remercie du fond du cœur pour tout : le soutien, l'écoute, les motivations. Je remercie également les autres doctorants du CREG et plus généralement ceux du 4<sup>e</sup> étage du Bateg et du Bodega. J'ai une pensée également pour toute l'équipe de foot de notre laboratoire qui ne gagne jamais de finale. J'ai une pensée pour notre ami, à nous tous les doctorants, Julien. Grand de par la taille mais, également, de par le cœur.

Au cours de mes années en France, Clermont-Ferrand, Paris et Grenoble, j'ai eu à faire de belles rencontres. C'est le lieu de citer quelques noms : Moctar, Eugène, Pipa, Jean Marie, Sidi, Xavier... Je n'oublie pas mes parents entre Paris et Grenoble. Mon oncle, Gaye, sa femme, tata Mariam, ainsi que toute sa famille qui sont d'une gentillesse sans pareil. Ma cousine Astou et ses enfants à Meylan de m'avoir accueilli chez eux durant mes premiers jours à Grenoble. Une mention spéciale à mon cousin et grand ami Mamadou Diallo de la Verrière. Nos discussions, nos parties de thé que je n'oublierai jamais. Sa famille m'a beaucoup épaulé : ses enfants, sa femme, ses parents ainsi que ses frères et sœurs : Maye, Yoro et Youssouf pour ne citer que les trois. Merci encore pour tout.

J'ai une pensée toute particulière à mes amis d'enfance qui se reconnaîtront. Je ne citerai pas de nom car nous étions et sommes toujours une bande bien soudée en dépit des années qui passent et de la distance pouvant nous séparer. Je pense à vous constamment. A vous vous les amis M'Baois.

J'adresse mes remerciements à toute ma famille au Sénégal (M'Bao) et plus particulièrement à mes frères et sœurs, tous sans exception, ma tante et ma mère qui m'ont toujours appuyé et conseillé durant toutes les années passées en dehors du foyer familial. Chacun à sa façon et à

des moments différents, m'apporte l'énergie nécessaire. Je vous aime et vous témoigne une gratitude sans fin. Je me battraï pour vous car vous m'avez appris, de par vos actes, que l'une des choses les plus importantes reste la famille. Donc, merci et merci encore à toute ma famille.

Durant ma dernière année de thèse, j'ai rencontré une personne formidable que je veux remercier du fond du cœur pour tout l'amour qu'elle a su me donner. A toi Dieynaba Diallo (Dié ou Dieba pour les intimes). Juste pour te dire : nous deux à jamais.

Les deux dernières personnes que je vais remercier en dernier lieu me tiennent particulièrement à cœur. J'aurais aimé commencé mes remerciements par mes défunts père, Samba Seydou, et frère aîné et aimé, Issakha, mais comme il est de coutume de commencer par les encadrants, je n'ai pas voulu déroger à cette règle presque sacrosainte. Je vous dédie tout ce travail de recherche. Notre papa nous a, dès l'enfance, fait comprendre l'importance de l'éducation et donné l'envie d'apprendre. Il fut un père de famille exemplaire. Quant à notre défunt bienaimé frère, il a repris le flambeau après le rappel à Dieu de notre papa. Il a été plus qu'un second papa pour toute la famille. Il nous a guidés. Me concernant, Issakha, paix à son âme, est une référence qui s'est particulièrement investi dans mon éducation. Il est à l'origine de tout ce travail en finançant mes études après le décès de notre père. Il était plus qu'un frère pour moi. A vous mon frère, Issakha, et mon père, Samba Seydou, ce sera non pas des remerciements, mais une pensée et des prières éternelles. Vous auriez été, avec certitude, très fiers de cette réalisation.

A vous, papa et grand frère.





## Résumé

---

Le changement climatique et les migrations humaines constituent deux problématiques majeures de notre époque. Et, partant du constat d'une connaissance fragmentée entre maximalistes et minimalistes, qui s'est traduite par une capacité limitée de la recherche scientifique à prendre en compte les interactions complexes entre le climat et les migrations humaines, cette thèse propose, à travers une approche renouvelée (celle de la vulnérabilité du système socio-écologique), une meilleure compréhension et explication des relations climat-migrations. Elle cherche à répondre à deux objectifs. D'une part, produire des connaissances nouvelles en nous appropriant de façon sélective et ordonnée les apports empiriques produits par les approches précédentes. Et, d'autre part, par une analyse instrumentée des interactions mises en évidence, générer des informations chiffrées pertinentes permettant un ciblage plus efficace des politiques. Cette thèse insiste en premier lieu sur une certaine difficulté à mettre en évidence une relation robuste entre changement climatique et migrations à l'échelle Sahélienne. Contrairement aux idées reçues sur l'image type du « migrant/réfugié climatique » sahélien véhiculée par les médias et reprise, sans un recul critique, dans la littérature grise et certaines études scientifiques, la région, souvent vue et analysée comme une entité relativement homogène, présente de fortes hétérogénéités spatiales physico-climatiques, outre celles socio-économiques. Et, ces dernières ne permettent pas une compréhension des migrations, une des expressions des transformations sociétales. Il convient de repenser la problématique sur des échelles plus homogènes (Sénégal des zones agro-écologiques et régions administratives)

Nos résultats montrent un effet climatique accélérateur/amplificateur des migrations interrégionales sous-jacent aux conditions de vie des populations. Généralement, le climat ne suffit pas, à lui seul, à « produire » des migrations. Il transite par les variables socio-économiques (vulnérabilité initiale). Ce qui nous a amené à retenir l'appellation de « migrants éco-climatiques ». Ainsi, les politiques devraient aller à la fois vers : (i) des questions de développement en réduisant des vulnérabilités socio-économiques (pauvreté et inégalités) en agissant sur l'environnement d'action et les acteurs respectivement de manière cohérente et extensive ; mais, également, (ii) des questions d'économie du climat par la réduction de la vulnérabilité physico-climatique à travers des politiques d'atténuation et d'adaptation du milieu et des populations face au changement climatique.

**Mots clés : Changement climatique ; Migrations internes ; Système socio-écologique ; Vulnérabilité ; Interactions complexes ; Sénégal ; Instrumentation ; Pseudo-panels.**

## Abstract

---

Climate change and human migration are two major issues of our time. Starting from the observation of a dichotomous knowledge between maximalists and minimalists, which results in a limited capacity of scientific research to take into account the dynamic and complex interactions between climate and human migrations, this thesis proposes a better understanding and explanation of the climate-migration relations through a renewed and integrative approach (the vulnerability of the socio-ecological system). It aims to fulfill two objectives. On the one hand, to produce new knowledges those take into accounts socio-ecological interactions and feedbacks at different spatial and temporal scales and, on the other hand, to propose a quantified instrumentation of these social-ecological interactions and feedback. This contribution could serve as a starting point for a decision-making tool to evolve towards more targeted and effective policies.

This thesis emphasizes a certain difficulty in highlighting a robust relationship between climate change and migration in the Sahel region. This latter, often seen as a relatively homogeneous entity, presents complex socio-economic and physical-climatic spatial heterogeneities that do not allow a stronger understanding of migratory movements which are in change since the 1970s. For this purpose, a reduced complexity model, based both on a partitioning of the study area (Senegal) and a partitioning of data (agro-ecological zones and regions of Senegal), is mobilized as a framework for the analysis of social-ecological migrations in terms of vulnerability induced by climate change. Thus, the innovative heuristic framework built (knowledge model with a sequencing of variables) has made it possible to instrument the climate-migration relationships within Senegal.

Our results show an accelerating/amplifying climatic effect of interregional migrations underlying the living conditions of populations. In general, climate alone is not sufficient to "produce" migration. The climatic effects channel through the socio-economic variables (initial vulnerability). Under these results, we retained in fine the name of "eco-climatic migrants". Thus, policies relating to eco-climatic migration in this western part of the Sahel should move towards both: (i) development issues by reducing socio-economic vulnerabilities (poverty and inequality) by acting on the environment and the populations consistently and extensively respectively; and (ii) climate economics issues by reducing the physical-climatic vulnerability through appropriate mitigating and adapting policies to face climate change.

**Keywords : Climate change ; Internal migrations ; Social-ecological system ; Vulnerability ; Interactions ; Senegal ; Instrumentation ; Pseudo-panels.**

# Sommaire

---

|   |     |
|---|-----|
| <i>Introduction générale</i> .....  | 1   |
| <i>Partie 1 : Changement climatique et migrations : diversité des manifestations au Sahel et complexité des enjeux</i> .....  | 29  |
| Introduction générale la partie 1 .....   | 30  |
| Chapitre 1 : Relations entre climat et migrations: repérage empirique et mise à l’agenda politique .....  | 33  |
| Chapitre 2 : Caractériser la complexité des interactions socio-écologiques « climat-migrations » dans la région sahélienne: une question d’échelles. ....   | 68  |
| Chapitre 3 : Ordonnancement des interactions systémiques climat-migrations par le concept de vulnérabilité systémique. Premiers enseignements tirés des zones agro-écologiques du Sénégal. ....   | 106 |
| Conclusion de la partie 1 .....   | 171 |
| <i>Partie 2 : Climat, vulnérabilité socio-écologique et migrations : une instrumentation fondée sur les régions administratives du Sénégal</i> .....  | 173 |
| Introduction générale de la partie 2.....   | 174 |
| Chapitre 4 : Elaboration de bases de données régionales climatiques et migratoires au Sénégal pour procéder à l’instrumentation.....  | 176 |
| Chapitre 5 : Climat et migrations interrégionales au Sénégal: analyse des interactions par la conception d’un indicateur de vulnérabilité systémique. ....  | 206 |
| Chapitre 6 : Analyse économétrique des effets du climat sur les migrations interrégionales au Sénégal par la méthode d’empilement de données de coupes transversales de périodes différentes..... | 244 |
| Conclusion de la partie 2 .....   | 285 |
| <i>Conclusion générale</i> .....  | 286 |
| <i>Bibliographie</i> .....  | 292 |
| <i>Annexes</i> .....  | 319 |
| <i>Table des figures et graphiques</i> .....  | 370 |
| <i>Liste des tableaux</i> .....   | 371 |
| <i>Listes des cartes, schémas, appendices, tables et annexes</i> .....  | 372 |
| <i>Table des matières</i> .....   | 375 |

## Listes des sigles et acronymes

---

|             |  |
|-------------|--|
| ANSD        | Agence Nationale de Statistique et de la Démographie   |
| BM          | Banque Mondiale ou encore World Bank (WB)  |
| CEDEAO      | Communauté Economique des Etats de l’Afrique de l’Ouest  |
| CILSS       | Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel                           |
| COP         | Conférence des Parties   |
| CPD-UN      | The UN Committee for Development Policy  |
| CPD-UNDESA  | Commission of Population and Development-United Nations Department of Economics and Social Affairs |
| CSAO        | Club du Sahel et de l’Afrique de l’Ouest   |
| DPEE        | Direction de la Prévision et des Etudes Economiques  |
| EACH-FOR    | Environmental Change and Forced Migration Scenarios  |
| EM-DAT/CRED | [the International Disaster Database] Center for Research on the Epidimiology for Disaster         |
| EPI         | Environmental Performance Index  |
| ESAM        | Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages   |
| ESI         | Environmental Sustanaibility Index   |
| ESP         | Enquête Sur les Priorités  |
| ESPS        | Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal   |
| EVI         | Economic Vulnerability Index   |
| EVI         | Environmental vulnerability Index  |
| FAO         | Organisation des Nations unies pour l’alimentation et l’agriculture                                |
| FMI         | Fonds Monétaire International  |
| GIEC        | Groupe Intergouvernemental des Experts sur l’Evolution du Climat                                   |
| HCNUR       | Haut-Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés  |
| IDMC        | The Internal Displacement Monitoring Centre  |
| IPS         | Indice de Pluviométrie [précipitation] Standardisé   |
| IRVM        | Indicateur régional de Vulnérabilité Multidimensionnelle   |
| MECLEP      | Migration, Environment and Climate Change: Evidence for Policy                                     |
| NRC         | Norvegian Refugee Council  |
| OCDE        | Organisation de Coopération et de Développement Economique   |
| OIM         | Organisation Internationale pour les Migrations  |
| ONU (NU)    | Organisation des Nations Unies (Nations unies)   |
| PAS         | Programmes d’Ajustement Structurel   |
| PDEE        | Division de la Prévision et des Etudes Economiques   |
| Ped         | Pays en développement  |
| PNUD        | Programme des Nations Unies pour le Développement  |
| PNUE        | Programme des Nations unies pour l’Environnement   |
| PVCCI       | Physical vulnerability to climate change index   |
| RGP         | Recensement général de la population   |

|         |   |
|---------|---|
| RGPHE   | Recensement général de la population de l’habitat et de l’élevage |
| SEDAC   | Socioeconomics Data and Applications Center                       |
| SIDS    | Small Island Developing States                                    |
| SSE     | Système Socio-Ecologique  |
| UNISDR  | United Nations Office for Disaster Risks Reduction                |
| UNU-EHS | United Nations University for Environment and Human Security      |
| UNPFA   | United Nations Population Fund                                    |
| WDI     | World Development Indicators                                      |
| WRI     | World Risk Index  |



Ce que la communauté académique désigne depuis les années 2000 par « migrations climatiques » se situe à la confluence de deux problématiques majeures de notre époque : le changement climatique (GIEC ; NU) et les migrations humaines (OIM ; UNHCR). Sur le plan scientifique, l'intégration du rôle du climat dans la compréhension et l'explication des migrations humaines remonte aux travaux de Ravenstein (1885 et 1889)<sup>1</sup> et Semple (1911) mais, la façon dont ils conçoivent cette « forme primitive » de migration<sup>2</sup> a été abandonnée par la suite dans le débat scientifique (Petersen, 1958). En économie, les développements théoriques migratoires dominants<sup>3</sup> –les approches micro individualistes<sup>4</sup> (Lewis 1954; Myrdal, 1957 ; Zelinsky, 1971 ; Sjaastad, 1962; Harris et Todaro, 1970 ; Borjas, 1989) et les approches macro– structuralistes de la nouvelle économie de la migration (NEM)<sup>5</sup> (Burawoy, 1976; Stark et Bloom, 1985 ; Massey, 1990 et 1999 ; Skeldon, 1990 ; Stillwelle et Congdon, 1991 ; Cadwallader, 1992, Massey et *al.*, 1993) – font le choix de ne pas retenir la variable climat. Car, d'une part, la variable climatique est considérée comme exogène dans le sens où elle n'est pas causée par des facteurs socio-économiques (seules les variables endogènes, telles que celles socio-économiques, démographiques, institutionnelles... sont prises en

---

<sup>1</sup> Ravenstein à travers deux publications datant respectivement de 1885 et 1889 sur « Les lois de la migration » met en évidence une série de « lois » générales explicatives du comportement migratoire. Le but des « lois » migratoires était d'offrir une pensée générale sur les raisons de migrer des populations. A cet effet, le facteur climat est considéré comme explicatif. Toutefois, Ravenstein, dans sa onzième loi (Grigg, 1977), affirme que la cause première déterminante de la migration est d'ordre économique. Soulignons que même si la pensée de Ravenstein est une tentative intéressante de théoriser les migrations (Piguet et Coulon, 2010), celle-ci reste davantage une « lois/laws » (avec tout le débat que cela peut soulever en science sociale) basées sur des faits stylisés qu'une théorie proprement dite.

<sup>2</sup> Petersen (1958) qualifie les migrations environnementales de forme primitive de migration car, selon l'auteur, dans l'avenir avec le développement économique et l'avancée technologique, les hommes vont apprivoiser l'environnement. Par conséquent, les hommes ne vont plus migrer sous la contrainte de l'environnement naturel.

<sup>3</sup> Pour une synthèse voir Piché (2013).

<sup>4</sup> Ce cadre d'analyse autocentré sur l'individu pose comme hypothèse de départ une économie duale statique (Lewis, 1954, Todaro et Harris, 1970) pour expliquer les migrations des zones rurales pauvres vers les centres urbains dans les pays en développement (exode rural). Les individus font un arbitrage fondé sur un différentiel de revenu. Toutefois, ni Lewis encore moins Harris et Todaro n'arrivent à répondre respectivement à (i) l'afflux massif de populations rurales à partir des années 1980 vers les zones urbaines et ceci en dépit du chômage urbain fort dans les PED, et (ii) le fait que certains individus migrent des zones rurales vers celles urbaines et d'autres non (serait-ce une question de motivation ou d'ambition ?). Zelinski (1971) pose l'hypothèse d'une mobilité de transition pour essayer de lever les limites entrant dans le cadre d'un processus de modernisation où la migration est une partie intégrante des changements socio-économiques. Sjaastad, (1962) va plus loin en introduisant le concept de rendement du capital humain permettant de modéliser et de déterminer les trajectoires migratoires. Les théories intègrent la notion de différentiel de rendement du capital humain (Katz et Stark, (1987).

<sup>5</sup> Ainsi, la rationalité du migrant individuel (Lewis, 1954 ; Todaro, 1969 ; Harris et Todaro, 1970) évolue vers une rationalité limitée (Sjaastad, 1962 et NEM). La littérature va s'enrichir notamment avec l'introduction des notions de réseaux migratoires (Taylor, 1986 ; Massey et Garcia, 1987 ; Massey et *al.*, 1993 ; Skeldon, 1990) qui expliqueraient à termes la théories des effets cumulatifs (*cumulative causation* de Myrdal, 1957) mais, également, les réseaux migratoires tels que développés par Findlay (1990). Les travaux de Massey et *al.*, (1993) ont permis de donner une dynamique aux migrations et de lever l'hypothèse de constance ou d'hétérogénéité des coûts de la pensée néo-classique. En effet, Carrington et *al.* (1996) dans leur formulation d'un modèle théorique, supposent une corrélation négative entre coût de la migration et présence d'un réseau migratoire (migrants déjà sur place). Plus le réseau est grand moins les coûts totaux (recherche et obtention emploi, logement, réduction risques de la migration) de la migration sont importants. Les réseaux procurent une externalité positive. Le migrant, dont la décision de partir est décidée collectivement ne rompt pas avec son milieu de départ, il devient un acteur de changement (de Haas, 2010). Très représentatif des situations dans les PED, Stark (1978) et Stark et Levhari (1982) affirment que les ménages face aux risques de nature divers envoient un/plusieurs membre(s) de la famille émigrer dans le but de diversifier les sources de revenus et ainsi se protéger du risque.



compte (Nordhaus, 2005)). D'autre part, le manque de disponibilité et de fiabilité des données font que le climat n'est volontairement pas intégré dans les développements théoriques.

Or, avec la montée des préoccupations environnementales dans les années 1980-1990 (GIEC, 2007b) et l'intensification du changement climatique intervenue ces 20 dernières années (EM-DAT/CRED, 2016 ; GIEC 2013), la communauté scientifique questionne de plus en plus leurs impacts sur les migrations humaines. Ces dernières se sont accrues significativement et ceci en particulier dans les pays en développement. Sur environ un milliard de personnes déplacées<sup>6</sup> dans le monde selon l'Organisation Internationale pour les Migrations (OIM, 2015) et le Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (UNHCR, 2017), 184,6 millions le seraient pour des raisons climatiques et environnementales rien que sur la période 2008-2014 (*Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), 2015*). Et l'on peut craindre, à l'avenir, que ce type de migration augmente dans toutes les parties du monde avec l'élévation du niveau de la mer, l'érosion côtière, les inondations, les sécheresses et la salinisation des terres impropres à l'agriculture induites par le changement climatique (BM, 2015 ; NU, 2015<sup>7</sup>, GIEC, 2014, 2013, 2007 ; OIM 2007, 2009 et 2015). Et, les régions du monde pauvre, sans politiques d'adaptation et d'atténuation appropriées face au climat (Asie du sud-est, les petites îles du pacifique et Afrique subsaharienne), seraient les plus touchées (IDMC, 2014 et 2015 ; BM, 2015 ; OIM, 2012 et 2015).

Contrairement à l'image type du migrant<sup>8</sup>, les causes de ces migrations sont généralement multifactorielles et elles se localisent souvent à l'intérieur des frontières nationales (Gémene et al., 2016 ; Piguet, 2011). Selon l'IDMC (2014 et 2015) -principale source de données sur les déplacements internes et qui développe actuellement les recherches que l'on peut considérer les plus crédibles en la matière - sur un milliard de déplacés par an dans le monde, 763 millions resteraient à l'intérieur de leur frontière nationale.

---

<sup>6</sup> Ce chiffre comprend aussi bien les migrants que les réfugiés. Car l'IDMC (*Internal Displacement Monitoring Centre*) entend par déplacés : « personnes ou groupes de personnes obligés de quitter leurs maisons ou lieux de résidence habituelle chaque année y compris dans le contexte des conflits, de la violence, des projets de développement, des catastrophes et des changements climatiques » (IDMC, 2017, annexe p.113). L'OIM préfère parler de « migrant ». Un « migrant » s'entend de : « toute personne qui, quittant son lieu de résidence habituelle, franchit ou a franchi une frontière internationale ou se déplace ou s'est déplacée à l'intérieur d'un Etat, quels que soient : 1) le statut juridique de la personne ; 2) le caractère, volontaire ou involontaire, du déplacement ; 3) les causes du déplacement ; ou 4) la durée du séjour ». (OIM, 2015, glossaire). Rapport OIM (2015) disponible sur : [http://publications.iom.int/system/files/wmr2015\\_en.pdf](http://publications.iom.int/system/files/wmr2015_en.pdf), dernière consultation le 29/04/2017

<sup>7</sup> <http://www.un.org/fr/climatechange/reports.shtml> consulté le 16/01/2017.

<sup>8</sup> Selon la NEM, le migrant effectue un arbitrage spatial entre le monde en développement et les pays développés, seulement à la recherche de meilleure opportunité économique.

Cette question de la dimension climatique dans les migrations humaines, qui n'a investi le débat scientifique que très récemment (Suhrke, 1994 ; Morrissey, 2012b ; Lalou et Delauney, 2015 ; Gémenne et *al.*, (2016) et attire de plus en plus l'attention des citoyens, de la société civile et du monde politique (Tacoli, 2011 ; Vlassopoulos, 2013 ; Warner et Afifi, 2014), a été abordé en premier lieu dans la littérature « grise ». Deux travaux précurseurs<sup>9</sup> du programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et du Worldwatch Institute (WWI)<sup>10</sup> ont notamment polarisé le débat public :

- Le rapport du PNUE (1985), intitulé : « *environmental refugees* », a été rédigé sous la direction d'El-Hinnawi. Il a fourni une première définition du « réfugié environnemental » (Saunders, 2000 et Morrissey, 2012) : « *Those people who have been forced to leave their traditional habitat, temporarily or permanently, because of a marked environmental disruption (nature and/or triggered by people) that jeopardised their existence and/or seriously affected the quality of their life* » (El-Hinnawi, 1985, p.4). Par perturbation environnementale, l'auteur distingue les catastrophes naturelles (changement environnementaux majeurs : construction barrage, accidents industriels) des dégradations majeures et lentes de l'environnement. El-Hinnawi (1985) assume que les premiers ne produiraient que des déplacements temporaires alors que des seconds résulteraient les réinstallations permanentes, une affirmation rejetée par les études empiriques (Gémenne, 2009). El Hinnawi (1985, p.4), identifie trois grands types de réfugiés environnementaux : (i) ceux qui ont quitté de façon temporaire leur habitat à cause d'une catastrophe naturelle particulièrement marquée tels que de forts tremblements de terre, cyclones ou encore un accident industriel (exemple Bhopal). Une fois la perturbation environnementale terminée, les populations reviennent sur les lieux d'habitation d'origine ; (ii) ceux qui se sont déplacés et relogés de façon définitive dans de nouveaux endroits en raison de dégradations environnementales permanents généralement d'origine humaine (exemple Tchernobyl) et (iii) ceux qui ont migré à l'intérieur de leur propre frontière nationale parce que « *les ressources base de leurs conditions de vie dans leur habitat d'origine se sont détériorées à tel point qu'elles ne peuvent plus répondre à leur besoin fondamental* ». Cependant, dans sa typologie,

---

<sup>9</sup> Les deux travaux, le rapport du PNUE et l'étude du Worldwatch Institute, font partie de la littérature grise (politique) qui s'est intéressée en premier lieu aux relations environnement-migrations. C'est par la suite que la littérature scientifique ou académique va émerger en se cristallisant, selon Suhrke (1994), autour de deux grandes visions (ou encore coalitions de cause) que sont les maximalistes et les minimalistes.

<sup>10</sup> Le Worldwatch Institute est une organisation indépendante de recherche sur l'environnement basée aux USA depuis 1974. Son fondateur est le biologiste Lester Brown. Ses principales missions sont : l'accès universel à l'énergie renouvelable et aux aliments nutritifs, l'expansion des emplois et du développement respectueux de l'environnement, la transformation des cultures de la consommation à la durabilité et la fin précoce de la croissance démographique grâce à une maternité saine et intentionnelle. Pour plus de détails voir : <http://www.worldwatch.org/>.

les critères qui fondent ces trois grandes catégories de réfugiés environnementaux sont flous. Ce qui fait que la troisième catégorie peut être répartie par exemple à la fois dans la deuxième catégorie (déplacements planifiés) et dans la première catégorie (contrainte de partir temporairement). Ce rapport a fait l'objet de plusieurs critiques au sein de la communauté scientifique. Bates (2002, p.466) lui reproche par exemple : *“This definition makes no distinction between refugees who flee volcanic eruptions and those who gradually leave their homes as soil quality declines. So many people can be classified under the umbrella of ‘environmental refugees’ that critics question the usefulness of the concept”*.

- L'article du *WorldWatch institute* (1988), sous la direction de Jacobson, retient, comme le rapport du PNUC (1985), l'appellation de « réfugiés environnementaux ». Ces derniers, devenus la catégorie la plus importante de personnes déplacées dans le monde selon l'auteur, sans pour autant donner un chiffre, sont définis comme : « *people fleeing from environmental decline*<sup>11</sup> » (Jacobson, 1988, p.6). Certains jugent que c'est une définition vague (Suhrke, 1994 ; Bates, 2002 ; Hugo, 2008), bien que Jacobson précise la nature des événements environnementaux entre ceux soudains (tempêtes, ouragans, inondation, cyclones, glissement de terrain...) de ceux qui sont progressifs ou graduels (sécheresse, désertification, dégradation des terres...). Et, il répartit les réfugiés environnementaux en trois grandes sous-catégories que sont : (i) les populations temporairement déplacées suite à des événements environnementaux temporaires ou locaux ; (ii) les populations qui migrent de façon permanente en raisons de détériorations des conditions de vie (subsistance et santé) exacerbées par des dégradations environnementales permanentes et (iii) les populations qui habitent dans des endroits autres que ceux habituels ou de naissance temporairement ou définitivement à cause d'une dégradation des sols ayant entraîné une désertification ou encore en raison d'autres transformations progressives de l'habitat. L'article, plus politique que scientifique dans sa conception théorique et méthodologique selon Suhrke (1994), Hugo (2008) et (Morrissey, (2012), cherche à sensibiliser quant aux dimensions du changement climatique dans les migrations humaines. Jacobson, en se référant principalement à la grande sécheresse au Sahel des années 1980, avance ainsi le chiffre de 10 millions de réfugiés environnementaux observés dans le monde. Mais pour Hugo (2008), l'auteur tombe dans une attitude « maximaliste » pour mobiliser l'attention, en assimilant déplacements de populations et populations exposées. Ces dernières renvoient à la présence des populations dans des

---

<sup>11</sup> Sa définition de ceux qu'il appelle par réfugiés environnementaux (tout comme El-Hinnawi, 1985) est très vague. Il fait davantage référence, comme facteur explicatif de migration, au changement environnemental de nature progressive (*environment decline*) et il distingue des régions où des déplacements environnementaux vont s'opérer (Haïti et Sahel principalement).

endroits qui sont affectés par le changement climatique et ses effets négatifs (GIEC, 2007 et 2013) et qui, l'exposition au changement climatique, ne fait pas forcément d'une personne un « réfugié climatique »<sup>12</sup>.

Si ces deux travaux ont eu le mérite de poser le débat public et politique mais, comme le souligne Gémenne (2009), ils ont reçu de vives critiques des chercheurs en sciences sociales (Shurke, 1993), ce qui appelle à leur dépassement.

Sur les deux décennies entre 1970-1990 et, dans une moindre mesure, celle 1990-2000, bien qu'étant évoquées dans la littérature grise, les « migrations climatiques » ne mobilisent pourtant pas la recherche scientifique. De plus, les organismes internationaux spécialisés sur les questions de réfugiés, UNHCR, et de migrations, OIM, ne reconnaissent pas l'existence de « migrants climatiques ».

A partir du début des années 2000, nous observons cependant un tournant. La question des relations entre le climat et les migrations a été mise à l'agenda des organisations internationales (GIEC, NU, OIM, HCR). A compter de 2011, le groupe mondial sur la migration<sup>13</sup> faisait une « Déclaration commune sur le changement climatique et la migration ». A travers la voix du directeur général de l'OIM, William Lacy Swing, les membres déclarent : *« D'ores déjà, le changement climatique provoque des déplacements et des migrations, sous l'effet de phénomènes météorologiques de plus en plus intenses, de l'élévation du niveau de la mer et de la dégradation de plus en plus rapide de l'environnement. A l'avenir nous serons sans doute confrontés à une augmentation des flux de population auxquels, aujourd'hui, le monde n'est pas en mesure de répondre avec efficacité. Si le changement climatique ne constitue pas le seul facteur à l'origine de ces mouvements, il va vraisemblablement en devenir l'une des causes majeures dans les décennies à venir »* (Dialogue international sur la migration à Genève (Suisse), 29-30 mars 2011). Plusieurs textes sont alors adoptés lors des conférences des parties (COP) (voir chap. 1, section 1.5). De son côté, la recherche scientifique se saisit de la question. Ainsi, des chiffres (estimations et prévisions) de personnes déplacées par le changement climatique, issus du monde académique et des ONG selon Tertrais (2016), relayés par la plupart des médias internationaux et repris

---

<sup>12</sup> Des facteurs socio-économiques, physiques, politico-institutionnels... jouent. La vulnérabilité d'une personne au changement climatique résulte d'un aspect externe, traduit par l'exposition au changement climatique, et d'un aspect interne, la pauvreté qui joue sur les capacités de la personne à faire face au climat en termes d'adaptation et de résilience. Toutefois, les personnes les plus vulnérables sont les plus enclines à migrer s'ils ne tombent pas dans une trappe à non migration. C'est ce qui explique le fait que les populations des pays en développement sont les plus touchées par le changement climatique.

<sup>13</sup> *Global Migration Group* : <https://www.iom.int/fr/groupe-mondial-sur-la-migration>.

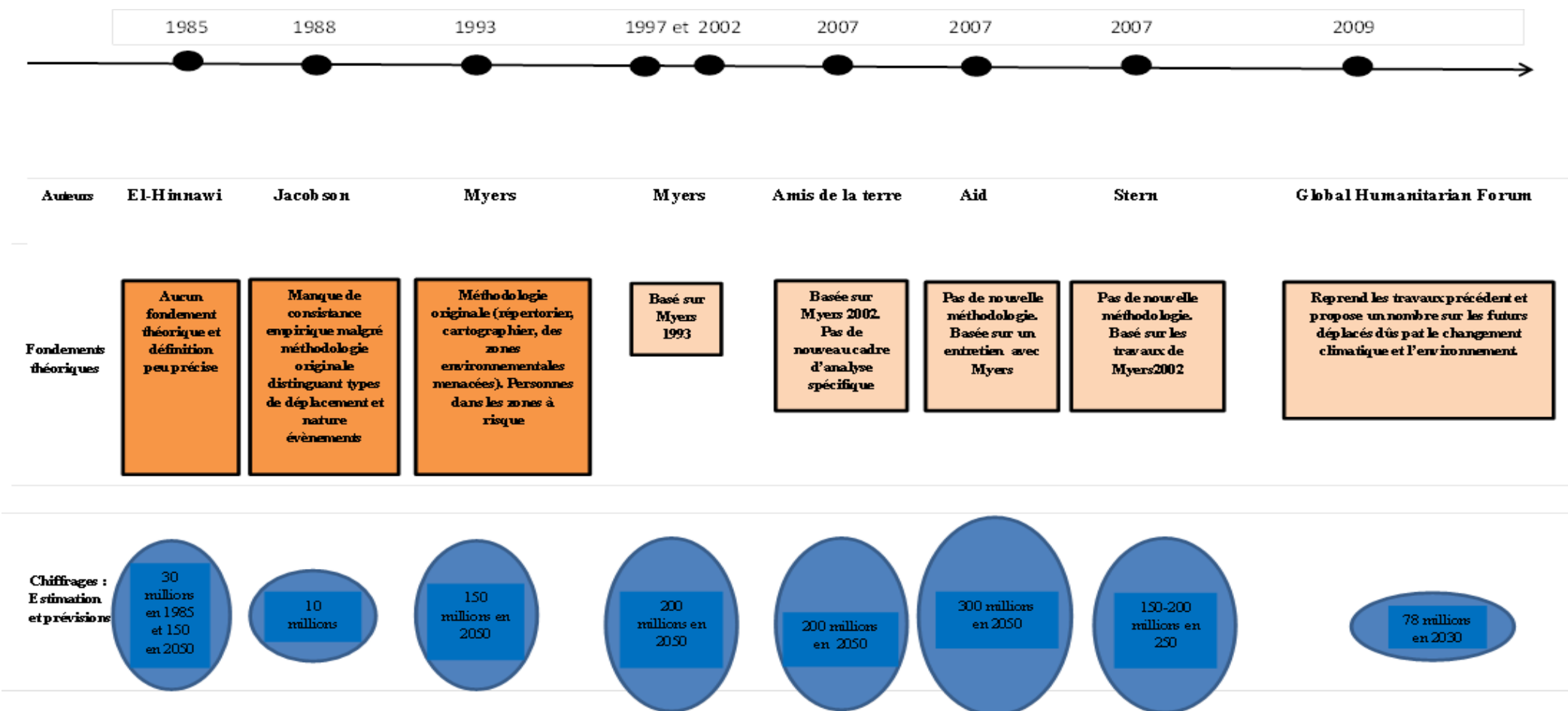
dans les rapports officiels et les plaidoyers internationaux (figure 1 ci-après), sont avancés. Les prévisions vont de 200 millions à 1 milliard de déplacés totaux entre le moment où les prédictions ont été faites et 2050 (voir schéma 1). Sur le plan politique, Tacoli (2011) reproche à ces analyses focalisées sur le nombre de « réfugiés climatiques » d'inciter à la mise en place de politiques coercitives notamment dans les pays développés qui craignent de voir des millions de migrants les envahir (de Haas, 2008)<sup>14</sup>.

Cependant, la diversité des définitions utilisées dans ces travaux et les controverses autour du nombre de déplacés climatiques entretiennent le doute sur la qualité des résultats et des méthodes utilisées (Ionesco et *al.*, 2016 ; Gemenne, 2011). Les incertitudes sur l'évolution du climat (GIEC, 2007 et 2014) et l'insuffisance et la fiabilité des données (Gemenne, 2011), sont pointées du doigt. Cette première vague de chiffrages est d'ailleurs mis à mal par des études empiriques notamment sur le rôle, principal ou pas, du climat dans la décision de migrer. En particulier, il est montré que les événements climatique, telles que les longues séries de sécheresse dans le Sahel dans les années 70 et 80, ne suffisent pas, à eux seuls, pour provoquer des déplacements : le climat interagit avec d'autres facteurs notamment socio-économiques (Afifi, 2011 ; Gemenne, 2011 ; Hunter et Nawrotzki, 2011 ; Black, 2001).

---

<sup>14</sup> Ionesco et *al.*, (2016) soulignent les tendances à l'exagération ou à la manipulation des chiffres afin de sensibiliser sur la questions des relations climat-migrations. Justifiant donc dans les pays développés la nécessité de politique de renforcement des frontières ou encore dans les pays les plus touchés, généralement les pays en développement, une enveloppe supplémentaire pour financer l'adaptation. Pour une meilleure synthèse voir : Gemenne, F. (2011). Why the numbers don't add up: A review of estimates and predictions of people displaced by environmental changes. *Global Environmental Change*, 21, p.41-49.

Figure 1: Quantifications du nombre de « migrants/réfugiés climatiques » totaux de 1985 à nos jours, auteurs, théories et chiffres



Source: Auteur, d'après Ionesco et al, 2016, Foresight (2011) et Gémenne (2011).

Pour sa part, Findlay (2011, p.9) affirme que : « au lieu de calculer le nombre de migrants climatiques, la recherche scientifique devrait davantage s'interroger à la compréhension profonde de la caractérisation des migrations climatiques mais, également, comprendre pourquoi l'immobilité reste un problème majeur ». Ainsi, tout au long de cette thèse nous essayerons de comprendre comment les populations déploient un ensemble de stratégies d'adaptation aux modifications en particulier climatiques qui affectent les caractéristiques socio-économiques et naturelles de leurs milieux de résidence et de leurs conditions de vie<sup>15</sup>, stratégies dont la migration n'est souvent qu'une option – et une option en « dernier ressort » (Lalou et Delauney, 2015 ; Gastineau et *al.*, 2015 ; Bonnassieux et Gangneron, 2015 ; Foresight, 2011 ; Cissé et *al.*, 2010 ; EACH-FOR, 2009). Par exemple, plusieurs études de cas menées au Niger, Nigeria, Tchad, Burkina Faso, Éthiopie, Mali, Sénégal (Findlay, 2011 ; Afifi, 2011 ; Cissé et *al.*, 2009 ; EACH-FOR, 2009) viennent valider le caractère multidimensionnel des migrations dans un contexte de changement climatique (voir chap. 2, sous-section, 2.3.1). Et, ces auteurs concluent que des facteurs d'ordre socio-économique, politique, culturel, démographique, environnemental... interviennent souvent de façon prépondérante.

## **La problématique climat-migrations**

### ***Un enjeu politique majeur***

Un enjeu politique important de la question des « migrations climatiques » est repérable par les différences de terminologies utilisées (voir tableau 1 ci-après). Elles renvoient à la manière dont le changement climatique est abordé et comment les personnes affectées et en déplacement seront juridiquement encadrées (accueil et de protection<sup>16</sup>) à travers la

---

<sup>15</sup> C'est-à-dire l'ensemble des moyens de subsistance incluant toutes les activités permettant l'existence de population dans une localité donnée. En renvoyant à la manière dont les personnes vivent et perçoivent leur façon de vivre au quotidien, les conditions de vie sont étroitement liées aux moyens de subsistance ou système d'activité ou encore système de subsistance. De ce fait, les conditions de vie décrivent un ensemble d'interactions complexes entre sous-système naturel et sous-système humain.

<sup>16</sup> Selon L'OIM (2014, glossaire), cette protection renvoie à l': « ensemble des activités entreprises dans le but d'obtenir le plein respect des droits de l'individu conformément à la lettre et à l'esprit des normes de droit international applicables, à savoir le droit des droits de l'homme, le droit international humanitaire et le droit des réfugiés. Les organisations humanitaires et des droits de l'homme doivent mener ces activités de manière impartiale, sans distinction de race, de nationalité, d'origine nationale ou ethnique, de langue ou de sexe ». Sur l'objectif de cette protection, l'OIM (2014, glossaire) poursuit : « Cette protection a pour objectif d'assurer le respect des droits contenus dans des instruments ou découlant de mécanismes tels que la Convention relative au statut des réfugiés de 1951, les Conventions de Genève de 1949 et leurs Protocoles additionnels de 1977, le droit d'initiative du Comité international de la Croix Rouge, la protection de facto de l'Organisation internationale pour les migrations, les conventions de l'Organisation internationale du Travail et les instruments universels et régionaux des droits de l'homme ».

reconnaissance internationale d'un statut de « réfugié », de « déplacé » ou encore de « migrant ».

**Tableau 1: Recherche sur Google sur le triptyque Migration, environnement et changement climatique**

| Requête                                 | Nombre de pages moissonnées |
|---|-----------------------------|
| "refugié climatique"                    | 84                          |
| "migrant environnemental"               | 76                          |
| "migrant climatique"                    | 69                          |
| "réfugié environnemental"               | 72                          |
| "eco-migrant"                           | 80                          |
| "migrant écologique"                    | 64                          |
| "réfugié écologique"                    | 65                          |
| "migrant induit par le climat"          | 12                          |
| "réfugié induit par le climat"          | 16                          |
| "migrant induit par l'environnement"    | 62                          |
| "migrant déplacé environnemental"       | 86                          |
| "personne déplacée par l'environnement" | 48                          |
| "eco-réfugié"                           | 79                          |
| "personne déplacée par l'écologie"      | 90                          |

Les chiffres indiquent le nombre de moissons par Google lors de la recherche pour chaque terme et les 100 premiers résultats ont été visités. Venturi et al. (2012) ont utilisé le moteur d'extraction sémantique *Alchemy*.

Le code couleur indique l'appartenance de la sémantique utilisée à l'une des deux grandes écoles de pensée : maximaliste (bleu) et minimaliste (vert). Mais, également l'évolution du discours avec notamment celui dominant présentement (gris).

Le code couleur rouge marque les tentatives de synthèse entre les deux discours issus du monde environnementaliste (vert) et des spécialistes des migrations (bleu).

Source : Venturi et al., (2012). Repris par Gémenne et al., (2016). Traduction et encadré de l'auteur

Des auteurs tels que Cournil et Magezza (2007) et Galabbé (2015) distinguent trois angles de réflexion, pour l'essentiel définis par les ONG et les chercheurs en climat.

- Tout d'abord, la lutte contre le changement climatique sous l'angle de la solidarité internationale (Bruntland, 1987 ; CCNUCC, 1992 ; UNHCR, 2012 ; NU, 2013 ; BM, 2013). La lutte contre le changement climatique, un bien public mondial<sup>17</sup>, devient un enjeu financier de taille<sup>18</sup>. Les pays développés doivent aider à renforcer la résilience et

<sup>17</sup> Cette notion de biens publics mondiaux ou de biens globaux est un puissant concept qui aide à mieux comprendre les responsabilités de la communauté internationale. Charles Kindleberger (1986), qui a été l'un des premiers à l'avoir théorisé, définit les biens publics mondiaux comme « l'ensemble des biens accessibles à tous les États qui n'ont pas nécessairement un intérêt individuel à les produire » ou à les prendre en charge tout seul ou en partie. Donc, en plus d'être définis à travers deux caractéristiques que sont la non rivalité et la non exclusion selon la classification de Ostrom et Ostrom (1997), ces biens possèdent un caractère universel (Samuelson, 1954). Le changement climatique ainsi que les migrations induites peuvent être analysées en termes de bien public dans les relations internationales en particulier en ce qui concerne leur gouvernance.

<sup>18</sup> L'environnement et le climat doivent être pris en compte dans les projets de développement afin d'éradiquer la pauvreté dans le Sud. Ils peuvent constituer une contrainte supplémentaire au développement (BM, 2015). Les conférences internationales pour le financement du développement (Paris et Addis-Abeba) privilégient les projets soutenables. Un Fond vert pour le climat est mis en place et le FMI et les Banques régionales de développement s'inscrivent sur cette lignée. Le Comité d'Aide au développement finance majoritairement, à hauteur exactement de 40 milliards de dollars, les projets dans les domaines de l'agriculture, la pêche et la foresterie.



l'adaptation<sup>19</sup> dans les pays en développement. Cela passe par des projets de développement durable comme en atteste la mise en place du Fonds pour l'environnement mondial (FEM ou en anglais le *Global environment facility (GEF)*)<sup>20</sup> et les objectifs du millénaire pour le développement (OMD, 2000-2015) devenus, après Rio+20, les objectifs pour le développement durable (ODD). Sous cet angle, les Etats ont l'obligation d'accueillir les déplacés et le devoir de protéger les personnes vulnérables au nom du principe universel et inaliénable des droits fondamentaux humains. Ainsi, le terme de « réfugié climatique » serait le plus à même de répondre à la solidarité internationale. Toutefois, les Etats développés, au vu des effectifs croissants de populations pouvant réclamer éventuellement ce statut (Stern, 2007 ; BM, 2014 ; Ionesco et *al.*, 2016), sont réticents à ouvrir cette boîte de pandore ; ils préfèrent plutôt l'expression de « déplacés climatiques ». Avec cette dernière, les Etats pourront respecter leurs engagements internationaux en matière de droits humains (aide au développement durable) mais, contrairement au statut de « réfugié », les Etats ne seront pas obligés d'accueillir et de réinstaller les déplacés dans un contexte de changement climatique ;

- Ensuite, la lutte contre le changement climatique sous l'angle de la responsabilité historique des Etats développés (Baxter, 2004; Barry, 2005 ; Néron 2012 ; White, 2013). A l'instar du principe du « pollueur payeur », les pays développés, responsables en grande partie des émissions de gaz à effets de serre (OIM, 2007 et 2013 ; BM, 2015), doivent en supporter l'ensemble des coûts générés y compris ceux dans les pays en développement particulièrement vulnérables (GIEC, 2007 ; BM, 2013 et 2015). Etant donné que les « réfugiés climatiques » sont les premières victimes d'une injustice climatique mondiale (Galabbé, 2015 ; Pirlot, 2015), les pays développés responsables doivent réparer les dommages causés sous forme d'aides au climat complémentaires aux aides publiques au développement (APD), en plus des aides d'urgence liées aux catastrophes naturelles et environnementales. Sous cet angle, le terme de « réfugié climatique » semble plus approprié que celui de « déplacé ». Car, les tenants de cette approche veulent souligner le fait que les populations partent de leur pays d'origine, non pas à cause d'une menace interne (responsabilité du pays d'origine) mais, plutôt à cause d'une injustice climatique dont les pays développés sont à l'origine. Donc, il incomberait aux pays développés la responsabilité

---

<sup>19</sup> Selon le GIEC (2007 et 2014, glossaires), la résilience définit : « *capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements* » alors que l'adaptation est constituée des : « *initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. On distingue plusieurs sortes d'adaptation : anticipative ou réactive, de caractère privé ou public, autonome ou planifiée. Citons à titre d'exemple l'édification de digues le long des cours d'eau ou des côtes et le remplacement des plantes fragiles par des espèces résistant aux chocs thermiques* ».

<sup>20</sup> <https://www.thegef.org/>

d'accueillir et le reloger des « réfugiés climatiques ». Cette position est rejetée par les Etats occidentaux ;

- Et enfin, la lutte contre changement climatique vue sous l'angle de la sécurité, engendre des tensions et des fragilités (*threat multiplier*) (Conseil de sécurité des NU, 2007, 2011 et 2015<sup>21</sup> ; Christiansen, 2016 ; Werz et Hoffman, 2016). Les migrations qui en découlent sont également analysées comme des menaces notamment dans les pays développés. Ainsi, « l'invasion humaine » menace les identités nationales (mélange des cultures et religions), favorise l'insécurité et la montée de la criminalité (gangs, réseaux terroristes). A cause de l'arrivée des « faux réfugiés » ou des « migrants économiques », la stabilité socio-économique des nations serait menacée. Par conséquent, sous cet angle, le terme de « migrant » associé souvent au qualificatif « illégal » est employé. Comme le souligne Galabbé (2015), ce discours sécuritaire a eu un double effet. Premièrement, aux premières heures des débats, il a contribué à la sécurisation des « migrations climatiques » en faisant inscrire notamment le changement climatique et ses conséquences, y compris les migrations, comme étant des défis majeurs auxquels l'humanité devrait faire face afin de préserver la paix et la sécurité internationale (Conseil de sécurité des NU). Deuxièmement, ce discours a favorisé le durcissement des politiques migratoires (interventions d'urgence réactives en construisant des centres ou *hots-pots* migratoires, des murs, des barbelés et grillages en lieu et place de politiques d'adaptation et de résilience) et les replis communautaires avec la montée des partis d'extrême droite dans certains pays occidentaux<sup>22</sup>. Legoux (2010) résume assez bien la situation en parlant de basculement de la problématique centrale de « *comment protéger ces émigrants* » à « *comment se protéger des immigrants* ».

Legoux (2015) affirme que : « *Les réfugiés ne sont pas un groupe homogène, mais ils ont tous en commun de devoir être protégés contre leur État d'origine, contrairement aux migrants climatiques dont la protection internationale peut être réalisée en collaboration avec leur État. Il s'agit d'une distinction fondamentale. La protection des réfugiés est un acte politique de condamnation des persécutions et de défense de la liberté. La protection des migrants*

---

<sup>21</sup> <https://www.un.org/press/fr/2011/CS10332.doc.htm>

<sup>22</sup> Dans un article daté du 17 juillet 2017 et intitulé : « Comment l'extrême droite mène la bataille des idées », Le Monde Diplomatique explique les arguments « immigration et sécurité » utilisés afin de galvaniser l'électorat allemand et la montée du parti extrême droite. L'article est disponible sur : <https://www.monde-diplomatique.fr/2017/07/KNAEBEL/57633>, dernière consultation le 22/12/2017. Par ailleurs, LE FIGARO et LA CROIX dans deux articles respectivement : « L'Europe face à la montée des partis anti-migrants » (disponible sur <http://www.lefigaro.fr/international/2016/02/05/01003-20160205ARTFIG00346-l-europe-face-a-la-montee-des-partis-anti-migrants.php>) et « Pourquoi l'extrême droite progresse en Europe ? » (disponible sur <https://www.la-croix.com/Monde/Europe/Pourquoi-extreme-droite-progresse-Europe-2016-05-20-1200761507>), montrent comment les idées sur les discours sécuritaires sur l'immigration engendrent des replis communautaires en Europe vis-à-vis des envahisseurs (La théorie de l'envahissement de Haas, 2008) .

« climatiques » est, ou plutôt devrait être, un acte de gestion internationale des populations dans un contexte de pénuries localisées d'espaces habitables ».

Tout d'abord, le terme de réfugié environnemental, utilisé aux premières heures (El-Hinnawi, 1985), renvoie au cadre défini par la convention des Nations unies du 28 juillet 1951 relative au statut des réfugiés (dite convention de Genève). Ainsi, est réfugié toute personne « craignant avec raison d'être persécutée du fait de sa race, de sa religion, de sa nationalité, de son appartenance à un certain groupe social ou de ses opinions politiques » et ne pouvant rester dans son pays ou ne pouvant y retourner du fait de cette crainte. Ce qui implique une responsabilité des Etats dans l'accueil et l'intégration des personnes. Toutefois, la notion de persécution avancée par la convention de Genève d'un côté, doit être intentionnelle et, de l'autre, la persécution intentionnelle doit cibler un groupe particulier (Lizé Gallabé, 2014)<sup>23</sup>. Or, le changement climatique et environnemental, ne figurant nullement dans la convention de Genève, ne constitue en rien des contraintes intentionnelles au sens défini par Lizé Gallabé. Ses effets ne suivent pas les tracés des frontières nationales (GIEC, 2013 et 2007 ; Banque Mondiale, 2013, 2012b et 2010). Le changement climatique ne cible pas une catégorie de personnes particulière. Ensuite, sur la temporalité, le terme de « réfugié » implique une idée de retour une fois la menace levée (Cometti, 2011), ce qui n'est pas le cas dans le scénario de migration définitive ou permanente - Gemenne (2011) sur les îles du pacifique ; McLeman (2013), McLeman et Smit (2006) sur le *dust bowl migration*<sup>24</sup>. Par rapport aux distances et trajectoires, plusieurs études dont EACH-FOR (2009) ou encore Foresight (2011), montrent le caractère davantage interne des mouvements de populations liés aux événements climatiques. Ce qui est contraire à l'idée « hors du territoire national » ou « hors du pays dont on a la nationalité » dans le cas de réfugié. Et enfin, le déplacement du réfugié est réactif et forcé, ce qui n'est pas toujours le cas des migrations dans un contexte de changement climatique qui peuvent s'inscrire dans une perspective d'adaptation (McLeman et Smit, 2006 ; Adger, 2006 ; Tacoli, 2011 ; McLeman, 2013 ; Sultan et al., 2015 ;

---

<sup>23</sup> L'article est disponible dans l'ouvrage collectif dirigé par Christel Cournil et Benoît Mayer, « Les migrations environnementales », Presses de Sciences Po, Bibliothèque du citoyen (2014). L'article est consultable sur : <https://europe-liberte-securite-justice.org/2015/10/19/le-changement-climatique-a-laproche-de-la-cop21-un-autre-regard-sur-les-migrations-refugies-climatiques-quelle-realite-pour-quelles-solutions-33/> (19/10/2016).

<sup>24</sup> Dans les années 1930, un épisode de sécheresse accompagné de tempête de poussière qui emporte les terres arables, frappe les plaines du Midwestern Dust Bowl. Les populations, majoritairement agricoles, voient leurs rendements déclinés et leurs conditions de vie sur place significativement contraintes par la sécheresse continue (en 1934, 75% des USA ont été touchées par cette sécheresse sévère). Ils décident de partir vers l'Etat de Californie voisin. Cette migration massive de près de 200.000 personnes du Dust Bowl -principalement de l'Oklahoma, du Texas, du Colorado, du Kansas et du Nouveau-Mexique-vers la Californie, est communément appelée le Dust Bowl migration. Ils sont également appelés les « réfugiés de la sécheresse ».

Voir : <https://migration.ucdavis.edu/rmn/more.php?id=1355> ou encore <https://calisphere.org/exhibitions/28/dust-bowl-migration/>

Ionesco et *al.*, 2016). La migration peut faire partie d'une stratégie de réduction du risque (Gastineau, 2015) et de recherche de meilleures conditions de vie notamment dans le cadre d'évènements climatique de type progressif.

Sur le plan opérationnel, reconnaître un statut de « réfugié » impliquerait de rajouter un protocole additionnel à la CCNUCC de 1992 ou à la convention de Genève de 1951, initiative que Cournil et Magezza (2007), Gémenne, 2010, Galabbé, (2015), Legoux (2015), trouvent inappropriée et risquée pour trois raisons. Premièrement, le risque lié à une diminution des protections accordées aux réfugiés d'une façon générale. Avec le nombre croissant de demandeurs d'asile, les Etats pourraient être amenés à durcir les conditions d'octroi actuel du statut. Ce qui serait dommageable pour les réfugiés au sens de la convention de Genève que ceux environnementaux ou climatiques. Deuxièmement, les migrations induites par le changement climatique sont généralement internes (déplacement à l'intérieur des frontières nationales). De ce fait, un statut de « réfugié climatique » adressé aux migrations internationales ne répondrait pas totalement au problème d'encadrement (accueil et protection). Troisièmement, face aux difficultés actuelles d'arriver à des politiques migratoires communes, il serait difficilement pensable d'arriver à l'adoption d'une convention multilatérale à vocation universelle.

Le terme de « déplacé », qui est défini à partir du statut de réfugié<sup>25</sup> : personne en fuite pour des raisons similaires à celles des réfugiés (persécution, conflits armés, violences généralisées, violation des droits humains) mais qui n'a pas traversé les frontières internationales, souffre des mêmes limites que celui de réfugié.

Comme le souligne Cometti (2011), le terme de « migrant » semble le plus approprié. Car il désigne le déplacement d'une personne d'un point A vers un point B pouvant être volontaire, forcé, interne ou encore international.

Toutefois, la reconnaissance du caractère inapproprié du terme de réfugié dans la recherche scientifique (Brown, 2008 ; Piguët, 2010) mais, également, dans le cadre onusien (UNHCR) ne suffit pas. Il convient aussi de déterminer l'adjectif « écologique », « climatique » ou encore « environnemental ». L'OIM emploie l'adjectif « environnemental », certains

---

<sup>25</sup> Lizé Galabbé (2015, p.32) avance que le Haut-Commissariat aux Réfugiés des Nations unies (UNHCR) définit le concept de déplacé par extension du statut de réfugié. Un déplacé est défini comme toute : « *Personne ou groupes de personnes qui ont été forcés ou contraints de fuir ou de quitter leur foyer ou leur lieu de résidence habituel, notamment en raison d'un conflit armé, de situations de violence généralisée, de violations des droits de l'homme ou de catastrophes naturelles ou provoquées par l'homme ou pour en éviter les effets, et qui n'ont pas franchi les frontières internationalement reconnues d'un État* » (UNHCR, 1998). Légalement, les déplacés demeurent sous la protection de leur propre gouvernement, ce gouvernement constituant par fois la cause de leur propre fuite. Ils ne peuvent pas bénéficier du statut de réfugié.

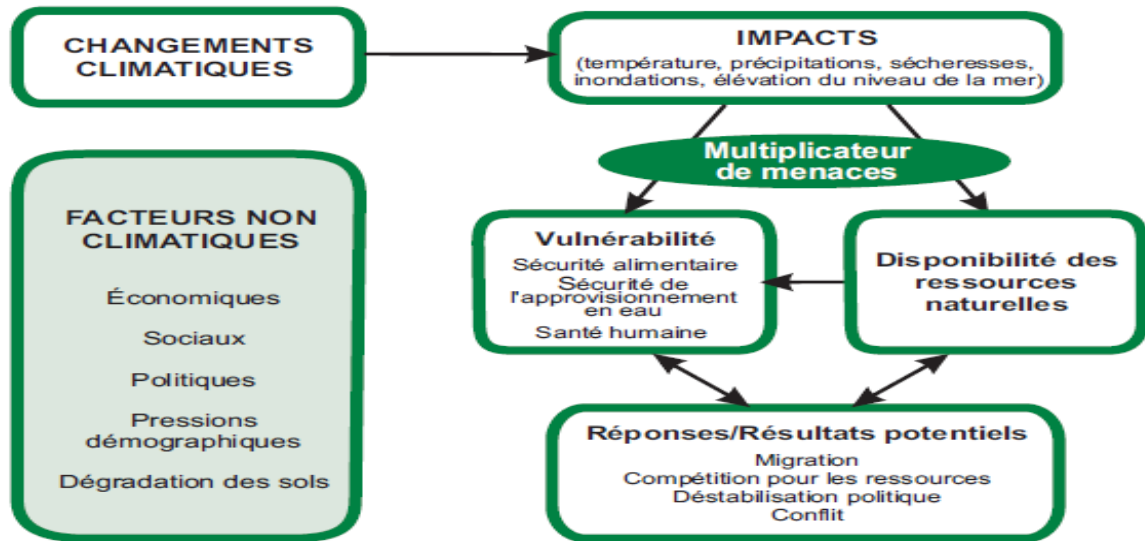
chercheurs comme Brown (2008) utilisent le qualificatif « forcé ou induit par le climat » alors que l'Université des Nations unies (UN-EHS) préfère parler de « *forced environmental* » ou « *environmentally motivated* » migrant.

### ***Un débat scientifique initialement très clivé***

D'après Suhrke et Visentin (1991) et Suhrke (1994) ce « nouveau champ disciplinaire » a été influencé par deux « coalitions de cause » : les « maximalistes » (généralement chercheurs en sciences de la nature) et les « minimalistes » (chercheurs en sciences sociales). Les premiers, qui souhaitent alerter sur l'ampleur du problème, ont une approche qui attribue au changement climatique les causes directes des flux migratoires, ce qui produit un chiffre élevé – alarmiste, critiquent leurs détracteurs – de la migration climatique ; les seconds, parce qu'ils réduisent l'effet du changement climatique à ses seuls effets indirects, produisent au contraire un chiffre dans le bas de la fourchette des estimations.

***La coalition maximaliste***, est caractérisée essentiellement par des travaux qui, selon Suhrke et Visentin (1991 ; Suhrke, 1994 ; Morrissey, 2012 ; Gémenne et *al.*, 2016), tentent d'isoler une variable climat dans les décisions de migration des populations vivant dans des zones exposées au changement climatique. Comme le souligne Suhrke (1994), les maximalistes regroupent en leur sein globalement les environmentalistes dont l'objectif principal était de sensibiliser l'opinion publique et les acteurs politiques aux risques climatiques en donnant un visage humain au réchauffement du climat : « les réfugiés climatiques ». D'après les maximalistes, tels que Westing (1992), Ramlogan (1988), Tuchman (1989) Homer-Dixon (1994) et Myers (1993, 1997 et 2005), Myers et Kent (1995), la relation causale entre climat-migrations est linéaire. Comme l'illustre la figure 2 ci-dessous, les migrations climatiques ne seraient ainsi qu'une conséquence directe et inévitable du changement climatique.

Figure 2: Représentation « maximaliste » de la causalité entre climat et migrations



Source: PNUE, 2011, 153.

Cette coalition de cause dont le chef de file est l’environnementaliste Norman Myers, pour illustrer leurs développements théoriques, cite des faits historiques tels que le *Dust Bowl migration*, la grande sécheresse au Sahel ou l’ouragan Katerina.

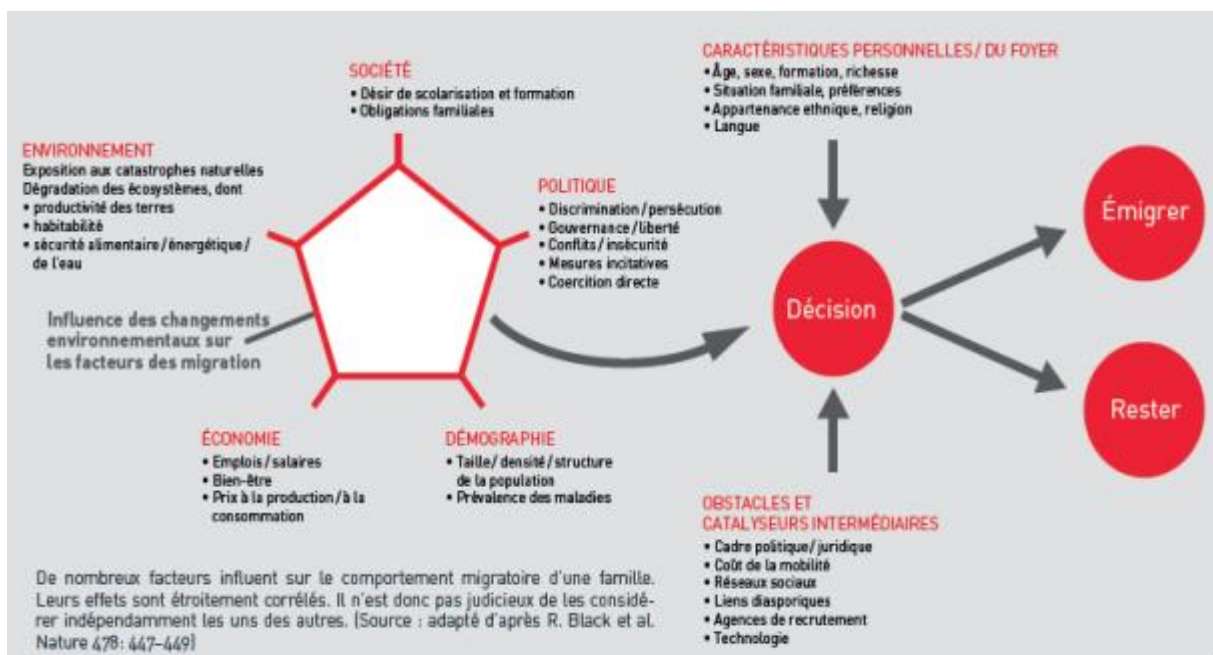
Par la suite, d’autres travaux se réclamant de l’approche des maximalistes (Castles, 2002) se sont penchés sur la relation causale directe entre climat et migrations humaines (Brown, 2008). Ces auteurs apportent alors au débat des études de cas. À la suite de Tuchman (1989) qui évoquait une relation robuste entre déséquilibre environnemental et déplacements humains dans le monde en développement, Homer-Dixon (1991 et 1994)<sup>26</sup>, pousse l’analyse plus loin. En adoptant un raisonnement malthusien entre augmentation de la population, intensification d’évènements climatiques d’ampleur et dégradation des conditions de vie et accélération des mouvements migratoires, l’auteur conclut à une causalité directe entre climat-conflits et migrations dans une étude de cas sur l’Inde et le Bangladesh. Homer-Dixon (1994) conclut aussi que le stress hydrique dû à la forte variabilité du climat en milieu rural bangladais, implique des tensions communautaires et explique ainsi les afflux massifs de population vers l’Inde frontalière.

<sup>26</sup> Le second article constitue la validation empirique des deux hypothèses fondamentales de migrations induites évoquées dans le premier article. Homer-Dixon(1991) part de l’hypothèse intermédiaire d’une corrélation positive entre changements environnementaux et déclenchement de conflit violent. L’hypothèse finale implique que des flux importants de population seront associés aux conflits violents causés par l’environnement. L’auteur fonde son analyse sur une étude micro et parle de « groupes identitaires » constitués à partir de l’appartenance ethnique pour désigner les mouvements de populations induits. Il valide empiriquement ses postulats dans une étude de cas basée sur les flux migratoires entre deux villages frontaliers Bengali et indien. Les faits stylisés (Homer-Dixon, 1994 ; Black, 2001) montrent un afflux massif de migrants de la région du Bangladesh avec une capacité de charge environnementale et sociale au bord de la rupture vers la région adjacente indienne plus arrosée.

Les travaux maximalistes ont eu des apports notoires dans le débat public (prise de conscience et reconnaissance publique).

*La coalition minimaliste* dont le chef de file est le géographe Richard Black, ne remet pas en cause l'existence d'un effet climat dans les décisions de migrer mais, contrairement aux maximalistes, considère le climat comme un facteur migratoire parmi d'autres et que les effets du climat sur les migrations humaines sont souvent indirects. Pour ces chercheurs, les facteurs contextuels interagissent avec le climat et par conséquent, il est difficile d'isoler le climat des autres facteurs socio-économiques, politiques, démographiques, culturels... dans les processus migratoires (figure 3 ci-dessous) (Kritz, 1990 ; Bilsborrow, 1992 ; Hugo, 1991 et, par la suite, Hammer, 2000 ; Black, 2001 ; Castles, 2002 ; Hatton et Williamson, 2003 ; Hugo, 2008 ; Afifi, 2011 ; Hunter et Narowrotzki, 2016, qui se réclament de cette vision). Autrement dit, un événement climatique ne produit des effets migratoires qu'en fonction des contextes socio-économique, politique et culturel (Hunter et Nawrotzki, 2011).

**Figure 3: représentation « minimaliste » des causalités des migrations dans un contexte de changement climatiques**



Source: Black, 2001.

Pour la coalition minimaliste, isoler le facteur climat des autres déterminants migratoires constitue donc un défi majeur (Jonsson, 2010). Le climat peut, selon le cas, freiner ou accroître les migrations, et a des effets hétérogènes : par exemple, les populations avec un certain patrimoine socio-économique sont plus enclines à partir, à l'inverse de pauvres qui

seraient bloqués dans des situations plus dramatiques de « trappe à non-migration » (Black et al., 2013 ; Hammer, 2000 ; Hatton et Williamson, 2003). Sur le plan sémantique, les minimalistes refusent le terme de « réfugié climatique/environnemental » des maximalistes qu'ils considèrent comme alarmistes et que les relations climat-migration sont analysées sous une approche sécuritaire. Or, dans la pensée minimaliste, outre d'être analysées comme une réelle stratégie adaptative des populations, les migrations doivent être envisagées dans certaines situations notamment de « trappe à non migration » de populations particulièrement pauvres à travers des politiques de relogements, recasements, réhabilitation<sup>27</sup>. Ils préfèrent donc parler de « éco-migrants », c'est-à-dire « migrants induits par le climat/environnement » (Afifi, 2011 ; Venturi et al., 2012 ; Gemenne et al., 2016) afin de mettre en avant le caractère multifactoriel des migrations.

Sur une question dont le cadrage théorique n'est pas toujours cohérent, les évidences empiriques manquent et les données sont peu fiables, les deux coalitions divergent donc sur l'importance et la nature de l'effet des facteurs climato-environnementaux sur les migrations humaines. Nous assistons à un véritable flou scientifique qui, *in fine*, n'arrive pas à éclairer les décisions politiques comme en attestent toutes les controverses autour du chiffrage, de la définition et de la catégorisation des « migrants climatiques ».

Cependant, la fréquence et l'intensification des événements climatiques résultant du changement climatique (EM-DAT, 2016 et CIEC, 2007 et 2013) et les estimations en hausse des populations déplacées pour causes climatiques (IDMC, 2015)<sup>28</sup> ont conduit progressivement à un relatif rapprochement des points de vue, bien que le débat ne soit pas totalement clos, comme le souligne Piguet (2011, p.7) : « *les environmentalistes se montrent plus prudents et les spécialistes des migrations reconnaissent le rôle de l'environnement dans les dynamiques migratoires. Dans l'ensemble, la plupart des chercheurs rejettent à présent les prédictions apocalyptiques qui influençaient le débat il y a encore une décennie ; ils s'accordent également à reconnaître que les données empiriques sont encore loin d'être satisfaisantes* ».

---

<sup>27</sup> En particulier dans les situations d'immobilité involontaire ou de trappe à non migration (voir introduction du chap. 1). Dans ce cas, les autorités publiques doivent planifier, faciliter et organiser efficacement les relogements ou déplacements de population particulièrement pauvres et vulnérables (Tacoli, 2011).

<sup>28</sup> Une étude de l'UN-EHS (2005) intitulé : « *Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks in Environmental and Human Security* » corroborée par les dernières publications de l'IDMC (2015), estime que plus de la moitié des déplacés internes et internationaux dans le monde ont été contraints de quitter leur résidence origine à cause de désastres naturels dont le changement climatique est à l'origine.



Pour Bettini (2014), le dépassement de l'opposition entre les deux coalitions de cause équivaut plus que l'affirmation d'une coalition par rapport à l'autre. L'auteur parle d'un nouveau registre d'analyse faisant référence aux contours du champ discursif à l'intérieur duquel différentes parties s'articulent et entrent en contact (ou conflit). En effet, sur la base d'études scientifiques influentes sur la question climat-migrations -principalement Foresight, 2011 ; ADB, 2012, OIM 2009 et CCNUCC- Bettini (2014) montre comment le changement de registre s'est opéré à partir de 2011 à travers deux points. D'un côté, Les migrations induites par le climat, un phénomène multi-causal, sont de plus en plus analysées comme un continuum de forme de migration. De l'autre, comparativement aux deux coalitions de cause dominantes notamment celle maximaliste, un changement est observé dans la contextualisation des migrations induites. L'analyse est de plus en plus axée sur les relations entre les migrations et les transformations socio-économiques. Le débat s'inscrit davantage dans une perspective climat-développement et migration. L'idée que les migrations induites par le climat peuvent constituer une stratégie d'adaptation -et un vecteur de développement- est l'un des événements clés et novateurs qui marque le changement de paradigme dans les analyses (McLeman, 2013 ; la BM, 2015 ; Lalou et Delauney, 2015 ; OIM, 2015 ; UN, 2015). Cette adaptation est comprise comme un processus d'ajustement au climat actuel ou escompté, afin d'en atténuer les dommages ou d'en exploiter les avantages éventuels (Ionesco et al., 2016). Allant dans ce sens McLeman (2013, p.191 ) affirme : *"What I believe I have demonstrated with reasonable coherence is that, like it or not, migration as adaptation (MAA) is here to stay. It is strongly embedded in adaptation processes and mechanisms under the UNFCCC, and here are no sign it is likely to be replaced by anything else in the near future. Environmental migration research has co-evolved with international climate change policy making, and has been generally accepting of MAA as a departure point for theoretical and empirical inquiry"*.

Le changement de paradigme dans les analyses a permis l'amélioration des connaissances empiriques et théoriques dans les relations entre climat et migrations humaines à travers le développement d'approches (visions et méthodes) plus pertinentes. En guise de synthèse, nous proposons de retenir les enseignements suivants :

- Un consensus analytique semble s'être imposé au niveau international : l'opposition originelle entre « maximalistes » et « minimalistes » doit être abandonnée au profit d'une approche générique insérant la question des migrations induites par le climat à l'intérieur d'un cadre d'analyse fondé sur le nexus climat-développement (des

interconnexions inextricables de telle sorte que les mesures prises dans un domaine se traduisent généralement par des conséquences sur l'autre domaine). Les migrations induites par le climat ne sont dès lors plus analysées comme un problème spécifique mais comme une composante des sociétés qu'il convient d'instrumentaliser notamment pour une meilleure gouvernance –elles peuvent représenter un échec (aggravation des problèmes environnementaux et sociaux) mais aussi représenter un facteur de reconstruction ultérieure (réduire la vulnérabilité des personnes affectées) – afin de renforcer les dynamiques de développement ;

- Ce consensus doit cependant être interrogé. C'est aussi la résultante d'une entreprise de « *mainstreaming* » (Bettini, 2014) qui tend à mettre de côté certains apports fondamentaux des deux approches initiales : (i) « *pour aborder de manière pertinente la question des migrations induites par le climat, il faut disposer (ou à défaut produire) et analyser des données importantes sur les flux entre territoires d'origine et d'arrivée afin d'en expliquer la nature et les formes* », et (ii) « *à chaque territoire considéré, ses problèmes de migrations induites par le climat. Donc, aucune compréhension des phénomènes n'est possible sans une observation qualitative fine des processus associés* » (Bettini, 2014, p.186).

Nous proposons alors de contribuer au développement du champ scientifique en élaborant une analyse capable de mieux intégrer ces impératifs, en nous appropriant de façon sélective et ordonnée les apports empiriques produits par les approches précédentes. Ainsi, nous allons analyser la vulnérabilité (multidimensionnelle) des socio-écosystèmes territorialisés quand ils sont exposés à une variabilité climatique accrue, en construisant une étude économétrique sur la corrélation entre variabilité climatique et migrations humaines à l'aide d'une variété de données (sur environnemental, climatique, social, économique..) dont nous interpréterons les résultats en ressaisissant des données qualitatives spécifiques aux territoires analysés.

La démarche générique adoptée renvoie à une séquence méthodologique en trois temps « décrire – caractériser – comprendre » que nous déploierons sur différentes échelles (spatiales et temporelle) et qui sera informée par différentes méthodes d'analyse (qualitatives et quantitatives).

### ***La définition de migration induite par le climat proposée dans cette thèse***

Afin de bien souligner les interactions multifactorielles qui déterminent les migrations induites par le climat, nous avons donc retenu la notion de « migrant éco-climatique ». Tout d'abord, cette appellation répond mieux à notre cadrage conceptuel. Nous voulons mettre en évidence le fait que les migrations ne sont pas toujours une réponse linéaire au changement climatique. Ce dernier interagit avec les facteurs socio-économiques dans l'explication des décisions de migrer (chap. 5 et 6). Ensuite, sur le plan empirique, les variables économiques sont montrées comme les plus significatives dans les principales études mettant en lien climat/environnement et migrations humaines dans la région (BM, 2016, 2014 et 2010 ; OIM, 2015, 2012, 2009a, b, c, 2008 et 2007 ; Foresight, 2011 ; Findlay, 2011 ; Cissé et *al.*, 2010 ; Each-For, 2009 ; CILSS, 2009 ; Cissé, 2009 ; Henry et *al.*, 2004). Le climat transiterait par la variable économique (exacerbation de la pauvreté) pour accélérer les migrations. D'où le premier qualificatif « éco ». Et enfin, le second qualificatif « climatique » répond davantage aux réalités du terrain sahélien. En effet, nous assumons que le climat, à travers la pluviométrie et les températures, a été la variable écologique qui a eu le plus de répercussion sur les conditions de vie des populations au Sahel depuis 1970 (Kosmowski et *al.*, 2015 ; Kergoat et *al.*, 2015 ; Gastineau et *al.*, 2015 ; OCDE-CSAO, 2013 ; BM, 2013 et 2015). Et, la migration apparaît, très souvent en dernier ressort, comme une puissante stratégie de transformation sociétale<sup>29</sup> (Gastineau, 2015 ; Bonnassieux et Gangneron, 2015 ; Lalou et *al.*, 2015 ; CSAO-OCDE, 2013 ; Cissé et *al.*, 2010 et 2011), afin de répondre aux multiples risques exacerbés par le changement climatique et ses conséquences dans cette région du monde pauvre et particulièrement vulnérable (BM, 2013, 2015 ; OIM, 2013).

Nous proposons alors la définition suivante de migrants éco-climatiques :

***«Toute personne ou groupe de personnes qui est contraint(e) de quitter leur lieu de résidence habituelle à cause d'évènements climatiques qui, directement ou indirectement, dégradent leur condition de vie ».***

Les évènements climatiques qui peuvent affecter directement les conditions de vie des populations sont généralement des évènements de type soudain ou extrême<sup>30</sup>. Alors que dans les dégradations indirectes des conditions de vie des populations entraînant des migrations,

---

<sup>29</sup> Entendu dans le sens de tout changement observable et vérifiable qui affecte de manière généralement structurelle le fonctionnement de l'organisation des populations d'une localité et, par la même occasion, en modifie son histoire. Dans notre cas la transformation sociétale est amorcée par le changement climatique et ses effets négatifs.

<sup>30</sup> Le 4e et le 5e rapport du GIEC (2007 et 2014) classe les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et de nature rapide associés au changement climatique. Parmi ceux-ci, le GIEC (2007, 2014) liste les inondations, les pluies intenses, les ouragans, les canicules, les cyclones, les crues, stress hydrique...

nous faisons référence à des causes multifactorielles exacerbées par des évènements climatiques progressifs (par exemple, des changements naturels ayant une composante climatique : dérive des températures ou de la pluviométrie, élévation niveau de la mer...) tel que développé dans nos tableaux 7 et 8 dans le cas sénégalais (chap. 3, sous-section 3.3.1). Les populations contraintes de quitter leurs lieux de résidence habituelle peuvent partir soit de façon définitive (sans possibilité de pouvoir revenir dans leurs lieux d'habitation habituelle à cause du caractère irréversible des dégradations entraînées par le changement climatique) ou soit de façon temporaire (le temps que les conditions de vie socio-économiques et environnementales sur les lieux de départ permettent un retour). Ces mouvements de populations humaines peuvent s'opérer à l'intérieur des pays comme la majeure partie des migrations dans le monde mais, également, en dehors des frontières nationales.

## **Positionnement de la thèse**

### ***Problématique de la thèse***

Ce travail de recherche a donc pour ambition de contribuer à une meilleure compréhension des interactions entre climat et migrations humaines, et nous confronterons l'approche que nous proposons à la situation dans la région sahélienne- ce qui nous conduira aussi à une redéfinition des échelles d'étude pertinentes ainsi qu'à la mobilisation de plusieurs disciplines : outre l'économie, la géographie, la climatologie, l'environnement, l'histoire, la sociologie.

La question à laquelle cherche à répondre cette thèse est la suivante :

*Comment comprendre, caractériser et quantifier la complexité des facteurs en jeu dans les relations entre le climat et les migrations humaines depuis les années 1970-1980, période des premières manifestations du changement climatique dans la région ?*

Pour y répondre, nous allons développer dans cette thèse le concept de vulnérabilité du système socio-écologique et une économétrie d'empilement de données de coupes transversales des interactions que nous aurons à tester.

### ***Approche conceptuelle : la vulnérabilité socio-écologique***

Etant aux interfaces de l'homme (société) et de son environnement (la nature), les relations climat-migrations sont souvent analysées, en économie et plus généralement en sciences sociales, au sein d'approches où prédominent les facteurs sociaux dans les explications. La nature, facteur majeur, est sous étudiée (Piguet, 2010 notamment annexe 1 : les grandes familles méthodologiques en recherche climat-migrations) : à titre illustratif, le climat, *push* facteur dans les travaux de Ravestein (1885 et 1889), qui était facteur explicatif déterminants des migrations, disparaît des théories économiques migratoires<sup>31</sup>. Et de l'autre côté, les sciences naturelles tendent à focaliser leur développement sur les facteurs écologiques comme l'illustre la position des maximalistes. Ce qui fait que la complexité des interactions entre société et nature est souvent non explicitée<sup>32</sup>. En particulier, cette séparation ne permet pas d'inscrire les interactions climat-migrations dans une perspective complète de cycle de gestion ou de vie (Geddes et *al.*, 2012) intégrant les quatre phases essentielles suivantes : (i) la prévention ou l'adaptation au changement climatique; (ii) l'adaptation par la migration ; (iii) la gestion des flux migratoires ou l'atténuation des externalités, et (iv) l'intégration des migrants (réinstallation).

Ainsi, une meilleure compréhension de la problématique climat-migrations dans les pays en développement où les rapports société-nature sont significativement présents (Daily, 1997 ; MEA, 2005 ; Shukdev, 2008), nécessite le développement d'approches interdisciplinaires. A cette fin, le concept de système socio-écologique nous est apparu pertinent pour étudier les migrations à l'échelle d'un territoire défini, contraint à la fois par les sociétés humaines et les conditions climatiques qui se modifient (Ostrom, 2009 et Lui et *al.*, 2007c). Il permet d'aller au-delà des limites précitées, en mettant en interaction mutuelle des variables physico-climatiques (écologiques) et humaines (sociétales) dans l'analyse des questions liant climat et migrations. Adger et Brown (2009), Ostrom (2009) et Liu et *al.*, (2007c), les sous-systèmes social et écologique sont couplés (*coupled human and nature systems (CHANS)*) au sein d'un système (socio-écologique) dynamique (Folke, 2006) grâce à des processus structurés observables à différentes échelles spatiales et temporelles (Lui et *al.*, 2007). Ce couplage homme-nature ou encore société-écologie, forme le système socio-écologique (*social-ecological system (SES)*) : Walker et *al.*, 2004 ; Folke et *al.*, 2005 ; US LTER, 2007 ; Berkes

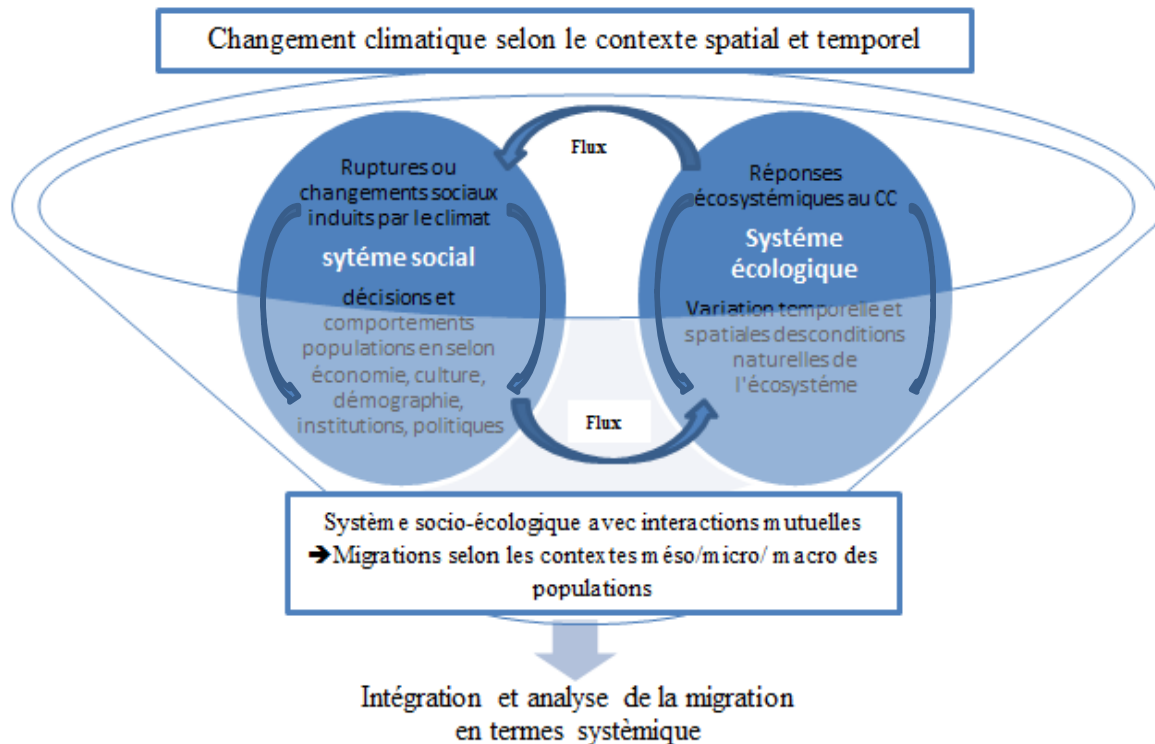
---

<sup>31</sup> Voir Piguet et *al.*, (2011).

<sup>32</sup> Le champ migratoire est loin d'être une exception. D'une façon générale, Veldkamp (2009) conclut à un penchant des recherches en sciences naturelles et sociales respectivement sur l'écologie (fourniture services écosystémiques) et la société (demande en service).

et *al.*, (2008). Plus explicitement, ce dernier fait référence à la fois : (i) au sous-système écologique (écosystémique) défini par le *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005)<sup>33</sup> comme : « un ensemble local complexe et dynamique d'organismes vivants (plantes, animaux et micro-organismes) en interaction mutuelle entre eux et le milieu naturel (sol, climat, eau, lumière) en tant que unité fonctionnelle » ; (ii) au sous-système social qui, selon Harrington et *al.*, (2010) , renvoie à l'économie (production, consommation), les hommes (démographie) et les institutions (lois, rapports de pouvoir, culture et politiques) et (iii) les interactions mutuelles<sup>34</sup> entre les deux sous-systèmes (services fournis par l'écologie au social (biodiversité, habitat, cycle nutriments) et les perturbations induites par le social (prélèvements, gouvernance, processus socio-éco)) (voir schéma 1 ci-après).

**Schéma 1: Changement climatique, Système socio-écologique et migrations humaines**



Source: Auteur à partir de US LTER, 2007 et Redman et *al.*, (2004)

<sup>33</sup> Toutes les évaluations sont disponibles sur : <http://www.millenniumassessment.org/fr/>, consulté le 15/04/2017.

<sup>34</sup> Les interactions peuvent être analysées d'une part en termes de services écosystémiques (les bénéfices que les hommes tirent de l'écosystème) qui sont de 3 groupes selon le MEA (2005) : (i) services de production (alimentation, bois et fibre, eau douce etc.), (ii) les services de régulation (régulation du climat, purification de l'eau etc.) et (iii) les services culturels (esthétiques, spirituels). Et d'autre part, la prise en compte des effets du sous-système social (politiques de production, consommation, exploitation...) sur l'écosystème qui se traduit généralement par une modification de ce dernier et par conséquent des services écosystémiques fournis.

Comme l'illustre le schéma 1 ci-dessus, l'analyse socio-écologique, prenant en compte à la fois les interactions mutuelles respectivement au sein et entre sous-systèmes social et écologique, permet de rompre avec les analyses où prédominent les facteurs écologiques (maximalistes) ou ceux socio-économiques (minimalistes). Cela implique une interdisciplinarité où chacune des disciplines concernées met en commun ses connaissances théoriques et empiriques en vue de produire de nouvelles connaissances entre l'homme et la nature certes complexes (Lui et *al.*, 2007 ; Folke, 2007) mais, étayées par des fondements théoriques renouvelés et des approches empiriques adéquates (analyse contextuelle des migrations par des approches intégratrices (SSE), utilisation du signal climatique à l'échelle des impacts hydro-agrologiques) (Lagadeuc et Chenorkian 2009) avec lesquelles nous nous efforcerons de qualifier et quantifier les notions d'exposition, de sensibilité et d'adaptation<sup>35</sup> des populations au changement climatique dans leurs contextes.

Nous avons retenu la notion de vulnérabilité comme point de départ dans l'analyse des effets du changement climatique sur les migrations humaines dans un contexte défini (Ribot, 2010 ; Kelly et Adger, 2000). Le concept de vulnérabilité est défini ainsi par le GIEC (2007 et 2013, glossaire) : « *Propension ou prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers éléments ou composantes notamment l'exposition du système, sa sensibilité ou sa fragilité, et l'incapacité de faire face et de s'adapter* » (voir chap.2, section 2.3.1). Il vise donc à comprendre les migrations de façon contextuelle, en intégrant le contexte et les conditions sociales, économiques, politiques, institutionnelles, technologiques, culturelles et environnementales sous-jacentes qui influencent l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation des populations face au changement climatique.

---

<sup>35</sup> Pour chacune des trois composantes de la vulnérabilité, nous allons y revenir plus amplement notamment dans le chap. 3, section 2.3.1 où la vulnérabilité est appliquée au changement climatique. L'exposition renvoie à la « *présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptibles de subir des dommages* » ; la sensibilité fait référence à la « *capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements* » et les capacités adaptatives définies toutes les « *initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. On distingue plusieurs sortes d'adaptation : anticipative ou réactive, de caractère privé ou public, autonome ou planifiée* » (GIEC, 2007 et 2014, glossaires).

## Organisation de la thèse

Partant des faits climato-environnementaux que nous avons stylisés dans le but de comprendre leurs effets sur les migrations humaines, nous développerons une approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique (« vulnérabilité systémique »).

Nous élaborons des développements théoriques et empiriques autour de deux parties avec un repositionnement de l'espace d'étude : du Sahel au Sénégal des zones agro-écologiques et régions administratives. Ce repositionnement obéit, d'une part, à des contraintes socio-économiques et physico-climatiques (systémiques) dont les emprises spatiales et temporelles sont trop hétérogènes pour une production de connaissance intelligible à l'échelle de la région sahélienne. Et, d'autre part, le repositionnement permet de tester nos résultats en centrant l'attention sur des aspects concrets et des supports matériels des dimensions du changement climatique sur les migrations humaines.

**La partie 1** est construite comme suit. Au Sahel, les zones agro-écologiques apparaissent comme l'unité d'analyse la plus pertinente en relation avec notre approche en termes de vulnérabilité systémique. Par conséquent, le Sénégal (partie ouest sahélienne plus sujette au changement climatique), divisé en zones agro-écologiques naturelles et pour lequel les données sont disponibles, est retenu comme terrain d'étude. Cette partie est structurée autour de trois chapitres.

*Le chapitre 1*, après avoir présenté et discuté les principaux faits saillants sur le changement climatique et les migrations dans le monde, analyse la difficile mise à l'agenda politique international de la question.

*Le chapitre 2* caractérise l'élément principal mis en cause dans les migrations dans la région sahélienne, le climat. Nous mettons en évidence une hétérogénéité des conditions socio-économiques et climatiques dont les emprises spatiales et temporelles sur les sociétés et leurs transformations nécessitent de repenser notre terrain selon notre approche systémique plus adaptée aux réalités sahéliennes.

Dès lors, *le chapitre 3* élabore un cadre heuristique des migrations par un ordonnancement des interactions (causes à effets) entre différentes catégories de variables explicatives. En fonction de l'évolution du climat et ses impacts dans les zones agro-écologique du Sénégal, nous procédons à l'analyse qualitative des dynamiques migratoires.

**La partie 2**, est consacrée à l'analyse instrumentée des interactions systémiques au regard de l'hétérogénéité des manifestations du changement et de la variabilité climatique dans les



différentes régions administratives du Sénégal.

Selon une échelle spatiale originale (les régions administratives) qui permet un maillage complet du territoire sénégalais, le *chapitre 4* recueille et discute des données climatiques (pluviométrie et températures) sur la période 1970-2013 et migratoires issues de recensements et enquêtes d'envergure nationale.

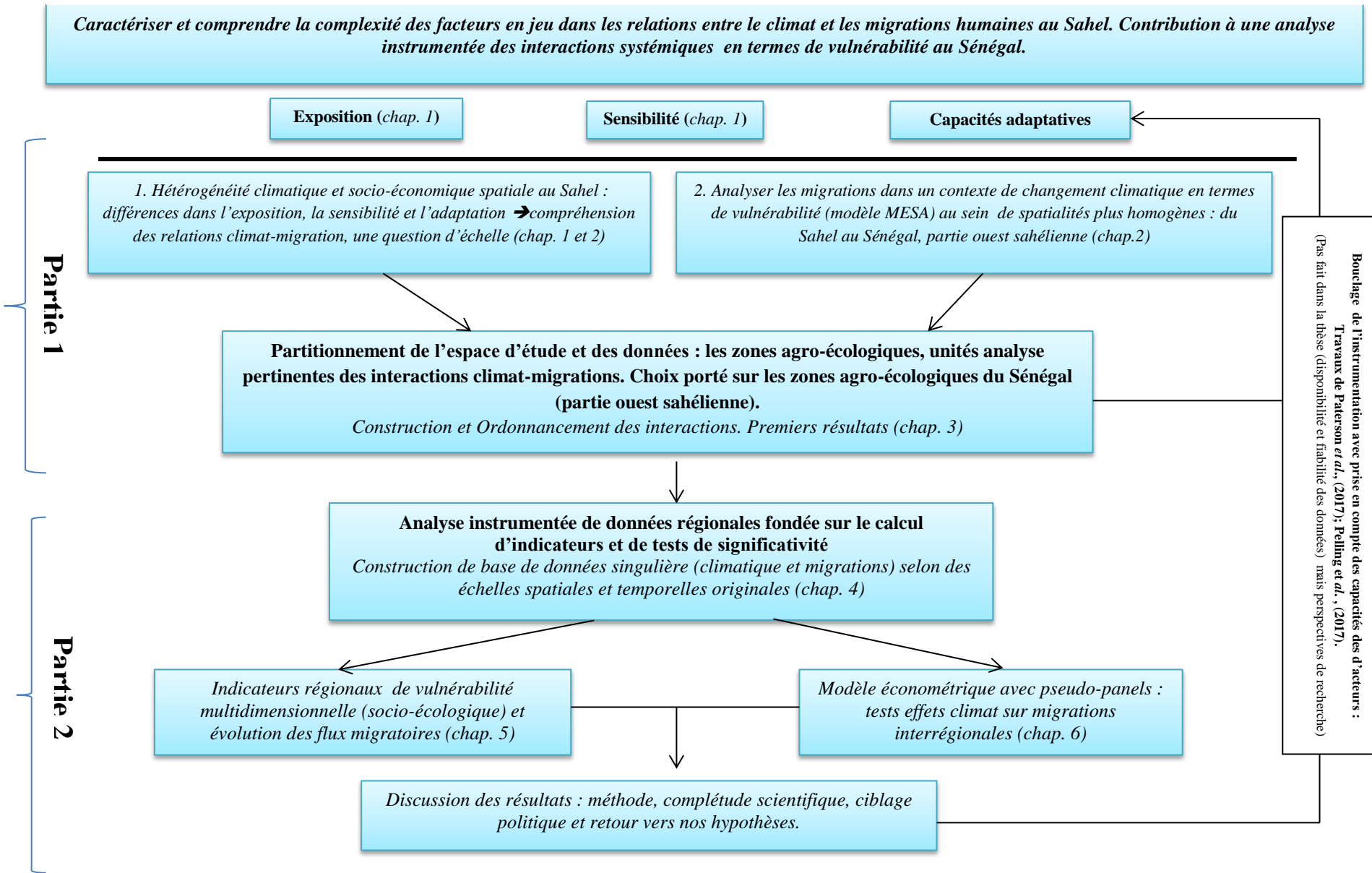
*Le chapitre 5* est consacré à la conception et au calcul d'un instrument : l'indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM). Il permettra d'apprécier la relation croissante entre migration et vulnérabilité en fonction du changement climatique dans les différentes régions.

*Le chapitre 6*, en utilisant la méthode économétrique d'empilement de coupes transversales (pseudo panel) de données migratoires (ANSD) et climatiques (stations synoptiques) du Sénégal, évalue les effets des anomalies de précipitations et de températures (maximum et minimum) sur la migration nette interrégionale sénégalaise, en observant comment les effets varient en fonction de l'émigration et de l'immigration et si les conditions socio-économiques ne sont pas le principal canal par lequel le climat transite pour accélérer la migration interne.

Cette thèse débouche sur le constat du rôle amplificateur/accélérateur du climat sur les migrations internes à travers la détérioration des conditions de vie des populations. Mais, nos résultats montrent aussi que le climat généralement ne suffit pas, à lui seul, à « produire » des migrations. Il transite par les facteurs socio-économiques (vulnérabilité initiale).

Pour une meilleure lisibilité, la problématique de la thèse ainsi que la démarche pour y répondre sont données par le schéma 2 synthétique ci-dessous.

Schéma 2: Récapitulatif de la problématique de thèse et démarche méthodologique pour y répondre



## Partie 1 : Changement climatique et migrations : diversité des manifestations au Sahel et complexité des enjeux

---

## Introduction générale la partie 1

Le Sahel, étymologiquement de l'arabe : rivage ou frontière, depuis les années 1970, a connu une couverture médiatique et un investissement géopolitique de la part des grandes puissances mondiales du fait des crises<sup>36</sup> alimentaires (famines) et humanitaires dont les plus dramatiques ont coïncidé avec les deux plus grandes sécheresses, 1973 et 1984, au monde de par leur profondeur et leur durée<sup>37</sup>. A cet effet, comme le souligne Janin (2010), des organisations spécifiques ont été mises en place pour une meilleure connaissance des dynamiques en gestation par une maîtrise de l'information : Comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse du Sahel (CILSS/Agrhymet), le Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (CSAO), observatoire Sahara-Sahel. Les facteurs explicatifs des crises, en plus du déséquilibre climatique-environnemental, sont à chercher du côté de la démographie<sup>38</sup> et de l'absence de politiques publiques appropriées dans une région où la plupart des Etats sont généralement quasi défaillants<sup>39</sup>, du moins sur une partie de leur territoire (Brunel, 2014).

Géographiquement bien défini par un ensemble de traits physiques et naturels (Toupet, 1992 ; Raynaut, 1997), le Sahel est une bande de terre immense - plus de 3.000.000 km<sup>2</sup>, environ 100.000.000 d'habitants (avec les taux de fécondité les plus élevés au globe : par exemple au Niger en moyenne 7,5 enfants par femme<sup>40</sup>) vivant pour l'essentiel dans la pauvreté (Le FMI et la BM classent la plupart des pays sahéliens parmi les plus pauvres et fragiles dans le

---

<sup>36</sup> Dans son numéro spécial, « Le Sahel en crises » de 2012, La Documentation française mentionne (2012): « *Quand le Sahel fait la une de l'actualité, c'est parce que des millions de personnes sont menacées de famine* ». En somme les crises, sont multiples et interdépendantes. Selon le PNUE (2001) entre 1970-1993, une période de 20 ans correspondant à une sécheresse profonde a été répertoriée au Sahel. Paradoxalement, la région connaît une récurrence des périodes d'inondation (CSAO, 2013) qui auraient dégradé 50% des terres (FAO, 2010). Cela témoigne d'une forte variabilité du climat et en particulier une irrégularité des pluies. Pour plus de détails :

<http://www.fao.org/emergencies/ressources/documents/crise-du-sahel/fr/>

, <http://www.un.org/africarenewal/fr/magazine/d%C3%A9cembre-2013/sahel-une-r%C3%A9gion-plusieurs-crisis> ou encore <https://www.oecd.org/fr/csao/publications/47093863.pdf>

<sup>37</sup> Signalons que la communauté scientifique des climatologues n'arrive toujours pas à expliquer les deux grandes sécheresses qui se sont produites au Sahel (GIEC, 2001 ; CILSS, 2010, Janin, 2010 ; Viscel et al., 2016).

<sup>38</sup> Dans une interview accordée au journal Le Monde, daté du 16/01/2017 et parue sous le titre de : « Le Sahel est une bombe démographique », Michel Garenne démographe spécialiste de l'Afrique, rattaché à la Fondation pour les études et recherches sur le développement international (FERDI), le spécialiste analyse la croissance démographique depuis les années 1970 comme insoutenable et dont la conséquence majeure sera une migration chiffrée à des millions de personnes. Lien disponible sur : [http://www.lemonde.fr/afrique/article/2017/01/16/le-sahel-est-une-bombe-demographique\\_5063147\\_3212.html](http://www.lemonde.fr/afrique/article/2017/01/16/le-sahel-est-une-bombe-demographique_5063147_3212.html), consulté le 19/02/2017.

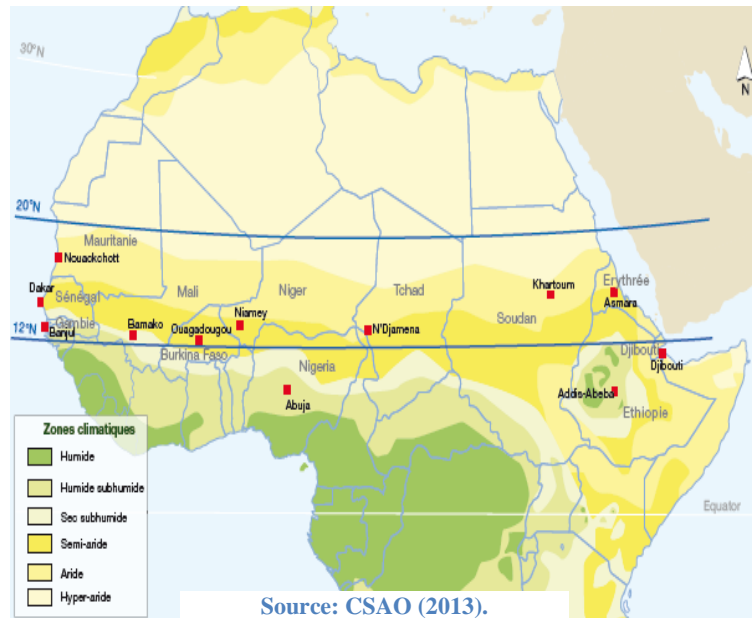
<sup>39</sup> Selon Cartapanis (2012, p.1), la défaillance des Etats est définie comme étant une situation où : « *un État ne remplit pas les fonctions régaliennes essentielles en matière d'ordre public, de police, de justice et qui ne parvient pas à s'opposer aux troubles internes, aux crises politiques ou ethniques, provoquant l'exode de certaines populations, voire le déclenchement de guerres civiles...* ».

<sup>40</sup> Selon le PNUE (2011), la densité au km<sup>2</sup> entre 1970 et 2010 est passée de 27,1 à 41 personnes et sur la décennie 2000-2010, la croissance démographique, dans une tendance ascendante, était établie à 2,8% par an comparativement à la moyenne sur longue période qui était de 1,2. Ses tendances démographiques se traduisent par des pressions socio-économiques et environnementales supplémentaires.

monde<sup>41</sup>)-, allant de la façade atlantique sénégalaise à la mer rouge érythréo-djiboutienne (carte ci-contre).

Espace de transition ou encore zone de juxtaposition éco-climatique entre l'Afrique désertique<sup>42</sup> et l'Afrique forestière<sup>43</sup>, le Sahel est caractérisé par la faiblesse et l'irrégularité de la saison des pluies (OCDE/CSAO, 2013). En effet, cette zone sèche et semi-aride correspond à des moyennes pluviométriques dont les limites septentrionales et méridionales correspondent respectivement aux isohyètes 150 mm et 700 mm<sup>44</sup>. Toutefois ses limites

Carte 1: Sahel, compris entre 12°N et 20°N, zones climatiques, principaux pays et capitales



sont loin d'être figées (Ozer et Erpicum, 1995; Lebel et Ali, 2009). Les changements récents observés sur les éléments climatiques (pluviométrie et températures), qui définissaient le Sahel des climatologues et géographes, entraînent des problèmes sociaux (conflits nomades et sédentaires) et environnementaux (avancée du désert) considérables. Le PNUD (2010, p.7) qualifie la région d'épicentre des changements climatiques en raison de la fragilité de l'équilibre socio-écologique (conditions climatiques extrêmes et de sa population particulièrement vulnérable comme en attestent la croissance démographique rapide, la pauvreté absolue, les famines et l'instabilité politique récurrente).

S'il est géographiquement bien défini, le Sahel l'est moins sur le plan géopolitique avec des Etats, souvent défailants, qui peinent à administrer l'immensité de leur territoire (Brunel, 2014). La ceinture sahélienne – qui recouvre entièrement ou partie, des pays suivants : Algérie, Burkina-Faso, Gambie, Niger, Nigeria, Mali, Mauritanie, Sénégal, les deux Soudans

<sup>41</sup> Classement IDH des pays : <https://www.populationdata.net/palmares/idh/> ou encore <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SI.POV.DDAY?locations=1W&start=1981&end=2013&view=chart>

<sup>42</sup> Le Sahara correspondant à la latitude 20°N.

<sup>43</sup> Plus précisément la savane de type soudanien qui correspond à la latitude 12° N.

<sup>44</sup> C'est ce que les spécialistes appellent par la limite du cram-cram (*Cenchrus biflorus*) (Ozer et al., 2010 ; Quézel, 1965). Les caractéristiques de cette zone sont exclusivement une économie pastorale. Et plus haut, vers le nord sous les 150mm, commence le Sahara désertique. Quant au sud, le Sahel y est séparé arbitrairement au climat soudanais selon Ozer et al., (2010). Cette zone méridionale est d'importance capitale car elle couvre également la séparation culturelle (céréalière du petit mil) du Sahel en deux entités sous les 3000 mm. La zone entre 300 et 700 mm est caractérisée par une population sédentaire dont l'activité principale est l'agriculture pluviale (Verheyne, 1990).

(sud et nord), Tchad - à laquelle est ajoutée la corne de l'Afrique (Djibouti, Erythrée, Ethiopie et la Somalie) correspondaient sur le plan étatique aux seuls déterminants climatiques (pluviométrie et température). Les réalités politiques et culturelles ne sont pas prises en compte. Or, le Sahel est loin d'être un ensemble homogène, il présente plusieurs facettes (Ba, 2007 ; Raynaut, 1997). D'une part, sur le plan politique, avec la création du CILSS, une nouvelle lecture de la délimitation géographique est possible. Cet organisme englobe neuf pays et correspond davantage à un Sahel politique. Ba (2007) souligne que : « *certaines de ces Etats, comme la Gambie, la Guinée Bissau où les îles du Cap-Vert, n'appartiennent pas à la zone bioclimatique sahélienne mais, en raison des avantages offerts par la constitution de grands organismes interétatiques, ils ont négocié leur adhésion au CILSS* ». D'ailleurs, le Club du Sahel est devenu Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest. D'autre part, à l'intérieur des constructions étatiques, il existe également une diversité des situations locales en dépit du Sahel culturel tel que développé par Gallais (1984) dans sa représentation simplifiée et statique, méthode de travail précieuse (Raynaut, 1997). Cet hétéromorphisme est significativement symbolisé par le Sahel nomade et le Sahel sédentaire dont les conditions climatiques hostiles ont eu pour conséquence le développement au fil du temps de stratégies adaptatives variées. Toutefois, nous ne nions pas l'existence de pratiques socio-culturelles identiques sur cette immense bande de terre qu'est le Sahel telles que rapportées par de fins connaisseurs de l'histoire de cette région (Lam 1993 ; Barry, 1988 ; Ki-Zerbo, 1978).

Dans la thèse nous retenons un espace sahélien constitué par les différents pays que sont : Burkina-Faso, Djibouti, Erythrée, Ethiopie, Gambie, Niger, Nigeria, Mali, Mauritanie, Sénégal, Somalies, les deux Soudans (sud et nord) et Tchad.

## **Chapitre 1 : Relations entre climat et migrations: repérage empirique et mise à l'agenda politique**

## 1.1. Introduction

Historiquement, le climat a souvent été associé à la localisation géographique des populations. Les variables température, pluviométrie et dégradation de l'environnement naturel ont été les premiers facteurs empiriques déterminants des migrations et des déplacements de population (M'Baye, 2013).

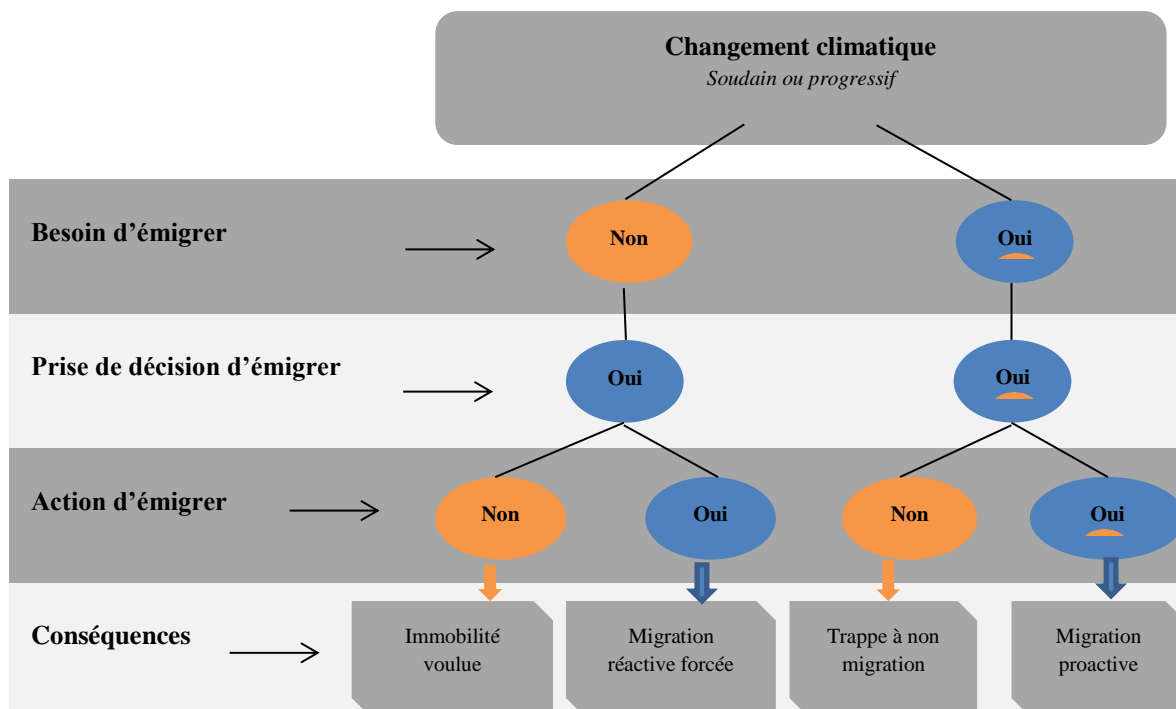
Avec le changement climatique actuel (GIEC, 2007 et 2013), les migrations induites directement (provoquées) ou indirectement (accélérées) par le climat ont été analysées au début comme un échec de l'adaptation des populations (migrations forcées ou encore réfugiés climatiques) (la vision maximaliste : Myers, 1993 et 2002 ; Myers et Kent, 1995). Désormais, elles sont de plus en plus analysées comme une réponse d'adaptation efficace des populations (OIM, 2013 ; BM, 2015, Black et *al.*, 2011)<sup>45</sup>. En effet, les migrations permettraient d'aider à la subsistance et/ou à l'amélioration des conditions de vie. D'une part, par un allègement de la pression sur les denrées avec le départ de consommateur (De Haas, 2008). Et, d'autre part, par les remises de fonds, la migration permet d'assurer une diversification des sources de revenu (Harouna, 2008 ; Cissé et *al.*, 2010 ; Lalou et Delauney, 2015). Toutefois, comme le soulignent plusieurs auteurs tels que Henry et *al.*, (2003) et Black et *al.*, (2011), le changement climatique ne suffit pas à lui seul, pour expliquer les migrations des populations (exception faite de certains événement extrêmes soudains (chap.1, sous-section 1.5.1.1)). Il interagit avec d'autres facteurs déterminants contextuels. Ce qui fait que les migrations surviennent généralement à l'issue d'une maturation en trois phases : (i) la prise de conscience de la difficulté à se maintenir sur place et du besoin de migrer ; (ii) la prise de décision de migrer et (iii) l'action de migrer (schéma 3 ci-après).

---

<sup>45</sup>Cournil et Magezza (2007) affirment que dans les pays en développement, face à des conditions de vie qui sont généralement précaires et le changement climatique, les opportunités que constituent les migrations à maintenir ou accéder à des conditions de vie soutenables augmentent significativement. Pour plus de détails, voir le dernier rapport de l'OIM (2017) sur le Kenya intitulé : « *Migration as Adaptation to Environmental and Climate Change, The Case of Kenya* ». Disponible sur : [https://publications.iom.int/system/files/pdf/kenya\\_meclep\\_survey.pdf](https://publications.iom.int/system/files/pdf/kenya_meclep_survey.pdf), dernière consultation le 14/12/2017.



**Schéma 3 : Complexité des relations climat-migration : de la migration à l'immobilité**

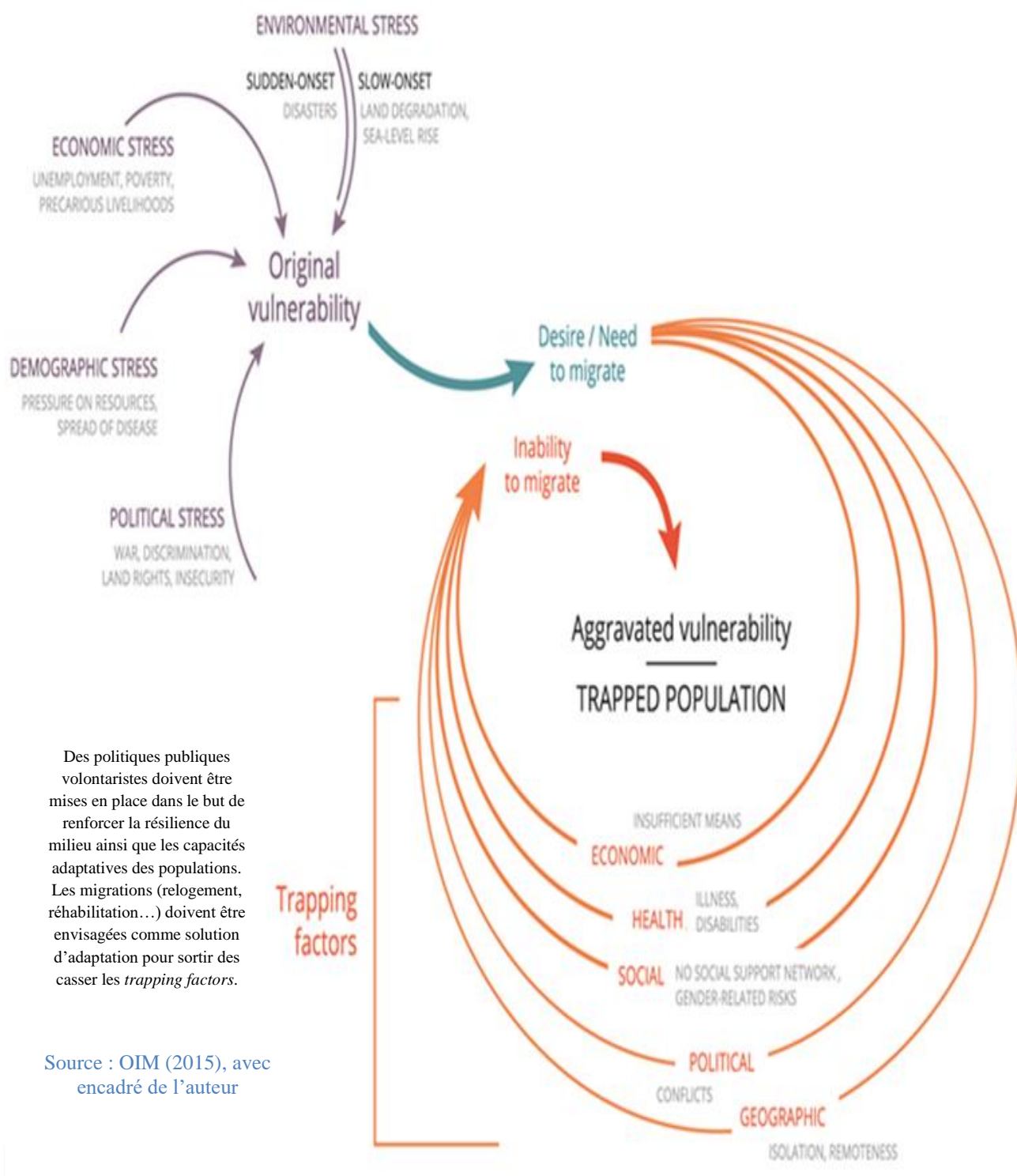


Source: Adaptation de l'auteur à partir d'OIM (2015)

Durant les différentes phases, les migrations obéissent à un ensemble de facteurs d'ordre macro (le contexte local), micro (les populations) et méso (l'exploitation agricole) qui traduisent la vulnérabilité des populations (Adger, 2006 ; GIEC, 2007, Fussel, 2010). En effet, selon la vulnérabilité initiale, qui renvoie aux conditions de vie socio-économiques *ante* évènement climatique (Ribot, 2010 ; Ribot et *al.*, 2005), le changement climatique, soudain ou progressif, aura des effets contrastés sur l'action de migrer ou pas des populations. Une fois, entreprises, elles peuvent prendre diverses formes dont la distinction n'est pas toujours facile à établir (Renaud et *al.*, 2011). Comme le résume la figure 4 ci-après, plusieurs facteurs socio-économiques, politiques, démographiques, culturels... mais également la nature du changement climatique et ses impacts (profondeur) interagissent pour déterminer les migrations protéiformes. Quant à la non-migration, elle constitue un cas particulier et préoccupant notamment lorsqu'il s'agit de trappe à non migration. Cette situation survient lorsque des populations exposées au changement climatique souhaitent partir, mais sont contraintes de rester sur place à cause de leur forte vulnérabilité exacerbée par le changement climatique<sup>46</sup>.

<sup>46</sup> Autrement dit, la vulnérabilité résulte d'un enchaînement d'insécurité -entraînant à son tour une décapitalisation économique (destruction des activités et du capital), sociale et humaine et naturelle (pression démographique et exposition au

Figure 4: La trappe à non migration dans un contexte de changement climatique



Ce présent chapitre a deux objectifs principaux. D'une part, présenter les principaux faits qui, malgré leur reconnaissance internationale à travers les discours et plaidoiries, peinent à se

climat)- qui maintient les populations sur place. Comme le souligne Hugon (2016) un cercle vicieux -pauvreté, vulnérabilité, événement climatique, pauvreté-, renforcé par les « *trapping factors* » se met en place.

concrétiser en termes de politiques migratoires efficaces. D'autre part, partant de constructions politiques qui ne correspondent pas toujours à une réalité empirique, procéder à une catégorisation des migrations dans un contexte de changement climatique qui pourrait contribuer à la réflexion d'un cadre juridique plus complet.

La reconnaissance internationale et les réponses politiques appropriées qui devraient être apportées aux migrations dans un contexte de changement climatique constituent un double défi dans la mesure où elles devraient permettre à la fois de présenter sous un jour positif les migrations, vues pendant longtemps comme une menace, et de renforcer la lutte contre le changement climatique. Toutefois, une gouvernance internationale semble difficile à atteindre (Cournil et Magezza, 2007 ; Vlassopoulou et *al.*, (2013 ; Galabbé, 2015 ; Ionesco et *al.*, 2016). Car les migrations sont un domaine politique particulier. D'un côté, les Etats souhaitent conserver une autonomie sur la question. Ce qui rend difficile toute politique d'harmonisation ou de gouvernance internationale (exemple, la crise migratoire en Europe avec toute la difficulté de définir un cadre européen de gestion). De l'autre, les migrations induites par le climat ne rentrent dans aucun cadre juridique existant. A cause de son caractère protéiforme, elles font intervenir plusieurs domaines de la gouvernance mondiale (climat, développement, migration...). Par conséquent, en dépit d'une prise de conscience à travers une volonté manifeste d'inscrire les migrations climatiques comme une puissante stratégie d'adaptation en adéquation avec l'évolution des principales pensées scientifiques (Ionesco et *al.*, 2016), les négociations politiques achoppent. Elles peinent à se concrétiser et à répondre à deux questions principales à fort enjeu, à savoir : quel statut pour les « réfugiés, déplacés ou migrants climatiques » et pour quelle(s) protection(s)?

Ce débat fort intéressant avec des implications politiques (responsabilité des Etats) et financières (solidarité internationale) considérables est de plus en plus discuté<sup>47</sup>. Car, au sein des spécialistes, la pertinence même de la création d'un « statut de réfugié » est discutée pour deux raisons : (i) l'inadaptation d'un tel statut pour des migrations protéiformes et (ii) l'adoption peu probable d'une convention multilatérale à vocation universelle dans un domaine tel que celui des migrations.

---

<sup>47</sup> En effet, deux arguments de taille sont soulevés. Premièrement, les migrants/réfugiés ou encore déplacés climatiques en tant qu'êtres humains, personnes impactées par le changement climatique sont respectivement protégées par le droit international des droits fondamentaux et les droits relatifs à l'environnement et au climat (le droit de la responsabilité environnementale, le droit du climat de la CCNUCC et le droit de la gestion des catastrophes naturelles). Les outils juridiques existent (pas de vide juridique) mais sont peu efficaces en termes de protections procurées à cause de leur caractère non contraignant. Et, deuxièmement, un consensus se dégage quant à l'inutilité de rajouter un protocole additionnel à la CCNUCC ou à la Convention de Genève, vers la reconnaissance d'un statut de « réfugié environnemental ou climatique ». La nature de cette proposition est jugée inappropriée et risquée.

Dans ce chapitre, nous allons axer l'analyse sur la compréhension des migrations induites par le climat (migrations forcées ou adaptatives, leurs temporalités -temporaire ou définitive- et leurs dimensions géographiques -interne ou internationale). Ce qui nous permettra de catégoriser les migrations observées<sup>48</sup> et décliner des politiques envisageables. Ce travail pourrait aider à faire avancer doublement la réflexion quant aux outils juridiques et politiques.

Le chapitre procède comme suit. Premièrement, les faits saillants entre changement climatique et migrations dans le monde et dans la région sahélienne sont discutés. Deuxièmement, nous montrons, malgré la reconnaissance internationale, comment les forts enjeux divergents constituent un frein vers un cadrage politique. Troisièmement, nous proposons une catégorisation des migrations induites avant d'identifier les principales politiques ciblées qui ont été envisagées en fonction de ces catégories.

---

<sup>48</sup> Cette catégorisation se fera non pas en fonction des causes strictement climatiques mais selon des scénarios au sens large - migrations, déplacements ou encore réfugiés- comprenant leurs dimensions géographiques (internes ou internationales) et temporelles (définitives ou temporaires). Il est difficile d'établir une distinction robuste entre les migrations induites par le climat et les migrations dites économiques dans la mesure où le changement climatique, qui est pointé du doigt dans le premier cas, interagit et renforce généralement les autres facteurs explicatifs des migrations économiques (économiques, sociaux, culturels, démographique, politiques...). A titre illustratif, des populations qui migrent suite à un déséquilibre pluviométrique (changement tendance pluvieuse : inondation, sécheresse ou forte variabilité pluvieuse interannuelle) ayant impacté négativement les rendements agricoles, principale source de revenu, doivent-ils être considérés comme des migrants économiques qui subissent une détérioration de leur condition de vie ou des « migrants/déplacés/réfugié climatiques » obligés de recourir à la migration pour s'adapter au changement du climat. Sachant qu'*in fine*, le migrant économique comme le « migrant/réfugié/déplacé climatique » a pour objectif d'accéder à de meilleures conditions de vie et préserver son existence.

## 1.2. Les migrations induites par le changement climatique : une réalité empirique.

Selon le CRED-EMDAT (2016)<sup>49</sup>, le changement climatique serait en partie à l'origine de l'intensification des désastres naturels (climatique, météorologiques, géophysiques et hydrologiques<sup>50</sup>) observée dans le monde depuis la fin des années 1960. Les dynamiques générées -aussi bien en intensité, en fréquence et en magnitude- ont eu des conséquences notoires en termes de coût humain (nombre de victimes) (voir annexes 4) mais, également, de coût financier estimé<sup>51</sup>. D'après Guha-Sapir et *al.* (2015), le coût global estimé imputable aux désastres naturels, sur la base des réparations et investissement au titre de l'adaptation au changement climatique, a été multiplié par 51 sur la période allant de la décennie 1960-1969 à la demi-décennie 2010-2014. Passant ainsi de 18,4 à 903,8 milliards de dollars. A l'inverse, les coûts en terme de migration humaine, qui selon Gémenne (2011) et Ionesco et *al.*, (2016) ne seraient pas les moindres, sont inestimables<sup>52</sup>. Toutefois, comme le soulignent Ionesco et *al.*, (2016), ces coûts ne seraient pas les moindres au regard de l'accroissement considérable du nombre de personnes exposées au changement climatique dans le monde (GIEC, 2007, 2014 ; BM, 2014) et qui serait susceptible de migrer soit de façon volontaire ou soit de façon contrainte (figure 5 ci-dessous)

---

<sup>49</sup> Les différents rapports annuels sur : « *Annual Disaster Statistical : The numbers and trends* » sont disponibles sur : <http://www.emdat.be/publications>

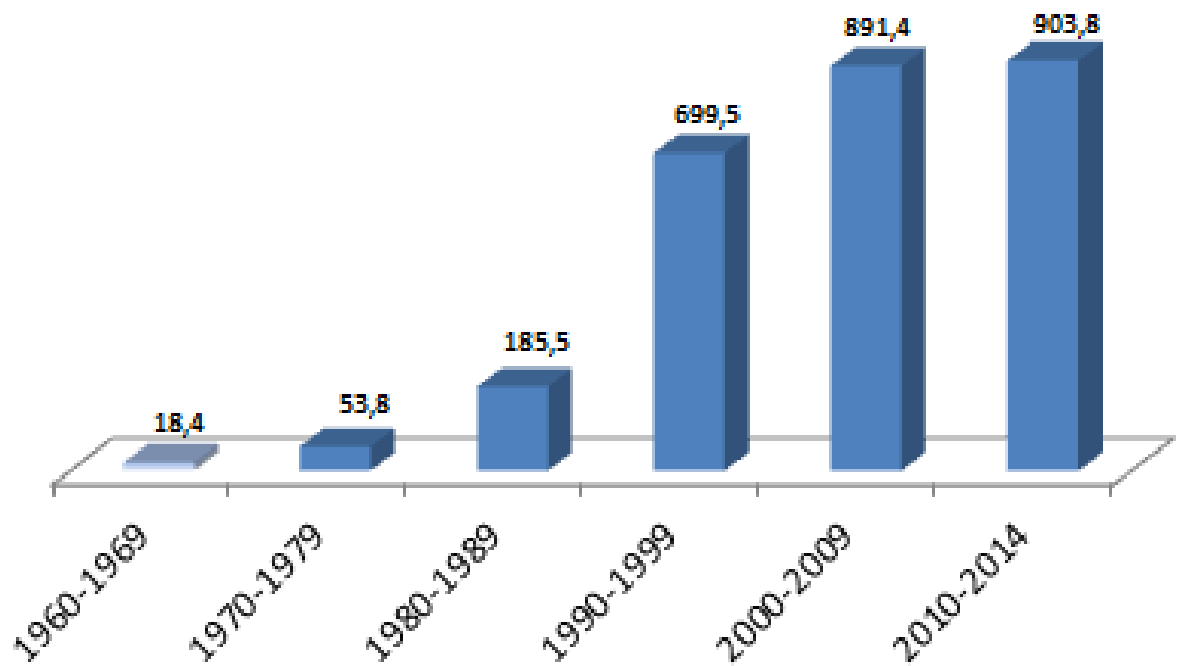
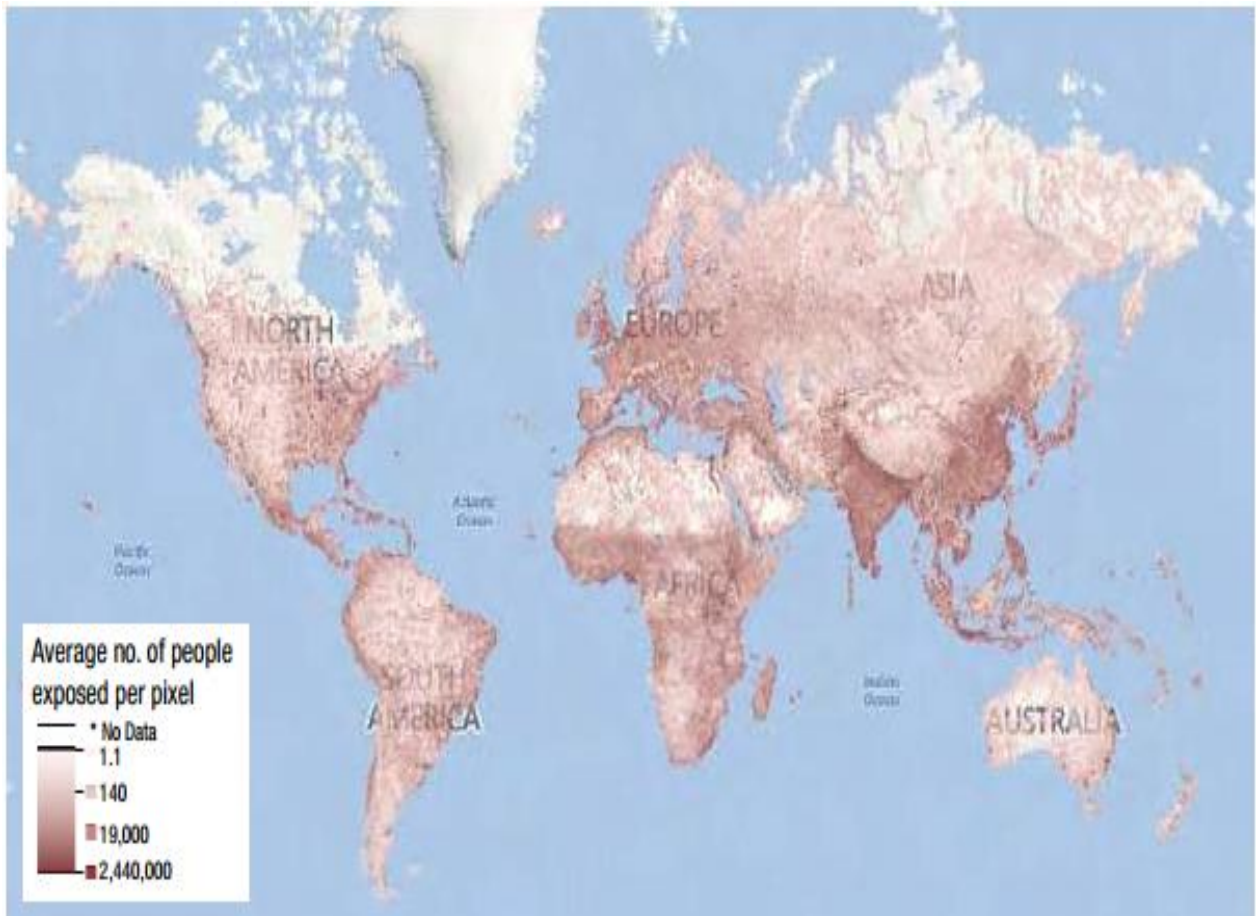
<sup>50</sup> CRED-EMDAT qui est le principal fournisseur en la matière, distingue quatre sous-groupes principaux d'évènement naturels dont le changement climatique est à l'origine de l'intensification avec le temps, que sont : (i) les évènements géophysiques (tremblement de terre, mouvement de masse sec et activité volcanique) ; (ii) les évènements météorologique (températures extrêmes en termes de maximales et minimales, les orages et brouillards) ; (iii) les évènements hydrologique (inondation, glissement de terrain, action des vagues) et (iv) les évènements climatologiques (sécheresse, fonte glaciers, feux de brousse). Les données du CRED-EMDAT montrent une intensification de l'occurrence des évènements dits météorologiques depuis la décennie 1980 à nos jours.

Plus de détails sur la classification voir : <http://www.emdat.be/classification>

<sup>51</sup> Abstraction faite de l'augmentation de la richesse globale dans le monde entre 1960 et 2015, les coûts estimés (Guha et Sapir et *al.*, (2015) sont largement expliqués par les récurrences de chocs d'origine climatique et/ou naturelle. Ce coût est calculé sur la base des dommages et réparations engendrés par les évènements naturels mais, également, les investissements au titre de l'adaptation au changement climatique.

<sup>52</sup> La difficulté définitionnelle de « qui est migrant climatique ou pas » complique davantage toute tentative de chiffrage du coût induit par un phénomène dont l'évaluation impliquerait de connaître les coûts directs et indirects. Les premiers sont inhérents à la migration (accueil et protection des déplacés) alors que les seconds, souvent économiques, seraient évalués en termes de dommages et pertes de productivité (au sens large) subis par les migrants. Et de plus, il va falloir évaluer l'ensemble des coûts sociaux, culturels, humains, non monétisables, de la migration induite dans les deux zones (arrivée et départ) mais, également, des populations sur place. Ce travail est particulièrement fastidieux et complexe. Mais en nous référant à Keler et Caravani (2013), nous observons que plus de 80% de l'aide contre le changement climatique et désastres naturels est sous forme de réponse d'urgence face à une situation déjà observée. Entre 1991 et 2011, les fonds consentis dans la lutte contre l'exposition et la résilience des populations face au climat et à l'environnement est en moyenne 70% moindre que les fonds d'urgence. Or, une bonne politique d'adaptation se situerait de part et d'autre du choc climatique ou naturel en question.

Figure 5: l'exposition des populations aux désastres climatiques et naturels en 2015 et le coût global estimé depuis 1960 dans le monde



Source : UNISDR (2015), données UNEP et Gura-Sapir et al. (2015), données EM-DAT.

Depuis 2008, l'IDMC fournit les principaux chiffres sur le nombre de déplacés internes<sup>53</sup> associés à des catastrophes naturelles (climatiques, hydrologiques, géophysiques et météorologiques) dans 173 pays. Ces chiffres issus de plusieurs sources d'information dont les gouvernements, les organismes onusiens, les ONG et les médias, permettent de fournir des statistiques qui sont régulièrement mises à jour. Cela permet d'avoir une tendance générale des incidences des catastrophes naturelles sur les déplacements internes des populations dans le monde. Toutefois, il convient de souligner que la complexité des relations entre climat et migrations, effets directs et indirects, fait que les données ne couvrent pas tous les déplacements induits. Les déplacements liés à la sécheresse ou tous autres types d'évènement environnemental à évolution graduelle ou progressive<sup>54</sup> ne sont pas comptabilisés.

Ainsi, sur la base des données disponibles, des tendances globales sur l'incidence de certaines catastrophes naturelles (tremblement de terre, irruption volcanique, inondation, glissement de terre...) sur les déplacements internes sont établies. Entre 2008 et 2014, le constat est le suivant (voir figures 6 et 7 ci-après) :

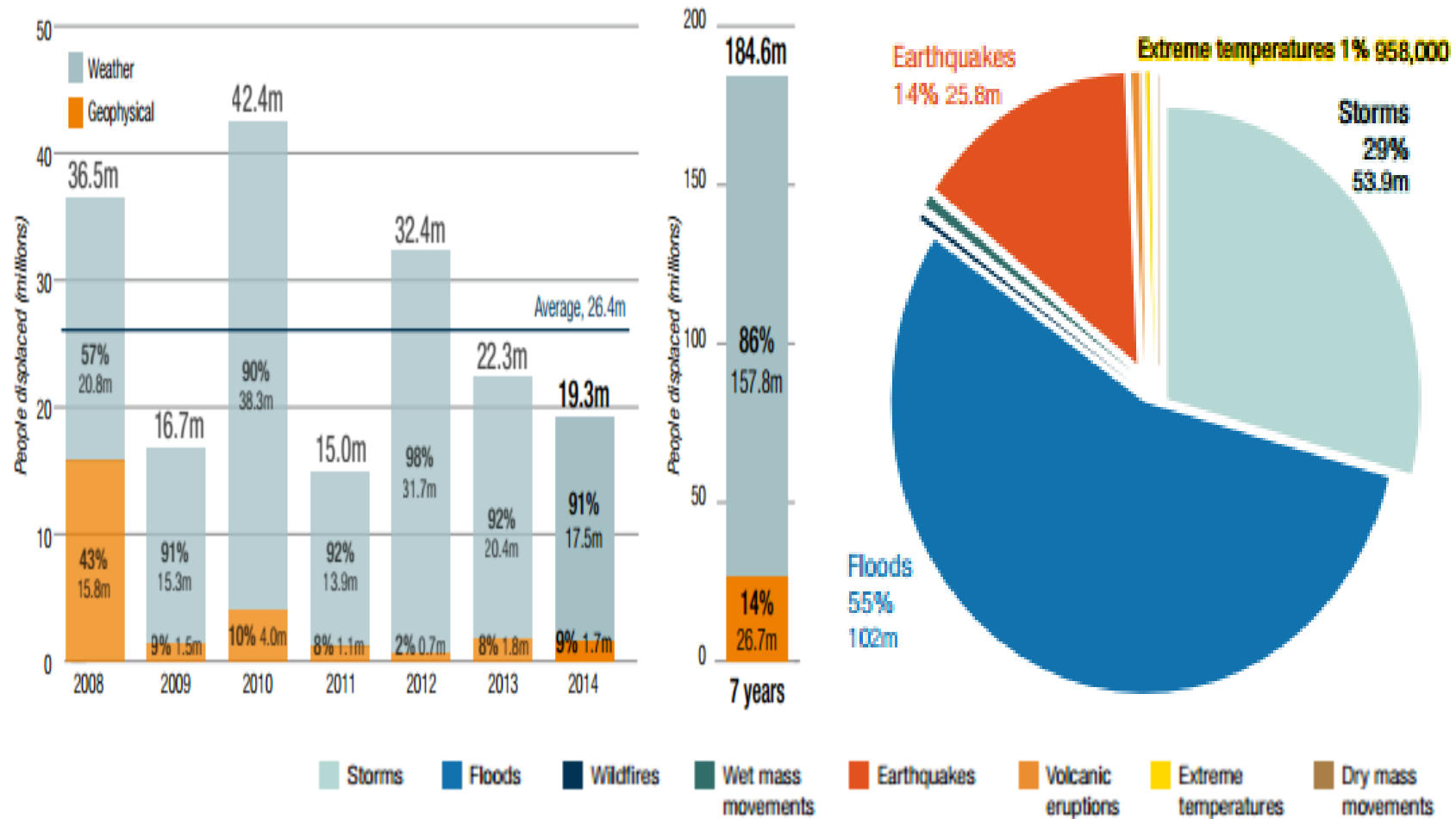
- (i) une augmentation continue des flux de déplacés liés aux catastrophes (185 millions de personnes, soit 26,4 millions de personnes en moyenne par an sur la période considérée) ;
- (ii) le changement climatique et ses impacts négatifs en expliquent une grande partie (plus de 86% du total des déplacés dont les inondations 55% et les ouragans 29%)
- (iii) géographiquement toutes les régions du monde ne sont pas touchées de façon équitable (82% des mouvements en Asie, 10% en Amérique et -0,5% entre l'Europe et l'Océanie). Quant à l'Afrique, elle concentre de plus en plus de flux de déplacés associés au changement climatique. Depuis 2012, la part du continent représente 25% du total mondial comparé à son pourcentage antérieur d'environ 10%. Cette augmentation du nombre de déplacés est expliquée par un paradoxe climatique matérialisé par une alternance significative entre séries d'inondations répétées dans sa partie occidentale et de sécheresses récurrentes sur la partie orientale.

---

<sup>53</sup> <http://www.internal-displacement.org/database/>. Les différents rapports (notamment celui de 2016, le dernier) sont disponibles sur : <http://www.internal-displacement.org/global-report/>

<sup>54</sup> Pour plus de détails voir lien explicatif IDMC sur les données, les définitions, méthodologie et axes de recherche : <http://www.internal-displacement.org/internal-displacement/what-is-internal-displacement/>. Et sur les déplacements liés aux désastres et événements climatiques voir : <http://www.internal-displacement.org/internal-displacement/context-of-displacement/disasters-and-climate-change/>. Dernière consultation le 05/08/2017.

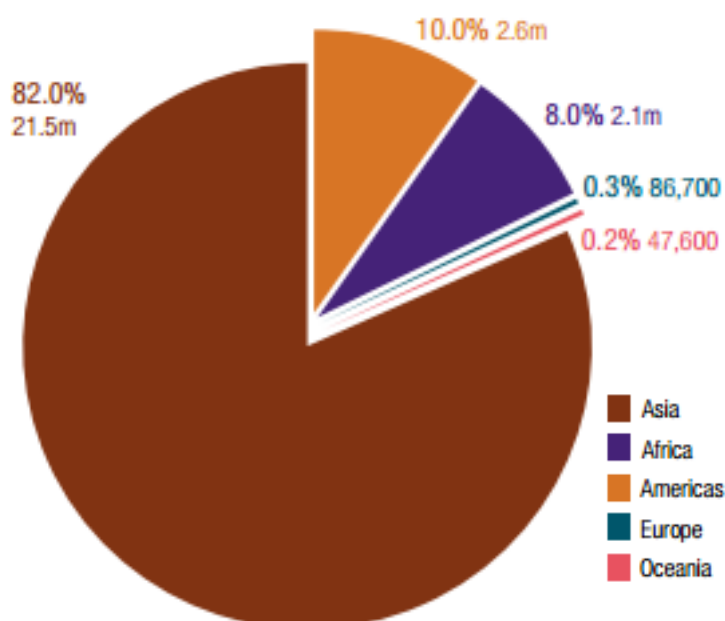
Figure 6: Déplacements liés aux catastrophes climatiques et naturelles et type d'événement associé dans le monde entre 2008 et 2014



Source : Données IDMC (2015)



Figure 7: Répartition régionale des déplacés liés aux désastres dans le monde, entre 2008-2014



Source : Données IDMC (2015)

Dans ce qui suit nous allons observer et caractériser les principaux faits saillants entre les changements environnementaux et climatiques et leurs impacts sur les migrations humaines dans le monde.

### 1.2.1. Quelques faits saillants dans le monde

En matière de migrations comme conséquence du climat, le laboratoire reste les petites îles du pacifique fortement exposés et ne disposant pas toujours de capacités adaptatives suffisantes (Piguet, 2011). Les populations, toute ou partie, seraient contraintes de partir à terme (Gémenne, 2009<sup>55</sup> ; Piguet et *al.*, 2011). A cet effet, le Tuvalu est souvent cité en exemple dans le monde.

Si la décennie 1990 marque le début des premières réflexions (El-Hinnawi 1985 et Jacobson, 1988), c'est dans les années 2000 que les migrations induites par les changements de l'environnement et du climat trouvent un écho grandissant dans l'espace public<sup>56</sup>. En effet, cette décennie est caractérisée par un ensemble de phénomènes naturels et climatiques d'ampleur dont les conséquences en termes de déplacement de personne ont été significatives. D'une façon synthétique, quatre faits climato-environnementaux majeurs vont accélérer la prise de conscience et l'inscription à l'agenda international des migrations induites (Smit,

<sup>55</sup> Toutefois, l'auteur, dans son étude de terrain, réfute le discours faisant inéluctablement les migrations une forme d'impuissance face au changement climatique. En effet, les populations, conscientes des risques du changement climatique, envisagent les migrations comme des stratégies d'adaptation et de réduction des risques.

<sup>56</sup> Plusieurs campagnes sont menées notamment Al Gore dans son fameux documentaire « Une vérité qui Dérange » dans lequel l'auteur affirme l'existence de migrations climatiques en prenant pour exemple le cas des îles du pacifique.

2007). Le 24 décembre 2004, le tsunami en Asie du sud-est fait déplacer en Indonésie plus de 500.000 personnes tandis qu'une année plus tard l'Ouragan Katerina ravage la Nouvelle Orléans avec son lot de déplacés humains dans plus de 26 Etats américains (McLeman, 2013). En octobre 2005, un violent séisme frappe le Cachemire<sup>57</sup>, des milliers de populations sont contraints de quitter leur milieu de résidence. Un an plus tôt, en 2004, l'ouragan Mitch dévaste les populations pauvres et vulnérables du Nicaragua et du Honduras.

Parallèlement à la multiplication des événements, des rapports consacrés aux « réfugiés climatiques » paraissent. Plusieurs ONG se mobilisent et font paraître en 2004 : « *The Toledo Initiative on environmental refugees and ecological restoration* ». Aid (2007) estime le nombre de réfugiés climatiques à 300 millions d'ici 2050 dans un rapport intitulé « *The Human Tide* ». Il sensibilise l'opinion publique internationale sur la nécessité de reconnaître le phénomène et de mettre en place des politiques adaptatives cohérentes. Stern (2007), dans son rapport : *The Economics of climate change*, nous fait part de son inquiétude de voir des milliers de « réfugiés climatiques » d'ici 2050 en provenance principalement des pays en développement à cause du coût significatif lié à l'adaptation à l'avenir. Toutefois, c'est la publication du quatrième rapport du GIEC (2007)<sup>58</sup> sur l'évolution du changement climatique qui va jouer un rôle majeur. Plusieurs incertitudes sur le changement climatique sont levées (GIEC, 2007) et les faits climatiques survenus viennent corroborer la plupart des conclusions sur l'évolution actuelle et future du climat. Les institutions internationales, OIM et l'UNHCR, se saisissent de la problématique. Le PNUE, depuis 2007, publie un rapport intitulé « *Migration and Climate change* ». Ce qui témoigne de l'importance et de l'ampleur des migrations induites par le climat. Sur le plan académique, d'une part, des revues scientifiques éditent des numéros spéciaux sur la question climat-migrations (Revue européenne des migrations internationale (remi)<sup>59</sup>, *Asylum, Environment and development economics*), l'OIM lance sa plateforme *Migration, Climate & Environnement (MICLE)*<sup>60</sup>... et, d'autre part, des revues en sciences sociales et sciences naturelles consacrent des numéros spéciaux aux migrations induites par le climat et l'environnement (*Development Economics and Environment*, *Monde en Développement*, *Journal of Political Ecology*...).

---

<sup>57</sup> Pour plus de détails voir : <http://www.insu.cnrs.fr/terre-solide/catastrophes-et-risques/seismes/le-seisme-du-pakistan-du-8-octobre-2005-un-seisme-himal>, consulté le 09/04/2017.

<sup>58</sup> Rapport de synthèse disponible sur : [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf), consulté le 09/04/2016.

<sup>59</sup> Voir : <https://remi.revues.org/>

<sup>60</sup> Voir : <http://www.micle-project.net/Startseite.3.0.html?&L=2>

Dans toutes les régions du monde, les catastrophes naturelles et climatiques violentes s'intensifient (Guha-Sapir et *al.*, 2015) et sont de plus en plus perçues comme des facteurs de mobilités humaines (OIM, NU, HCR, IDMC). Cependant, les pays en développement, à cause de leur forte dépendance au climat et à l'environnement (Daily, 1997 ; MEA, 2005 ; Shukdev, 2008 ; McSweeney et *al.*, 2010 ; GIEC, 2007 et 2013), les menaces sur la sécurité alimentaire et humaine et le stress hydrique (NU, 2011 et 2015 ; FAO, 2013) combinés aux insuffisances des moyens financiers et techniques pour s'adapter au changement climatique, seront les plus touchés (Mertz et *al.*, 2009 ; GIEC, 2013 ; BM, 2009, 2012b, 2013, 2014). Et à cet effet, la région sahéenne est souvent citée en exemple.

### **1.2.2. Quelques faits saillants dans le Sahel**

Les populations sahéennes sont parmi les plus impactées par le changement climatique et ses effets sur l'environnement. Deux faits majeurs au sahel sont mis en avant sur la question liant climat et migration. Premièrement, les deux plus grandes sécheresses des années 1970 et 1980 (Nicholson, 2014 ; Hulme, 2001) dont les chercheurs s'accordent à reconnaître leur rôle prépondérant dans l'accroissement des migrations humaines (Lalou et Delauney, 2015). Et, deuxièmement, la forte variabilité pluviométrique interannuelle observée dans la région depuis le milieu des années 1990 (Vischel et *al.*, 2015 ; Mahé et Paturel, 2009 ; Ali et Lebel, 2009 ; Balme et *al.*, 2006). La région se trouve confrontée à des situations de sécheresses et d'inondations dont les conséquences se sont traduites par des situations de famines dans certaines parties et, dans d'autres, par des exodes ruraux massifs vers les centres urbains et péri-urbains (FAO, 2013 ; CILSS/CSAO, 2012 ; CSAO, 2009).

Toutefois, il convient de replacer ces faits climatiques ainsi que leurs effets significatifs sur les migrations humaines dans les contextes plus généraux caractérisés par une grande vulnérabilité des Etats et un accroissement démographique rapide.

A partir de la fin des années 1970, période qui suit celle des endettements des indépendances, les conditions macroéconomiques se dégradent dans la plupart des pays sahéen. En dépit des réticences politiques et critiques économiques (Coussy, 2006), les Etats vont entreprendre progressivement des politiques allant dans le sens d'une libéralisation économique sous l'égide de la Banque Mondiale (BM) et du Fonds monétaire International (FMI). Le début des années 80 marque la grande transition de ces économies pauvres et très endettées avec l'adoption des plans d'ajustement structurels (PAS). Ces derniers, nés du consensus de Washington dont l'objectif principal était d'assainir le cadre macroéconomique des pays et de

favoriser l'intégration des pays à l'économie de marché, vont s'avérer particulièrement durs pour les populations et gouvernements concernés (Stiglitz, 2002 ; Coussy, 2006). Les mesures draconiennes assorties aux PAS ont accentué la vulnérabilité -c'est-à-dire l'état de fragilité (Luers et *al.*, 2003)- socio-économique des populations notamment agricoles qui verront les aides et subventions agricoles en provenance de l'État central coupées (Houtart, 1994). La pauvreté s'accroît dans le monde rural (Kassé, 1993 et 2015). La décennie 1990-2000, outre les guerres, voit cette tendance de vulnérabilité s'accroître (Brunel, 2014). Le début des années 2000 correspond au relâchement des politiques d'ajustement instaurées par les institutions de Bretton Woods. Les réorientations de politique économique favorisent des tendances de croissance forte (Gupta, Powell et Yang, 2006). Des taux de croissance annuels moyens du revenu des habitants de 0,5% ont été enregistrés (Sala-i-Martin et Pinkovskiy, 2010). Certains pays, comme le Sénégal, sont alors référencés par la BM et le FMI comme des exemples de succès dans la mise en œuvre de ces politiques macroéconomiques<sup>61</sup>. Cependant, la pauvreté des populations ne diminue pas pour autant (Kassé, 2015 ; 2002).

Le cadre macroéconomique de croissance continue ne s'est pas reflété par une amélioration des conditions de vie de la majorité des populations. Cette situation résume bien ce que l'économiste ghanéen, Ayittey (2002 et 2011), appelle par "une croissance sans développement". Le Sahel enregistre les pires indicateurs sociaux du monde. Une mortalité infantile de plus de 222 morts pour 1000 naissances vivantes soit 449.000 décès d'enfants par an selon le WDI-WB (2017), la plus importante au monde. Une espérance de vie de 55 ans sensiblement inférieure de 1/3 à celle observée dans les pays de l'OCDE (Brunel, 2014). Sur le plan de l'éducation, la région continue de demeurer le parent pauvre du monde. Le taux de scolarisation y est le plus faible au monde avec un enfant sur deux qui ne bénéficie pas d'une éducation de base (primaire). Alors que ce chiffre s'établit à 1/10 dans l'enseignement supérieur. Le chômage touche massivement les jeunes (BM, 2014). Plus de 388 millions de jeunes n'ont pas accès à un emploi dans la région subsaharienne<sup>62</sup>. Au Sahel, ce chiffre représente plus de la moitié de la population totale du Sahel<sup>63</sup>. Cela explique en grande partie, l'émigration clandestine (M'baye, 2013) et la prolifération de l'économie informelle ou de la

---

<sup>61</sup> Pour une synthèse voir : [http://www.librefrique.org/Kodila\\_PAS\\_190710](http://www.librefrique.org/Kodila_PAS_190710), consulté le 09/04/2016 ou encore Valette, A. (1994). L'évaluation des programmes d'ajustement structurel (PAS): quelques repères sur les outils et méthodes. Disponible sur : [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/b\\_fdi\\_03\\_05/010004046.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_05/010004046.pdf)

<sup>62</sup> Voir : <http://www.banquemondiale.org/fr/news/press-release/2015/10/16/africa-gains-in-health-education-but-numbers-of-poor-grow>, dernière consultation le 08/11/2017.

<sup>63</sup> Voir <http://www.banquemondiale.org/fr/news/press-release/2014/10/09/measurement-fundamental-ending-extreme-poverty-world-bank-report>, consulté le 21/06/2016.

débrouille qui représente plus de la moitié de l'emploi des pays (BM, 2010 et 2014) et plus des 2/3 des richesses créées (Brunel, 2014).

Ainsi, c'est dans ce contexte de détérioration des conditions de vie et d'accroissement démographique rapide que le rôle prépondérant du changement climatique est reconnu sur les migrations des populations sahéennes déployées comme stratégies d'adaptation face aux risques.

### **1.3. Reconnaissance internationale à travers les discours et plaidoiries.**

L'approche sécuritaire du changement climatique (Conseil de sécurité des NU, 2007, 2011 et 2015 ; Martens, 2015 et 2016) a été largement mobilisée dans les discours et plaidoiries pour sensibiliser l'opinion internationale des questions relatives aux migrations induites. D'après Galabbé (2015), de par les enjeux et les peurs instinctives (mythes de l'évasion, conflits, déstabilisation des Etats...), cette approche a permis, d'une part, d'attirer l'attention des dirigeants et du grand public et, d'autre part, de sécuriser les migrations dans les débats (conférences internationales sur le climat)<sup>64</sup>. Toutefois, comme nous allons le voir dans ce qui suit, les discours, plaidoiries et médias s'intéressent davantage à une partie des migrations induites. Les migrations internationales<sup>65</sup>. Les migrations internes (déplacements) ainsi que les trappes à non migration attirent peu.

De la convention sur l'environnement de Stockholm (1972) aux deux dernières conférences des parties - COP 21 à Paris (2015) et la COP 22 à Marrakech (2016) -<sup>66</sup>, le discours politique s'est intensifié avec un point d'orgue à partir de 2007. Les Nations unies, à travers les différents rapports, *side events* et contributions techniques des instances onusiennes (figure 8 qui suit), plaident pour la reconnaissance et la défense des droits des populations déplacées par les événements climatiques.

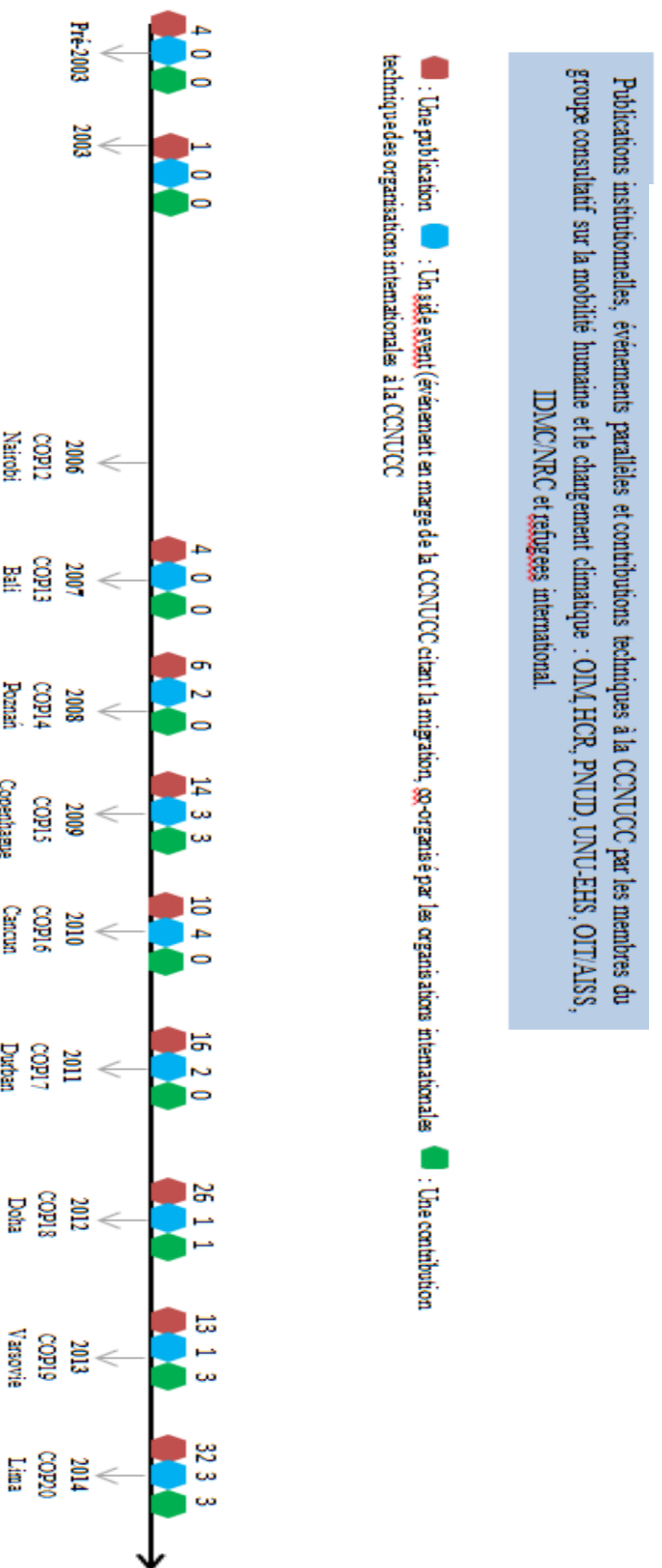
---

<sup>64</sup> Par conséquent, les migrations provoquées ou accélérées par le changement climatiques sont présentées comme une menace la prospérité économique, la paix, la stabilité et la sécurité internationale. Ainsi comme le mentionnent Ionesco et al., (2016, p.105) : « *le raisonnement est tellement simple qu'il suffit à emporter l'adhésion immédiate : des migrants, chassés en masse par le changement climatique, vont s'approprier les terres et les ressources d'autres communautés, et générer de ce fait tensions et conflits* »

<sup>65</sup> A cet effet, François Gémenne (2010, p.2) dans : Migrations et climat. Quel enjeu pour l'Europe? *Grande Europe*, fait remarquer que : « *même si on a tendance à imaginer qu'un nombre important de migrants pourraient chercher en Europe un cadre de vie plus favorable, l'ensemble des études empiriques montrent néanmoins que les dégradations attendues de l'environnement provoqueront un nombre relativement faible de migrations internationales, comparativement à l'ampleur des migrations internes* ».

<sup>66</sup> En passant par le deuxième sommet de la terre de Rio (1992), la signature du protocole de Kyoto (1997), Bali (2007), Poznań (2008), Copenhague (2009), Cancun (2010), Durban (2011).

Figure 8: travail scientifique des organisations internationales sur la migration, l'environnement et le changement climatique



Source : OIM (2015) repris par Gemeine et al., (2016) et adapté par l'auteur.

S'intéressant aux relations entre le climat et les migrations, l'ancien président américain en 2009, Barack Obama, lors du discours de remise du prix Nobel de la paix, déclarait que le changement climatique allait enclencher : « *davantage de sécheresse, davantage de migrations de masse- toutes choses qui alimentent les conflits pendant des décennies*<sup>67</sup> ». Désormais, les effets du changement climatique et ces conséquences sur les migrations de populations sont mentionnés dans les discours politiques<sup>68</sup>. Lors de l'avant dernière conférence des parties (COP) sur le climat à Paris, Laurent Fabius, président de ladite conférence, affirmait : « *le dérèglement climatique favorisera de plus en plus les grande vagues de réfugiés et les conflits violents dans les pays en développement [...]* »<sup>69</sup>. Et quelques semaines plus tard, Fabius va plus loin en affirmant que : « *C'est en définitive, la question de la paix ou de la guerre pour les générations à venir, la question première dès aujourd'hui et pour demain. Car si l'eau et la nourriture se raréfient et que des centaines de milliers de personnes sont contraintes à migrer, alors les questions sécuritaire s'imposeront à nous* »<sup>70</sup>. Sur cette même lancée, l'ex président français, François Hollande, affirmait : « *Si nous ne parvenons pas à un accord à Paris, les réfugiés climatiques seront encore plus nombreux dans dix, vingt ou trente ans. Parce que l'Afrique sera frappée de désertification, parce que des lacs comme le lac Tchad s'assècheront, des guerres surviendront et provoqueront des déplacements de populations* »<sup>71</sup>. Durant la même conférence, le parlement européen adopte une résolution, position officielle du parlement depuis le 28 septembre 2015, allant dans le sens de la reconnaissance d'un statut de protection des réfugiés climatiques. Ainsi, le parlement européen, en tant que membre à part entière de la COP21, à travers sa formulation demande que : « *la problématique des réfugiés climatiques et sa gravité... soit prises au sérieux* » et déplore que « *le statut de réfugié climatique ne soit pas encore reconnu* ».

Comme le soulignent Vlassopoulou et *al.*, (2013) dans le rapport scientifique *EXCLIM/Exil climatique* et plus récemment par Ionesco et *al.*, (2016), la montée en puissance des migrations climatiques dans l'agenda politique international peut être datée à partir de 2007 avec notamment les questions relatives à l'adaptation dont la migration serait l'une des plus puissantes stratégies.

---

<sup>67</sup> Barack Obama, discours d'acceptation du prix Nobel de la paix, le 10 décembre 2009, cité par Tertrais (2016).

<sup>68</sup> Nous pouvons citer parmi les plus célèbres: John Kerry (2014). Remarks on climate change, Jakarta, 16 février ; John Kerry (2009). Conférence de Copenhague, 16 décembre ; Ban Ki Moon (2015). Message à l'adresse de la conférence internationale sur les conséquences du changement climatique en matière de défense, 14 octobre.

<sup>69</sup> Laurent Fabius et Borge Brende (2015). « De l'Arctique au sahel, mobilisons-nous contre le dérèglement climatique », *Libération*, 17 mars.

<sup>70</sup> Laurent Fabius (2015). « La sécurité de l'Europe exige de stopper la dégradation du climat », *Le figaro*, 25 avril.

<sup>71</sup> Entretien au Figaro, 24 septembre 2015.

Dans cette perspective, le rapport du PNUD (2007-2008) sur le développement humain, intitulé « *La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé* », est publié en 2008 et les migrations climatiques y sont analysées comme une source de menace principale<sup>72</sup>. Les conséquences ainsi que les vulnérabilités dues au climat sont davantage étudiées – « *la bataille contre le changement climatique dangereux fait partie de la lutte pour l'humanité* ». Quant aux migrations, loin d'être une mal-adaptation face aux changements climatiques/environnementaux, elles font partie intégrante des politiques les plus pertinentes comme mentionné dans le rapport : « *Pour la première moitié du 21<sup>e</sup> siècle il n'y a pas d'alternatives à l'adaptation au changement climatique [...]. Et, la migration doit être mise au centre du cadre post Kyoto* » (PNUD, 2008, p.94).

Sur le plan littéraire, en 2008, dans un ouvrage intitulé *Climate War, best seller* mondial, Gwynne Dyer<sup>73</sup> mettait en scène l'invasion des pays industrialisés par des populations venues des pays en développement où les conditions de vie n'étaient plus soutenables à cause du changement climatique. Ce qui pousse ainsi les pays riches à utiliser leur arsenal nucléaire dans l'objectif de se défendre. Dans la même veine et dans une réflexion malthusienne, Harald Welzer<sup>74</sup> (2009) décrivait l'autodestruction de l'humanité suite à un manque de ressources et des migrations massives induites par le changement climatique. Le discours politique, alarmiste, va s'intensifier<sup>75</sup> en mettant en garde contre les conséquences migratoires d'une augmentation du climat de plus de 2° Celsius. Toutefois, Baillat (2015) montre empiriquement, pour des raisons de coût mais aussi de durcissement des politiques migratoires dans le monde développé (McAdam et Saul, 2010 ; Rahman, 2000), la faible propension aux migrations internationales des populations suite au changement climatique. Cette réflexion est largement soutenue par la communauté académique (Robalino et al., 2015 ; Dustmann et Okatenko, 2014 ; Machiori, Maystadt et Schumacher, 2012 ; Gray et Mueller 2012a et b ;). Pour l'auteur, cette approche déterministe du phénomène, qui ignore totalement les capacités adaptatives et de résilience interne des populations et l'imbrication des facteurs dans le processus migratoire, ne sert qu'à alimenter des peurs xénophobes (de Haas, 2008). Même si ce genre de discours a permis à la sensibilisation face aux migrations

---

<sup>72</sup> Dans ce rapport du PNUD sur le développement humain 2007-2008, le développement est pensé dans une approche inclusive notamment avec une place de choix réservée à l'adaptation au changement climatique dont la migration. En effet, dans le rapport il est souligné que : « *les pertes de productivités liées au changement climatique vont augmenter les inégalités [...] limiter les moyens de subsistance et augmenter les pressions qui génèrent des migrations forcées* ».

<sup>73</sup> Dyer, G. (2008). *Climate wars: The fight for survival as the world overheats*. Oxford, One World Publications.

<sup>74</sup> Welzer, H. (2009). *Les guerres du climat. Pourquoi on tue au XXI<sup>e</sup> siècle*, Gallimard.

<sup>75</sup> En plus des conférences sur le climat, le prix Nobel de la paix en 2007 sera attribué conjointement au GIEC et l'ancien vice-président américain Al Gore, tous deux fervents lutteurs contre le changement climatique. A cet effet, Tertrais (2016), dans « *Les guerres du climat : contre-enquête sur un mythe moderne* » publié dans la collection Débats, CNRS EDITIONS, souligne que cette distinction attribuée accrédièterait que la lutte contre le changement climatique serait une œuvre de paix.



climatiques, ces dernières demeurent pour l'essentiel internes (Foresight, 2011) et les prophéties apocalyptiques énoncées (Welzer, 2009 ; Dyer, 2008 et Raspail, 1977<sup>76</sup>) relèvent davantage de la science-fiction pour le moment.

Jusqu'à présent la mise à l'agenda international reste une question davantage discutée dans la sphère juridique avec comme principale question la reconnaissance d'un statut pour les migrants climatiques à l'instar des réfugiés. Toutefois, comme nous allons le voir dans la section qui suit, cette mise à l'agenda international, au même titre que les négociations sur le climat, demeure peu productive en termes de décisions concrètes.

#### **1.4. Difficile mise à l'agenda politique: enjeux et implications politiques**

Seraient-ils les oubliés du droit international et poseraient-ils un malaise institutionnel<sup>77</sup> afin que des politiques de gestion voire une gouvernance<sup>78</sup> des migrations induites par le changement climatique soient adoptées ? A l'heure actuelle, aucun cadre juridique spécifique n'existe pour la protection et la gestion des migrations induites par le changement climatique (Ionesco et al., 2016 ; Vlassopoulou et al., 2013 ; OIM, 2014). Plusieurs raisons pourraient expliquer cette absence de cadre juridique. Premièrement, les migrations induites par le climat ne font l'objet d'aucune définition claire ou consensuelle, ce qui rend complexe la définition d'un statut juridique (voir intro. générale). Deuxièmement, Le débat scientifique, qui devait constituer un support d'aide à des actions publiques pour les acteurs institutionnels (Gusfield, 1984), est fragmenté quant aux explications de la réalité des migrations induites (voir intro. générale) mais, également, la perception des enjeux<sup>79</sup> (Suhrke, 1994). Et,

---

<sup>76</sup> Dans un scénario catastrophique, l'auteur, dans son ouvrage intitulé *The Camp of Saints*, mettait en scène un peu plus d'un million de migrants/refugiés induits par le climat et l'environnement. Car, les personnes fuient la pauvreté et les calamités naturelles du delta du Grange en débarquant sur les côtes méditerranéennes de la France.

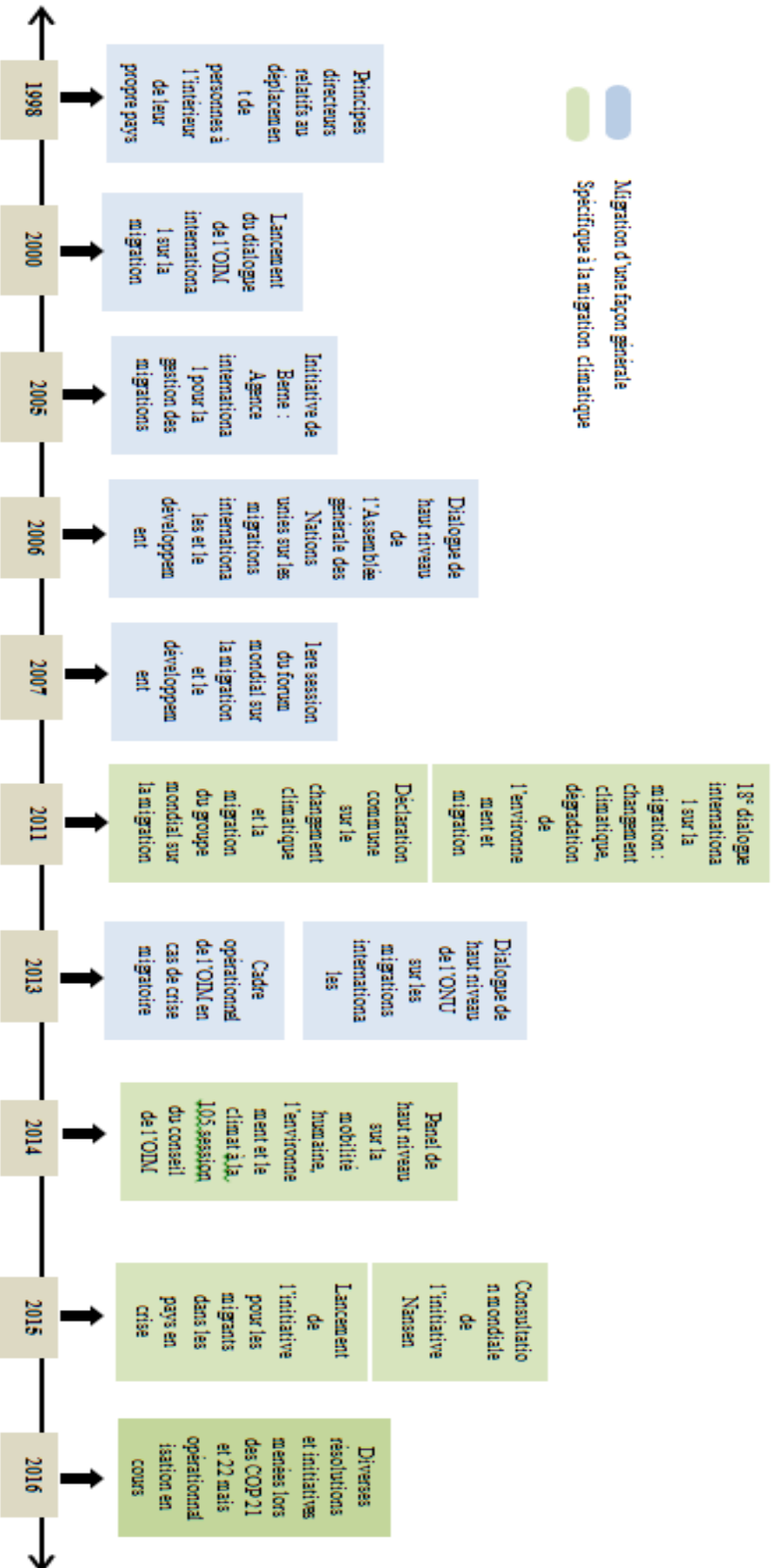
<sup>77</sup> Voir : Vlassopoulos, C. (2012). Des migrants environnementaux aux migrants climatiques: un enjeu définitionnel complexe. *Cultures & Conflicts*, (4), p.7-18. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/conflicts/18563#quotation>

<sup>78</sup> En matière de gestion ou de gouvernance des migrations, les deux définitions les plus utilisées sont celles proposées par l'OIM (2014, glossaire). La gestion des migrations désigne : « les nombreuses fonctions exercées par les pouvoirs publics dans le cadre d'un régime national et destinées à la gestion humaine et ordonnée de la migration transfrontalière, et plus particulièrement la gestion de l'entrée et de la présence d'étrangers à l'intérieur des frontières d'un Etat, et la protection des réfugiés et autres personnes ayant besoin de protection. Il renvoie à l'élaboration planifiée des mesures politiques, législatives et administratives visant à faire face aux problèmes migratoires essentiels ». La gouvernance quant à elle renvoie à : « un système d'institutions, de cadres juridiques, de mécanismes et de pratiques visant à réguler la migration et à protéger les migrants. Ce terme est utilisé de manière presque interchangeable avec celui de « gestion des migrations », quoique ce dernier soit parfois employé en un sens plus étroit pour désigner la réglementation des mouvements transfrontaliers à l'échelle nationale ». Dans le cadre des migrations accélérées ou provoquées par le changement climatique, les politiques de gestion ou de gouvernance pourraient désigner un ensemble d'institutions, de cadres juridiques, de mécanismes et de pratiques, concerté à un niveau national (gouvernance) et/ou supranational (gestion), que les Etats mettent en place pour protéger, encadrer et réinsérer les personnes impactées et qui ont fini par migrer (internes ou hors des frontières) mais, également, les populations piégées et qui se sont retrouvées dans une trappe à non migration.

<sup>79</sup> La division de la communauté scientifique entre maximalistes et minimalistes. Les maximalistes voient les migrations comme une conséquence directe inévitable du changement climatique dans certaines zones. Leur objectif est de sensibiliser par rapport au changement climatique et à la dégradation environnementale en leur conférant un visage humain : les réfugiés climatiques. Les minimalistes considèrent que les migrations sont multifactorielles y compris dans un contexte de

troisièmement, sur le plan institutionnel, les experts ne sont pas d'accord sur la manière de traiter le problème mal défini (trois approches s'opposent : la solidarité internationale, la responsabilité historique et la sécurité (voir intro. générale) (Felli, 2007 ; Galabbé, 2015). Cette situation d'absence de politique est parfaitement décrite par Vlassopoulou (2012) qui écrit : « *Les politiques publiques procèdent toujours par simplification des problèmes qu'elles visent à réguler mais pour qu'il y ait élaboration d'une politique publique il faut de prime abord que les problèmes à traiter aient fait l'objet d'une définition claire, ne serait-ce qu'éphémère, et qu'ils soient perçus comme politiquement et administrativement « gérables ». Les institutions n'aiment pas la complexité et l'imprécision* ».

Avec le foisonnement de la recherche scientifique (Piguet et *al.*, 2011 ; McLeman, 2013), la reconnaissance internationale (discours et plaidoiries) et les enjeux importants, le débat politique se construit au sein des instances internationales notamment lors des conférences sur le climat (figure 9 ci-dessous).



Source : Adaptation de l'auteur à partir de Gémeine et al., (2016)

Figure 9: Dates clés pour la migration et migration induite par le climat dans les processus politiques internationaux depuis 1998, année de départ.

Au niveau international, cinq options sont débattues (Felli, 2007 ; Badie et *al.*, 2007 ; Vlassopoulou, 2012 ; Schade, 2012 ; Cournil et Mayer 2014 ; Galabbé, 2015). Premièrement, l'extension de la convention de Genève de 1951 relative au statut international des réfugiés. Cette idée, avec les craintes émises (dévaluation de la protection du statut de réfugié), sont défendues par des auteurs tels que Zetter (2011) et les pays insulaires fortement menacés notamment les Maldives. L'avantage réside sur le fait que le cadre juridique existe déjà et que pratiquement tous les pays sont parties prenantes à ladite convention. Toutefois, la convention de Genève ne permet pas de prendre en compte les migrations internes provoquées ou accélérées par le changement climatique. Deuxièmement, l'extension des Principes directeurs sur les déplacements internes<sup>80</sup>. Dans ces principes, largement inspirés du droit international relatif aux droits de l'homme et du droit international humanitaire et y sont conformes, sont considérés comme déplacés internes : « *les personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays sont des personnes ou des groupes de personnes qui ont été forcés ou contraints à fuir ou à quitter leur foyer ou leur lieu de résidence habituel, notamment en raison d'un conflit armé, de situations de violence généralisée, de violations des droits de l'homme ou de catastrophes naturelles ou provoquées par l'homme ou pour en éviter les effets, et qui n'ont pas franchi les frontières internationalement reconnues d'un Etat* ». En dépit du fait qu'une extension puisse constituer une alternative vers une protection des migrants induits par le changement climatique (William, 2008), une faiblesse réside dans l'application effective des principes qui n'ont pas force de loi. Troisièmement, un protocole additionnel à la Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC) sur les migrations induites par le climat, jugé nécessaire en absence de cadre juridique mais pas suffisant (Biermann et Boas, 2010 ; Warner, 2011). Biermann et Boas (2010) notent que comme tout protocole international, il ne serait pas contraignant et, par conséquent, poserait un problème d'application. Quatrièmement, la création d'une convention internationale adaptée aux migrations induites par le changement climatique et environnemental. Plusieurs chercheurs et décideurs politiques, tels que Hodgkinson et *al.*, 2008 ; Docherty et Giannini, 2009 ; Ammer et *al.*, 2010 ; McAdam, 2010, Zetter, 2011 ; Koser, 2011 ; Cournil et Mayer, 2014, appellent à la création d'un nouveau cadre juridique régissant les migrations induites par le climat. Le problème majeur réside sur le fait de trouver une convention à vocation universelle dans un

---

<sup>80</sup> Comme stipulé par le HCR : « *Les présents Principes directeurs visent à répondre aux besoins particuliers des personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays à travers le monde. Y sont identifiés les droits et les garanties concernant la protection des personnes contre les déplacements forcés et la protection et l'aide qu'il convient de leur apporter au cours du processus de déplacement, ainsi que pendant leur retour ou leur réinstallation et leur réintégration* ». Les dits principes sont disponibles sur : <http://www.unhcr.org/fr/protection/idps/4b163f436/principes-directeurs-relatifs-deplacement-personnes-linterieur-propre-pays.html>.

domaine tel que les migrations induites au vu des effectifs qui pourraient être concernés. Et enfin, cinquièmement, la mise en place d'un mécanisme temporaire de protection des migrations induites par le climat et l'environnement. A cause de son caractère *ad hoc* (Cournil et Mayer, 2014), cette protection réclamée après le passage de l'ouragan Mitch au Nicaragua et à Honduras en 1998, est souvent jugée comme inadéquate. Elle ne permet pas une gestion des différentes phases des migrations induites.

Parallèlement aux discours internationaux, des initiatives isolées, nationales/sous régionales (Initiative de Nansen portée par la Suisse et la Norvège<sup>81</sup>), sont menées<sup>82</sup>.

Par conséquent, partant sur une conception plus intégratrice qui présente les migrations climatiques comme une stratégie à part entière d'adaptation face au changement climatique (PNUD, 2007 ; OIM, 2009 ; HCR, 2009), la mise à l'agenda international de la thématique est entamée lors du sommet de Cancun en 2010 avec la reconnaissance officielle des migrations comme une stratégie d'adaptation. L'adaptation au climat, qui intègre les migrations, devient de plus en plus indissociable aux questions de développement économique (Vlassopoulou et al., (2013). Il est soutenu dans ce rapport que : « *les pertes de productivités liées au changement climatique vont augmenter les inégalités [...] limiter les moyens de subsistances et augmenter les pressions qui génèrent des migrations forcées* ». Ainsi, au-delà des préoccupations d'ordre sécuritaire (sécurité et stabilité de l'ordre établis à travers la compétition sur les ressources naturelles mais, également, des conflits politiques et socio-économiques)<sup>83</sup>, les migrations induites par le climat compromettraient les efforts de lutte contre la pauvreté dans des régions du monde pauvres et exposées au changement climatique (BM, 2015, 2014, 2012b, 2010).

Nous constatons ainsi que la problématique des migrations induites est de plus en plus portée dans les cénacles internationaux et les Etats-nations s'alignent désormais sur la position onusienne<sup>84</sup>. Des panels et ateliers entiers sont consacrés exclusivement aux migrations

---

<sup>81</sup> Cette initiative, bien qu'adoptée par 109 Etats depuis 2015, n'est toujours pas mise en œuvre. L'objectif est de définir un cadre légal sur les migrations internationales induites par le changement climatique et environnemental à travers ce que les initiateurs appellent un « agenda de protection ».

<sup>82</sup> Pour plus de détails sur ses initiatives voir les pages 14-16 du rapport final scientifique EXCLIM/Exil climatique (2013). *Gérer les déplacements climatiques extrêmes. Gestions des impacts du changement climatiques (GICC)*, rédigé sous les responsabilités scientifiques de Chloé Vlassopoulou (coordinatrice) et François Mancebo. Disponible sur le lien : [http://www.reseau-terra.eu/exclim/IMG/pdf/exclim\\_rapport\\_final.pdf](http://www.reseau-terra.eu/exclim/IMG/pdf/exclim_rapport_final.pdf)

<sup>83</sup> Le caractère belligérant du climat (Welzer, 2008 ; Homer-Dixon, 1994) et de la migration qu'il induit, qui d'ailleurs est contesté empiriquement par certains auteurs, est largement inspiré par la théorie de la rareté environnementale (surpopulation et surexploitation des ressources : Hardin, G. (2009). The tragedy of the commons. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 1(3), 243-253.). La rareté des ressources induites se traduirait directement ou indirectement par des conflits.

<sup>84</sup> La migration est vue comme une stratégie d'adaptation face au changement climatique et non comme une menace à la sécurité internationale.

climatiques lors des différentes conférences sur le changement climatique et ceci depuis Copenhague comme en atteste la figure 9. A cet effet, l'Université des Nations unies, qui a consacré une chaire aux questions migratoires et climatiques<sup>85</sup>, estime que : « *on devrait envisager de réaliser des observations des migrations régionales, des évaluations détaillées par région et pays et des états de l'environnement et des flux migratoires ainsi que des projets pilotes sur les mesures d'adaptation* ».

Les migrations induites sont diverses et nécessitent des approches, en termes de politique, variées. En effet, les politiques envisagées devraient être ciblées avec un point particulier sur les différentes phases (*ante* migration, migration et *post* migration) et les natures (dimensions spatiale (internes *versus* internationales) et temporelle (temporaire *versus* définitive)) des migrations. Pour ce faire, la dernière section propose une catégorisation des migrations provoquées ou induites par le changement climatique qui pourrait servir de support à un cadre juridique pour des politiques ciblées.

### **1.5. Catégorisation des migrations et ciblage de politiques publiques**

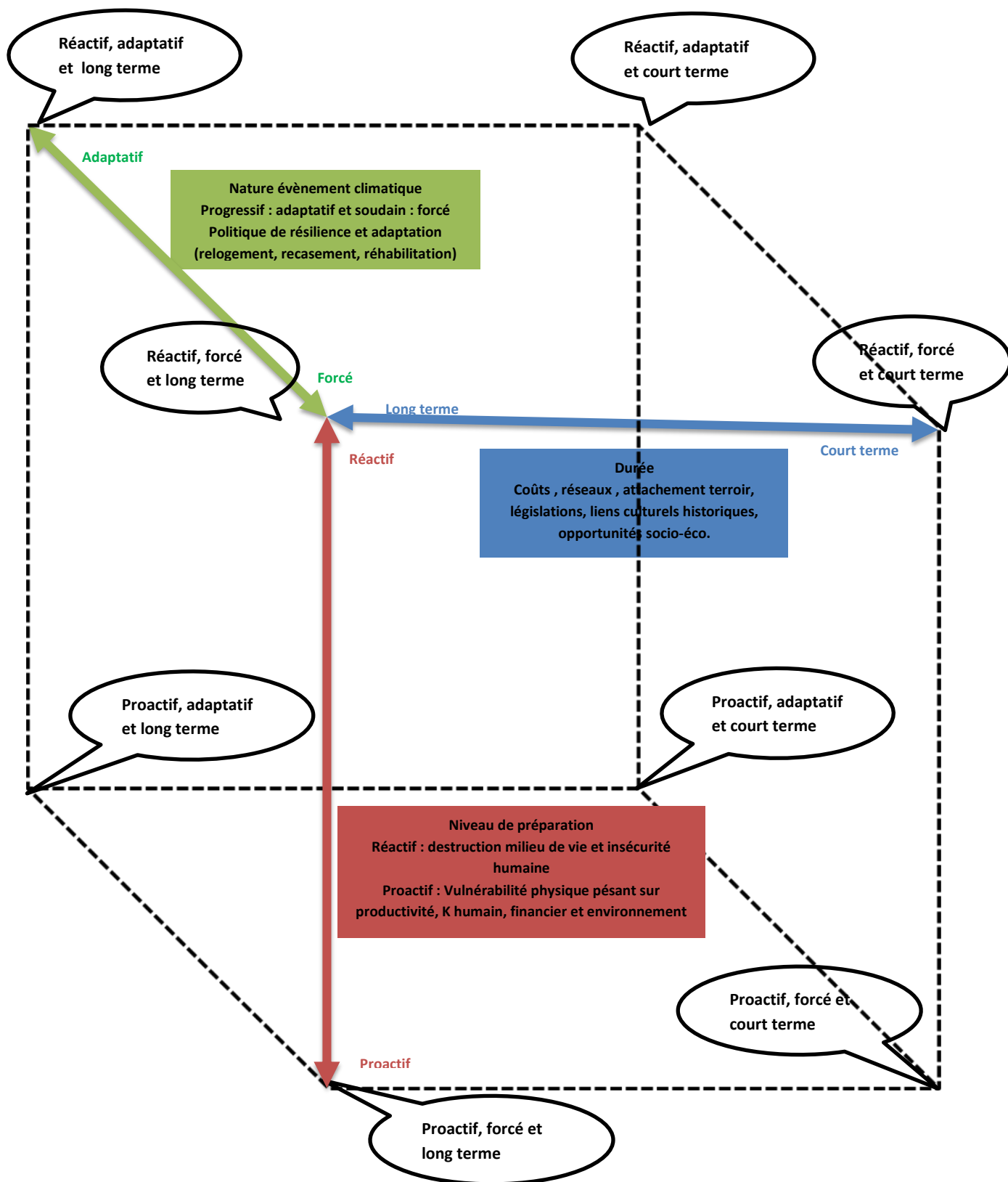
Au sein des chercheurs, il se pose la question de la pertinence de l'adoption d'un « statut de réfugié » à cause de son caractère juridique inapproprié (Cournil et Magezza, 2007 et Galabbé, 2015) face à des migrations pouvant prendre diverses formes (figure 10 ci-après). Les migrations internes, majoritaires, ne seraient pas couvertes par ce statut. Et, sur le plan politique, l'adoption d'une convention multilatérale à vocation universelle dans un domaine tel que les migrations, est peu réaliste. Par conséquent, la catégorisation des migrations, provoquées ou accélérées par le climat, pourrait permettre de définir des politiques plus appropriées selon les scénarios observés.

Cette réflexion sur la distinction des migrations dans un contexte de changement climatique, qui dépasserait largement les enjeux méthodologiques et sémantiques (Findlay, 2011), peut être représentée à travers la conception de Ionesco et *al.*, (2016) (figure 10 ci-après). Cette dernière, reste la plus complète dans l'analyse des trajectoires et temporalités en offrant trois entrées (durée, nature de l'évènement et niveau de préparation), échelonnées à plusieurs niveaux (long/court, proactif/réactif), complémentaires et ou substituables selon diverses raisons socio-écologiques.

---

<sup>85</sup> <https://unu.edu/migration>. Signalons également que l'OIM consacre un sous-département aux questions relatives aux migrations, environnement et changement climatique (MECC) disponible sur : <https://www.iom.int/fr/migration-et-changement-climatique>

Figure 10: Représentation simplifiée de différentes trajectoires (distances) et temporalités de la migration suite à un événement climatique.



Source: Adaptation de l'auteur à partir de Gémenne et al., (2016)

- Les migrations dites adaptatives renvoient à une catégorie de personnes qui quitte leur lieu habituel de résidence pour anticiper une détérioration progressive de leur condition de vie dans un contexte de vulnérabilité exacerbée par un changement climatique, généralement de type progressive. Dans ce cas, les migrations sont déployées souvent en dernier ressort et sur longue distance. Elles peuvent également s'effectuer sur courte distance pour répondre à une urgence climato-environnementale. Ce dernier cas correspond généralement à un évènement de type soudain mais, qui permet un retour possible des populations. Ainsi, les facteurs socio-économiques (coût, réseau, opportunités...) jouent un rôle déterminant dans les migrations adaptatives.

- Les migrations dites forcées par le changement climatique, comme le proposent Renaud et *al.*, (2011), correspondent à une catégorie de personnes qui doit quitter leur résidence habituelle de façon contrainte à cause des conditions de vie devenues insoutenables. Toutefois, contrairement aux migrations adaptatives, d'une part, le rythme des migrations forcées est plus lent que celui d'une réponse d'urgence dans le cadre de migrations adaptatives et, d'autre part, dans la plupart des cas, les personnes impactées ne peuvent plus entrevoir des migrations de retour à cause des pertes de terres occasionnées par les dégradations extrêmes, la salinisation des terres ou encore l'avancée ou l'élévation du niveau de la mer. Elles sont généralement proactives.

Cette distinction entre migrations adaptatives et forcées réside dans le niveau de coercition qui relève à la fois de la nature du changement climatique (progressif/soudain), de sa profondeur (dommages causés) mais, également, des conditions de vie socio-économiques des populations impactées. Dans les deux cas, nous observons que les facteurs socio-économiques ont un rôle significatif sur les trajectoires (migrations proactives et sur courte distance ou longue distance). Les migrations réactives dans un contexte de changement climatique renvoient à une catégorie de personnes qui doit fuir généralement un évènement extrême soudain (ouragan, tsunami, tremblement de terre...) pour sauver leur vie. Le facteur climato-environnemental joue un rôle premier direct dans les migrations. Généralement, les populations migrent sur courte distance à cause du faible niveau de préparation et vers les principaux centres de distribution de l'aide d'urgence (Tacoli, 2011).

Cette distinction des migrations pourrait servir de base de réflexion pour identifier des politiques. Toutefois, nous signalons qu'il n'est pas toujours aisé de distinguer les migrations adaptatives des migrations forcées. Par conséquent, notre distinction des migrations basée sur la nature du changement climatique, va davantage s'intéresser sur les formes de temporalités



(permanente ou définitive) et les dimensions (courte/longue et interne/international). Ce choix est justifié par le fait que selon les trajectoires permanentes ou définitives sur longue distance ou courte distance, des implications majeures rentrent en jeu dans les outils juridiques pour définir les statuts des migrants (réfugié, déplacé ou migrant) avec pour chacun des cas, des mécanismes de protection différents<sup>86</sup> (protection interne/internationale, relogement, réhabilitation, politiques d'urgence, protections habituelles de migrant) (Vlassopoulou et *al.*, 2013 ; Cournil et Mayer, 2014 Galabbé, 2015).

### **1.5.1. Manifestations du changement climatique, migrations et réponses politiques envisageables**

Dans la littérature, cette caractérisation des migrations induites dépend généralement de la manifestation du changement climatique et de sa profondeur (Black, 2001 ; McLeman et Smit, 2006, 2006 ; Gemmenne, 2011 ; Piguët et *al.*, 2011 ; Afifi, 2011 ; Renaud et *al.*, 2011 OIM, 2011 ; Hunter et Nawrotzki, 2011 ; McLeman, 2013, Ionesco et *al.*, 2016). Selon le GIEC (2007, 2013), une distinction peut être établie dans les manifestations du changement climatique entre les évènements climatiques de nature soudaine (*rapid-onset climate events*) tels que les phénomènes météorologiques extrêmes, les évènements climatiques à évolution lente (*slow-onset climate events*) comprenant la sécheresse, la désertification et la dégradation des terres et l'élévation du niveau de la mer. Cette distinction sur la nature du changement climatique s'avère importante. Car elle permet de déterminer la vulnérabilité au sens du GIEC -exposition, sensibilité et adaptation- du système (chap. 2, sous-section 2.3.1.1)- concept fondamental dans la caractérisation des formes prises par les migrations.

Dans ce qui suit, nous allons essayer de déterminer les différentes formes temporelles et dimensions géographiques prises par les migrations selon la nature du changement climatique et préconiser pour chacune des catégories de migration des politiques adaptées.

#### **1.5.1.1. Evènement climatiques soudains, migrations et politiques**

Ils sont constitués des évènements météorologiques et hydrologiques extrêmes définis par le CRED (2016) comme étant : « *un danger causé par des conditions météorologiques et atmosphériques extrêmes de courte durée, à l'échelle micro ou méso, qui durent de quelques minutes à quelques jours* ». Le GIEC, dans ses différents rapports de 2007 et 2014, établit

---

<sup>86</sup> Pour plus de détails voir l'étude du parlement européens de 2011 intitulée : *Climate refugees* ». *Legal and policy responses to environmentally induced migration*. Cette étude est disponible sur : <http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies.do?language=EN>

une corrélation robuste entre l'occurrence de ces événements (tempêtes, ouragans, inondation, cyclones, orages, glissement de terrain...) et le changement climatique.

Les migrations sont généralement internes (courte distance) et temporaires dans l'espoir de pouvoir revenir dans les meilleurs délais (McLeman et Smit, 2006 ; Basset et Turner, 2007). Les populations impréparées généralement adoptent une démarche réactive (survie notamment dans le cas de cyclones, ouragans, glissement de terrain), motivée par la proximité par rapport au lieu de départ. Toutefois, une certaine catégorie de populations, particulièrement vulnérables, pourrait tomber dans le paradoxe de l'immobilité ou de la trappe à non migration. Les migrations internationales sont peu probables dans ce cas de figure (Tacoli, 2009 ; Piguet et *al.*, 2011). Car les ressources des populations sont souvent détruites ce qui ne permet pas de supporter les coûts inhérents à une migration sur longue distance. Les personnes fuyant les événements climatiques extrêmes sont souvent déplacées à l'intérieur de leur pays ou de leurs régions respectives comme en illustrent les vagues d'inondations en 2005, 2007, 2008 et 2009 au Sahel (CILSS, 2012).

Les migrations dans le cas d'évènements soudains et extrêmes s'apparentent à des migrations forcées au sens de Renaud et *al.*, (2012)<sup>87</sup> mais, également, à des migrations adaptatives d'urgence. Dans ce cas de figure, les politiques à préconiser doivent être ciblées et peuvent aller dans le sens de :

- Si la résilience de la zone impactée est rapide et efficace (glissements de terrain, tempêtes...) : mettre en place des politiques temporaires de protection humanitaire et une réhabilitation des zones impactées ;
- Si la résilience est lente ou inefficace : les politiques de relogement sont à favoriser.

Cependant, des migrations internationales notamment entre pays frontaliers peuvent survenir mais, pour le moment, les politiques encadrant ce genre de migration restent limitées.

### ***1.5.1.2. Evènements climatique progressifs, migrations et politiques***

Ils correspondent aux sécheresses, dégradations des terres et à la désertification dont l'évolution lente ou graduelle a été accentuée par le changement climatique (GIEC, 2007 et 2014) impactant généralement de façon indirecte les migrations des populations (Afifi, 2011 ; Piguet et *al.*, 2011 ; McLeman, 2013). Ces événements sont définis par le CRED (2016)

---

<sup>87</sup> L'auteur parle de déplacements induits par le climat car il reconnaît les événements extrêmes comme les principaux facteurs explicatifs des migrations.

comme des désastres naturels climatologiques, c'est-à-dire : « *un danger causé par des processus atmosphériques à longue durée de vie, méso- ou macro-échelle, allant de variabilité climatique intra-saisonnière à multi-décennale* ». A cause de la dimension indirecte des événements progressifs dans les migrations humaines (Ionesco et al., 2016), il est difficile d'isoler le facteur climat. Des auteurs, tels que Warner (2008), Jager et al. (2009), Afifi (2011), Tacoli (2011), Warner et Afifi (2014) et Hunter et Nawrotzki (2016), dans différentes études sur la relation changement climatique-migrations, montrent que les facteurs socio-économiques, démographiques, politiques et environnementaux... constituent les variables de transmission par lesquelles, les événements climatiques à évolution lente influent sur les migrations.

Les migrations sont généralement entreprises en dernier ressort (Cissé et al., 2010 ; Brucker et al., 2012 ; Lalou et al., 2015). Une enquête réalisée par le Comité Inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS, 2009) au Burkina Faso, au Niger, au Nigeria et au Mali, montre que les ménages avant de s'engager dans un processus migratoire dans des situations de sécheresse vont succinctement : vendre une partie des actifs, adopter de nouvelles techniques/aménagements productifs, favoriser l'entraide/coopération et, enfin, attendre l'aide en dehors de la communauté (gouvernementale et/ou internationale).

La littérature scientifique met en évidence plusieurs catégories de migrants dont les formes varient en termes de temporalité (permanentes, temporaires) mais également géographique (interne ou, dans certains cas, en dehors des frontières nationales).

Ionesco et al., (2016) soulignent que dans le cas de sécheresse, températures extrêmes et feux de forêts, les migrations, généralement entreprises en dernier ressort, sont le résultats d'une conjonction de facteurs qui rendent les conditions de subsistance des populations non soutenables sur place<sup>88</sup>. Harouna (2008) et Cissé et al., (2010), dans deux études de cas respectivement au Niger et au Mali, montrent que dans les situations où les systèmes de production sont incapables d'assurer la survie pour des raisons tenant à des événements climatiques progressifs (sécheresses), les populations vont étendre leur capacité d'adaptation aux migrations, en cherchant hors de l'échelle locale proche les solutions de survie. Ainsi, les ménages peuvent envoyer un membre de leur famille temporairement vers d'autres localités.

---

<sup>88</sup> Les auteurs mentionnent : « *Les fermiers sans accès à l'irrigation, au stockage de l'eau ou à des méthodes alternatives sont particulièrement vulnérables aux sécheresses répétées. Ceux qui ne possèdent pas la terre sont exposés à une éviction quand le sol perd sa productivité ou si les propriétaires décident de passer à la mécanisation. Les sécheresses affectent également les éleveurs en perturbant leurs itinéraires et en sapant leur mode de vie traditionnelle. Enfin, elles sont source de tension notamment dans les régions frappées par une pénurie d'eau comme la Corne de l'Afrique...* » (Ionesco et al., 2016, p. 53-54)

Les remises de fonds qui peuvent en découler, permettent de préserver le système de survie de la famille restée sur place. Les études menées dans le cadre du projet EACH-FOR (2009)<sup>89</sup>, 23 études de cas qui visaient à documenter empiriquement le lien entre dégradations environnementales et migrations, montrent que souvent des migrations adaptatives sont déployées face aux préoccupations économiques, sociales et démographiques exacerbées par le climat. Findlay (2011) conclut que la trajectoire est déterminée, en partie, par les réseaux migratoires auxquels appartiennent les potentiels migrants (migrations anciennes de la communauté et/ou du ménage). Dans ce cas les migrations sont généralement internes et sur courte distance dans l'espoir de revenir (l'influence grandissante du facteur d'appartenance locale et l'attachement des populations agricoles à leur terre) (EACH-FOR, 2009 ; Findlay et Geddes, 2011). Toutefois, si des migrations sur longue distance sont entreprises, les lieux de destination privilégiés restent les grandes villes à l'intérieur du pays ou de la région : migration interne rurale vers centres urbains et péri-urbains. Ainsi, contrairement aux idées développées par Parry et *al.*, (2007) et Metz et *al.*, (2007), les migrations vers les pays occidentaux demeurent l'exception<sup>90</sup>. Signalons toutefois la possibilité d'existence de migrations internationales généralement transfrontalières. Ces dernières souvent sur courte période, s'observent entre localités situées de part et d'autre des frontières de deux pays (coûts moins élevés et frontières poreuses donc pas de législation migratoire contraignante au Sahel). Exemple, Afifi (2011) montre que les sécheresses des années 1970-1980 et la forte variabilité pluvieuse des années récentes au Burkina Faso, seraient explicatives en partie des migrations transfrontalières vers la Côte d'Ivoire.

Les migrations dans ce cas d'évènements climatiques à évolution lente tels que les sécheresses, les températures extrêmes ou encore les feux de forêts, seraient généralement adaptatives. Elles sont entreprises généralement en prévision d'une détérioration des conditions dans le futur ou parce que la migration est perçue comme offrant des opportunités plus attractives dans un contexte de dégradation de la qualité de vie dans la région d'origine

---

<sup>89</sup>Mené par 7 instituts de recherches européens, le projet avait deux buts principaux. Premièrement, explorer et décrire les causes de migration liées aux changements de l'environnement et deuxièmement, élaborer des scénarios plausibles d'évolution des migrations induites par les changements environnementaux. Pour ce faire, une méthodologie spécifique a été développée pour analyser le rôle de l'environnement dans la décision migratoire, et cette méthodologie a été testée dans 23 études de cas réparties dans plusieurs pays et sur tous les continents, de manière à pouvoir tirer certaines observations empiriques quant à la relation entre environnement et migrations dans différents contextes. Sur cette base, dans un premier temps, les experts locaux ont été interrogés à travers des entretiens semi-directifs et, dans un second temps, le travail de terrain a consisté à interroger des migrants et des non migrants à l'aide d'un questionnaire standardisé. Pour plus de détail voir : Jäger, J. et Gemenne, F. (2010). Le projet EACH-FOR, *Hommes et migrations*, 1284, p.10-15.

<sup>90</sup> En effet, les études des projets au Sahel, comme le Micle (2012), FEWSNET (2010) et EACH-FOR (2009), montrent que la migration climatique se pratique à l'intérieur des frontières ou entre régions frontalières de deux pays. La migration internationale, plus particulièrement vers les pays de l'OCDE, ne constituerait parfois qu'un second pas après la migration interne urbaine. Et dans ce cas précis, les trajectoires et temporalité sont davantage expliquées par les liens culturels (corridors migratoires) et historiques (colonisation, langue...) en relation avec les réseaux migratoires.

(Cissé et al, 2010). A travers les migrations circulaires agricoles et les envois de fonds (rémittances), les populations pourront s'adapter aux événements climatiques à évolution lente. Et comme le souligne Afifi (2011), les facteurs climatiques et environnementaux ne peuvent pas être isolés significativement des autres facteurs socio-économiques, démographiques, culturels, politico-institutionnels... Les politiques à envisager doivent d'avantage se situer dans la résilience et l'adaptation en réduisant la vulnérabilité des acteurs. Ainsi :

- Dans un premier temps, les politiques devraient faciliter les migrations comme solutions adaptatives et de réduction de risques à l'intérieur des frontières. Dans les études empiriques menées dans le cadre du programme EACH-FOR (2009), il est constaté que les migrations, en plus de renforcer la résilience face aux risques, permettent aux populations d'élargir leur source de revenu. Les politiques devraient être envisagées dans un cycle de vie migratoire : (i) *ante* migration par des politiques de résilience du milieu et de réduction de la sensibilité des populations face au changement climat et environnemental ; (ii) durant la migration, par un accès à l'information et (iii) *post* migration, par une protection des terres des migrants sur les lieux de départs (éviter l'accaparement et d'éventuels conflits fonciers) et une facilitation des retours par des projets d'adaptation ;

- Sur le plan international, l'aide au développement pourrait constituer un instrument de taille en favorisant la résilience et l'adaptation des populations dans les milieux impactés par ces événements naturels de types progressifs tels que les sécheresses. Cela peut passer par des projets durables et dont les rendements seraient moins tributaires du climat notamment dans les milieux ruraux. En termes de protection, la tâche s'avère difficile au vu du nombre qui pourrait réclamer un éventuel « statut » si ce dernier est adopté.

Parmi les événements climatiques à évolution lente, la dégradation des terres et la désertification peuvent donner prise à des migrations définitives sous forme d'exode rural notamment dans les régions où la dégradation des écosystèmes est devenue irréversible. Ce cas de figure a été observé au Sahel durant les deux grandes sécheresses ayant entraîné des famines et des afflux massifs de populations vers les centre urbains et péri-urbains (Barrios et al., 2006 ; Afifi et Warner, 2008 ; Harouna, 2008 ; McLeman, 2013 ; Gaye et al., 2015) . Dans le cadre de migrations intra-rurales, les populations vont vouloir reproduire les mêmes conditions de vie culturelles et socio-économiques *ante* événement climatique (Henry et al., 2004). Par conséquent, les trajectoires seront étroitement influencées par les similitudes entre localités de départ et d'arrivée. Black (1998) signale que les facteurs environnementaux seront

significativement identifiables dans les migrations des populations. Cette situation est généralement observée dans la corne de l'Afrique notamment en Ethiopie et au Soudan (Darfour) (PNUD, 2004 ; CILSS, 2009 ; Severino et Ray, 201).

Ces migrations sont généralement forcées. Car, les populations généralement ne pourront plus retourner dans leurs lieux d'habitation habituelle à cause du caractère irréversible des dégradations écologiques entraînées par le changement climatique. Par ailleurs, les trajectoires migratoires sont souvent orientées par les actions politico-institutionnelles. Dans le sens où dans ces pays en développement, les migrations suite à des dégradations des écosystèmes ont souvent lieu vers les centres urbains et péri-urbains, principaux lieux de distribution de l'aide (Tacoli, 2011). Au-delà de l'aide d'urgence, distribution alimentaire, les politiques à préconiser doivent aller dans le sens d'une protection des migrants permanents par des relogements durables.

#### **1.5.1.3. Elévation du niveau de la mer, migrations et politiques**

La montée du niveau de la mer<sup>91</sup> fait l'unanimité des chercheurs quant à ses effets directs sur les migrations humaines (Piguet et *al.*, 2011). Et, de plus, cet événement climatique à évolution lente va contribuer significativement sur d'autres facteurs climatiques de migration tels que les inondations, les tempêtes, les disponibilités en terres arables et les réserves hydriques à cause de la salinisation des sols et des nappes phréatiques. L'élévation du niveau de la mer est considérée, par certains auteurs tels que Smit et McLeman (2006), Piguet et *al.*, (2011), McLeman (2013) et Ionesco et *al.* (2016), comme le cas à venir le plus significatif de migrations forcées induites par le climat (avec la possibilité de départs progressifs et planifiés). Cela à cause de la forte exposition/sensibilité des zones côtières et humides (habitation, infrastructures, industries, activité agricole et pêche), la disparition éventuelle de certaines îles (Tuvalu, Kiribati, Maldives...) mais, également, le coût financier nécessaire (Kabat, Fresco et *al.*, 2009) pour organiser la résilience et l'adaptation des populations sur place à travers des politiques de construction d'infrastructure de protection notamment des digues (Tacoli, 2009 ; OIM, 2014 ; BM, 2013 et 2015).

Plusieurs études, telles que Nicholls et Lowe, (2004), MacGranahan et *al.* (2007), Anthoff, Nicholls et *al.*, 2006, ayant appliqué une projection moyenne de sensibilité du climat, estiment

---

<sup>91</sup> Selon le rapport du GIEC (2014) entre 1900 et 2110, le niveau de la mer a augmenté de près de 20 cm et d'ici la fin du siècle l'élévation va s'accélérer sous l'effet du réchauffement climatique en atteignant 2 mètres. En effet, le réchauffement de la planète contribue directement à l'élévation du niveau de la mer à travers deux mécanismes que sont : (i) l'expansion thermique de l'eau qui fait que sous l'effet de l'augmentation des températures l'eau se dilate et augmente en volume et (ii) la fonte des glaciers.

à plusieurs millions le nombre de migrants forcés par l'élévation du niveau de la mer et ses conséquences. En effet, avec un système d'information géographique (SIG), les conséquences de l'élévation du niveau de la mer en termes de migrations humaines sont susceptibles d'être simulées et projetées de façon fiable (configuration des côtes, altitudes et populations) (Piguet *et al.*, 2011). Les zones côtières basses, c'est-à-dire celles situées à une altitude de moins de 10m du niveau de la mer particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer (MacGranahan *et al.* (2007), représentent 2,2% des terres émergées de la planète pour une population totale estimée à plus 10,5% de celle mondiale. Soit plus de 600 millions de personnes dans le monde dont plus de la moitié vit dans les pays en développement (Granahan *et al.*, 2007). Anthoff, Nicholls *et al.*, (2006), pour leur part, projettent des migrations de plus de 350 millions de personnes dans les zones côtières si les scénarios d'augmentation du niveau de la mer de 0,3 à 0,8 mètre par an du GIEC (2007 et 2014) se confirment. Le dernier rapport du GIEC (2014) prévoit 145 millions de migrants induits directement par l'élévation du niveau de la mer dans les prochaines décennies dans les zones particulières vulnérables situées à une altitude de moins d'un mètre du niveau de la mer.

La dimension de l'élévation du niveau de la mer dans les migrations humaines constitue un défi complexe et majeur à venir. A cet effet, Piguet *et al.*, (2011, p. 4) affirment que : « *la réaction à l'élévation du niveau de la mer est plus complexe que le simple abandon des terres. La migration peut en effet se produire bien avant que l'espace ne devienne véritablement inhabitable ; à l'inverse, les populations concernées peuvent élaborer des stratégies d'adaptation et d'atténuation propres à différer de manière significative la nécessité de partir* ».

Les migrations généralement permanentes et proactives seront forcées dans le sens où les populations ne pourront pas revenir à cause de l'élément déclencheur. Elles peuvent s'effectuer à l'intérieur des frontières nationales ou à l'international notamment dans le cas des petits Etats insulaires. Il convient de distinguer les politiques entre celles des Etats dont certaines villes sont situées dans les zones basses côtières et celles des petits Etats insulaires.

- Dans le premier cas, rompre avec les logiques d'urbanisation galopante dans les zones côtières où se concentrent principalement les activités économiques en dépit de leur forte exposition et sensibilité à l'élévation du niveau de la mer. Par conséquent, les politiques de relogement nécessaires des populations forcées de migrer devraient s'effectuer à l'intérieur des terres ;

- Dans le cas des Etats insulaires, à défaut de pouvoir reloger les populations migrantes à cause de la petite superficie des Etats, d'une part, des accords bilatéraux entre pays voisins devraient être mis en place pour faciliter les migrations<sup>92</sup>. Et, d'autre part, dans les Etats insulaires particulièrement vulnérables, la solidarité internationale devrait se déployer à travers la reconnaissance d'un statut de « réfugié » climatique. Au vu des effectifs concernés -Etats généralement peu peuplés-, un consensus devrait être trouvé. Par ailleurs, cette coopération internationale devrait permettre de protéger les populations particulièrement pauvres qui tomberaient dans une trappe à non migration.

En résumé, notons que notre catégorisation des migrations dans le but d'explorer des pistes de réflexion possibles de politiques et instruments juridiques à mettre en place est loin d'être exhaustive. Car, les interactions entre changement climatique et migration, notamment dans les processus climatique à évolution lente, sont complexes. Toutefois, signalons que l'OIM dans un rapport de 2014 « *IOM Outlook on Migration, Environment and Climate Change* »<sup>93</sup> fournit un ensemble de mesures et droits (politiques) à chaque phase (Avant : prévention ou atténuation ; Pendant : protection et gestion et Après : retour, réinstallation et réinsertion) d'un événement climato-environnemental induisant des migrations humaines. Ce travail pourrait être complémentaire à notre réflexion sur la catégorisation des migrations pour des politiques plus pertinentes.

## 1.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous montrons qu'en dépit de l'augmentation des flux de déplacements de personnes imputée au climat dans le monde (IDMC, 2016) et des discours et plaidoiries vers une reconnaissance internationale, les politiques migratoires peinent à se concrétiser. Les rares politiques opérationnelles s'apparentent généralement à des interventions d'urgence marquées par une incohérence inter temporelle entre l'engagement structurel imposé par les migrations induites par le changement et les actions conjoncturelles, coûteuses et inefficaces, des décideurs publics. Afin de déterminer plus précisément les concours des interventions

---

<sup>92</sup> Kiribati a acheté 20 km<sup>2</sup> de terres dans les Fidji pour faire face à d'éventuelles migrations forcées dus à un risque de submersion importante ou totale (GIEC, 2013). Tuvalu est en train de signer des accords de coopération avec ses voisins notamment Australie et Nouvelle-Zélande, pour faciliter les migrations des populations particulièrement vulnérables face à la montée des eaux de la mer.

Pour plus de détails dans le cas d'achat de terre de Kiribati voir : LE MONDE du 14/06/2014 intitulé : « Face à l'élévation du Pacifique, Kiribati achète km<sup>2</sup> de terre refuge au Fidji », disponible sur :

[http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/06/14/face-a-l-elevation-du-pacifique-kiribati-achete-20km2-de-terre-refuge-aux-fidji\\_4438266\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/06/14/face-a-l-elevation-du-pacifique-kiribati-achete-20km2-de-terre-refuge-aux-fidji_4438266_3244.html), dernière consultation le 25/12/2017.

<sup>93</sup> Rapport disponible sur : [http://publications.iom.int/system/files/pdf/mecc\\_outlook.pdf](http://publications.iom.int/system/files/pdf/mecc_outlook.pdf), dernière consultation le 31/12/2017.



publiques, nous avons essayé de catégoriser les migrations dans le but de contribuer à la réflexion de politiques ciblées.

Cependant, en dépit de l'achoppement d'adoption de politique internationale, le débat se construit et les migrations induites, analysées au début sous le spectre sécuritaire, sont de plus en plus perçues comme des stratégies d'ajustement efficaces (OIM, 2014). D'après le GIEC (2014), les migrations sont une stratégie d'adaptation dans toutes les régions du monde confrontées à la variabilité et au changement climatique. *« Dans le contexte des migrations, l'adaptation s'entend au sens large du terme et englobe la migration forcée et volontaire, la migration interne et transfrontalière, les effets positifs et négatifs de la dégradation de l'environnement et du changement climatique sur les migrations, les déplacements et la réimplantation planifiée. Cette définition comprend en outre l'adaptation à des phénomènes environnementaux plus vastes tels que des catastrophes naturelles, y compris des épisodes géophysiques (tremblements de terre ou tsunamis), et des catastrophes provoquées par l'homme »* (OIM, 2014).

Les migrations comme stratégie d'adaptation efficace devrait permettre de réduire les vulnérabilités des populations notamment celles liées au changement climatique (les petits Etats insulaires face au risque de submersion) et à la forte pression démographique sur les ressources naturelles dans des régions fortement exposées aux changements climatiques et environnementaux tel que le Sahel. L'enjeu est de favoriser des politiques de gestion efficaces des migrations qui prennent en compte dans les analyses la résilience et l'adaptation (remises de fonds et évolution des pratiques par exemple) que peuvent procurer les migrations dans un contexte de changement climatique. Toutefois, dans les pays en développement particulièrement touchés, des politiques nationales d'accompagnement et d'optimisation du potentiel migratoire interne restent à définir. Pour y remédier, des efforts scientifiques doivent être consacrés dans le but d'une meilleure compréhension et explication du *nexus* climat-migrations.

**Chapitre 2 : Caractériser la complexité des interactions socio-écologiques  
« climat-migrations » dans la région sahélienne: une question d'échelle.**

## 2.1. Introduction

Dans la question complexe<sup>94</sup> des dimensions du changement climatique dans les migrations humaines (Piguet et al., 2011 ; McLeman, 2013 ; Ionesco et al., 2016), la région sahélienne, loin de la seule lecture médiatique, apparaît comme une évidence dans les discours, plaidoiries et certaines études scientifiques. Quand bien même que certains ne s'attachent pas à analyser l'hétérogénéité des manifestations du climat et de leurs impacts sur les populations sur cette vaste étendue (cf. introduction générale partie 1). La vulnérabilité au climat-degré de capacité d'un système de faire face ou non aux effets néfastes du changement climatique (GIEC, 2014)- de la région en explique pareil constat d'un Sahel des migrations induites par le climat.

Tout d'abord, la vulnérabilité des sociétés de cette région du monde témoigne de redoutables défis à affronter, allant de la maîtrise démographique, la pauvreté galopante, à l'insécurité alimentaire et aux crises institutionnelles chroniques (CSAO, 2012 ; PNUD, 2010 ; BM, 2013 et 2014). La majorité de la population sahélienne, rurale et relativement jeune, fait face au quotidien à des contraintes liées à la volatilité des prix des denrées de premières nécessités sur le marché<sup>95</sup>, à l'inaccessibilité des intrants et semences agricoles, au non accès aux services socio-éducatifs de base conformes, des réseaux de communications inexistantes ou de très mauvaise qualité et, depuis le début des années 2000, à l'insécurité quotidienne, dans

---

<sup>94</sup> Selon le Réseau Intelligence de la Complexité « *faire pour comprendre, comprendre pour faire* » animé par l'Association Européenne Modélisation de la Complexité (MCX) et l'Association pour la Pensée Complexe (APC), la définition suivante de la complexité peut être retenue : « *Ce n'est pas tant la multiplicité des composants, ni même la diversité de leurs interrelations, qui caractérisent la complexité d'un système : tant qu'ils sont pratiquement et exhaustivement dénombrables on sera en présence d'un système compliqué (ou hyper compliqué), dont un dénombrement combinatoire pourrait permettre de décrire tous les comportements possibles (et par là de prédire son comportement effectif à chaque instant dès que la règle ou le programme qui les régit est connue) : en termes mathématico-informatiques on dit alors qu'on est en présence d'un "problème polynomial" ("P. Problem"). C'est l'imprévisibilité potentielle (non calculable a priori) des comportements de ce système, liée en particulier à la récursivité qui affecte le fonctionnement de ses composants ("en fonctionnant ils se transforment"), suscitant des phénomènes d'émergence certes intelligibles, mais non toujours prévisibles. Les comportements observés des systèmes vivants et des systèmes sociaux fournissent d'innombrables exemples de cette complexité* ». Toutefois, comme le souligne le site de MCX et APC, la science positive, se focalisant sur le caractère mot problème et non mot solution (Morin ,2005) de la complexité, a semblé « baissé le bras » pendant plusieurs siècles face aux phénomènes complexe, préférant ne vouloir connaître que le « scientifiquement prévisible » ou « calculable ». Et, tout ceci avant que G. Bachelard ne lui rappelle « son idéal de complexité » qui est de rendre le merveilleux intelligible sans le détruire. Car, Gaston Bachelard, ne voyait d'ailleurs dans la nature rien de simple, mais que du simplifié (Morin, 1991). Historique, dans la science, la notion de complexité a été introduite par Weaver en 1948 dans le but d'ouvrir de nouvelles voies à « l'intelligence de la complexité ». Cette dernière que P. Valéry avait pensé comme étant « une intelligible imprévisibilité essentielle ». Cependant, comme l'affirme le site MCX APC, Edgard Morin à partir de 1977 ("La Méthode", T. I) établira le "Paradigme de la complexité" qui assure désormais le cadre conceptuel dans lequel peuvent se développer nos exercices de modélisation des phénomènes que nous percevons complexes ("point de vue") : une complexité à la fois organisée et, récursivement, organisante.

Pour plus de détails sur la définition et la compréhension retenues de la notion de complexité voir : <http://www.intelligence-complexite.org/fr/documents/lexique-de-termes-de-la-complexite.html>, dernière consultation le 05/10/2017.

<sup>95</sup> Les crises de la faim en 2007 et 2008 dans les pays sahéliens. Pour aller plus loin voir : <http://www.politique-africaine.com/numeros/pdf/intro/119005.pdf>, <https://www.cairn.info/revue-politique-etrangere-2009-2-page-251.htm>, [http://www.afriqueverte.org/r2\\_public/media/fck/File/Documentation/crise-alimentaire-2008.pdf](http://www.afriqueverte.org/r2_public/media/fck/File/Documentation/crise-alimentaire-2008.pdf), <https://www.mediapart.fr/journal/international/180610/le-sahel-meurt-de-faim?onglet=full>.

certaines zones, symbolisée par les menaces djihadistes et de toutes autres natures (rébellion, conflit communautaires)<sup>96</sup>.

Ensuite, de nouvelles inquiétudes climatiques viennent s'y ajouter<sup>97</sup> (Nicholson, 2014, 2013 et 2005 ; Decroix et *al.*, 2015). Au cours des cinquante dernières années, l'évolution tendancielle des variables climatiques montre une augmentation des températures, des sécheresses récurrentes dans certaines parties de la région parallèlement à une fréquence plus intense d'inondations dans d'autres parties (chap.2, sous-section 2.2.2). Prise dans son ensemble, la région constitue un vrai paradoxe climatique<sup>98</sup>. Hulme (2001) qualifie les sécheresses des années 1970 et 1980 dans la région (voir chap.2 sous-section 2.2.2.1) comme le changement du climat le plus étendu et le plus intense jamais mesuré au monde alors que le GIEC (2007 et 2014), face aux fluctuations récentes du climat qui se sont accélérées depuis les années 2000 (L'Hote et *al.*, 2002 et Ardoin et *al.*, 2003 ; Nicholson, 2014) , qualifie la région comme celle étant la plus vulnérable au changement climatique.

Et, enfin, comme l'affirment Sultan et *al.*, (2015), les populations sahéliennes sont particulièrement concernées par le changement climatique car, une corrélation significative réside entre le climat et les ressources alimentaires, hydriques, financières et conditions sanitaires des populations. Les performances économiques du secteur primaire agricole - environ 20% de la valeur ajoutée de l'économie, 70% de la main d'œuvre totale et moins de 7% des terres arables irriguées (FAO, 2013)- sont expliquées en grande partie par les conditions pluviométriques (Sultan et *al.*, 2015 ; Sultan et Gaetani, 2016). La vulnérabilité socio-économique des populations (pauvreté et croissance démographique rapide) accentuée par le changement climatique et ses impacts négatifs (dégradation des sols, épidémies, stress hydrique...) font que les populations de cette région, contrairement à celles des pays développés (BM, 2014), ont un faible accès aux moyens d'adaptation que peuvent constituer

---

<sup>96</sup> Pour une synthèse voir : Laurent, S. (2013). *Sahelistan*. Le Seuil. ou encore Michalon, J. B. (2015). Africanistan. L'Afrique en crise va-t-elle se retrouver dans nos banlieues? *Afrique contemporaine*, (4), 164-166. Les auteurs montrent que certains pays peinent à administrer l'étendue de leur territoire national (la guerre au nord Mali, la Somalie divisée en trois territoires : Somalie, Somali land, Portland ; les deux Soudan notamment ; le nord Niger, le nord Nigeria dit « Nigéria inutile » avec Boko Haram...).

<sup>97</sup> Cependant, la région n'en demeure pas moins d'un dynamisme et d'une vitalité. Pour plus de détails voir le dernier rapport de la CNUCED (2016) sur le développement économique de l'Afrique : « Dynamique de la dette et financement du développement », disponible sur le lien : [http://unctad.org/fr/PublicationsLibrary/aldeafrika2016\\_fr.pdf](http://unctad.org/fr/PublicationsLibrary/aldeafrika2016_fr.pdf) , consulté le 28/01/2017. Voir également, l'article paru dans Le Monde du 19/05/2014 intitulé : La croissance en Afrique accélérée, disponible sur le lien : [http://www.lemonde.fr/economie/article/2014/05/19/la-croissance-en-afrique-accelere-et-se-diversifie\\_4421400\\_3234.html](http://www.lemonde.fr/economie/article/2014/05/19/la-croissance-en-afrique-accelere-et-se-diversifie_4421400_3234.html) , consulté le 28/01/2017.

<sup>98</sup> En effet, depuis 2002 de fortes pluies provoquant des inondations ont été observées à certaines périodes (2005, 2007, 2008 et 2009) dans toute la région sahélienne qui est plutôt réputée pour ses déficits pluvieux chroniques. Une forte variabilité pluvieuse interannuelle est observée. Pour plus de détails voir : <https://pg.hypotheses.org/262>, consulté le 10/02/2017.

la mécanisation, les engrais, les semences améliorées ou adaptées. Ce qui constitue une réduction des capacités adaptatives *in situ*<sup>99</sup> des populations.

Toutefois, malgré la vulnérabilité grandissante des populations sahéniennes, des stratégies familiales/communautaires ont toujours été adoptées pour faire face aux multiples risques. Et parmi celles-ci, nous pouvons citer les migrations qui vont au-delà des réponses sur place d'ordres agronomique et sociétal (systèmes de production et de consommation...). Ces migrations traditionnelles saisonnières, qualifiées de courtes tant sur la durée que la distance (généralement intra-rurales), obéissaient à un cycle saisonnier (Lalou et Delauney, 2015). Elles indiquaient une volonté de saisir des opportunités d'emploi possibles ailleurs durant la saison dite morte (saison sèche). Cependant, l'intensification du changement climatique –en termes d'élévation du niveau de la mer, multiplication des catastrophes naturelles, sécheresses, inondations, modification du régime pluviométrique, augmentation rapide des températures – et ses conséquences profondes– baisse productivité agricole, stress hydrique, dégradation du milieu naturel aggravant la sécurité alimentaire, humaine et la santé publique– dans cette région (GIEC, 2007, 2013 ; CILSS, 2013 ; PNUD, 2010, BM, 2013) ont conduit à une transformation des trajectoires de mobilité humaine (Findley, 1994 ; Henry et *al.*, 1994). Contrairement aux pratiques ancestrales, les tendances actuelles migratoires mettent en évidence des déplacements internes vers les centres urbains et péri-urbains. En effet, au Sahel, sous les effets des sécheresses des années 1970 et 1980 et de la croissance démographique, les migrations saisonnières ont décliné fortement laissant place à une migration plus permanente et plus longue comme en atteste l'urbanisation rapide et incontrôlée des principales villes sahéniennes (Tacoli, 2009 et 2011 ; Garenne, 2016), résultat en grande partie de la diminution de la pluviométrie corrélée positivement à l'exode rural (Barrios et *al.*, 2006 ; Afifi et Warner, 2008).

Nous constatons que ce qui est décrit souvent par les politiques comme une crise migratoire induite par le changement climatique au Sahel, serait l'expression d'une transformation socio-écologique. Cette dernière renvoie à l'idée selon laquelle il n'existe pas de dichotomie entre société et environnement écologique (Adger, 2006). Les actions humaines et les structures sociales ne peuvent pas être séparées des contextes écologiques. Par conséquent, les migrations dans un contexte de changement climatique font partie intégrante d'un système socio-écologique. Toute distinction entre sous-système social et sous-système naturel serait

---

<sup>99</sup> Une adaptation sur place, c'est-à-dire là où se sont produits le changement climatique et ses impacts négatifs sur l'environnement et les populations.

arbitraire dans l'analyse. Car, il est généralement admis que le sous-système naturel fait référence aux processus biologiques et biophysiques tandis que le sous-système social est constitué de règles et institutions qui prennent part dans l'utilisation humaine des ressources aussi bien système de connaissance et éthique (Berkes et Folke, 1998). Ainsi dans une approche systémique, les migrations sahéliennes dans un contexte changement climatique devraient être analysées comme une stratégie, efficace ou pas, des populations au même titre que toutes les autres stratégies (voir chap. 2, sous-section 2.3.2, figure 21) apprises avec le temps pour faire face aux différentes crises qu'a connues la région. Cette conception, système socio-écologique, pertinente au Sahel, répond à un double objectif. D'une part, ne plus réduire les migrations en lien avec le changement climatique à une relation mono-causale directe allant du climat aux migrations mais, réinsérer les flux migratoires, suite à un évènement climatique, dans tout un contexte socio-écologique. Et, d'autre part, permettre un ciblage des politiques dans les pays sahéliens où l'une des conséquences majeures du changement climatique sur les sociétés, les migrations (PNUD, 2007 ; OIM, 2009 ; HCR, 2009), est davantage perçue comme une préoccupation d'ordre sécuritaire (Conseil de sécurité des NU, 2007, 2011 et 2015 ; Christiansen, 2016 ; Werz et Hoffman, 2016).

Cette stratégie d'adaptation parmi d'autres, nous permet d'aborder les interactions climat-migrations au Sahel comme une transformation des pratiques socio-écologiques à plusieurs niveaux. Celui des communautés pastorales (transhumants) et sédentaires (paysans), mais aussi celui des Etats-nations auxquels sont insérées les populations nomades et sédentaires. Dans cette perspective, pour aborder la question complexe des interactions dynamiques entre changement climatique et migrations humaines en milieu sahélien caractérisé par une diversité spatiale, il est nécessaire, pour une meilleure analyse des ruptures et transformations qui se sont manifestées depuis les deux grandes sécheresses, de connaître l'élément principal généralement mis en cause, en l'occurrence le climat.

Sur le plan politique, malgré des études dont les résultats établissent, d'une part, une corrélation significative entre climat et migrations humaines au Sahel (CILSS, 2013 ; PNUD/PNUER, 2010 et 2014 ; Afifi, 2011 ; Jonsson, 2010, ; OIM, 2010 ; Henry et *al.*, 2002) et, d'autre part, le fait que les migrations peuvent constituer une réelle stratégie d'adaptation<sup>100</sup> (Nations unies, 2015 ; BM, 2014 ; Exclim, 2013 ; Foresight, 2011 ; OIM,

---

<sup>100</sup>Les travaux empiriques en science sociale sur les interactions climat-milieu naturel et population, montrent une « adéquation » (Janty, 2013), ou encore une « intimité » (Peyrusaubes, 2013) entre changement climatique/environnemental et changements des pratiques sociales et plus particulièrement la migration. Et à cet effet, Gastineau et *al.* (2015, p. 233) énoncent les trois résultats fondamentaux des sciences sociales sur l'adaptation des populations rurales sahéliennes face au

2014, McLeman et Smit, 2006), les bouleversements observés dans les pratiques sociales ne font l'objet d'aucune politique pertinente pour le moment dans la région (Diallo et Renou, 2015).

Ce chapitre, divisé en deux sections, procède comme suit. La section 1 s'intéresse à l'évolution du climat sahélier, entre rupture et variabilité climatique. La caractérisation du climat met en évidence une hétérogénéité physico-climatique de la région (entre l'est, le centre et l'ouest sahélier). Auparavant, une définition des notions climatiques clés est opérée. La section 2, partant de l'hétérogénéité de l'évolution des conditions climatiques au Sahel qui, à son tour, rend complexe et/ou insuffisant respectivement les cadres d'analyse minimaliste et/ou maximaliste, propose de repenser les interactions en termes de vulnérabilité systémique. En effet, l'analyse des interactions climat-migrations dans un concept systémique nécessite une redéfinition des échelles spatiales et temporelles indispensable à la compréhension des relations climat-migration dans la région.

## **2.2. Evolution récente du climat au Sahel : entre rupture et variabilité des conditions climatiques**

De par son impact significatif sur les performances économiques –l'agriculture pour l'essentiel pluviale, 93% des terres cultivées, représente en moyenne ¼ de la valeur ajoutée des économies et emploie approximativement 70% de la main d'œuvre active (FAO, 2013)– et sa place primordiale dans les préoccupations sociétales sahéliennes –l'agriculture vivrière essentiellement pluviale constitue plus de 80% de l'ensemble des céréales consommées en Afrique subsaharienne (CSAO, 2013 et FAO, 2010<sup>101</sup>)–, la connaissance de l'évolution du climat, en particulier la pluviométrie et les températures, constitue un enjeu fondamental.

Toutefois, avant d'étudier les tendances des températures, de modification du calendrier des pluies, de diminution des pluies ainsi que leurs échelles spatio-temporelles telles qu'annoncées par le GIEC (2007, 2013), le CSAO (2013) et divers experts climatologues du Sahel (Decroix et *al.*, 2015 ; Nicholson, 2014, 2013 et 2005 ; Ali et Lebel, 2009 ; Dai et *al.*, 2004 ; Ozer et *al.*, 2003 ; Hulme, 2001 ; Lamb, 1983), la définition de certaines notions climatologiques s'impose.

---

climat changeant : « (i) adéquation entre gestion des ressources environnementales et forme d'organisation sociale et familiale dans les sociétés orales ; (ii) l'adaptation est une caractéristique ancienne de ces sociétés et (iii) la complexité des formes d'adaptation).

<sup>101</sup> <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

### 2.2.1. Définitions<sup>102</sup> de quelques termes climatiques récurrents dans la caractérisation du climat au Sahel

Tout d'abord, Il convient de préciser la différence entre **météo** (le « temps qu'il fait ») et **climat** qui réside dans la composante uniquement temporelle. La météo décrit le système climatique à un instant donné, de l'instant présent jusqu'à quelques jours tout au plus, pour un endroit donné. Il se distingue du climat qui est un ensemble de conditions météorologiques moyennes (**température, précipitation, vent...**) d'une localité sur longue période. D'après le Glossaire du 5<sup>e</sup> rapport du GIEC (2014), le climat, au sens étroit du terme, désigne le temps moyen ou, plus précisément, se réfère à une description statistique fondée sur les moyennes et la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire des millions d'années. La période type, définie par l'Organisation météorologique mondiale, est de 30 ans. Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, la hauteur de précipitation et le vent. Dans un sens plus large, le climat désigne l'état du système climatique, y compris sa description statistique. Il est important de noter qu'au Sahel, d'un côté, la pluviométrie, dont le cumul annuel moyen est le plus pertinent pour déterminer son évolution, est le produit de systèmes orageux de grande extension spatiale (Vischel et *al.*, 2015) allant d'est en ouest sur une vitesse vertigineuse de dizaine de km par heure<sup>103</sup>. Les **isohyètes** qui constituent la délimitation climatologique naturelle du Sahel, 200 mn au nord et 700 mn au sud, désignent selon le GIEC (2014) : « *les lignes reliant sur une carte les points qui reçoivent la même quantité de pluie* ». Et, de l'autre côté, les températures, variable au cœur des bilans d'eau avec des impacts directs et indirects sur les populations (productivité agricole et santé publique), sont souvent exprimées en termes minimales et maximales pour comprendre son évolution<sup>104</sup>. Les températures minimales, abréviation TN, correspondent aux températures les plus basses au cours d'une journée de 24. Généralement, elles correspondent aux températures recueillies durant la nuit, plus précisément entre 18h U.T.C la veille et 18h le jour même. Les températures maximales, notées TX, correspondent à celles les plus élevées au cours d'une journée de 24h, plus précisément entre 6h U.T.C et 6h le lendemain.

---

<sup>102</sup> Les définitions utilisées sont globalement celles proposées dans les glossaires du GIEC (2014 et 2007). Ce sont les définitions les plus usitées. Le rapport du GIEC (2013), consulté en mars 2017, est disponible en français sur le lien : [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)

<sup>103</sup> Vischel, et *al.*, (2015) nous rappelle que le système orageux est appelé dans le jargon des climatologues système convectifs de méso échelle (SCM). Les auteurs montrent son importance dans la pluviométrie en donnant quelques chiffres : « *les SCM expliquent 80% de la pluie annuelle, les 20% restant résultant d'orages plus localisés (Mathieu et al., 2002)* » (p.47-48). Au Sahel la pluviométrie résulterait annuellement d'une quarantaine de SCM dont 50% tombent en moins de 4heures (Balme et *al.*, 2006b). Ce qui témoigne d'une forte irrégularité sur toute une saison pluvieuse.

<sup>104</sup> Cf. *Diurnal Temperature Range* (cycle diurne) dont l'importance au Sahel est largement documenté par Karl et *al.*, (1991 et 1993) et Easterling et *al.*, (1997).



Selon la CCNUCC (1992, p.7)<sup>105</sup>, **les changements climatiques** désignent : « *les changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables* ». Autrement dit, la CCNUCC fait une distinction entre **changement climatique** et **variabilité climatique**. Cette dernière est caractérisée par la variabilité naturelle du climat dont les causes sont purement géophysiques et atmosphériques alors que les changements climatiques sont attribués aux activités humaines qui altèrent la composition de l'atmosphère. Toutefois, il est difficile de faire la différence entre changement climatique et variabilité climatique en Afrique (Dorsouma et al, 2008). Ainsi ces deux notions désignent la variation ou la modification significative (en moyenne) du climat dont les causes sont d'origines naturelles et/ou humaines. (Niasse et al., 2004). Nous allons retenir cette définition dans notre analyse, car en outre de simplifier celle de la CCNUCC (1992), elle intègre la vision du GIEC (2013) qui considère le **changement climatique** comme : « *la variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus* ». Et, ceci qu'elle soit d'origine anthropique et/ou naturelle. Signalons que la variabilité climatique peut être exprimée à plusieurs échelles temporelles (annuelles, saisonnières ou encore mensuelles) et spatiales (variabilité inter et variabilité externe).

La **sécheresse** est définie par le GIEC (2014) comme : « *la période de temps anormalement sec suffisamment longue pour causer un grave déséquilibre hydrologique. La notion de sécheresse étant relative, toute analyse d'un déficit de précipitations doit se reporter à l'activité étudiée, liée aux précipitations* ». Il convient de distinguer trois types de sécheresse selon la durée : (i) la sécheresse agricole (humidité du sol) est un déficit pluvieux survenant durant la période de croissance des plantes et qui perturbe la production agricole étendue aux différentes fonctions de l'écosystème ; (ii) la sécheresse hydrique qui se définit comme une pénurie de précipitation entraînant une impossibilité de reconstituer les réserves d'eau souvent par ruissellement et (iii) la sécheresse météorologique caractérisée essentiellement par un manque prolongé de précipitations. A titre illustratif, nous parlerons de méga sécheresse si la période de déficit sur plus d'une décennie ou plus, situation observée au Sahel entre les années 1970 et 1980.

---

<sup>105</sup> Rapport disponible sur : <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf>.

L'**inondation**, quant à elle, est définie dans ce même rapport comme : « *la submersion par l'eau débordant du lit normal d'un cours d'eau ou d'autres masses d'eau, ou accumulation d'eau sur des zones qui ne sont pas normalement submergées* ». Ainsi, les climatologues mettent dans ce terme toutes les crues, fluviales éclair, en milieu urbain, et inondations notamment pluviales (fréquentes dans certaines parties du Sahel<sup>106</sup>).

Une **catastrophe** ou **désastre naturel** renvoie à un évènement d'origine naturelle, subi et brutal, qui perturbe le fonctionnement normal d'une population ou d'une société. Il est dû à des phénomènes physiques (ouragan, tremblement de terre, séismes volcaniques, choc climatique...) avec généralement un coût humain, matériel, environnemental et économique non négligeable. Le **choc climatique** est considéré comme un **évènement météorologique extrême**. Il est défini par le GIEC comme étant : « *un évènement rare en un endroit et à un moment de l'année particuliers. Même si les définitions du mot rare varient, un phénomène météorologique extrême devrait normalement se produire aussi rarement, sinon plus, que le dixième ou le quatre-vingt-dixième centile de la fonction de densité de probabilité établie à partir des observations. Par définition, les caractéristiques de conditions météorologiques extrêmes peuvent, dans l'absolu, varier d'un lieu à un autre. Lorsque des conditions météorologiques extrêmes se prolongent pendant un certain temps, l'espace d'une saison par exemple, elles peuvent être considérées comme un phénomène climatique extrême, en particulier si elles correspondent à une moyenne ou à un total en lui-même extrême (une sécheresse ou de fortes pluies pendant toute une saison)* ».

Sur le plan pratique, les définitions énoncées ci-dessus sont caractérisées statistiquement par une variation/tendance -décennale, annuelle, mensuelle, journalière- de l'état moyen (écarts types, nombres de phénomènes) du climat (pluviométrie et températures maximale minimale en général) par rapport à une série longue, plus de 30 ans selon la préconisation du GIEC. Plusieurs instruments ont été développés par les climatologues afin de caractériser le climat sur le plan spatio-temporel. Nous pouvons citer l'indice de pluviométrie standardisé (IPS) (voir chap. 2, sous-section 2.2.2.1 et chap. 4, sous-section 4.2.1.2) et l'indice de Lamb des températures (chap.5, sous-section 5.2.1.2) – deux instruments utilisés tout au long de cette thèse pour caractériser respectivement la pluviométrie et les températures (l'écart-type, le

---

Voir : Sarr, B. (2009). Recrudescence des fortes pluies et des inondations dans un contexte de changement climatique. Le Sahel face aux changements climatiques. Numéro spécial disponible sur : <http://www.agrhymet.ne/PDF/BM2010/specialChC.pdf>.

coefficient *skewness*, le coefficient *kurtosis* ou encore le coefficient de variation). Par ailleurs, toutes ces données moyennes sur le climat entrent dans la définition au sens large du climat.

### **2.2.2. La caractérisation du climat sahélien depuis 1950**

Tout d'abord, dans les caractéristiques du climat, l'accent sera davantage mis sur les deux variables déterminantes, pluviométrie et températures, dans les conditions de vie des populations notamment celles rurales. D'après Kergoat (2015), l'essentiel des productions, les cultures comme l'élevage, sont tributaires des précipitations (plus de 70% du secteur agricole est pluviale selon la FAO (2013)). De plus l'auteur souligne l'impact des températures sur les disponibilités hydriques (eau de surface, mares, réservoirs, fleuves et nappes) dont dépendent étroitement les populations.

Pris dans sa globalité, il est difficile de constater une homogénéité climatique au Sahel. Les limites cardinales, nord au sud et ouest en est, constituent, d'une part, des zones de rencontre entre les climats arides, semi-arides et humides (Pagney, 1994). Et, d'autre part, l'analyse de l'ensemble des traits physiques et naturels –pluie, températures, vent, sols et végétations- qui déterminent l'appellation climato-géographique « Sahel » (Raynaut, 1997)- laissent apparaître une grande disparité des situations locales. Les études climatiques (Vischel et *al.*, 2015 ; Panthou, 2013 et Panthou et *al.*, 2012 ; CILSS/CSAO, 2012 ; Mahé et Paturel, 2009 ; Ali et Lebel, 2009 ; Balme et *al.*, 2006 ; CSAO, 2009) montrent l'existence d'une palette de nuances climatiques et ces dernières ne se localisent pas seulement à l'intérieur d'un seul pays (carte 2 ci-après). Ainsi, nous avons différentes zones agro-climatiques :

- saharo-sahélienne (100-300mm) : végétation arbustive très clairsemée et aucune culture ;

- sahélienne (300-500 mm) : nous y notons une prédominance de l'élevage mais aussi la présence de grandes cultures céréalières en particulier le mil, l'arachide et un peu de sorgho. Toutefois, la production reste incertaine ;

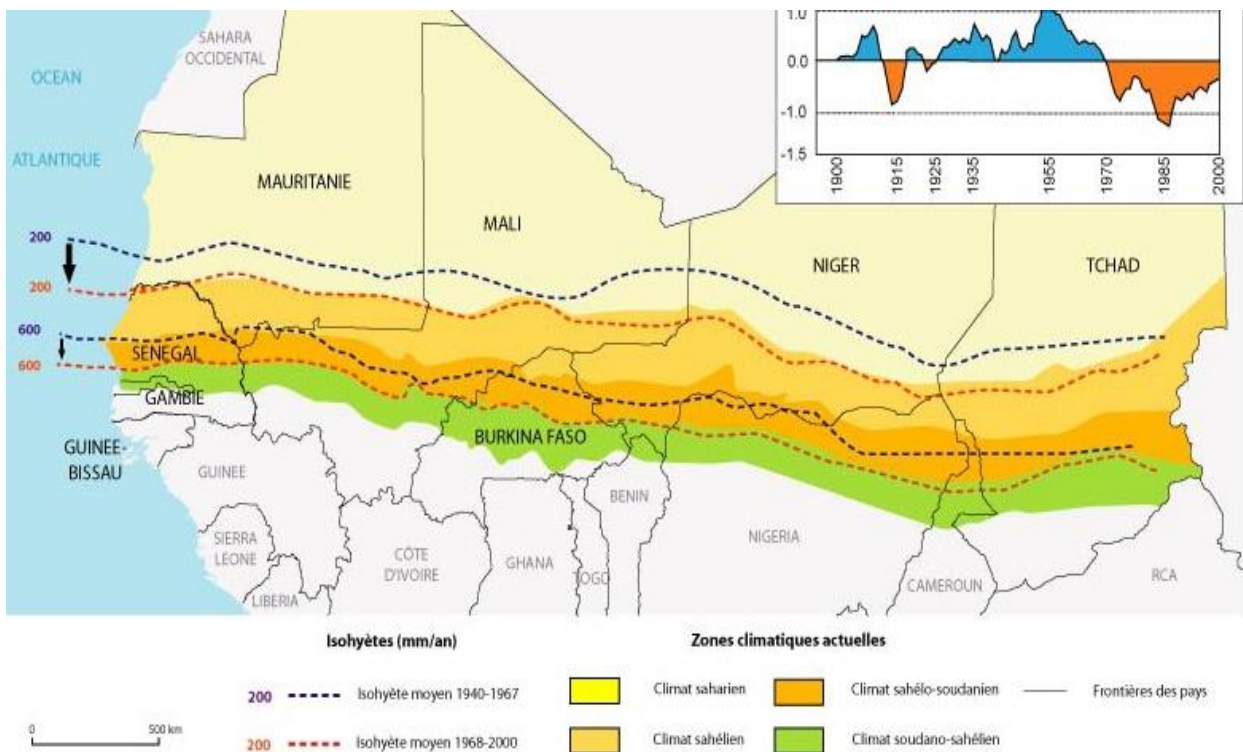
- sahélo-soudanienne (500-700mm) : dans cette zone prédominent les cultures céréalières avec plus de sorgho que de mil. La culture arachidière y est très répandue. Nous notons aussi la présence de coton, mais à production incertaine. La population animale, principalement bovine, y est encore nombreuse. D'une façon générale, dans les zones sahéliennes comme celles soudano-sahéliennes, les pratiques culturelles sont les variétés de sorgho à court cycle de croissance végétale.

- nord-soudanien (700-900mm) et soudanienne (900-1200mm) : les activités

agricoles y sont multiples et variées ; les cultures de rente font concurrence au maïs et à des variétés de sorgho et de millet à long cycle de croissance.

Ce zonage physico-naturel-cultural de la région sahéenne est matérialisé par la carte 2 qui suit.

**Carte 2: Zones agro-climatiques du Sahel**



Source: CSAO/OCDE, 2009

Cependant, le zonage agro-climatique ci-dessus est assez approximatif (Raynaut, 1997). Selon l'auteur, la variabilité de la pluviométrie, en excédent ou en déficit, qui détermine le comportement hydrique des sols<sup>107</sup>, l'aridité climatique et, par conséquent, les tracés donnés par la carte 2 peuvent être repoussés ou avancés selon la nature de la pluviométrie. Sur le plan sociétal, le zonage ne permet pas de renseigner les bouleversements intervenus sur les pratiques migratoires passées et actuelles résultant, d'une part, de la faiblesse des variations des conditions physiques et naturelles entre zones et, d'autre part, de l'occultation des variations intra zones. A cet effet, des études telles que celles de Vischel et *al.*, (2015), Bell et Lamb (2006), Le Barbé et *al.*, (2002), Le Barbé et Lebel (1997), ont proposé une décomposition statistique du signal climatique rapportée à la station locale. Car c'est

<sup>107</sup> Kergoat et *al.*, (2015) montre que l'essentiel des ressources hydrologiques sahéennes, eaux de surface, mares, réservoirs, fleuves, lacs et nappes, sont étroitement liées au régime pluvieux.

l'évolution de la pluie aux échelles des impacts hydrologiques et agronomiques qui déterminent les pratiques et ruptures sociétales au Sahel dont les migrations.

Dans ce qui suit, nous présenterons les principaux résultats caractéristiques de la pluviométrie et des températures (maximales et minimales) au Sahel. Pour ce faire, certains des instruments statistiques développés par les climatologues (IPS, et indices de Lamb des températures...) seront mobilisés pour observer les disparités spatiales mises en évidence par la recherche scientifique.

### **2.2.2.1. Les précipitations au Sahel : entre variabilité, changement, rupture et reprise**

La détermination du cycle saisonnier pluvieux sahélien par un système orageux (Vischel et *al.*, 2009 ; Matho et *al.*, 2002) fait du calcul des anomalies annuelles de pluie, en indice de précipitation standardisé (IPS ou SPI pour *Standardised precipitation index*)<sup>108</sup>, l'indicateur le plus important pour les populations. Les évolutions en excès des précipitations se traduisent souvent par des événements climatiques extrêmes sous forme d'inondation dont les impacts sont largement préjudiciables pour les populations (CSAO, 2013 ; CILSS-CSAO, 2012). A l'inverse, des cumuls déficitaires, comme lors de la grande sécheresse, jouent sur les disponibilités hydriques, la santé des populations et la productivité agricole pluviale déterminante pour la sécurité alimentaire (Kergoat et *al.*, 2015 ; Vischel et *al.*, 2015). A cet effet, l'évolution tendancielle des pluies est observée, majoritairement dans les études, par la détermination des anomalies (excédents et déficits) annuelles.

Sur le plan pratique, l'indice de pluviométrie standardisé (IPS) est calculé. L'IPS, en transformant la série de précipitation en une distribution normale standardisée (moyenne = 0 et écart-type = 1), permet de déterminer la variabilité interannuelle en mettant en évidence les années supérieures et celles inférieures par rapport à la moyenne pluvieuse sur longue période, généralement plus de 30 ans. La formalisation suivante, pertinente au Sahel (Balme et *al.*, 2006 ; Descroix et *al.*, 2015), peut être retenue :

$$IPS = \frac{P_i - P_{moy}}{\theta}$$

Avec :  $P_i$  = cumul de pluie de l'année  $i$  ;  $P_{moy}$  = cumul pluvieux moyenne de la série (1950-2005) ;  $\theta$  = écart-type de la série (1950-2010). La table de lecture suivante est préconisée :

---

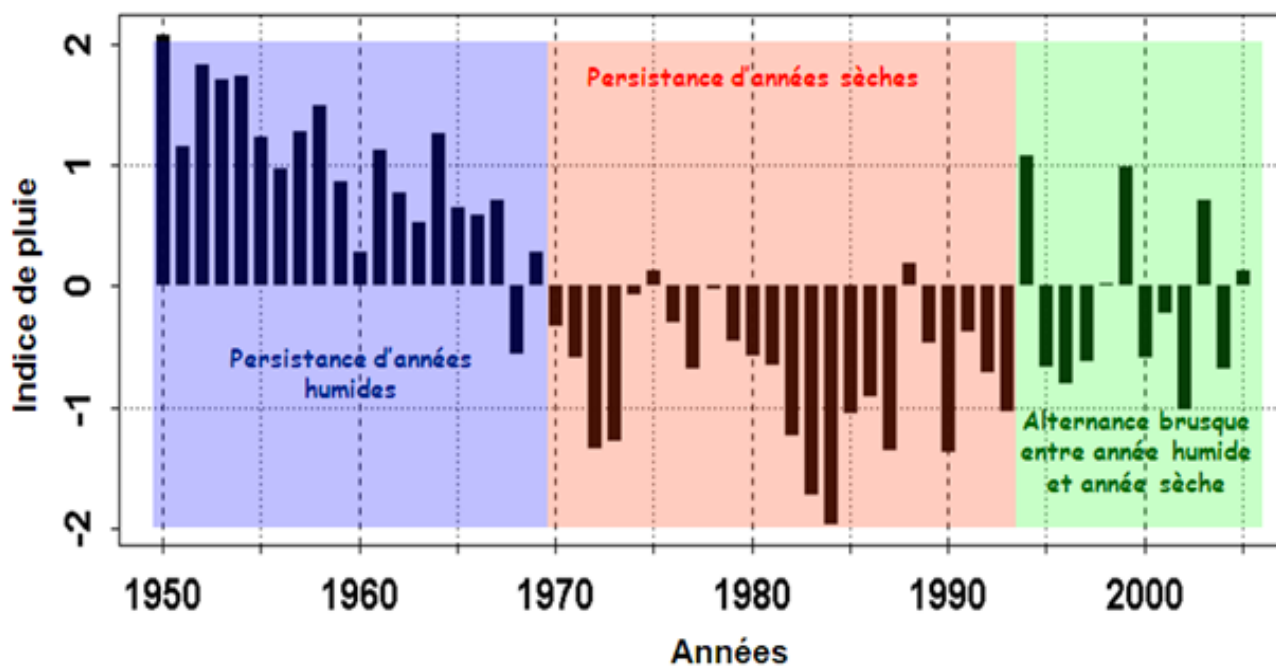
<sup>108</sup> Le guide d'utilisation du SPI de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) est disponible sur : [http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO\\_standardized\\_precipitation\\_index\\_user\\_guide\\_fr\\_2012.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_fr_2012.pdf). Pour plus de détails sur l'IPS : cf. chapitre 4 avec l'élaboration de la base de données climatique au Sénégal par station. En effet, le SPI utilisé est largement discuté à la section 4.2, notamment la sous-section méthodologie.

| IPS              |                  |                    |                    |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| 2 < SPI          | Humidité extrême | 0 < SPI < -0,99    | Sécheresse légère  |
| 1,5 < SPI < 1,99 | Humidité sévère  | -1 < SPI < -1,49   | Sécheresse modérée |
| 1 < SPI < 1,49   | Humidité modérée | -1,5 < SPI < -1,99 | Sécheresse sévère  |
| 0 < SPI < 0,99   | Humidité légère  | SPI < -2           | Sécheresse extrême |

Ainsi, l'évolution interannuelle de l'IPS de 600 stations suivies par le centre régional Agrhymet/CILSS, sur la période 1950-2005, laisse apparaître trois tendances pluviométriques au Sahel illustrées par la figure 11 ci-dessous :

- Une persistance d'années humides entre 1950-1972 ;
- A partir de 1973 jusqu'en 1993, la sécheresse s'installe partout au Sahel. Toutes les régions sont fortement touchées par le déficit pluviométrique. Le début des années 1970 marque ce que les climatologues appellent par « rupture climatique » au Sahel<sup>109</sup> ;
- De 1993 à 2005, nous assistons à une alternance brutale entre années humides et années sèches. Cette nouvelle configuration pluviométrique au Sahel rend l'analyse controversée (Nicholson, 2014, 2013 et 2005 ; Séné et Ozer, 2002). Certains avancent qu'il s'agirait de la fin de la longue période de sécheresse (Ozer et *al.*, 2003) alors que d'autres voient dans cette variabilité interannuelle pluviométrique une manifestation du changement climatique affectant le Sahel (L'Hote et *al.*, 2002 et Ardoin et *al.*, 2003).

Figure 11: Evolution de l'Indice Standardisé de la pluviométrie au Sahel de 1950 à 2005



Source: Centre Régional Agrhymet (CILSS) (2012).

<sup>109</sup> Lebel et *al.*, (2009) pointe la période 1972-1973, comme celle qui a déclenché la plus grande sécheresse, en profondeur et ampleur jamais observée, dans le monde.

Partant de la date de rupture unanimement acceptée, 1972-1973, la figure 11 met en évidence 30 ans de sécheresse sahélienne avec deux épisodes particulièrement sévères, 1972-1973 et 1982-1983. Toutefois, la reprise alternative (variabilité forte) ou encore la persistance du déficit pluvieux depuis 1993, laisse apparaître de fortes disparités spatiales entre deux Sahels : est et ouest (figure 12). De plus, à partir de 1995, il devient plus difficile de caractériser la tendance à cause d'une forte variabilité interannuelle pluvieuse : alternance d'années déficitaires et excédentaires.

Pour mieux comprendre cette situation alternante, les experts du CILSS/Aghrymet se sont intéressés à une analyse par zone de la région sahélienne. Sur la base de données pluviométriques recueillies durant cette période dite d'« alternance » (1994-2005), ils calculent un IPS entre la sous-région est (Tchad et est du Niger)<sup>110</sup> et la sous-région ouest du Sahel (Sénégal et ouest du Mali)<sup>111</sup>. Les résultats laissent apparaître une nette rupture pluviométrique entre les deux zones considérées. En effet, alors que le déficit pluviométrique continue dans l'ouest, la partie est rompt avec la sécheresse et retrouve des saisons pluviométriques plus humides. Par conséquent, il se pose la question de la pertinence de l'analyse des conditions climatiques et en particulier pluviométriques, au Sahel dans sa globalité. Malgré les deux périodes homogènes d'humidité et d'aridité respectivement durant les années 50-70 et 71-93 dans la région, la période en cours se caractérise par une atténuation des déficits de pluie marquée par une forte variabilité à l'est alors que l'ouest est toujours dans une phase pluvieuse déficitaire continue. L'illustration de la fracture climatique entre l'est et l'ouest sahéliens est donnée par la figure 12 ci-dessus.

Figure 12: Evolution de l'indice pluviométrique entre les pays de l'est et de l'ouest du Sahel de 1950 à 2006



Source: Centre régional Aghrymet (CILSS), 2012.

<sup>110</sup> Situé dans les latitudes et longitudes 11° N-17° N ; 0° -5° E

<sup>111</sup> Situé dans les latitudes et longitudes 11° N-17° N ; 15° W -10° W

### ❖ *Les changements climatiques au Sahel : une hétérogénéité spatiale significative*

Historiquement, la pluviométrie sahélienne est caractérisée par une variabilité interannuelle faible et une seule saison des pluies dont les précipitations maximales sont atteintes durant le mois d'août (CILSS, 2011 ; Sivakumar et al., 1984). Du fait de la Zone de Convergence Inter-Tropicale (ZCIT), nous constatons une disparité des précipitations durant la saison humide qui se caractérise par un grand étalement des pluies durant le démarrage de la saison (avril-juillet) comparativement à la fin de la saison (septembre-octobre) (Sultan et Janicot, 2003).

### *Perturbations causées par le changement climatique dans la pluviométrie sahélienne ?*

Pour conclure sur un changement climatique, l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) suggère d'évaluer la tendance globale de la variable climatique considérée sur une période de référence de 30 ans. Sur cette base, le numéro spécial de l'Agrhymet (2011)<sup>112</sup> sur « *Les changements climatiques au sahel* », à travers un test de Pettitt sur l'homogénéité conclue, d'une part, sur l'existence statistique d'une rupture dans la pluviométrie au Sahel sur la période allant de 1940 à 2005. Et, d'autre part, les tests statistiques de stabilité de tendance effectués classent les années 1970 et 1973 comme des années de rupture climatique au Sahel. Dai et al. (2004a) d'abord et, par la suite, Cook et Vizy (2006) affirment que les grandes perturbations pluviométriques observées sur l'étendue du Sahel seraient consécutives à des changements dans la circulation atmosphérique et des changements connexes dans la configuration des températures de la mer en surface (GIEC, 2001, 2007, 2013).

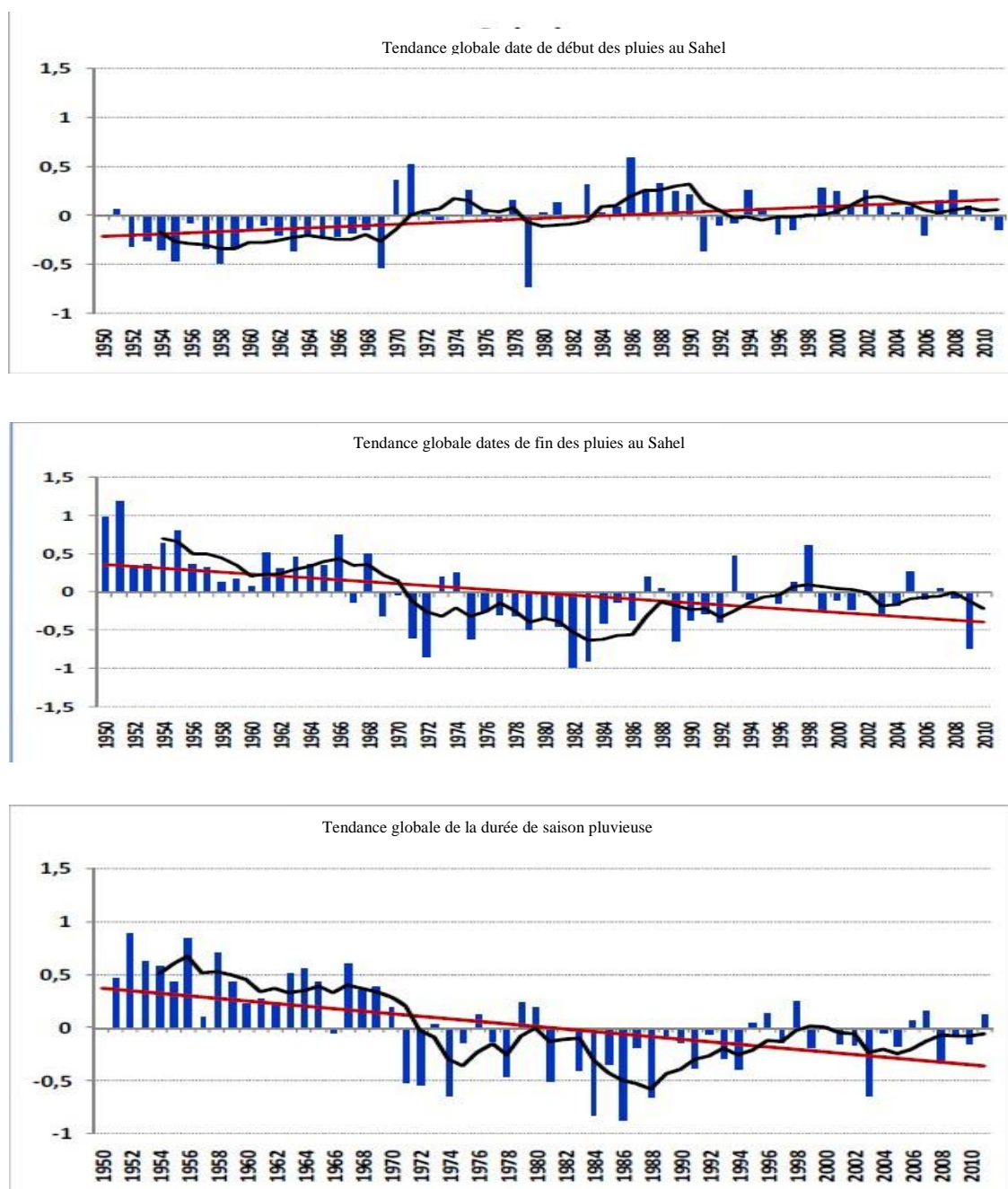
Concernant, l'évolution interannuelle des anomalies de pluie au Sahel, l'analyse statistique des données pluvieuses journalières entre 1950-2010 de l'Agrhymet au seuil de confiance de 5%, montre une variabilité moyenne à la baisse des précipitations dans la région. Les saisons pluvieuses, en plus de se raccourcir dans la durée en termes de nombre de mois pluvieux, sont devenues graduellement plus tardives (démarrage des pluies) et se terminent précocement (figure 13 ci-après)

---

<sup>112</sup> <http://www.agrhymet.ne/PDF/BM2010/specialChC.pdf>



Figure 13 : Tendence globale de la durée des saisons des pluies au Sahel



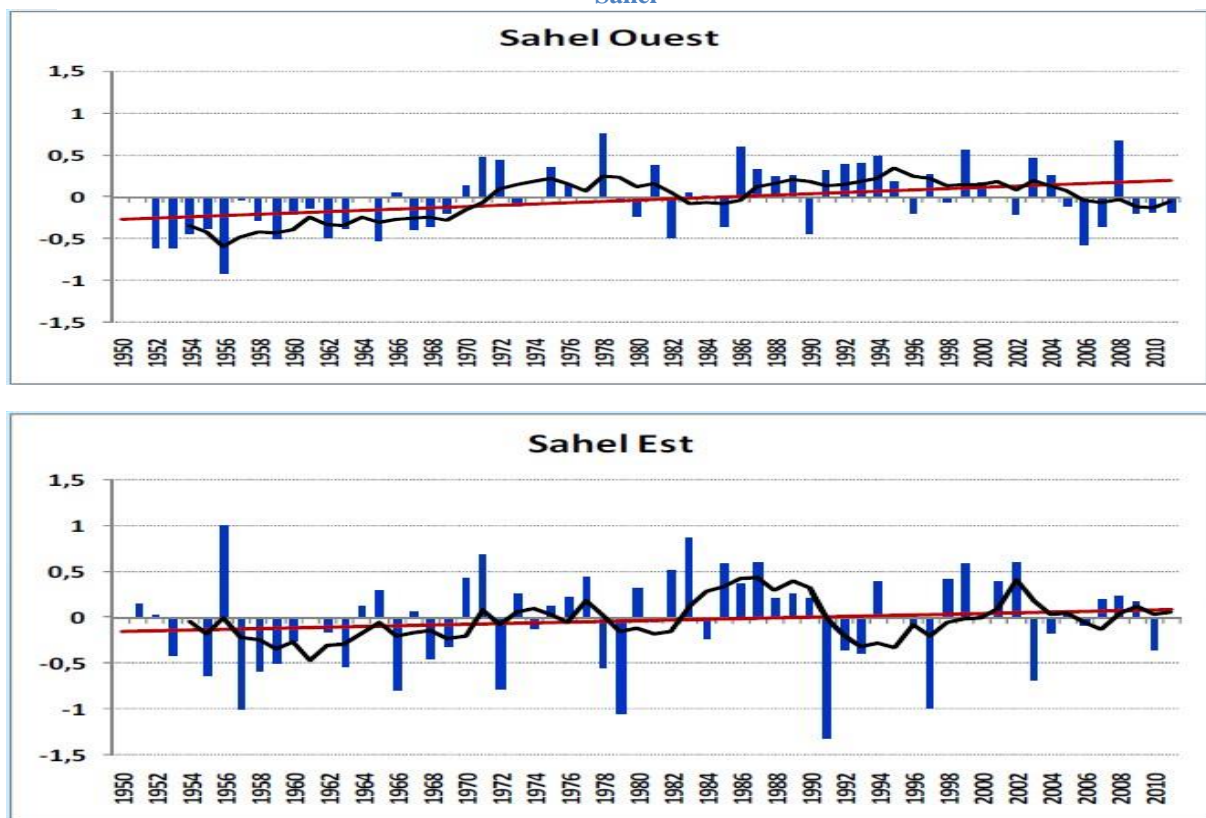
Source: Agali et al., Rapport AMCC/GCCA du Centre Régional Agrhymet/CILSS, 2012.

Selon certains chercheurs et climatologues, ces changements saisonniers intervenus, notamment à partir des années 1990, seraient dus en grande partie aux fortes variabilités climatiques dont la région est exposée (GIEC, 2007, 2013 ; CILSS, 2010).

Cependant, nous rappelons que les tendances globales sahéliennes cachent une fracture climatologique entre les différentes zones de la région. En effet, si les évolutions moyennes

globales des saisons pluvieuses (début, fin et longueur des saisons) sont sensiblement identiques et profondes entre l'ouest et le centre du Sahel, la partie est du Sahel semble moins marquée par les changements climatiques (figure 14). Sur le début de la saison des pluies, l'évolution moyenne globale laisse apparaître un retard dans le démarrage des pluies plus accentué dans les zones ouest et centre. Cela correspond à la remontée des isohyètes vers la partie est de la région. Alors que durant les années 50, les premières pluies sont observées en moyenne au mois d'avril, les années 70-90 marquent la fin des saisons précoces avec des pluies n'arrivant que tardivement au cours des mois de juin, juillet. La fin des années 90 et les années 2000, correspondent à une période contrastée. Nous assistons notamment dans la zone ouest, à une grande variabilité dans le démarrage et la fin des saisons pluvieuses d'une année à l'autre.

**Figure 14: Tendence moyenne des dates de début et de fin de saison dans les différentes zones du Sahel**

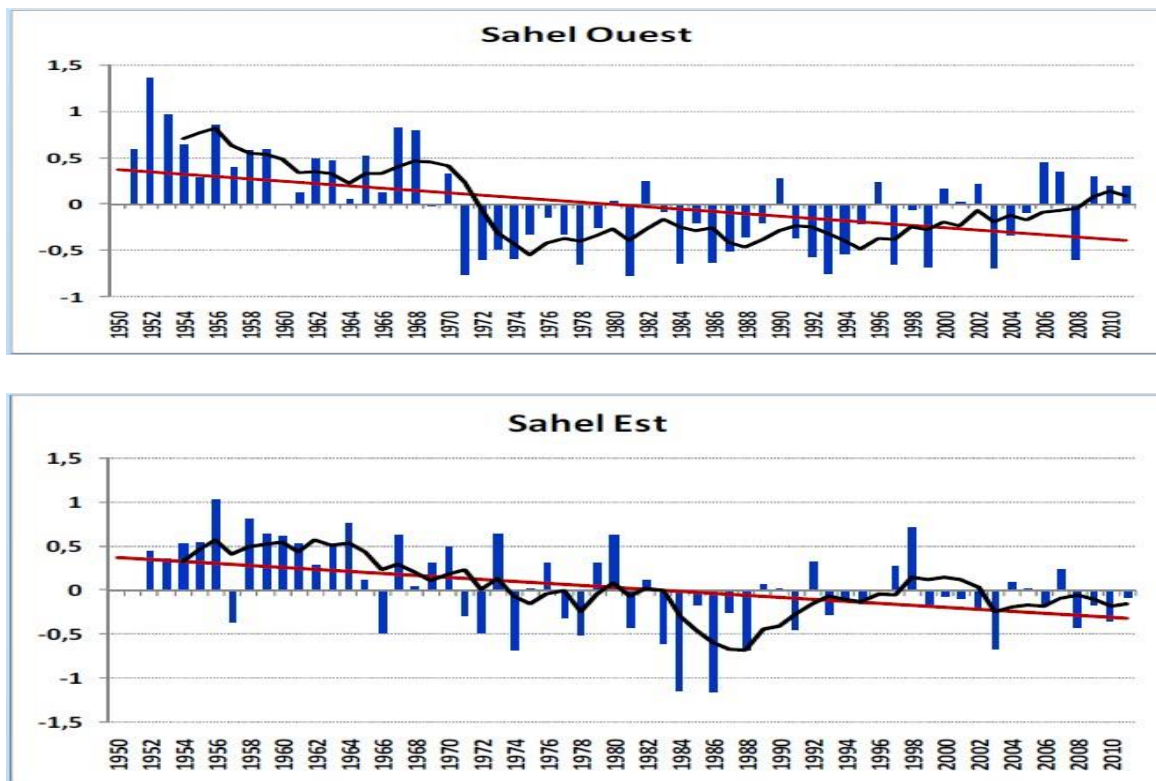


Source: Agali et al., Rapport AMCC/GCCA du Centre Régional Agrhymet CILSS, 2012.

En ce qui concerne la durée des saisons, les précipitations sont nettement en dessous des valeurs saisonnières de référence (années 40-69). Toutefois, tel qu'illustrée par la figure 15 ci-après, la zone ouest où les saisons démarrent tardivement, reste la plus touchée par les séries de sécheresses qui ont ravagé le Sahel (1972-73, 1982-84 et 1997). L'est de la région, en dépit

de saisons de moins en moins longues, retrouve une tendance moyenne ascendante en termes de durée de saison pluviométrique. Corollairement aux dates de démarrage et de fin de saison des pluies au Sahel, la fin des années 90 et les années 2000 ont enregistré des alternances de saisons pluvieuses longues et courtes. La variation des longueurs des saisons de pluies d'une année sur l'autre serait supérieure à 30% selon le CSAO/OCDE-CEDEAO (2008).

Figure 15: Tendence moyenne des durées de saisons pluvieuses dans les différentes zones du Sahel



Source: Agali et al., Rapport AMCC/GCCA du Centre Régional Agrhymet/CILSS, 2012.

Ainsi, en nous focalisant sur les séries chronologiques, entre 1950 et milieu/fin des années 90 et les données annuelles des treize dernières années dans le Sahel (2000-2013) où de grandes disparités tendanciennes et des variabilités pluviométriques interannuelles importantes sont observées respectivement entre zones ouest et est, les chercheurs de l'Agrhymet (2011) et du GIEC (2007 et 2014) attribuent les changements dans les tendances pluviométriques au Sahel aux manifestations induites par le changement climatique dans les conditions océaniques qui affectent la mousson africaine (Giannini et al., 2003), la rétroaction entre l'atmosphère, les états de surface et les changements dans les courants atmosphériques notamment les jets ouest africains (Charney, 1975).

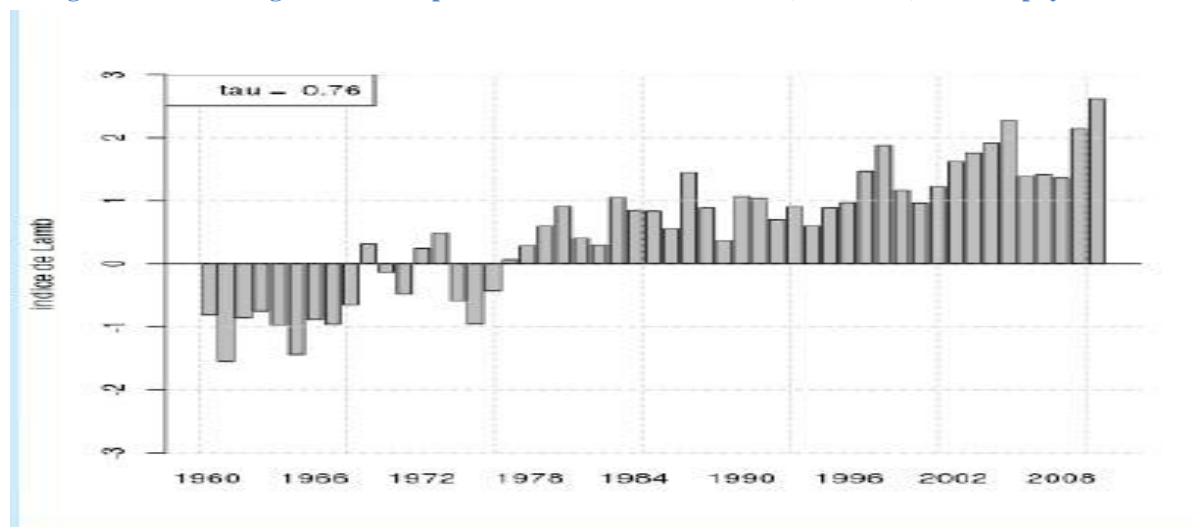
#### 2.2.2.2. *Une augmentation des températures combinée à une résurgence des désastres au Sahel*

##### ❖ *Augmentation globale des températures maximales et minimales au Sahel, preuve manifeste d'un changement climatique ?*

Les analyses chronologiques faites sur les nombreuses bases de données, de plus en plus disponibles et détaillées, ont permis de mieux comprendre l'évolution du climat (GIEC, 2007). De nombreux scientifiques (Hegel et *al.*, 2010 ; Tremberth, 1990) et rapports, dont ceux du GIEC (2007, 2014), affirment qu'en moyenne les températures globales augmentent depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle principalement à cause de la concentration de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique. En Afrique et dans le Sahel en particulier, cette tendance se confirme depuis 1950 (CSAO/CILSS-CEDEAO, 2006) avec l'augmentation et la forte variabilité des températures extrêmes (simultanéité entre températures minimales et maximales). Aussi bien l'intérieur que les parties côtières du Sahel connaissent une tendance globale de réchauffement climatique dont Sarr et *al.*, (2013) captent par l'augmentation généralisée du nombre de nuits chaudes et une diminution tendancielle du nombre de nuits fraîches sur la période 1960-2010.

Une étude de l'Agrhymet/UE, en 2012, sur des données chronologiques de 1960 à 2010 se basant sur les températures minimales et maximales journalières, montre une tendance au réchauffement de la région. En effet, concernant les températures minimales, l'étude montre que depuis le début des années 1970, nous assistons à une hausse continue de ces dernières avec des pics atteints durant les trois grandes périodes de sécheresse qu'a connues la région. De plus, les extrêmes minimaux ont sensiblement diminué par rapport aux températures maximales. Ainsi, les données journalières minimales, récoltées sur les différentes stations météorologiques, indiquent une hausse moyenne de 0,76°C de l'indice régional des températures minimales (figure 16 ci-après).

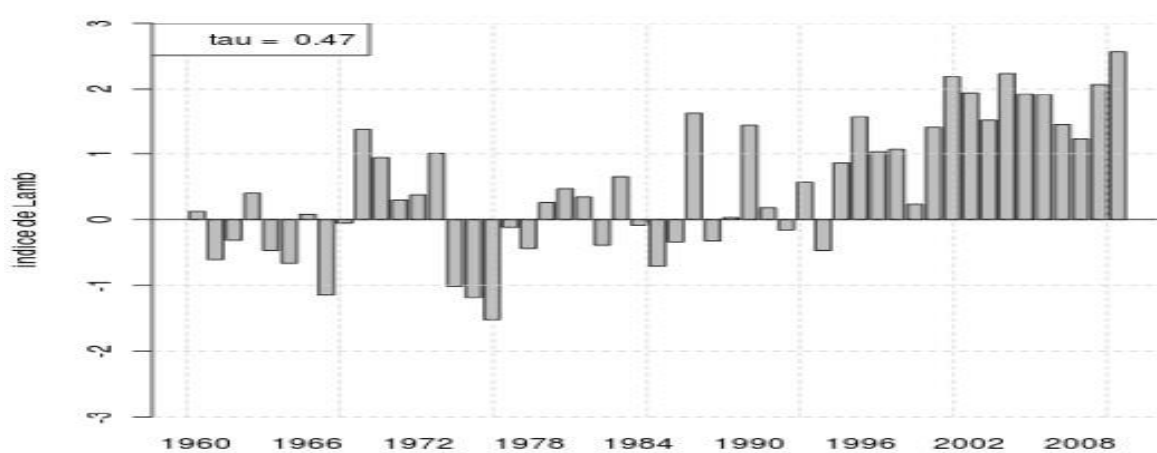
Figure 16: Indice régional des températures annuelles minimales (1960-2010) dans les pays du CILSS



Source: Agrhymet, 2012.

En ce qui concerne les températures maximales, en dépit du réchauffement tendanciel sur la période, dans la zone nous observons une forte variabilité. Cette dernière s'est fortement accrue depuis le début des années 90 en parallèle avec la variabilité de la pluviométrie. En somme, les températures annuelles maximales se sont accrues de  $0,47^{\circ}\text{C}$  comme l'illustre la figure 17 ci-dessus.

Figure 17: Indice régional des températures annuelles maximales (1960-2010) dans les pays du CILSS

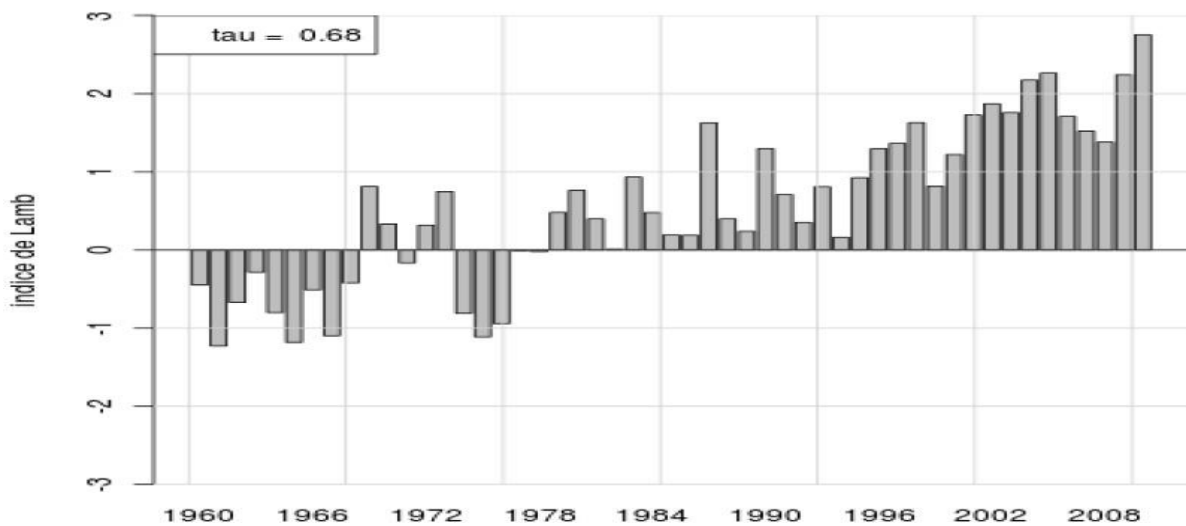


Source: Agrhymet, 2012.

De ce fait, tout au long de la période, les experts de l'Agrhymet/CILSS confirment une tendance générale au réchauffement des températures dans le Sahel (figure 16 et 17 ci-dessus). En moyenne, les températures ont augmenté de  $0,68^{\circ}\text{C}$  durant les 50 dernières années

et cette dynamique ascendante sahélienne est supérieure à la moyenne mondiale qui est de  $0,47^\circ$  (GIEC, 2007). De plus, le changement climatique observé est accompagné d'une forte variabilité matérialisée par l'augmentation significative des températures extrêmes (minimales et maximales).

Figure 18: Indice régional des températures annuelles moyennes (1960-2010) dans les pays du CILSS.



Source: Agrhymet, 2012.

Cette augmentation des températures aura pour effet de favoriser l'augmentation des événements pluvieux extrêmes et corollairement de renforcer la vulnérabilité des populations pauvres. En effet, le réchauffement aura comme conséquence une évapotranspiration importante et une accumulation rapide des vapeurs d'eau selon la relation établie par Clausius-Clapeyron (évolution de la pression d'équilibre en fonction de la température d'équilibre). Ainsi, cette pression atmosphérique forte de vapeur d'eau inhérente à la hausse moyenne des températures sur la période 1950-2010, joue sur la recrudescence des inondations dans certaines parties du Sahel.

❖ **Augmentation du nombre de désastres naturels notamment les événements soudains**

McLeman et Smit (2006) distinguent deux processus climatiques : les événements de type lents ou progressifs et ceux brusques ou soudains. Les événements climatiques soudains se manifestent à travers la rapidité à laquelle les processus issus des changements climatiques évoluent et influent sur les décisions des populations exposées à migrer ou pas. Parmi ces événements climatiques dits soudains, Les auteurs distinguent principalement les événements hydro-climatiques extrêmes comme les inondations et les sécheresses. La recrudescence des

événements climatiques extrêmes n'est pas uniquement la particularité de la région sahélienne. En effet, même si les observations dans cette région montrent une augmentation et une intensification des événements hydro-climatiques pour l'essentiel, l'étude du CRED/UNISDR (2006)<sup>113</sup> met nettement en évidence la forte variabilité croissante du nombre d'événements climato-naturels, qualifiés d'extrêmes, dans le monde entier. Selon le CRED/UNISDR (2014) la proportion d'événements extrêmes serait passée de 50 en 1975 à 200 en 2000 et à plus de 350 en 2005. Ainsi, sur les deux périodes considérées ci-dessus, les taux de croissance annuels moyens d'événements extrêmes sont passés respectivement de 5,70% à 11,84%. Cela démontre une augmentation rapide des événements extrêmes depuis le début des années 2000 sous l'emprise notamment de la variabilité du climat. 2007, intitulée année des extrêmes climatiques (OMM), illustre parfaitement le renouveau des événements climatiques dans le Sahel. Et à cet effet, la FAO (2007) affirme que les fortes inondations enregistrées sur cette période seraient une manifestation de l'hostilité du climat.

Easterly et *al.*, (2003), Aguilar (2009), Vincent et *al.*, (2005) se sont interrogés sur les phénomènes climatiques extrêmes et leurs tendances en Afrique et dans la région sahélienne en particulier. Leurs études montrent une recrudescence des événements extrêmes depuis le début des années 2000.

Selon le CRED/UNISDR (2014), en moyenne le nombre d'événements extrêmes est passé annuellement de moins de 2 avant 1990 à plus de 8 voire 12 durant les années 2000. Les aléas climatiques se manifestent souvent par de fortes pluies qui plongent certaines villes sahéliennes sous les eaux. À côté des inondations, des périodes courtes de sécheresse sont aussi observées principalement au centre du Sahel (Niger, Tchad). D'après Sarr et *al.*, (2013), cette répétition fréquente des inondations, parallèlement aux périodes courtes de sécheresse, serait due vraisemblablement à la perturbation du cycle de l'eau occasionnée par l'augmentation des températures dans la région. Le changement climatique a renforcé le cycle condensation-pluie-ruissellement (*ibid*). La tendance aux excès pluviométriques (inondations) s'est renforcée dans le temps et dans l'espace. Les excédents pluvieux ont été multipliés par quatre entre la fin du 20<sup>e</sup> siècle et le début du 21<sup>e</sup> siècle (Christensen et *al.*, 2007).

Les coûts liés aux événements extrêmes, notamment les pires vagues d'inondations en 2005, 2007, 2008 et 2009, depuis 30 ans au Sahel (CILSS, 2012) sont estimés à plusieurs milliards de dollars et cette facture serait supérieure aux coûts liés à l'adaptation (Sarr, 2012). Au

---

<sup>113</sup> <http://www.emdat.be/sites/default/files/Confpress%202006.pdf>

Sénégal, ce coût est estimé entre environ 12 et 24,5 millions de dollars US sur l'année 2007-2008.

**Tableau 2: Coût total des dommages en \$ U.S dus par les inondations de 2007-2008 dans les quelques pays du CILLS et l'UEMOA.**

| Pays          | Coût minimal estimé | Coût maximal estimé |
|---------------|---------------------|---------------------|
| Benin         | 14 635 620          | 30 040 455          |
| Burkina Faso  | 7 363 935           | 15 114 902          |
| Côte d'Ivoire | 110 250             | 226 294             |
| Guinée Bissau | 78 750              | 161 639             |
| Mali          | 5 860 665           | 12 029 353          |
| Niger         | 8 545 725           | 17 540 549          |
| Sénégal       | 11 955 105          | 24 538 543          |
| Togo          | 8 466 525           | 17 378 031          |
| UEMOA         | 189 000 000         | 388 000 000         |

Source: Direction de la Prévention Civile du Sénégal, 2009 (données non disponibles pour le Cap-Vert et le Tchad)

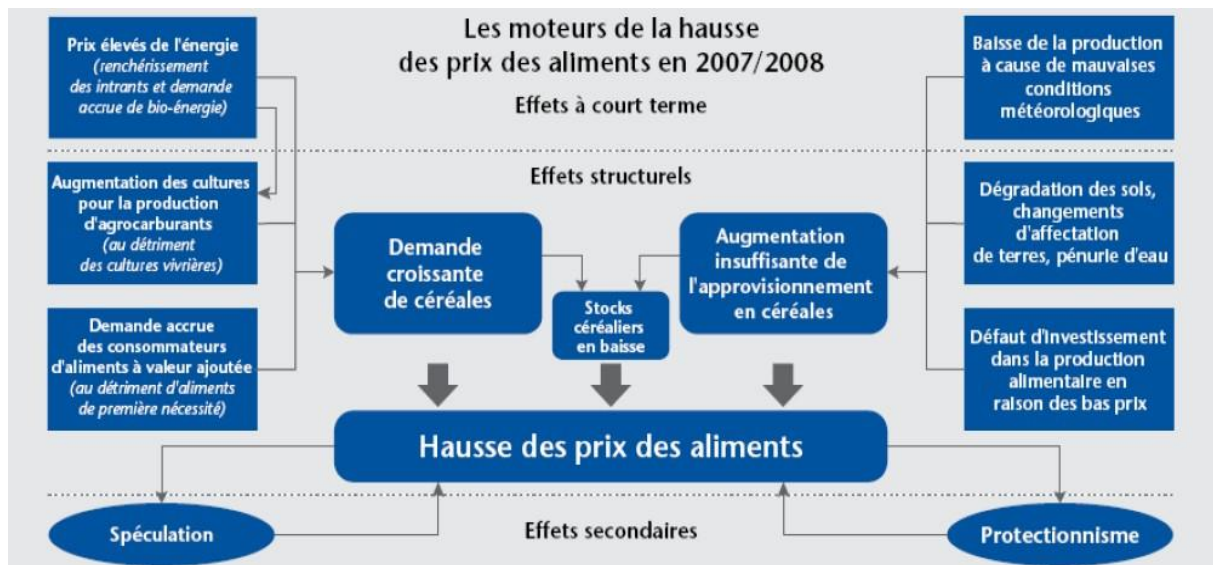
Les dommages, chiffrés en termes de milliards de dollars, liés aux événements hydro-climatiques extrêmes au Sahel ont impacté l'ensemble des systèmes de vie et survie des populations (Kergoat et *al.*, 2015 ;Vischel et *al.*, 2015). De nombreuses pertes en vie humaine ont été déplorées dans la plupart des pays à côté des pertes colossales de patrimoines matériels (habitations, cheptels, exploitations...) (tableau 2). En anéantissant les systèmes agricoles, pour l'essentiel pluvial (engloutissement des cultures), les marchés des denrées de première nécessité ont connu une hausse vertigineuse des prix. La disponibilité et l'accessibilité des matières premières agricoles constituent les mécanismes de transmission entre changements climatiques-production agricole-sécurité alimentaire. Alors que les événements climatiques soudains ont eu des effets conjoncturels sur les niveaux des prix alimentaires, ceux dits progressifs jouent de façon négative et structurelle sur les offres de produits agricoles. Sultan (2011) présente 16 études -parmi lesquelles : Salack (2006), Schlenker et Lobell (2010), Lobell et *al.*, (2008), Aghrymet (2011), Sultan et *al.*, 2009b- sur l'impact du changement climatique sur la productivité agricole au Sahel et en Afrique de l'ouest. Dans les différentes études, les impacts sur les rendements agricoles de différentes cultures dans différents pays sont compris entre -10 et -20%. Ces études, à travers des modèles tels que le SARRAH<sup>114</sup>, *Dynamical Global Vegetation Models* ou encore ORCHIDEE, qui permettent de transcrire les variables déterminantes climat (températures et pluviométrie) en variables agronomiques (rendements agricoles et biomasses), montrent une forte sensibilité de l'agriculture au

<sup>114</sup> Sultan (2011, p.57) souligne que : « ce modèle a été développé spécifiquement pour simuler la réponse des céréales sèches (sorgho, mil) aux variations climatiques en milieu semi-aride (calibré et appliqué principalement au Sahel) ».



changement climatique et ses effets (dégradation des sols, déforestation, perte de biodiversité, baisse du niveau des eaux de surface et souterraine). Cette situation a conduit bon nombre de pays sahéliens à se retrouver face à une insécurité alimentaire depuis 1970. Nous pouvons citer, les grands épisodes de famines des années 1974, 1984/1985, 1992 et 2002 ayant nécessité une aide alimentaire internationale au Sahel (Brunel, 2014). Les dites crises alimentaires ont été provoquées en grande partie par les variations du climat et ses effets négatifs sur les sociétés (Dilley et *al.*, 2005). Plus récemment, nous pouvons citer les « émeutes de la faim » de 2007-2008 dans le Sahel, les crises alimentaires au Niger et au Tchad respectivement en 2005 et 2007 imputables en partie aux conditions climatiques défavorables dans la région (FAO, 2010).

Figure 19: Les moteurs de la hausse des prix des aliments en 2007/2008.



Source: FAO, 2008.

Les aléas climatiques et leurs impacts négatifs sur les systèmes naturels et humains ont eu globalement deux conséquences, d'une part, accroître la vulnérabilité socio-économique des populations (insécurité alimentaire/famines) et, d'autre part, favoriser les déplacements de populations (FAO, 2013 ; HCR, 2009). Toutefois, la compréhension des effets du climat sur les déplacements humains n'est pas aussi simple que telle que présentée. Il nécessite une analyse particulière des emprises socio-écologiques qui subissent l'évènement climatique en fonction de l'ensemble des moyens disponibles pour y faire face.

### 2.3. Le changement climatique au Sahel, une question d'échelle : nécessité de repenser les migrations à l'échelle des vulnérabilités systémiques.

Avec la plus grande sécheresse multi décennale de la planète (Kergoat, 2015), des études qui montrent une intensification des évènements climatiques soudains extrêmes mais, également, des évènements climatiques progressifs (Dai et al., 2001 ; Mahé, 2011 et 2013) et une élévation du niveau de la mer sur sa façade occidentale (CSAO, 2012 ; PNUD, 2010 ; PNUE, 201 ; GIEC, 2007 et 2014, BM, 2013 et 2015), le Sahel, cette partie du monde caractérisée par une pauvreté extrême (BM, 2010 et 2015) et une forte croissance démographique (tableau 3 ci-dessous), apparait, loin de la seule lecture médiatique, comme une évidence empirique sur la question climat-migrations dans les discours, plaidoiries et certaines études scientifiques. La région cristallise le débat sur les « migrations/réfugiés climatiques/environnementaux » (Piguet, 2011). A l'instar des petites îles du Pacifique (Ionesco et al., 2016), « le migrant ou le réfugié climatique sahélien » est évoqué, rarement discuté, dans la littérature grise (OIM, 2009 ; CILSS, 2013 ; PNUD/PNUER, 2010 et 2014, Exclim, 2013 ; Foresight, 2011) et scientifique (McLeman et Smit, 2006 ; McLeman, 2013 ; Jonsson, 2010)<sup>115</sup>, sans tenir compte de l'hétérogénéité des manifestations du changement climat et des transformations induites qui dépendent d'un ensemble de facteurs systémiques contextuels sur cette vaste étendue qu'est le Sahel.

**Tableau 3: Quelques indicateurs socio-économiques sur les pays sahéliens en 2014.**

| Pays         | IDH  | Economie                   |                 | Population totale | Population rurale % population totale | Densité population     |  | Valeur ajoutée agricole % PIB |
|--------------|------|----------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------|--|-------------------------------|
|              |      | PIB en milliers dollars US | Croissance en % |                   |                                       | Totale km <sup>2</sup> | Pop. Agr/ terre arable km <sup>2</sup> |                               |
| Burkina Faso | 0.4  | 12 549 126, 616            | 4.05            | 18 105 578        | 72                                    | 64.29                  | 261                                    | 32.94                         |
| Cap-Vert     | 0.65 | 1 872 187, 071             | 2.8             | 520 502           | 44.27                                 | 128                    |  | 7.72                          |
| Djibouti     | 0.47 | 1 589 025, 860             | 6               | 887 861           | 32.82                                 | 37.8                   |  | nd                            |
| Erythrée     | 0.39 | nd                         | nd              | nd                | nd                                    | nd                     | 559                                    | nd                            |
| Ethiopie     | 0.44 | 55 612 228, 234            | 10.28           | 99 390 750        | 81.07                                 | 96.96                  | 442                                    | 40.97                         |

<sup>115</sup> Lassailly-Jacob et Desse (2013, p.3), dans un article consacré au sahel et aux Caraïbes qui fait référence à Barou (2007) sur le fait que les nouveaux réfugiés climatiques du XXI<sup>e</sup> siècle sont localisés dans les pays du Sud, notent : «*Tout d'abord la dégradation de l'environnement provoque l'apparition d'un phénomène nouveau, celui des « réfugiés climatiques ». Les sécheresses récurrentes ont provoqué de grands mouvements dans diverses zones d'Afrique sahélienne et orientale. La Somalie et le nord du Kenya connaissent depuis quelques années des vagues de départ dues à la réduction des ressources en eau. Le Niger a vu une partie de sa production agricole anéantie par les nuages de sauterelles, provoquant l'exode de nombreux ruraux vers les villes du pays et vers celles des pays voisins ».*

|               |      |                 |      |            |       |       |     |       |
|---------------|------|-----------------|------|------------|-------|-------|-----|-------|
| Gambie        | 0.44 | 850 903, 179    | 0.88 | 1 928 201  | 39.98 | 191   | 257 | 21.36 |
| Mali          | 0.42 | 14 388 384, 093 | 7.79 | 17 599 694 | 60.86 | 14    | 197 | 40.97 |
| Mauritanie    | 0.51 | 5 442 297, 174  | 4.21 | 4 067 564  | 40.76 | 3.85  | 255 | 20.78 |
| Niger         | 0.35 | 8 245 312, 137  | 7.05 | 19 899 120 | 82.53 | 15.09 | 81  | 36.42 |
| Nigeria       | 0.51 | 568 499 000     | 6.31 | 182 201962 | 54.06 | 195   | 110 | 2.86  |
| Sénégal       | 0.47 | 15 657 551, 477 | 4.31 | 15 129 273 | 56.61 | 76.21 | 248 | 16.24 |
| Soudan        | 0.48 | 73 814 947, 341 | 3.1  | 40 284 882 | 76.48 | 21.57 | 114 | 28.62 |
| Soudan du Sud | 0.47 | 13 282 084, 034 | 3.37 | 13 339 872 | 81.41 | nd    | 114 | nd    |
| Tchad         | 0.39 | 13 922 233, 234 | 6.9  | 14 037 472 | 77.63 | 10.70 | 170 | 52.39 |

Source: Banque Mondiale (2016), FAO stat (2016)

Or, l'analyse des relations entre climat et migrations à l'échelle du Sahel est difficile et complexe. Car, d'une part, la variabilité climatique ne se traduit pas systématiquement et de façon linéaire par des déplacements de populations (Ionesco et *al.*, 2016) et, d'autre part, les manifestations de cette variabilité du climat, outre les capacités adaptatives socio-économiques pour y faire face, sont loin d'être homogènes sur cet étendu territoire.

Ainsi, pour mieux comprendre et expliquer les effets du climat sur les migrations, qui dépendent d'une combinaison de facteurs contextuels socio-économiques, politiques, culturels, démographiques, environnementaux..., qui, à leur tour détermine, le degré de vulnérabilité des populations, il devient impératif de repenser la problématique climat-migrations en terme d'interaction systémique. L'approche par la vulnérabilité systémique nous aidera à mieux intégrer dans l'analyse les réalités contextualisées dont les bouleversements et mutations dans un contexte de changement climatique poussent les populations à adopter les migrations comme stratégie d'adaptions (Cissé et *al.*, 2010).

### **2.3.1. Analyse des interactions complexes en termes de vulnérabilité du système socio-écologique**

Sur les 157,8 millions de déplacés internes dus à des catastrophes climatiques entre 2008 et 2013 dans 173 pays (chap.1, section 1.2 notamment figure 6), l'IDMC (2015a) mettait en évidence deux faits saillants : (i) à un niveau global, les pays en développement, asiatiques (82%) et africains (10% dont 25% du total mondial sur la seule année 2012), sont davantage touchés par les déplacements et (ii) à l'intérieur de ses pays en développement, les populations agricoles et pauvres sont particulièrement concernées par les déplacements

climatiques. En effet, comme le souligne la BM (2015), les pays en développement sont davantage exposés au changement climatique et ses impacts négatifs sur les sociétés comparativement aux pays développés à cause notamment de la vulnérabilité des environnements et des sociétés. Cette vulnérabilité est définie par le GIEC (2007, 2014) comme étant une : « *mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation* » (sous-section 2.3.1.1 qui suit). De plus, dans les pays en développement, outre d'avoir un accès limité aux adaptations technologiques (PNUD, 2004 ; BM, 2010 ; FAO, 2013 ; Sultan et al., 2015), deux raisons sont avancées par la BM (2015) pour expliquer leur vulnérabilité au changement climatique. D'une part, l'augmentation des populations dans les zones à risque. De 1970 à 2010, la population mondiale a augmenté de 87%, tandis que la population des plaines inondables a augmenté de 114% et celle des côtes exposées aux cyclones de 192% dans les pays en développement. D'autre part, dans ces pays, le changement climatique constitue un frein au développement et à la lutte contre la pauvreté<sup>116</sup>. Dans la plupart des pays sahéliens, à la fin du 20<sup>e</sup> siècle, la vulnérabilité des populations s'est accrue sous les effets conjugués de la réduction des précipitations de 30% mais, également, du doublement de la population selon Sultan (2011). D'après ce dernier, cette vulnérabilité grandissante des populations dans la région a été davantage constatée lors des deux récentes sécheresses des années 1970 et 1980 ayant respectivement causé une famine et décimé les troupeaux (PNUD, 2004) et provoqué un conflit meurtrier au Darfour (Severino et ray, 2010).

En conséquence, il serait pertinent de chercher à savoir si c'est à travers la vulnérabilité notamment socio-économique particulièrement importante dans les pays sahéliens, que le changement climatique impacte significativement les migrations des populations ?

McLeman (2013), Hunter et al., (2015) ; Tacoli (2009), McLeman et Smit (2006), Turner et al. (2003), Downing et al., (2001), Kasperson et Kasperson, (2001) et O'brien et Leichenko (2000) développent tout un cadre d'analyse des relations entre climat et migrations dans les pays pauvres, basé sur la notion de vulnérabilité du système socio-écologique<sup>117</sup>(Adger, 2006). Pour répondre à la question ci-dessus, McLeman (2013) affirme que l'hypothèse d'une

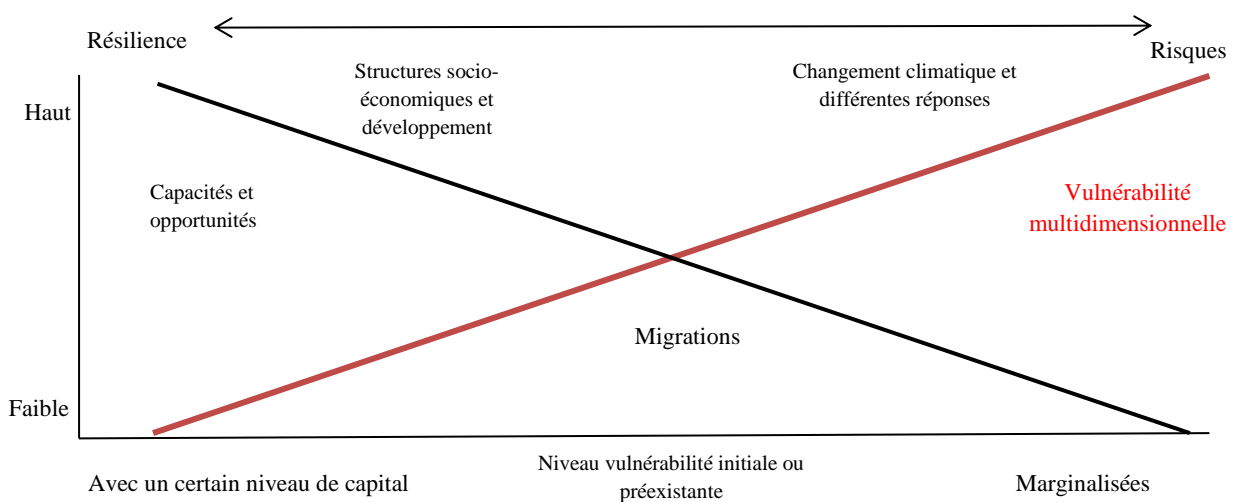
---

<sup>116</sup> Voir Rapport UNISDR (2011) disponible sur : [http://www.unisdr.org/files/27627\\_ar2011v2.pdf](http://www.unisdr.org/files/27627_ar2011v2.pdf)

<sup>117</sup> Adger (2006) en analysant l'histoire de la notion de vulnérabilité dans le contexte de changement climatique, conclue que : « *la vulnérabilité est un concept qui permet d'expliquer les interactions entre la société et la nature* » (p. 7).

corrélation entre l'ampleur de l'exposition au changement climatique et l'augmentation des flux migratoires, notamment dans les pays en développement, n'est pas fondamentalement fausse (voir figure 20 ci-après). En effet, comme discuté au chap. 1, sous -section 1.5.1, nous rappelons que l'auteur définit l'exposition physique des populations, des ressources et des modes de subsistance au changement climatique comme l'affectation du système humain (personnes, moyens de subsistance, services et ressources environnementaux (écosystème et espèces), infrastructures ou biens socio-économiques et culturels).

**Figure 20: Pauvreté des populations et changement climatique, augmentation de la vulnérabilité source potentielles de migrations**



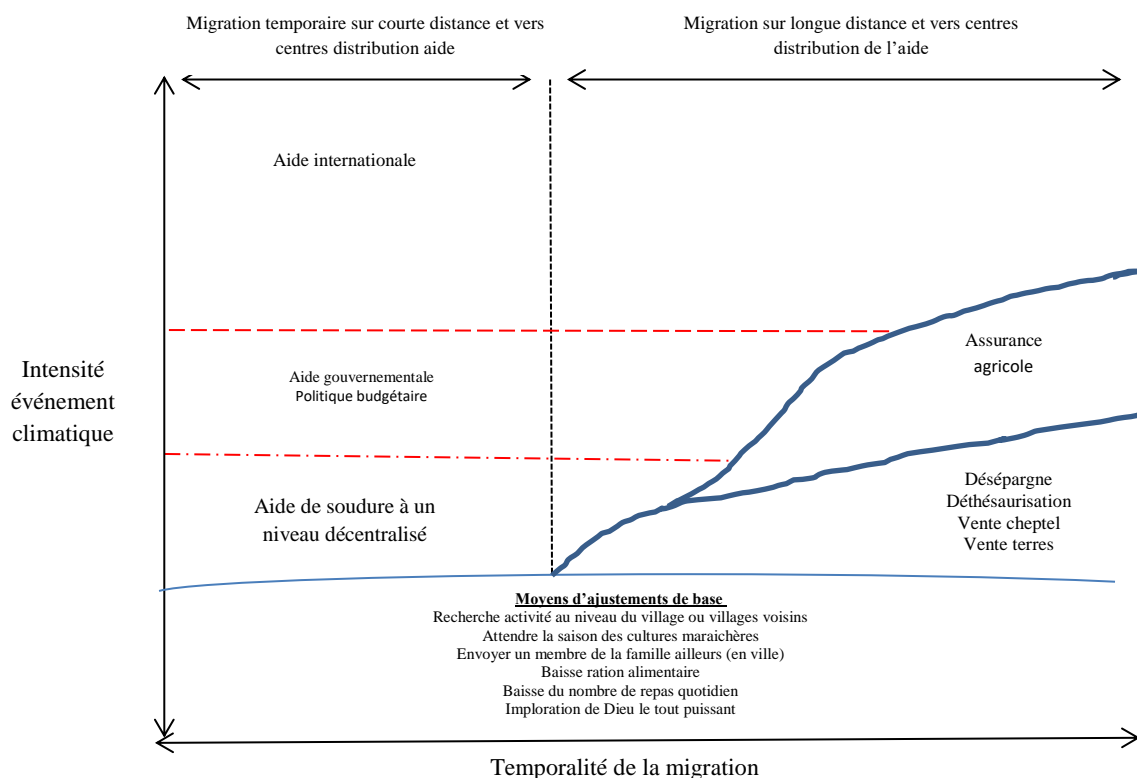
Source: Auteur, d'après BM (2015).

Toutefois, à cause des coûts financiers, émotionnels, des incertitudes socio-économiques et des déséquilibres socio-culturels, il est rare que la migration soit la première stratégie déployée<sup>118</sup> (McLeman et Smit, 2006 ; Tacoli, 2009). Celle-ci est souvent employée en dernier ressort en fonction des capacités adaptatives sur place (voir figure 21 ci-après). En effet, en nous basant sur les résultats de deux études au Sahel - l'enquête du CILSS (2009) au Burkina Faso, au Niger, au Nigeria et au Mali et l'étude de Cissé et *al.*, (2010) auprès de 1249 ménages et les entretiens de groupe dans 20 communautés au Sahel- qui cherchaient à savoir si les migrations peuvent constituer une stratégie d'adaptation face au changement et à la variabilité climatique, nous avons construit la figure 21 qui suit. Les auteurs montrent que depuis les sécheresses des années 1970-1980, les migrations, entreprises généralement en dernier ressort, constituent une stratégie d'adaptation face aux sécheresses, l'aridification

<sup>118</sup> Brucker et *al.* (2012) parlent de la migration comme une stratégie adaptative envisagée par les populations en dernier ressort.

(déficit pluvieux) ou encore l'humidification (excès pluvieux). Toutefois, comme stratégie d'adaptation, les migrations sont déployées de façon différente par les populations en fonction du niveau de leur vulnérabilité qui détermine, en grande partie, les capacités adaptatives des populations (Ribot et *al.*, 2005 ; Ribot, 2010 ; Virgil, 2016). Dans ce cas, les migrations ne seraient pas linéairement corrélées aux conditions climatiques. Sur la figure 21, l'axe des abscisses représente la temporalité des migrations (longues ou courtes) en fonction de l'intensité de l'évènement climatique (son ampleur élevée ou pas sur le système) représentée en ordonnée mais, également, des autres stratégies de base ou capacités adaptatives *in situ* des populations (moyen d'ajustement de base, désépargne, vente cheptel, assurance agricole...) et de l'assistance extérieure définie par l'ensemble des ressources extérieures à la localité mobilisées afin de réduire la vulnérabilité socio-écologique. Généralement, ce n'est qu'après épuisement de toutes ses stratégies (*in situ* et externes) que les migrations sont entreprises par les populations qui ne sont pas piégées (immobilité).

**Figure 21: Différents types d'ajustement des ménages en situation de changement climatique**



Source: Conception de l'auteur

Le concept de vulnérabilité systémique nous aide à mesurer, dans un contexte de changement climatique, la dégradation des conditions de vie des populations (GIEC, 2007 et 2014), variable déterminante des migrations des populations (McLeman et Smit, 2006 ; Gémenne,

2009 ; EACH-FOR, 2009 ; Piguet et al, 2011 ; Foresight, 2011 ; McLeman, 2013 ; BM, 2015 ; Ionesco et al, 2015). Ces dernières, les migrations, comme l'illustre la figure 21 ci-dessus, rentrent dans tout un ensemble de stratégies déployées par les ménages allant de l'adaptation au climat à l'amélioration des pratiques (Scoones et *al.*, 2002).

Etant donné que les études ne mettent pas en évidence une corrélation linéaire entre changement climatique et migrations humaines, le concept de vulnérabilité du système socio-écologique peut aider dans la compréhension et l'explication des migrations entreprises dans un contexte faisant référence à un système exposé à différents types de risques/désastres. En effet, plus complet que le changement climatique, il permettrait d'expliquer les interactions entre climat et migrations humaines dans une perspective qui permet de prendre en compte dans l'analyse l'ensemble des variables de tensions pertinentes sur les conditions sociétales. Appliqué au Sahel, le concept de vulnérabilité systémique nous aide à analyser les migrations comme étant le résultat d'une transformation des sociétés dans un contexte marqué par le changement climatique.

Avant de présenter la fonction de migrations issue de la vulnérabilité du SSE, *MESA*, telle que formulée par McLeman (2013), nous allons d'abord présenter la littérature sur la conception et la formulation du concept de vulnérabilité liée au changement et à la variabilité du climat.

### **2.3.1.1. Origine de la vulnérabilité en climat**

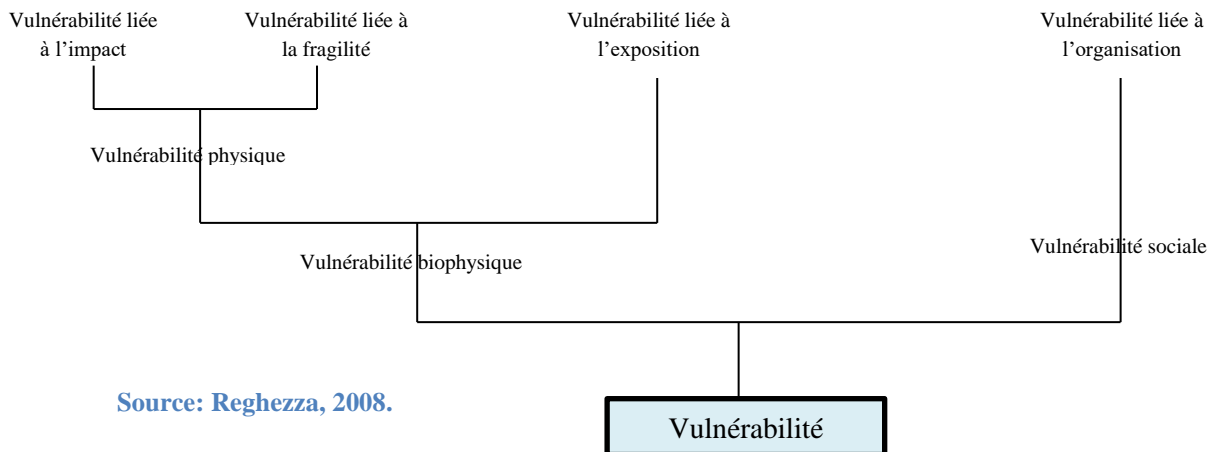
Qualifiée de concept éponge (Thomas, 2008) et largement utilisée dans les sciences naturelles et sociales, la vulnérabilité, concept central dans l'analyse des risques<sup>119</sup>, fait l'objet de plusieurs définitions issues de plusieurs écoles théoriques (De León et Carlos, 2006 ; Birkmann, 2006). Toutefois, la définition d'Ercole (1994, p.88-89) suivante : « *la vulnérabilité apparaît comme la propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique. Cette propension varie selon le poids de certains facteurs qu'il est nécessaire d'identifier et d'analyser car ils induisent un certain type de réponse de la société* », reste la plus utilisée. Elle nous permet de présenter les différents facteurs (types de causes ou types d'impacts) de vulnérabilité qui sont

---

<sup>119</sup> Pour plus de détails voir Reghezza (2008) qui présente les différentes approches du concept de vulnérabilité selon le temps et les écoles. L'auteur écrit : « *Au départ, la catastrophe et le risque sont réduits au processus physique, l'aléa, qu'on cherche à contenir par des solutions techniques. Dans un deuxième temps, les sciences sociales, et en particulier, les géographes anglo-saxons, mettent en exergue la dimension sociale du risque, en insistant sur l'étude des enjeux placés dans une situation d'exposition par rapport à un danger. Ils s'interrogent sur les réponses qu'une société apporte à l'existence d'une menace. Le glissement vers la société est parachevé dans un troisième temps où l'on en vient à penser qu'il n'y a pas de catastrophes naturelles, ce sont les aléas qui sont naturels, mais pour qu'un aléa devienne une catastrophe, il faut qu'il affecte une population vulnérable (Fara, 2001, p. 3). À partir de là, le concept de vulnérabilité va se diffuser et devenir un concept-clé de la cyndinique* » (Reghezza, 2008, p.22).

indispensables dans l'analyse des migrations comme réponse des populations dans un contexte de changement climatique. La figure 22 ci-dessous de Reghezza (2008) présente les différents types de causes de vulnérabilité.

Figure 22: les différents types de causes de vulnérabilités biophysique et sociale



Source: Reghezza, 2008.

Dans le contexte du changement et de la variabilité du climat, plusieurs concepts de la vulnérabilité ont été développés comme en illustre le tableau 4 ci-dessous établi par Simonet (2012).

Tableau 4: Les différents concepts de la vulnérabilité au changement climatique

|                         | <i>Analyses Chronologiques</i> |                              | <i>Analyses "Onion" ou "Matryoshkas"</i> |  | <i>Analyses Dichotomiques</i> |                                      |                     | <i>Analyse du Giec</i>      |                                |                                       |
|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|--|--|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
|                         | <i>Kelly and Adger (2000)</i>  | <i>O'Brien et al. (2007)</i> | <i>Birkmann (2007)</i>                   |  | <i>Brooks (2003)</i>          |                                      | <i>Adger (2006)</i> |                             | <i>Füssel (2010)</i>           |                                       |
| CHOCS                   | Point final vulnérabilité      | Vulnérabilité revenu         | Vulnérabilité Intinsèque                 |  | Vulnérabilité Biophysique     |                                      | Désastres naturels  |                             | Changement climatique régional | Biophysical Impacts                   |
| EXPOSITION/ SENSIBILITE |                                |                              | Vulnérabilité Humaine                    |  |                               | Vulnérabilité Sociale et biophysique |                     | Sensibilité biophysique     | Exposition socio-économique    | Impacts Sociaux (vulnérabilité au CC) |
| RESILIENCE              | Point départ vulnérabilité     | Vulnérabilité contextuelle   | Vulnérabilité Multidimensionnelle        |  | Vulnérabilité Sociale         |                                      | Capacités/ droits   | Capacités socio-économiques |                                |                                       |

— -- — : Continuum des concepts de vulnérabilité

----- : Délimitation approximative

En gris, les composantes structurelles de la vulnérabilité

Source: Simonet, 2012. Traduction de l'auteur.



A travers ce tableau 4, la définition du GIEC (Fussel, 2010) apparaît comme le plus complet pour analyser les manifestations du climat sur les conditions de vie des populations et les stratégies déployées pour y répondre, y compris les migrations.

Le GIEC (2007 et 2014) définit la vulnérabilité au changement climatique comme: “*The degree to which a system is susceptible to, and unable to cope with, adverse effects of climate change, including climate variability and extremes. Vulnerability is a function of a character, magnitude, and rate of climate change and variation to which a system is exposed, its sensibility and its adaptive capacity*” (GIEC, 2007, Glossaire). Cette définition du GIEC (2007) montre le passage d’une approche de la vulnérabilité dite « techno-centrée » (figure 22, Regezza, 2008), fonction de deux composantes déterminantes -l’exposition et la sensibilité du système- à une approche qui, en plus des deux composantes précédentes, tient compte de la capacité de réponse des sociétés (adaptation). Comme le soulignent Luers et al., (2003), la connotation négative qui entourait l’approche par la vulnérabilité (Luers et al., 2003) –un état de fragilité, une exposition -s’est muée en une approche qui intègre les capacités, d’une part, d’atténuation consistant à prévenir et à faire face *ex ante* au climat et, d’autre part, d’adaptation, de rétablissement *ex-post* choc climatique. En dépit de son caractère incertain situé davantage dans la gamme des incertitudes à traiter<sup>120</sup>, l’approche par la vulnérabilité permet de doter l’analyse des interactions climat-migrations d’un processus dynamique reliant un contexte historique et sociopolitique analysé temporellement et spatialement.

Conceptuellement, la fonction suivante de vulnérabilité (GIEC, 2007 ; Metzger *et al.*, 2008 ; McLeman et Hunter, 2010 ; McLeman, 2013) est retenue :

$$\text{Vulnérabilité (V)} = f(\text{Exposition (E)}, \text{Sensibilité (S)}, \text{Adaptation (A)})$$

Rappelons que, tout d’abord, l’exposition, notée E, est définie par le GIEC dans ces différents rapports comme étant la « *présence de personnes, de moyens de subsistance, d’espèces ou d’écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d’éléments d’infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un*

---

<sup>120</sup> Comme le soulignent Brisson *et al.* (2013) l’analyse du changement et de la variabilité du climat serait confrontée à deux types d’incertitudes : celles à traiter et celles à réduire. Les premières seraient liées au futur et regroupent les incertitudes sur les scénarios socio-économiques, les incertitudes stochastiques et, celles que l’on peut appeler, les marges de manœuvre qui correspondent à des choix donnant prise à l’adaptation, y compris la migration. Pour ce qui concerne les scénarios socioéconomiques, l’incertitude est délicate car la société fait partie du problème et de la solution. L’incertitude est alors réflexive. Quant aux incertitudes à réduire, elles ont été scindées en deux classes : celles épistémiques liées à l’insuffisance de nos connaissances et celles liées à une mauvaise appréhension des réalités spatiales.

*contexte susceptibles de subir des dommages* ». L'exposition est intrinsèquement liée à la situation géographique de la localité étudiée. A travers des exemples sur l'Amérique du nord et les pays du Sahel, McLeman (2013) montre que l'importance prise par l'exposition dans les formes prises par les migrations (adaptatives ou forcées) dans un contexte de changement climatique varie en fonction des processus socio-économiques, politiques et culturels qui prennent place au fil du temps.

Ensuite, la sensibilité, notée S, renvoie à la « *capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements* » (GIEC, 2007 et 2013). Elle concerne aussi bien le sous-système naturel (certaines régions sont plus sensibles que d'autres) que celui humain (le niveau de développement socio-économique est un facteur important du niveau sensibilité), selon les impacts du climat sur le système. Cette sensibilité permet de comprendre dans un milieu donné pourquoi certains systèmes de subsistance humaine sont plus affectés que d'autres face à un même aléa climatique (McLeman, 2013). Par exemple, l'agriculture est plus sensible aux risques liés aux inondations et à la sécheresse. La résilience efficace du système suite à un aléa climatique, se traduit par son rétablissement à temps voulu ou par une amélioration des structures de base. D'après le GIEC (2007, 2013) et la BM (2013, 2014), les pays en développement seraient plus vulnérables au changement climatique que les pays développés à cause de la forte sensibilité des moyens de subsistance des populations au climat (Shukdev, 2008 ; Maplecroft, 2014).

Et enfin, l'adaptation, notée A, fait référence aux « *initiatives et mesures prises pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets des changements climatiques réels ou prévus. On distingue plusieurs sortes d'adaptation : anticipative ou réactive, de caractère privé ou public, autonome ou planifiée* » (GIEC, 2007 et 2013). Comme le soulignent le GIEC (2007) et la BM (2015) : « *La capacité d'adaptation [est] intimement liée au développement socio-économique, [et] est inégalement répartie entre les sociétés et au sein de ces dernières* ». L'adaptation est différente de la résilience car elle intervient *post* aléa climatique à travers la mobilisation des capacités ou potentialités adaptatives disponibles (Smit, 2007 ; McLeman, 2013, GIEC, 2015, MB, 2014). Les capacités adaptatives varient en fonction des disponibilités ou ressources socio-économiques et physiques des populations. Ce qui explique la forte vulnérabilité des populations pauvres des pays en développement face au changement climatique.

Dans notre analyse des migrations dans un contexte de changement climatique, la vulnérabilité apparaît comme un point de départ<sup>121</sup> tel qu'indiqué dans le tableau 4 : « *a contextual approach, focuses on the context and underlying social, economic, political, institutional, technological, cultural, and environmental conditions that influence exposure, sensitivity, and adaptive capacity* » (O'Brien et al., 2007). Ainsi, nous allons nous attacher à analyser la sensibilité et la résilience socio-écologique du milieu qui, à leur tour, déterminent les capacités d'adaptation (Kelly et Adger, 2000 ; O'Brien et al., 2007 ; Adger, 2006, Fussel, 2010). Ce qui fait que le contexte étudié est primordial. Car, il permet d'identifier et de prendre en compte les facteurs de sensibilité localisés pouvant limiter significativement les capacités des populations face au changement climatique. Par conséquent, l'évaluation de la vulnérabilité systémique n'est pas dépendante des prédictions sur les comportements adaptatifs des populations face au changement climatique. A contrario, la vulnérabilité systémique explique les comportements notamment ceux migratoires. Cette approche de la vulnérabilité systémique comme point de départ permet d'aller vers des solutions adaptées au contexte local étudié.

### **2.3.1.2. Présentation de la fonction de migration dans un contexte de vulnérabilité exacerbée par le changement climatique**

McLeman (2013) introduit la fonction de migration dans un contexte de vulnérabilité induite par le climat. La migration est analysée comme une stratégie d'adaptation (EACH-FOR, 2009 ; EXCLIM, 2013 ; Foresight, 2011 ; Gastineau et al., 2015 ; Lalou et Delaunay, 2015, Bonnassieux et Gagneron, 2015 ; Oumarou, 2015 ; Meze-Hausken ; 2000 ; Gray, 2011 ; Scheffran et al., 2012 ; Henry et al., 2004 ; Kniveton et al., 2011 ; Afifi, 2011 ; Findley , 1994 ; Gray et Mueller, 2012 ; Nielsen et Reenberg , 2010), parmi d'autres (figure 21), des populations face à une dégradation des conditions de vie mesurée par notre fonction de vulnérabilité formalisée plus haut :  $V(E, S, A)$ . Les migrations induites par le climat, faisant partie des panoplies de stratégies possibles des populations, dépendent de l'exposition et de la sensibilité du système socio-écologique.

Ainsi, la fonction de migration dans un contexte de vulnérabilité climatique (*MESA*) ci-dessous est introduite dans la littérature par McLeman (2013) :

---

<sup>121</sup> Signalons que la vulnérabilité peut être analysée comme une résultante intermédiaire (voir Kelly et Adger, 2000). Dans ce cas précis, le changement climatique, de par la grande sensibilité des populations, détermine, à lui seul, la vulnérabilité du système. Cette approche a souvent été mobilisée par les maximalistes pour déterminer les flux de « réfugiés climatiques » dans des zones exposées au changement climatique.

$$M = f(E, S, (A - M))$$

Avec:

M = Migration dans un contexte de vulnérabilité multidimensionnelle est une fonction de :

E = expositions au changement climatique

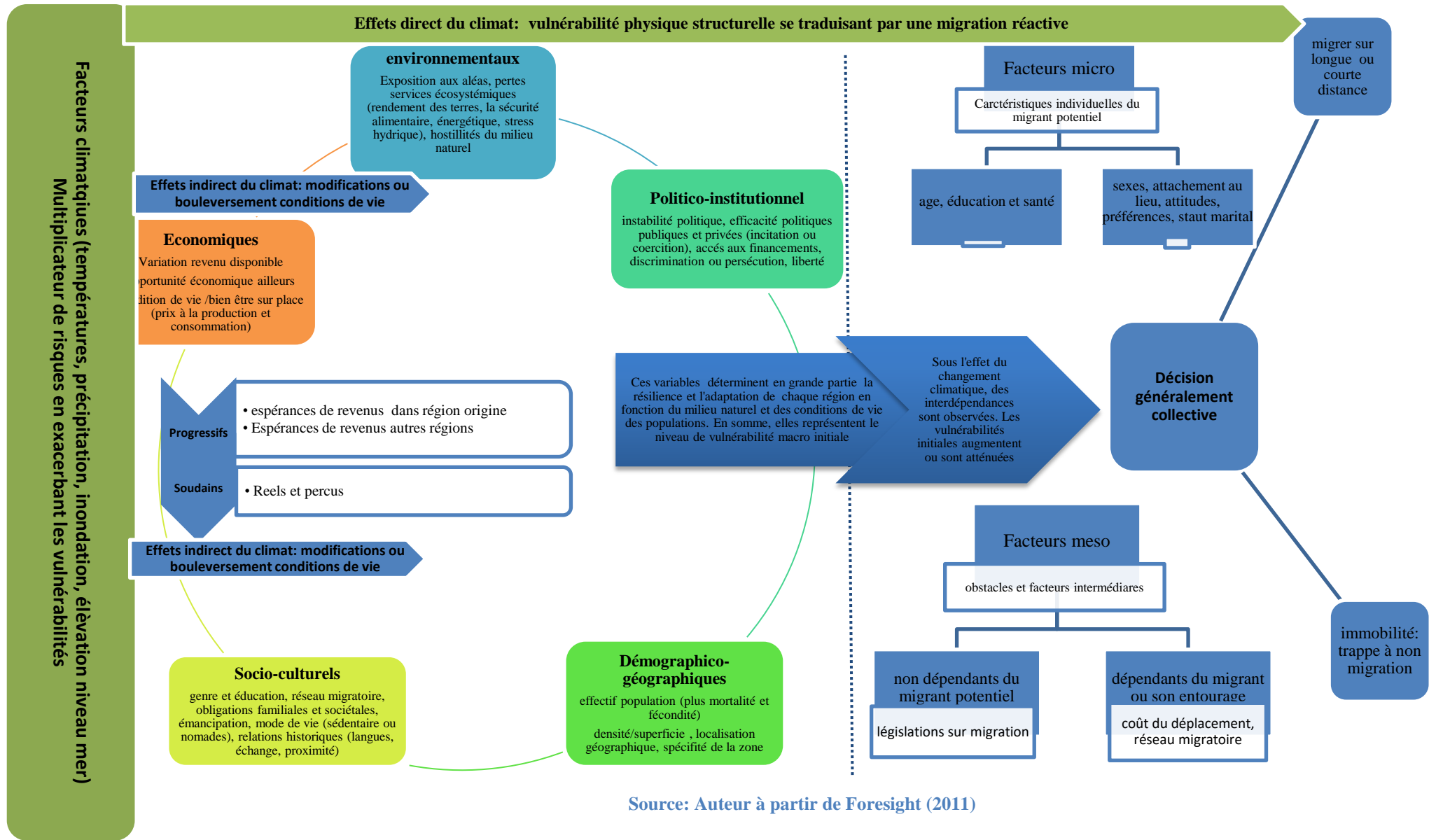
S = sensibilité des populations au changement climatique

A – M = toutes les stratégies adaptatives autres que la migration

Premièrement, cette fonction *MESA* permet d'analyser la migration dans un contexte large de système socio-écologique plus en adéquation avec les réalités sahéniennes. La non migration (trappe à non migration ou immobilité) est considéré comme une diminution des stratégies de réduction/atténuation des impacts du climat sur les sociétés et doit être résolue par des politiques publiques interventionnistes (plan de réduction des vulnérabilités initiales ou préexistantes dans les zones sinistrées). Deuxièmement, à travers cette fonction, McLeman (2013) pose que le déploiement de la migration, comme stratégie d'adaptation, augmente avec l'ampleur du changement climatique, la sensibilité et l'exposition des populations. Par contre, la migration diminue avec l'augmentation des possibilités adaptatives de base (*in situ*) des populations.

En intégrant les dimensions temporelles et spatiales mais, également, les différentes variables constitutives de la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques à différents niveaux (macro, micro et méso), nous pouvons représenter les migrations en termes de vulnérabilité systémique induite par le changement climat à travers la conceptualisation ci-dessous (figure 23). Cette dernière intègre à la fois la vulnérabilité écologique et celle socio-économique. L'exposition au changement climatique ainsi que les facteurs et capacités de résilience/adaptatives respectivement du milieu naturel et des populations, sont pris en compte. La deuxième partie, sous l'effet amplificateur du climat qui se traduit par une détérioration des conditions de vie et une augmentation des risques, montre les différentes stratégies d'adaptation des acteurs. Ainsi, après épuisement des différentes stratégies adaptatives sur place, les migrations sont généralement entreprises en dernier ressort (adaptation par la migration (proactive) ou encore migration par l'adaptation (réactive)). La trappe à non migration est perçue comme une défaillance de l'adaptation.

Figure 23: Conceptualisation de la migration éco-climatique avec les différentes composantes de la vulnérabilité socio-écologique



Source: Auteur à partir de Foresight (2011)

La figure 23 montre la complexité des interactions entre climat et migration en général. Dans la région sahélienne, les variables déterminantes, en outre d'être diverses et indissociables, sont caractérisées par leur grande imprévisibilité (disponibilité et fiabilité). Ce qui fait que cette complexité des interactions systémiques en jeu rend difficile la compréhension des migrations induites dans une région caractérisée par de fortes hétérogénéités physico-climatiques mais, également, socio-économiques (chap. 2, sous-section 2.2.2). Toutefois, Morin (2005, 1991) affirme que la complexité des systèmes ne devrait pas servir d'excuse au manque d'explication et de compréhension. Car, la complexité qui était une justification au manque de théorie et d'explication, est devenue un objet de recherche<sup>122</sup>. Ainsi, dans le but de comprendre et d'explication les interactions climat-migration par une approche en termes de vulnérabilité systémique, nous allons partitionner l'espace d'étude en focalisant l'analyse sur le Sénégal, pays situé dans la partie ouest sahélienne.

Ce choix porté sur le Sénégal est motivé par plusieurs raisons. Premièrement, le pays, qui représente plus de 80% des terres arables de la région ouest sahélienne, est situé sur la partie ouest sahélienne marquée par une grande disparité tendancielle (déficit pluvieux) et des variabilités pluviométriques interannuelles importantes attribuées au changement climatique. Le Sénégal est décrit comme particulièrement vulnérable aux changements climatiques actuels et attendus. Selon le dernier rapport du cabinet d'étude britannique *Maplecroft* (2014)<sup>123</sup>, le Sénégal est le 10<sup>e</sup> pays africain (3<sup>e</sup> au Sahel et 14<sup>e</sup> dans le monde) le plus vulnérable. Deuxièmement, sur le plan migratoire, le pays a fait l'objet de plusieurs études qui ont permis de mettre en évidence les logiques migratoires internes à partir des différents bassins migratoires. Troisièmement, étant donné que le changement climatique est loin d'être linéaire à l'intérieur d'un pays et ses conséquences non égales d'une localité à une autre (GIEC, 2013 et 2007 ; Simonet, 2012 ; BM, 2013, 2012b et 2010), la division du pays en 6 zones agro-écologiques, sur la base de critères physiques et humains (voir chap. 3, sous-section 3.4.1) dont il est possible de regrouper les différents bassins migratoires (régions administratives), permet d'analyser les interactions climat-migrations en termes de vulnérabilité systémique selon des échelles bien définies (relativement homogènes). Quatrièmement et pas la moindre, au Sénégal, contrairement à la plus part des autres pays

---

<sup>122</sup> Abdelmalek (2004) dans : « *Edgar Morin, sociologue et théoricien de la complexité : des cultures nationales à la civilisation européennes* », mentionne que en sciences humaines et sociales, la complexité des systèmes dynamiques est devenue un objet d'étude dont les aspects théoriques et pratiques reposent sur un ensemble de présupposés : (i) l'existence de lois générales, communes, transdisciplinaires et qui régissent les systèmes complexes et interactifs, qu'ils soient économiques, physiques, chimiques, écologiques, sociaux, culturels... ; (ii) les lois sont de nature relationnelles (interactions internes ou externes) et (iii) certaines propriétés sont holistiques. Elles n'existent que grâce au système.

<sup>123</sup> <https://maplecroft.com/portfolio/new-analysis/2014/10/29/climate-change-and-lack-food-security-multiply-risks-conflict-and-civil-unrest-32-countries-maplecroft/>

sahéliens, nous disposons de données désagrégées et assez fiables -sur le climat (pluviométrie et températures minimales et maximales entre 1970 et 2013), les migrations internes (migration interrégionales sur 6 périodes : 1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) et les autres facteurs systémiques explicatifs des migrations- qui permettent une analyse instrumentée des interactions systémiques entre climat et migrations humaines.

## **2.4. Conclusion**

Après avoir caractérisé l'évolution tendancielle et la variabilité du climat, en particulier la pluviométrie et les températures maximales et minimales, attribuées au changement climatique au Sahel, ce chapitre débouche sur la nécessité de repenser les migrations dans un contexte de changement climatique. En effet, contrairement à l'image type du « migrant/réfugié climatique sahélien » construite par les médias, citée dans les discours et plaidoiries mais, également, mentionnée dans certaines études scientifiques, il apparaît que sur cette vaste étendue qu'est le Sahel, d'une part, les manifestations du changement climatiques et ses impacts sur les sociétés sont loin d'être homogènes. Et, d'autre part, les migrations, qui constituent une des stratégie à part entière des populations pour faire face au changement climatique et ses impacts négatifs, obéissent également à des contraintes socio-économiques dont les emprises spatiales et temporelles sont trop hétérogènes pour une production de connaissances précises à l'échelle de la région sahélienne.

Partant de ce constat, ce chapitre comporte une dimension conceptuelle, vulnérabilité systémique, sur laquelle il convient d'insister. L'objectif visé est de ressaisir dans l'analyse des migrations dans un contexte de changement climatique, l'ensemble des facteurs déterminants. Cela revient à ré-encadrer la réflexion des dynamiques migratoires dans des contextes socio-écologiques localisés qui subissent le changement climatique. A cet effet, la conceptualisation des interactions complexes climat-migrations par une approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique apparaît particulièrement pertinente au Sahel. Toutefois, l'hétérogénéité spatiale des composantes de la vulnérabilité systémique, notamment le climat, rend, à son tour, difficile l'application de notre approche intégratrice à toute la région sahélienne. Il convient également de redescendre à des échelles plus fines ou homogènes et pour lesquelles nous disposons de données. Ce qui justifie ainsi dans ce qui suit l'application de notre cadre conceptuel au Sénégal, partie ouest sahélienne.

**Chapitre 3 : Ordonnement des interactions systémiques climat-migrations par le concept de vulnérabilité systémique. Premiers enseignements tirés des zones agro-écologiques du Sénégal.**



### 3.1. Introduction

Dans la compréhension et l'explication des interactions entre le climat et les migrations, la vulnérabilité apparaît comme un outil d'analyse complet. Car, comme nous l'avons montré dans le chapitre 2 précédent, d'une part, elle permet d'anticiper, de faire face et de s'adapter au changement climatique selon un contexte socio-écologique bien défini (GIEC, 2007, Adger, 2006 et 2010, Raleigh et Jordan, 2010). Cette vulnérabilité socio-écologique est plus large que le changement climatique dont la seule exposition ne suffit pas à faire d'une personne un migrant, exception faite d'un événement extrême soudain. D'autre part, outre la compréhension des interactions société-nature, l'analyse des migrations en termes de vulnérabilité systémique permet d'identifier à plusieurs niveaux les variables déterminantes et de ce fait cibler les politiques. Comme le souligne Ribot (2010), la vulnérabilité ne tombe pas du ciel. Elle trouve son origine dans des considérations d'ordre socio-économiques, politiques, culturelles, démographiques, institutionnelles (vulnérabilités initiales ou préexistantes<sup>124</sup>) que le changement climatique renforce (vulnérabilités cumulées) afin d'accentuer les flux de déplacement de populations souvent pauvres à l'intérieur de leur frontière nationale (ou non). Or, Ribot (2010) affirme que les vulnérabilités, notamment celles initiales, peuvent être drastiquement réduites par des actions publiques et/ou privées avant que, sous les manifestations sévères du changement climatique, les migrations soient entreprises comme stratégie d'ajustement ou que des populations tombent dans une trappe à non migration.

Cependant, comme stipulé dans le chapitre précédent (chap. 2, section 2.3, figure 23), l'analyse des migrations dans une approche de vulnérabilité des systèmes socio-écologiques dans un contexte de changement climatique est complexe et se heurte à la diversité des situations locales dans la région sahélienne (hétérogénéité tant sur le plan physico-climatique que socioéconomique (chap. 2, section 2.2)). De ce fait, les transformations sociétales induites par le changement climatique, sont susceptibles de se manifester sous diverses formes [de vulnérabilités] en fonction de la caractérisation physico-climatique du milieu, les contraintes socio-économiques locales et capacités adaptatives des populations, les considérations politico-institutionnelles et démographiques ...

---

<sup>124</sup>Vigil (2016, p.71) souligne que : « *Bien qu'il n'y ait pas de catastrophe sans danger, sans vulnérabilité [initiale] le danger est nul* ». A cet effet, la migration est induite par une complexité de facteurs interdépendants. Ainsi, l'auteur analyse la vulnérabilité initiale, facteur déterminant dans la migration climatique, comme la précarité des populations *ante* choc climatique.

Par conséquent, l'analyse de la migration dans un système nature-société nécessite de repenser les vulnérabilités à un niveau plus désagrégé (plus homogène). Ceci permettra, d'une part, une meilleure production de connaissances nouvelles sur les interactions climat-migrations<sup>125</sup>, et, d'autre part, l'approche élargie<sup>126</sup> constituerait une base pour une meilleure stratégie d'action. Car, les informations données par les rares études de cas (EACH-FOR, Foresight, MECLEP) dans la région sahélienne portent généralement sur de vastes territoires avec des réalités physiques et sociétales différentes. Celles-ci sont générales et ne permettent pas de mettre en évidence suffisamment l'hétérogénéité des réalités du terrain. Compte tenu de ce qui vient d'être dit, nous allons davantage nous intéresser à la partie ouest sahélienne plus sujette aux perturbations climatiques et dans laquelle le Sénégal, pays particulièrement exposé, sera étudié.

Les transformations sociétales en termes de migrations humaines sous des contraintes exacerbées par le changement climatique dans un pays naturellement divisé en zones agro-écologiques sur la base de critères socio-écologiques, permettent d'aboutir à une analyse systémique plus approfondie. Nous allons analyser les interactions climat-migrations au Sénégal au regard des vulnérabilités des systèmes socio-écologiques. Et comme le souligne d'Ercole (1994), cela revient à déterminer les facteurs structurels et conjoncturels de la vulnérabilité systémique ayant conduit à l'adoption de la migration comme stratégie d'ajustement des populations. Et ce n'est que par la suite, que le chapitre cherchera à hiérarchiser sur le plan spatio-temporel (zones agro-écologiques et bassins migratoires des années 1970 à 2013) les éléments de vulnérabilité en cause dans les migrations.

Ce chapitre va tout d'abord présenter l'historique des migrations internes au Sénégal. Ensuite, nous allons discuter de l'ensemble des variables systémiques explicatives, directes et indirectes, des migrations au Sénégal et enfin, nous aborderons, dans une analyse qualitative, les facteurs de vulnérabilité systémique explicatifs des évolutions migratoires dans les zones agro-écologiques du Sénégal fortement exposées au changement climatique.

---

<sup>125</sup> Le défi méthodologique permet de rendre compte des dynamiques qui se jouent à des échelles spatiales et temporelles bien différentes comme celles observées au Sahel.

<sup>126</sup> la migration est un processus continu de recomposition des conditions de vie sous l'effet, certes des événements climatiques survenus, mais également des variables de transmission déterminantes socio-économiques, environnementales, culturelles, démographiques, géographiques. Par conséquent, la prudence est de mise dans l'élaboration d'une méthodologie d'analyse des migrations induites par le climat. Tout lien déterministe « climat-migration » reste facile et réducteur des réalités et l'isolement du facteur climat des autres variables déterminantes demeure complexe.

### 3.2. Historique des migrations internes au Sénégal

Dans les pays en développement et plus particulièrement au Sénégal, les connaissances sur les migrations internes demeurent largement fragmentées (ANSD, 2013 ; Pison, 1997 ; Becker et M'bodji, 1994). Toutefois, nous disposons de quelques données, aussi bien qualitatives que quantitatives<sup>127</sup>, issues principalement de la première enquête démographique du pays (1960-1961)<sup>128</sup>, de celle de 1970-1971<sup>129</sup> et des différents recensements (1976, 1988, 2001 et 2013) et enquêtes (1993, 2006, 2011), présentés dans la section suivante. Cela nous a permis de procéder à une périodisation -vue d'ensemble des tendances- des migrations internes au Sénégal. Trois tendances sont mises en évidence :

- Bien avant l'indépendance en 1960, la migration interne était régulée par les directives du colonisateur français sous deux formes principalement. La première explication donnée par Delaunay (1984) repose sur l'organisation politique et économique du pays en pôle de production capitaliste dès la moitié du 19<sup>e</sup> siècle. Cette politique consistait en une analyse de rentabilité des pôles de croissance basée sur la culture rentière arachidière au détriment de celle vivrière. D'où l'avènement de la zone bassin arachidier au Sénégal. Cela marque le déclin des autres régions<sup>130</sup>, exceptée Dakar, et précipitant ainsi les populations vers la migration. Cette situation est accompagnée d'une monétarisation de l'économie qui a contraint à l'émigration de la main d'œuvre dans le but de satisfaire les « besoins monétaires ». Les dividendes de la migration s'avèrent indispensables à la survie de la paysannerie dans ce système économique comme le souligne Bâ (1996). La deuxième explication tient à l'instauration de l'impôt de capitation qui a eu pour résultat, dans des économies en grande partie non marchande, un déficit monétaire. Ainsi pour s'acquitter de l'impôt colonial que les activités locales non monétaires ne pouvaient couvrir<sup>131</sup>, les populations offraient leur surplus de main d'œuvre grâce à la migration temporaire vers le bassin arachidier. Parallèlement des explications sur l'histoire des mobilités internes au

---

<sup>127</sup> Guilamoto (1992) de l'institut OSTROM nous offre une bibliographie assez exhaustive sur la démographie du Sénégal depuis 1960. Elle regroupe l'ensemble des références sur la démographie du Sénégal entre 1960 et 1991. Et dans ce travail, la migration, en particulier celle interne, y occupe une place de choix. Ce recueil bibliographique est disponible sur : [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/num-dakar-02/37696.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/num-dakar-02/37696.pdf), consulté le 20/05/2016.

<sup>128</sup> Sénégal. Service de la Statistique, 1964. Résultats de l'enquête démographique 1960/1961. Données régionales, Ministère du Plan et du Développement, Service de la Statistique, Dakar, s.n., multigr.

<sup>129</sup> Sénégal. Direction de la Statistique, 1974. Enquête démographique nationale, 1970-71: résultats définitifs. Série A: Données de structure. Vol. 2-. Situation matrimoniale, Dakar, 52 p..

<sup>130</sup> Les investissements n'étaient consentis que dans la capitale de l'arachide et avec la migration, absence de force de travail, les autres régions agricoles vivrières du pays n'ont pas pu se maintenir économiquement face à cette politique coloniale. (Weigel, 1982).

<sup>131</sup> Les économies étaient de traite et ne pouvaient, d'une part, en aucun cas payer l'impôt redevable sous forme monétaire et, d'autre part, les productions locales, généralement vivrières et lourdement frappées par les crises récurrentes du monde rurales (climatiques, invasion acridiennes, cure insuffisantes...), ne permettaient de générer des revenus suffisants (Boivin et al., 1996).

Sénégal évoquent la construction des chemins de fer qui aurait deux effets. Les axes Dakar-Saint-Louis (1886) et Thiès-Kayes (1923), tout en désenclavant certaines régions à l'émigration, ont impacté négativement les économies des régions situées en bordure du fleuve Sénégal basée sur les activités fluviales. Toutefois, la migration ne peut pas être limitée aux explications d'ordre colonial (monétarisation économie, impôt et le ferroviaire). En effet, la décolonisation et les choix de développement économiques adoptés par la suite n'ont pas freiné la migration. Celle-ci s'est dynamisée ;

- Les migrations saisonnières et les migrations temporaires : Ce sont les migrations les plus observées. Elles sont généralement qualifiées de migrations courtes tant sur la durée que la distance. Elles indiquaient une volonté de saisir des opportunités d'emploi possible durant la saison dite morte (saison sèche). Toutefois, il convient de distinguer les deux. La migration saisonnière est une tradition au Sénégal (Pison, 1997) qui obéit à un cycle saisonnier. Les ouvriers agricoles des régions du sud et du sud-est se déplacent principalement vers le bassin arachidier mais ils revenaient toujours durant la période des travaux champêtres afin de labourer la terre. La migration était intra-rurale et elle obéissait à la configuration du système des *navétanes*<sup>132</sup>. Cependant, à partir des années 1970-80, la migration saisonnière décline fortement sous les effets principalement de la sécheresse mais, également, dans une moindre mesure, de la mécanisation agricole. Quant aux migrations temporaires, elles concernent davantage le travail domestique des jeunes femmes rurales -en provenance des régions de Ziguinchor, Kaolack et Fatick- vers les capitales régionales, Dakar prioritairement. Concernant le calendrier des départs et retours, respectivement la fin et reprise des saisons pluvieuses, elles revêtent les mêmes caractéristiques que la migration saisonnière. Toutefois, une mutation s'opère à partir du début des années 1980 ;

- La fin des années 1970 début des années 1980 est caractérisée par une crise économique et climatique qui a eu des impacts dans la configuration des migrations internes au Sénégal. En effet, les PAS de la décennie 1980 ainsi que les deux grandes sécheresses ont intensifié, d'une part, les flux migratoires ruraux-urbains au détriment des mouvements

---

<sup>132</sup> Ce terme permet de désigner les populations des pays frontaliers, est et sud-est, du pays (Mali, Guinée, Gambie) et de la Casamance qui s'adonnent à la culture arachidière dans la zone du bassin arachidier dans le but de gagner de l'argent pour la dot et la captation coloniale. Comme le souligne la plupart des documents, Fall (2011), M'Baye, 1997, Bouilly, 2008, ces populations sont sobrement désignées par : « *des étrangers originaires des colonies voisines* », « *des cultivateurs de passages venus des colonies du groupe de l'A.O.F.* » ou encore « *des travailleurs agricoles du Soudan* ». Sur le plan étymologique, le mot *navétane* est dérivé de la langue Wolof « *Nawet* » voulant dire *saison des pluies ou hivernage*. Sur cette base, le terme désigne les migrants saisonniers. Ainsi, selon Dione (2006), le système des « *navétanes* » consistait une migration saisonnière durant l'hivernage vers le pôle économique que constituait la zone agro-écologique du bassin arachidier afin d'y pratiquer des activités agricoles. C'est une migration de type rural-rural. Cette migration saisonnière, du fait des chutes de rendements de la filière rentière arachide (sécheresses de 1970 et 1980), s'est transformée en un exode rural massif, plus durable voire permanent, vers principalement Dakar et sa banlieue proche. Pour plus de détails, voir Ndione, B. (2006). Contexte local et migration : Les dynamiques migratoires internationales dans les quartiers de la ville de Kaolack (Sénégal). Thèse de doctorat non publiée. Université René Descartes, Paris, France.

ruraux-ruraux et, d'autre part, accentué les migrations sur longue période. Le migrant s'inscrit de moins en moins dans une configuration saisonnière. En conséquence, premièrement, l'urbanisation depuis 1980 s'est accélérée au Sénégal –ce taux est passé de 34% en 1976 à 39% en 1988, 40,7% en 2001 et 45,2 2013 (ANSD, 2013)- Ce qui atteste des flux massifs ruraux vers les villes mais, à cause de raisons diverses. Et, deuxièmement, une rupture nette dans la complémentarité existante entre les activités dans les lieux d'émigration (généralement agricole) et d'immigration (l'informel) est observée (Guilmoto, 1997). Le secteur informel explose et offre des débouchés à la plupart des migrants<sup>133</sup>. Comparée à la période précédente (années 60-70), celle-ci est marquée, sous les effets socio-économiques et des conditions climatiques rudes, par une prédominance de la migration sur longue durée. Des dynamiques migratoires cumulatives sont observées principalement à Dakar et sa région voisine, Thiès. Paradoxalement, Dakar présente les taux de chômage et d'activité<sup>134</sup> les plus élevés (tableau 5). A titre illustratif, en 2013 selon l'ANSD, le taux d'activité qui était de 71,2% - soit 7 728 868 de la population totale (RGPHAE, 2013)- était constitué de 74,3% d'occupés et 25,7% de chômeurs. Ce taux d'activité varie selon les régions - Sédhiou, Kolda, Kaffrine, Tambacounda et Dakar avec des taux d'activité supérieurs à 54%- et est positivement corrélé au solde migratoire. Enfin, sur les 74,3% d'occupés, plus de 80% travaillent dans l'informel.

**Tableau 5: Evolution taux d'activité et de chômage (Dakar et moyenne nationale) entre 1976 et 2013**

| Années                | 1976  | 1988  | 1993 | 2001  | 2011  | 2013  |
|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Taux d'activité Dakar |       | 42%   | 50%  | 51,1% | 45,2% | 54,7% |
| Taux de chômage Dakar |       | 24%   | 27%  | 11,7% | 13,9  | 14,9% |
| Moyenne nationale     | 58,9% | 47,1% |      | 45,1% |       | 71,2% |
|                       | 4,3%  | 8,9%  |      | 6%    |       | 12,9% |

Source: Synthèse auteur.

Sur la période récente, depuis 2000, cette tendance se maintient. Une grande partie de la population active migrante est dans le secteur informel. L'ANSD (2013) estime qu'entre 85% et 95% de la population active travaille dans le secteur informel contre 5 à 8% pour le formel (Camara et al., 2013). Ses résultats sont corroborés par la BM (2007). Il est fait mention que

<sup>133</sup> Avec l'économie de la débrouille notamment des migrants habitant la banlieue dakaroise (Camara et al., 2013).

<sup>134</sup> La définition retenue est celle du dernier rapport de l'ANSD (RGPHAE, 2013). Dans ce rapport la population active est définie : « C'est l'activité habituelle (c'est-à-dire celle exercée au cours des douze derniers mois précédant la date de collecte) qui est mesurée. La population habituellement active est l'ensemble des individus résidents des deux sexes, en âge de travailler (15 ans ou plus), et qui, au cours des 12 derniers mois, ont eu à occuper un emploi pendant au moins 3 mois ou qui sont inoccupés et sont à la recherche active d'un premier (ou nouvel) emploi. Elle comprend ceux qui travaillent effectivement (population active occupée) et ceux qui sont sans travail et qui en cherchent (chômeurs ayant travaillé et les primo demandeurs d'emploi). »

Toutefois, il faut signaler que dans les précédents recensements et rapports (1976,1988, 1993 et 2002), le critère de l'âge du BIT était retenu (population de 10 ans ou plus).

plus de 97%<sup>135</sup> des créations nouvelles d'emploi est de la part du secteur informel sur la décennie 1995-2005. Et, ces tendances se confirment sur la dernière décennie. En effet, l'agriculture a été pendant longtemps la soupape de l'emploi pour une majorité des ruraux sénégalais. Sous les effets du changement climatique et ses conséquences désastreuses pour une agriculture principalement pluviale, combinés également aux fluctuations tendancielle à la baisse des cours mondiaux et à la tertiarisation progressive de l'économie, le secteur primaire agricole n'a cessé de décliner, et ceci depuis 1980. Cette libération de main d'œuvre, essentiellement rurale et inadaptée en grande partie aux réalités du marché de l'emploi urbain, s'est transférée vers le secteur informel urbain via une migration rapide (Camara et al., 2013). Les populations migrantes s'adonnent principalement à des métiers qui tournent autour du (petit) commerce, la boulangerie, la couture, la menuiserie de bois, la mécanique générale, la peinture, les petites réparations... Ainsi l'ANSD, dans ses publications annuelles de statistiques sur la création de valeur ajoutée, avec une prise en compte du secteur informel, estime la valeur ajoutée du secteur informel entre 50 et 55% du total de celle nouvellement créée dans toute l'économie entre 1998 et 2013.

Ces trois grandes tendances migratoires internes suscitées peuvent être analysées comme respectivement : i) celles des primo-migrants avec une migration organisée ne permettant pas des dynamiques cumulatives ; ii) celles de la libéralisation ou l'éclosion migratoire rurale temporaire ne donnant pas lieu à une organisation institutionnelle ou formelle et enfin iii) celles adaptatives aux crises structurelles et conjoncturelles (économique, démographique et climatique) et qui tendraient vers la remise en cause des « réseaux balbutiants » et la logique des stratégies macrosociales (ménage, famille, communauté) au bénéfice, à l'extrême et pas encore tendancielle<sup>136</sup>, d'une migration individualiste.

Nous intéressent à la période récente, fin 1970-2013 pour laquelle les données sont disponibles sur certaines années et à un niveau désagrégé (régions), nous observons que les mobilités internes se sont largement accentuées et seraient révélatrices à priori de nouvelles dynamiques sociétales précipitées par les conditions climatiques et environnementales qui ont

---

<sup>135</sup> Banque Mondiale, (BM, 2007). *Sénégal. A la recherche de l'emploi – Le chemin vers la prospérité*. Mémoire Economique sur le Pays. Rapport N° 403-44SN. Consulté le 05/07/16 : [http://siteresources.worldbank.org/INTSENEGAL/Resources/CEM\\_FR\\_rapport.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTSENEGAL/Resources/CEM_FR_rapport.pdf)

Il est mentionné dans ce rapport que : « L'absorption de l'offre de travail par l'économie sénégalaise a été portée par la création d'emplois dans le secteur informel (défini comme les entreprises qui ne possèdent pas de NINEA ou un numéro de contribuable). Ces entreprises, y compris l'auto-emploi, ont compté pour 97% de la croissance de l'emploi entre 1995 et 2004. Ce résultat était attendu dans les campagnes où l'informalité est quasiment universelle, alors qu'en milieu urbain il provient de la croissance de l'emploi dans le secteur du commerce où plus d'un quart des emplois créés ont pris place au cours de la période 1995-2004. »

<sup>136</sup> Conditions de vulnérabilité multidimensionnelle particulièrement difficiles des populations.

prévalu dans la région sahélienne (Pison 1997). Les déplacements migratoires ruraux vers les villes sont datés à partir de cette période<sup>137</sup> marquée par une baisse significative de la pluviométrie et un appauvrissement des écosystèmes (passage du système des « *Navétanes* » à l'exode rural massif) (Guilomoto, 1997). Ce mouvement, loin d'être un exode exclusivement rural, s'est également accompagné d'une migration interurbaine des autres régions vers principalement les régions de Dakar (capitale administrative et principal pôle économique), Diourbel (expansion de la ville religieuse de Touba : fief du *mouridisme*) et Tambacounda et Kolda où se développent une filière cotonnière productive et l'extraction des ressources minières à Kédougou.

Cependant, au Sénégal les migrations internes ont toujours été analysées sous les approches dominantes<sup>138</sup>. Ainsi, les données migratoires corroborent un certain nombre d'hypothèses dites classiques (ESAM, 1993, 2001, 2011 ; RGP, 1976 ; RGPHAE, 2002 et RGPHAE, 2013) :

1. L'existence de scénarios migratoires bien établis : du monde rural vers le monde urbain ; des autres régions vers Dakar mais, également dans une moindre mesure, vers le sud. La migration rentre dans une certaine logique<sup>139</sup> ;
2. L'émergence de réseaux migratoires conduisant vers une dynamique cumulative ;
3. Chaque courant enclenche un autre courant inverse qui se manifeste à travers les échanges socio-culturels entre zones d'arrivée et de départ ;
4. Les flux migratoires entre deux régions sont positivement corrélés aux disparités socio-économiques interrégionales. Cette relation explique la migration importante vers Dakar et ses régions proches ;
5. La proximité géographique favorise les mouvements migratoires. L'intensité migratoire entre Dakar et Thiès d'une part, et, d'autre part, entre les autres régions limitrophes du pays.
6. Les processus migratoires et de développement socio-économique vont de pair. En effet, les facteurs amélioration des moyens de communication et exacerbation des disparités socio-économiques entre monde rural et urbain, jouent principalement sur la décision de migrer ;

---

<sup>137</sup> Bouilly, E. et Marx, N. (2008). « Introduction de « Migration et Sénégal : pratiques, discours et politiques » », *Revue Asylon (s)*, N° 3, mars.

<sup>138</sup> Théories classiques des migrations et Nouvelles économies de la Migration avec rejet du climat et de l'environnement comme variable explicative (Piguet, 2011). Pour plus de détails cf. intro. générale.

<sup>139</sup> Stratégie de minimisation du coût socio-économique par un accès à des ressources de diversification.

7. La migration est sélective selon l'âge, le genre et le milieu de résidence : les jeunes, les femmes et les ruraux migrent davantage ;
8. Les flux migratoires tendent à augmenter dans la temporalité selon les opportunités économiques dans les régions d'accueil.

Cependant, même si les tendances semblent se perpétuer, il n'existe pas une lecture générale des migrations. En effet, tout en tenant compte des fortes dualités socio-économiques territoriales, l'analyse des données migratoires doit s'opérer sous trois (3) aspects. D'abord, replacer les migrations dans un mouvement contextualisé et historicisé des circulations des personnes pouvant revêtir plusieurs formes. Elles deviennent spatiales (contextes socio-écologique) et temporelles (dynamique et non statique avec l'évolution des contextes internes et externes). Dans ce cas, les migrations internes doivent s'analyser en ressaisissant les liens et interdépendances entre les systèmes socio-écologiques intra et inter régionaux (selon les bassins migratoires considérés).

Ensuite, le premier point nécessite une désagrégation des données migratoires. Ces dernières sont souvent nationales et le pays est analysé comme une entité homogène. La désagrégation des données migratoires internes permet une lecture nouvelle et détaillée basée sur les dynamiques interrégionales socio-économiques, politiques, culturelle, démographique, organisationnelle, environnementale, climatique qui sont en jeu à différents niveaux possibles de prise de décision migratoires.

Et enfin, au Sénégal, le sous-système écologique, plus particulièrement le changement climatique et ses effets néfastes sur l'environnement naturel et le socio-économique, ne doit plus être ignoré dans les processus migratoires en phase<sup>140</sup>. Car, d'une part, l'exposition au changement climatique rend les conditions de vie défavorables (FAO, 2013, BM, 2013, GIEC, 2013) dans une région particulièrement pauvre et où la principale activité génératrice de revenu est fortement dépendante des conditions climatiques notamment la pluviométrie. Et d'autre part, depuis le début des années 1980, l'hypothèse de dualité socio-économique entre monde urbain et rural explicative des migrations internes (Tadora, 1969 ; Tadora et Harris, 1970) est mise à mal<sup>141</sup>. En effet, les opportunités économiques qu'offraient les centres

---

<sup>140</sup> Le climat reste marginal dans les analyses effectuées par l'ANSD. Or, dans un pays comme le Sénégal, les populations majoritairement rurales et agricoles, vivent au rythme des pulvérisations climatiques. A cet égard, l'ex DG de la FAO, Jacques Diouf affirmait que : « *le meilleur ministre de l'agriculture au Sahel est la pluie* ».

<sup>141</sup> Dans les pays en développement, et en particulier le Sénégal, le passage d'une économie primaire *climatic-sensitive* à une économie manufacturière et de services *climatic-insensitive* (Nordhaus, 2006) ne s'est pas encore opéré. Cela pourrait témoigner du faible niveau de développement socio-économique du pays et de l'importance du facteur climatique dans les activités économiques.



urbains, avec l'affectation de main d'œuvre permise par la transition économie primaire vers l'économie secondaire industrielle, n'ont cessé de décroître contrairement aux flux migratoires (Piché, 2013 ; ANSD, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013). Donc, d'autres facteurs dont le climat, pourraient être à l'origine de ce paradoxe dans le monde en développement.

Signalons enfin au Sénégal et plus généralement au Sahel, l'existence d'une forme de migration ancestrale : la transhumance ou le pastoralisme. Les conditions climatiques arides et semi-arides ont favorisé le développement de cette stratégie de survie par le recours aux systèmes de production mobile (spécialisés comme l'élevage transhumant, ou mixtes comme l'agropastoralisme). A titre illustratif, le Club du Sahel et de l'Afrique de l'ouest (2008) estimait ce mode de gestion comme la seule activité génératrice de revenus intrinsèquement liée à la région : le pastoralisme représente 70 à 90% du bétail sahélien et 30 à 40% de ses brebis et chèvres. Or, avec le changement climatique cette forme de migration circulaire connaît des mutations profondes qui induisent des conflits entre sédentaires et nomades<sup>142</sup>.

### **3.3. Les facteurs de vulnérabilité explicatifs des migrations au Sénégal**

Il peut paraître trivial de rappeler la grande diversité des phénomènes migratoires au Sénégal qui ne se limitent pas à la dimension internationale vers les pays du nord et frontaliers pour des raisons historiques et socio-économiques. Pour leur grande majorité, les migrations se font sous forme saisonnière et rurale-urbaine à l'intérieur des frontières nationales. Toutefois, dans les pays en développement, une certaine difficulté existe dans la détermination des facteurs explicatifs des migrations. Les données sont presque inexistantes. Dans le cas contraire, elles ne couvrent généralement que les migrations internationales<sup>143</sup> pour lesquelles les statistiques sont largement fragmentées et peu fiables (Grillo et Mazzucato, 2008 ; Hatton et Williamson, 2003 ; Lucas, 2006). A l'exception de certains projets récents (Réseau Migratoire et Urbanisation en Afrique de l'Ouest (REMUA)<sup>144</sup>, Programme sur les Migrations

---

<sup>142</sup> Pour plus de détails voir :

- Ban KI-MOON, (2007). « *A Climate Culprit In Darfur* », Washington Post, 16 juin. Disponible sur : <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/06/15/AR2007061501857.html>
- Tari DOTI, (2010) « Climate variability, pastoralists' vulnerability and options. The case of the Borana of Northern Kenya », in: Donald Anthony MWITURUBANI & Jo-Ansie VAN WYK (éd.), *Climate Change and Natural Resources Conflicts in Africa*. Pretoria : ISS Monograph 170, p. 189-204. 11.
- Philipp HEINRIGS, (2010) *Incidences sécuritaires du changement climatique au Sahel : perspectives politiques*. Paris, Secrétariat du Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, 2010.
- Adano, Wario R; Ton Dietz, Karen Witsenburg & Fred Zaai (2012) *Climate change, violent conflict and local institutions in Kenya's drylands*. *Journal of Peace Research* 49(1): 65–80.

<sup>143</sup> Dans les pays en développement, un lien est souvent établi entre migrations et développement socio-économique notamment quand il s'agit de migrations internationales (rémittances et développement). Ce qui explique l'intérêt porté davantage sur la migration internationale et la collecte des données.

<sup>144</sup> <http://www.poplne.org/node/526706>, consulté le 20/03/2016.

entre l’Afrique et l’Europe (MAFE)<sup>145</sup>, projet Exil Climatique (EXCLIM)<sup>146</sup>, les données sur les migrations internes sont inexistantes et de ce fait elles ne font pas l’objet d’étude poussée. Les études sur les flux migratoires sont généralement unidirectionnelles et s’analysent en termes d’émigration internationale : elle renvoie au mythe de l’évasion (de Haas, 2008). Certes, cette situation est vérifiée au Sénégal, mais depuis 2000, des efforts considérables ont été consentis pour une meilleure collecte des données interrégionales (ANSD, 2016)<sup>147</sup>. Différentes enquêtes sénégalaises auprès des ménages (ESAM I, II et ESPS I, III) et recensements nationaux (1976, 1988, 2001 et 2013) ont été menés<sup>148</sup>.

Pour un pays comme le Sénégal, les migrations internes constituent un moyen d’ajustement conjoncturel ou structurel qui a mobilisé un nombre considérable d’actifs à la fois dans les zones rurales et au sein des populations rurales (Fall et *al.*, 2013). Comme moyen d’adaptation, les migrations internes au Sénégal, sous forme d’exode rural, se sont fortement accentuées depuis la fin des années 1970 et début des années 1980, périodes qui correspondent aux deux grandes sécheresses qu’a connues le pays.

Dans ce qui suit, l’intérêt est porté sur les migrations internes. Ainsi, le questionnement se situera sur les déterminants des processus migratoires au Sénégal caractérisés par des configurations socio-écologiques potentiellement impactées par le changement climatique.

Le rapport de la BM (2010)<sup>149</sup> intitulé « *Développement Local, Institutions et Changement Climatique au Sénégal* », sur la base de plusieurs enquêtes auprès des ménages dans toutes les régions du Sénégal, établit différentes stratégies d’ajustement face aux transformations socio-écologiques induites par le climat. Les trois stratégies mises en évidence permettent de déterminer, à bien des égards, les trois composantes de la vulnérabilité (exposition, résilience/sensibilité et adaptation). Il apparaît que la migration est déployée souvent en dernier ressort par les populations (figure 21 et tableau 6) en fonction de leur niveau de vulnérabilité cumulée. Cette dernière dépend de plusieurs causes dont celles initiales ou sous-

---

<sup>145</sup> <http://mafeproject.site.ined.fr/>, consulté le 20/03/2016.

<sup>146</sup> <http://www.reseau-terra.eu/exclim/>, consulté le 20/03/2016.

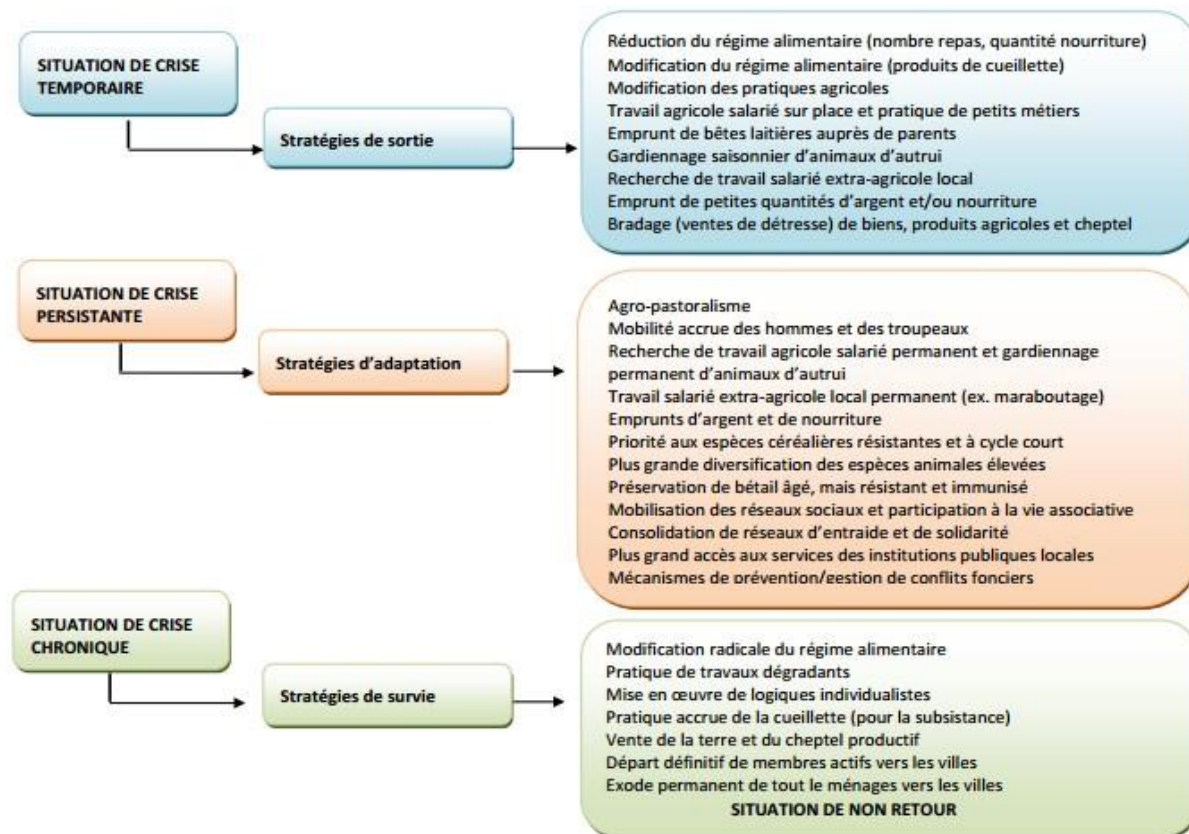
<sup>147</sup> [http://www.ansd.sn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=106&Itemid=253](http://www.ansd.sn/index.php?option=com_content&view=article&id=106&Itemid=253)

<sup>148</sup> Ceux-ci ont permis d’établir et de comprendre les dynamiques migratoires interrégionales en phase dans le pays (cf. chap. 4, section 4.3 : élaboration d’une base de données migratoire interrégionale).

<sup>149</sup> Le rapport est disponible sur : [http://siteresources.worldbank.org/EXTSOCIALDEVELOPMENT/Resources/244362-1232059926563/5747581-1239131985528/5999762-1242914244952/SenegalRapportFinal\\_FR.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTSOCIALDEVELOPMENT/Resources/244362-1232059926563/5747581-1239131985528/5999762-1242914244952/SenegalRapportFinal_FR.pdf), consulté le 23/03/2017, voir page 11.

jaçentes (socio-économique, politiques, institutionnelle, démographique, ...) et celle induite par le changement climatique<sup>150</sup> et ses manifestations néfastes.

**Tableau 6: Stratégies d'ajustement adoptées par les populations sénégalaises face aux situations de crise**



Source: Rapport BM (2010)

Le tableau 6 ci-dessus montre que les pratiques migratoires (départ définitifs, exode permanent) sont souvent employés en dernier ressort. En effet, elles interviennent dans des situations de crise chronique ou prolongée. Selon la nature progressive de la crise, les migrations sont complexes car dépendant des autres stratégies de sortie et d'adaptation préalablement entreprises. Dans le cas du changement climatique, les résultats de la BM (2010) au Sénégal dans les différentes zones agro-écologiques, mettent en évidence le caractère de stratégies en dernier ressort des migrations.

<sup>150</sup> Cette vulnérabilité additionnelle est également appelée par la BM (2010) : forces de pressions dynamiques. Le rapport souligne que : « Elles traduisent les effets des causes d'origine dans des formes spécifiques de vulnérabilité et les canalisent, en quelques sorte, dans des insécurités particulière » (BM, 2010, p.14). Elles sont généralement à l'origine des trappes à non migration ou immobilité.

### **3.3.1. Aperçu général des causes de migration au Sénégal**

Un modèle explicatif général des migrations n'existe pas au Sénégal. En effet, les migrations seraient le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs de vulnérabilités socio-économiques politiques, démographiques, culturels... en interaction avec des considérations d'ordre naturel, en occurrence l'impact du climat selon les milieux étudiés. Ainsi, les causes de vulnérabilités initiales et cumulées doivent être mises dans une perspective socio-écologique dynamique. Et étant donné l'hétérogénéité du changement climatique et ses manifestations d'une zone à une autre à l'intérieur d'un même pays, les caractéristiques climatiques des différentes zones doivent être prises en compte (chap. 2, sous-section 2.3.2) dans la détermination des causes migratoires en lien avec le climat et la vulnérabilité des populations.

Ainsi, sur la base d'un *survey* de la littérature des déterminants des migrations, nous avons élaboré les tableaux 7 et 8 (ci-après) respectivement récapitulatif des variables socio-écologiques déterminantes et des interactions. L'objectif est de mettre en évidence un ensemble de relations (causes à effets) entre différentes catégories de variables afin de mieux comprendre les migrations internes au Sénégal. Donc grâce à l'ordonnement des variables, un modèle de connaissances des migrations dans un contexte de changement climatique est produit au Sénégal. Nous partons des théories existantes et intégrons au fur et à mesure des variables pertinentes selon le contexte (spatio-temporel). Ce travail a permis de replacer les variables environnement/climat dans l'analyse des migrations mais, également, d'établir des interactions directes, entre variable expliquée (migrations) et celles explicatives.

Pour chacune des catégories de variables socio-écologiques explicatives des migrations, nous avons testé une batterie d'hypothèses de causalité, déterminé les variables se rapportant aux dits tests ainsi que les proxys pouvant être utilisés dans le cadre d'un travail quantitatif (Partie 2). Ce travail a permis d'arriver à un modèle de connaissance des relations climat-migrations, c'est-à-dire un cadre heuristique des migrations dans un contexte de changement climatique appliqué au Sénégal (tableaux 7 et 8). Avant de présenter le cadre heuristique, nous introduisons les différentes catégories de variables ou facteurs déterminants des migrations de notre modèle de complexité réduite.

#### ***Catégorie 1 : Les facteurs économiques des migrations climatiques***

Qu'il soit direct ou indirect, le facteur explicatif économique de la migration est le résultat de la conjonction d'antécédents d'événements/conditions défavorables. Dans notre cas, les

conditions rudes renvoient au climat. Une fois la migration entreprise, le facteur économique génère de nouvelles opportunités ou coûts et risques pour le migrant, sa famille<sup>151</sup> et ou encore sa communauté. Les facteurs économiques directs et indirects ne sont pas isolés. Ils sont inter-corrélés.

➤ Les facteurs directs

### ***ED1 : Baisse durable du revenu disponible***

Les populations les plus concernées sont celles agricoles. En effet, des incidences sur le revenu disponible du ménage peuvent subvenir à cause de la contrainte que constitue un changement climatique. Afin qu'une baisse des revenus disponibles impacte l'émigration, celle-ci doit se réaliser dans le temps (durable). Il est clair qu'une baisse conjoncturelle du revenu disponible ne se traduit pas par de l'émigration. Les ménages vont déployer des solutions de base pour y répondre. La migration est entreprise en dernier ressort. Donc, la variable explicative ED1 se traduit par une certaine incapacité à vivre sur place du fait des épisodes climatiques défavorables dans le temps.

### ***Les hypothèses***

***Hd1a.*** Il existe un niveau de revenu disponible du ménage en deçà duquel, la migration est envisagée comme solution. Ce niveau intègre toutes les stratégies autres que la migration et l'atteinte de ce niveau peut s'étaler sur plusieurs périodes (voir figure 21). Nous cherchons à déterminer la capacité à vivre dans un endroit avec un niveau de revenu seuil suite à un cumul de conditions climatiques défavorables sur les principales activités génératrices de revenu des ménages. Nous posons que ce revenu corresponde au niveau de revenu disponible seuil pour lequel le ménage tombe dans une situation de trappe à non migration.

Black et *al.*, (2011)<sup>152</sup> prennent en compte le rôle déterminant du facteur économique (disponibilité des ressources) dans la décision de migrer mais, ils ne donnent pas d'indication sur la temporalité. D'autres auteurs, comme Elis (1990), Warner (2011), Afifi (2011), Tacoli (2009), se limitent juste à lier changement climatique et baisse des revenus dans l'analyse des migrations. Dans les études empiriques (EACH-FOR, Foresight, Rain report, Micle), les auteurs reconnaissent le caractère déterminant du facteur économique mais, ne précisent pas non plus la temporalité. Or, il est évident qu'une période climatique courte défavorable ne se

---

<sup>151</sup> Le ménage est considéré comme l'unité d'analyse. Au Sahel et plus particulièrement au Sénégal, le ménage ou la famille (groupe domestique) représente la base de prise de décision (propriété collective du bien, de production, de consommation). La vie sociale tourne autour des décisions familiales. Le ménage par définition est la cellule socio-économique élémentaire. De plus, le ménage organise et oriente les solutions d'ajustement face aux risques et incertitudes, y compris la migration climatique.

<sup>152</sup>Black, R., Adger, W. N., Arnell, N. W., Dercon, S., Geddes, A., & Thomas, D. (2011). The effect of environmental change on human migration. *Global Environmental Change*, 21, S3-S11.

traduit pas forcément par un déplacement. Il est nécessaire de déterminer un seuil de revenu disponible par ménage pouvant enclencher une décision de migrer.

Au Sénégal, la sensibilité forte de l'agriculture au changement climatique se manifeste souvent par une faible productivité et une baisse tendancielle des revenus disponibles des ménages (ANSD, 2013).

### ***ED2 : Baisse de l'espérance de revenu***

Elle se perçoit sur plusieurs périodes coïncidant avec des conditions climatiques ayant impacté négativement les principales sources de revenus disponibles des ménages. Dans la zone de départ du migrant potentiel, cette variable est étroitement liée à la baisse durable de revenu disponible. Toutefois, la baisse de l'espérance de revenu peut être envisagée en dehors de toute baisse du revenu disponible. Le ménage peut appréhender une détérioration progressive des conditions climatiques dans le futur. Généralement, un membre du ménage migre dans le but de diversifier les sources de revenus du ménage.

### ***Les hypothèses***

***Hed2a (renforcement de la décision de migrer)*** : Supposons une baisse de l'espérance des revenus du ménage non concomitante à une baisse durable du revenu disponible du ménage. Cette situation se traduit par une forte incertitude sur le niveau de revenu futur du migrant notamment à cause des aléas climatiques et sa répercussion sur le niveau des prix. Dans cette situation, une partie de la main d'œuvre familiale (un membre de la famille) sera affectée à une activité non agricole dans le but de pouvoir faire à la baisse des espérances de revenus due aux conditions climatiques défavorables sur l'activité agricole. Ainsi, un membre du ménage peut être amené à migrer et le rapport avec le groupe resté sur place repose sur des transferts monétaires issus des revenus de la migration (Barnet et al., 2008 ; Bignebat et al., 2013). Dans la littérature, la baisse de l'espérance de revenu est peu utilisée. Goniglio et Pesce (2015) les intègrent dans une étude des effets du climat sur les migrations dans différents districts indiens. Cette variable est importante car elle peut déterminer en partie la trajectoire de la migration. Gray et al., (2012) et Haggblade et al., (2007) présentent un tableau assez exhaustif de différentes études de cas dans les pays en développement et nous pouvons constater que l'espérance de revenu, en dépit de son importance, est rarement mobilisée.

Cette variable permet de tenir compte des perceptions futures des impacts du climat sur le revenu disponible des ménages. Dans ce cas, la migration adoptée s'inscrit dans une logique de gestion des risques (anticipation de la baisse de revenu).

**Ed2b.** Contrairement à l'hypothèse précédente, le ménage anticipe des espérances de revenus plus élevées dans une localité autre que la sienne. Dans cette situation, les revenus anticipés supérieurs dans une nouvelle localité sont concomitants à une baisse durable des revenus disponibles des ménages sur place.

### *Les hypothèses*

**Hedb** En effet, si le revenu disponible ne baisse pas durablement même en présence de conditions climatiques défavorables, le ménage sera réticent de partir. La migration est déployée en dernier ressort. Cette variable agit comme un facteur attractif et rejoint l'analyse en termes de *pull* facteurs de Lee (1966). La variable peut être captée à travers les différences d'opportunités entre différentes zones. Sur le plan théorique, la définition de cette variable pourrait laisser penser au postulat de base de la théorie classique sur le déséquilibre économique, facteur explicatif de migration interne dans le monde en développement (Tadora, 1969 ; Tadora et Harris, 1970). Cependant, dans notre cas, la migration est expliquée par une conjonction de facteurs contraint par le climat d'une part, et, d'autre part, le postulat de base de la théorie classique, sur la dualité en termes d'opportunité d'emploi entre zone urbaine et rurale, n'est plus vérifiée dans les Ped alors que la migration continue de s'accroître (Piché, 2013). Le ménage s'inscrit dans une logique d'accumulation de revenus plus que de gestion de risques par la migration.

### **ED3 : Disponibilités ressources alimentaires et énergétiques**

Principal facteur d'explication de la migration adaptative, il correspond à une altération des conditions de vie des populations dans leur milieu de résidence. Les effets du climat (chute du rendement agricole, rareté de la ressource, stress hydrique, augmentation du prix des denrées de premières nécessités) dégradent considérablement les conditions de vie des populations en particulier dans les régions pauvres du monde où l'intervention publique est défailante. La migration sera vue comme une stratégie de réponse face à l'hostilité du milieu.

### *Les hypothèses*

**Hed3 (baisse disponibilité des ressources : raréfaction, épuisement ou éloignement physique ou encore la récurrence des crises alimentaires).** Les ressources de subsistance des ménages sont fortement contraintes. Contrairement à la stratégie proactive de diversification

des ressources, le ménage adopte la migration réactive (Ionesco et *al.*, 2016). La migration d'un membre de la famille peut constituer une solution alternative car elle permet de réduire le coût total de la consommation du ménage : « *les bouches à nourrir partent en saison sèche ou difficile, et les bras pour les champs reviennent en saison des pluies* » (Bonnassieux et *al.*, 2015).

Les spécialistes de l'environnement (courant maximaliste) ainsi que les organismes internationaux qui ont été les premiers à se saisir de la problématique des migrations climatiques fondent principalement la causalité directe entre climat et migration sur cette base : altération des conditions de vie des populations par le climat déclencheur de migrations. La migration, certes adaptative, s'inscrit dans une démarche de survie souvent vers les principaux centres de distribution de l'aide nationale et internationale.

➤ Les facteurs indirects

Les facteurs indirects incitent à la migration en renforçant davantage la prise de conscience de possibilité migratoire.

***Ei1 : différentiel de revenus entre zone de départ et zones plausibles d'arrivée (Ajustement de la migration (la trajectoire) et prise de conscience de possibilité migratoire).***

Le ménage a besoin d'avoir une information sur les possibilités économiques dans les autres zones et à cet effet, dans le monde en développement, l'appartenance à un réseau migratoire facilite et oriente les trajectoires du migrant potentiel (communauté villageoise, réseau villageois, organisation communautaire). En situation d'aléa climatique pesant sur les conditions de vie, l'asymétrie informationnelle par rapport aux autres zones, due généralement à un dénuement ou un manque de ressource relationnelle, constitue une limite migratoire.

***Les hypothèses***

***Hi1 (désir de gain) et Hi2 (pas activités alternatives sur place, incertitude sur revenu futur) :*** le ménage intègre dans sa décision de migrer la possibilité d'avoir des opportunités économiques plus importantes ailleurs. Tout en faisant face à l'hostilité de son milieu d'origine, le migrant se retrouve dans une logique d'accumulation de revenu. Eventuellement si les espoirs d'amélioration des positions socio-économiques ne se réalisent pas dans la zone d'arrivée, le migrant pourrait ajuster sa trajectoire (migration de transit). Sur le plan théorique, cette variable indirecte s'inscrit dans les travaux de l'économie classique de la migration et celle de la nouvelle économie de la migration : déséquilibre économique entre les territoires



source de migration interne. L'appartenance à une communauté ou réseau migratoire facilite le déplacement en amortissant son coût (la théorie de la migration cumulative de Massey, 1990 et 1988).

**Ei2 : vulnérabilité (par exemple faible degré de diversification technico-économique).** Elle renforce la décision de partir et l'action de partir. Voir McLeman (2013) sur la fonction *MESA*).

**Ei3 : capacité de financement.** Cette variable dépend de la forme de capital détenu par le ménage. Elle correspond au capital monétisable afin de financer l'action de partir. Elle peut correspondre aux ventes de cheptel, terres ou encore de la déthésaurisation et la désépargne. Cette situation est observée lorsque la famille veut envoyer un membre afin de diversifier les sources de revenus qui sont contraintes sur place par un ensemble d'aléas.

### *Les hypothèses*

**HEi3.** Cette variable pousse le ménage à passer de la prise de décision de migrer (opportunité ailleurs) à l'action de migrer (financement du coût du déplacement) dans une stratégie de gestion d'incertitude de revenu dans le futur. Face à l'hostilité du climat rendant les conditions de vie particulièrement rudes sur place, l'action de migrer du ménage nécessite la disponibilité d'un certain niveau de capital pour éviter la situation de trappe à non migration. A contrario, les formes de capitaux non monétisables constituent un facteur dissuasif à la migration (appartenance au terroir, terres non vendables ; patrimoines économique et culturel ancestraux). Sur le plan académique, peu de travaux en économie s'intéressent à ce genre de patrimoine. Les travaux évoquent uniquement le coût de la migration sans pour autant s'attarder sur la nature de son financement dans le processus migratoire. Les facteurs répulsifs et attractifs (*pull* et *push*) économiques sont davantage mis en avant. Par conséquent, le migrant s'inscrit dans une fonction de maximisation d'une fonction d'utilité espérée sous contrainte de coût monétaire ou non monétaire (Hicks, 1932). L'origine du financement du déplacement est souvent peu abordée. Cette variable permet de capter la capacité (coût du voyage) à passer de la décision de migrer à l'action, à proprement dite, de migrer du ménage.

### *Catégorie 2 : les facteurs démographiques des migrations climatiques*

Il est difficile de déterminer une causalité étroite entre démographie et migration. Toutefois, combinée au changement climatique et à la dégradation des conditions de vie des populations, la démographie constitue un facteur explicatif de la migration interne dans le monde en

développement et plus particulièrement au Sahel (Henry et *al.*, 2004 et 2003 ; Knerr, 2004). Par ailleurs, la migration interne est considérée comme un facteur de redistribution spatiale de la population sur longue période. Donc, il existerait une corrélation positive entre considérations démographiques et migrations (milieux de départ et d'arrivée).

➤ Les facteurs directs

**Dd1 : la santé publique.** Le changement et la variabilité du climat ont des impacts directs sur la santé publique. Les déficits et excédents climatiques peuvent favoriser des fléaux meurtriers comme la méningite (entre 25 000 et 200 000 cas par an) ou encore le paludisme responsable de 90% des décès d'enfant de moins de 5 ans en Afrique (OMS, 2014). La pauvreté économique de ses zones exacerbe la vulnérabilité des ménages face aux risques climatiques. Car, elle ne permet pas d'avoir un accès aux structures (hôpitaux) et soins (vaccinations) de santé. Ainsi pour faire face aux épisodes meurtriers saisonniers, les populations emploient la migration sur courte distance comme stratégie de survie.

*Les hypothèses*

**Hd1 la mortalité :** la récurrence de certaines maladies saisonnières liée à la saison pluvieuse, est positivement corrélée à des mouvements de déplacements internes des populations. Et, ceci en particulier lorsque les fléaux engendrent un fort taux de mortalité. A l'inverse la raréfaction ou le stress hydrique peut également être la source de certaines maladies telles que le choléra. Sur le plan académique, les travaux de Greenwood (1999), Cissé et *al.*, (2006) et OMS (2003)<sup>153</sup> illustrent parfaitement la causalité étroite entre mortalités et changement/variabilité climatique dans le monde en développement et plus particulièrement dans la région sahélienne.

**Dd2 l'ouverture démographique :** C'est une variable qui mesure le degré de vulnérabilité de la population. L'accès à des infrastructures de qualité permet de lutter contre l'isolement de certaines zones et de disposer d'un réseau migratoire. Cette ouverture au reste du monde facilite la migration vers d'autres zones.

**Catégorie 3 et 4 : les facteurs politico-organisationnels des migrations induites**

Pour une synthèse voir les travaux de Severino et Ray (2010) sur la causalité entre climat et conflits dans certaines zones (le Sahel : Soudan et Ethiopie). En 2007, le SG des Nations unies, Ban Ki Moon, affirmait la robustesse du lien changement climatique et conflits au

---

<sup>153</sup> Voir HDR de Sultan (2003).

Darfour qui a occasionné plusieurs millions de déplacés internes et transfrontaliers. Toutefois, l'Institut des Relations Internationales Stratégiques (IRIS, 2016) affirme que : « *Le lien entre changement climatique et conflits n'est ni à surévaluer ni à négliger* »<sup>154</sup>. Le climat est un multiplicateur de risque. Les populations en général pour faire face aux conflits se déplacent à l'intérieur des pays ou entre les pays.

**Pd1 instabilité politique.** C'est un facteur pro-cyclique et multiplicateur des flux de déplacements humains (réfugiés politiques ou de guerre). Dans certains cas, des auteurs comme Severino et Ray (2010) mettent en relation les conditions climatiques désastreuses et l'occurrence des instabilités politiques génératrices de flux de déplacements dans certaines zones en développement. En Afrique subsaharienne des phénomènes climatiques tels que le stress hydrique, sont associés à des conflits violents qui ont mis pas moins de 5 millions de personnes sur les routes de l'exil (Myers, 2002).

### *Les hypothèses*

Les études foisonnent et abordent dans le sens de la pensée malthusienne. La compétition croissante autour des ressources naturelles, la pauvreté et la dégradation des terres engendrées en partie par le changement climatique, vont accentuer les risques de tensions entre les communautés et les Etats<sup>155</sup> (Homer-Dixon, 1994). Traditionnellement, la littérature économique qui liait capacité de charge (surexploitation) et démographie (surpopulation) (Harding, 1962) intègre de plus en plus la dimension climatique. Cette dernière, jouant sur la sécurité humaine et les moyens de subsistance, est de plus en plus mise en évidence par les études dans le monde en développement<sup>156</sup>. Face à la faillite des Etats et à la pauvreté des populations, la migration est souvent utilisée comme une stratégie d'adaptation ou de survie. A cet effet, Harald Welzer (2008) dans son ouvrage « Les guerres du climat : Pourquoi on tue au XXIe siècle ? » analyse le climat comme un multiplicateur de risque qui va engendrer des conflits ou des compétitions sur certaines ressources naturelles indispensables. Les populations pauvres seront les plus impactées et seront majoritairement obligées de fuir leur lieu de résidence. Benjaminsen et *al.*, (2011), dans un article intitulé « *Does climate change*

<sup>154</sup> Voir Libération du 14 octobre 2015, disponible sur le lien suivant : [http://www.liberation.fr/futurs/2015/10/14/le-lien-entre-changement-climatique-et-conflits-n-est-ni-a-surevaluer-ni-a-negliger\\_1403856](http://www.liberation.fr/futurs/2015/10/14/le-lien-entre-changement-climatique-et-conflits-n-est-ni-a-surevaluer-ni-a-negliger_1403856)

<sup>155</sup> Le président du comité du prix Nobel de la Paix déclarait que : « *le changement climatique, non seulement a des conséquences négatives sur la " sécurité humaine ", mais peut également être à l'origine de conflits violents au sein et entre les Etats. Et que la ceinture du Sahel a déjà vu la première guerre climatique* ». Il se réfère en particulier à des affrontements entre éleveurs nomades et agriculteurs sédentaires (Mjos, 2007).

<sup>156</sup> J. Barnett, N. Adger (2007). Climate change, human security and violent conflict. *Political Geography*, 26 (6) (2007), pp. 639–655

*drive land-use conflicts in the Sahel? »*, mettent en avant une relation positive à travers trois mécanismes : (i) l’empiétement de l’agriculture sur les couloirs migratoires (conflit au Nord Mali entre sédentaire et nomades) ; (ii) les comportements opportunistes des acteurs locaux comme une conséquence d’un vide politique et (iii) la corruption et la recherche de rente parmi les responsables gouvernementaux. Allant dans ce sens, le PNUE (2007) établit une relation entre changement climatique, désertification et conflit au Darfour.

**PD2 politique budgétaire, aide, assurances (contra-cyclique).** Tacoli (2011) montre le caractère incitatif de la mise en place de politique institutionnelle adéquate envers les personnes les plus vulnérables aux changements climatiques. La migration, stratégie d’ajustement, doit faire partie entière des programmes nationaux d’adaptation et d’atténuation (PANA) face au changement climatique. Le recours à l’instrument budgétaire (aide étatique) devrait permettre d’enrayer la trappe à non migration. Les études empiriques montrent que les réponses politiques *ex-ante* (l’assurance agricole, semences adaptatives visant à limiter la vulnérabilité et l’ampleur des chocs climatiques) et *ex-post* (aides d’urgence et programme d’action national d’adaptation au climat (PANA)) sont d’une importance capitale et sont corrélées au niveau de développement économique et institutionnel du pays. Cette observation est particulièrement pertinente. En effet, les pays développés, avec plus de moyens financiers et mieux structurés, seront moins impactés par les changements climatiques et réduiront le nombre de personnes adoptant la migration comme moyen d’ajustement (BM, 2015 ; GIEC, 2007 et 2014).

Le tableau 7 qui suit, présente l’ensemble des relations décrites.

Tableau 7: déterminants de la migration au Sénégal selon la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques dans un contexte de changement climatique

|                            | → Causes de l'émigration : Effets directs sur l'émigration (= variables explicatives d'une décision d'émigrer) | Justifications supposée = hypothèses de causalités à tester (soit par la littérature existante, soit travail empirique original)                                   | Variables nécessaires au test de causalité   | Proxies utilisées (dans la littérature ou dans ton test) [préciser producteur données proxy]  | Réf littératures existantes : [auteur : date]  | Commentaires sur biais proxies retenus |
|----------------------------|--|--|--|---|--|--|
|                            | → : indique corrélation avec d'autres variables (du même domaine ou d'autres domaines)                         | (+) = corrélation positive avec départ migrant   |  |   |  |  |
| <b>ECONOMIE (direct)</b>   | <i>Directs</i><br>Ed1 : baisse <b>durable</b> du revenu disponible/hbt   | H1a : (+) si Y trop faible pour capacité à vivre sur place   | VEd1 : revenu d'activité disponible/hbt moyennes triennales/glissantes<br>VEd2 : récurrence distribution aide et soudure   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δ surfaces agricole et/ou Δ rendement ; Δ facteurs prod (pop active 'alimentaire'...);</li> <li>• 'import' – 'export'</li> <li>• Durée de couverture stock céréale ;</li> <li>• récurrence distribution vivre de soudure ou aide alimentaire.</li> <li>• revenu total moyen du ménage, revenu moyen par unité de consommation (en milliers de FCFA)</li> <li>• inactivité</li> </ul> | Greenwood (1997)<br>Ravestein (1885)<br>Hicks (1932)<br>Sajjaastad (1962)<br>Todaro (1969)<br>Harris et Tadora (1970)<br>Stark et Bloom (1985)<br>Massey (1988)<br>Borjas (1989) |  |
|                            | Ed2 : Baisse espérance de revenu   | H2a : (+) si baisse esp (revenu sur place)<br>H2b : (+) si hausse esp (revenu ailleurs).<br>Hd3 (+) si baisse disponibilité/hab                                    | VEd31 : Evolution production agricole et terre arable<br>• [production ressources alimentaires-énergie]<br>• [solde commercial ressources alimentaires-énergie]<br>• [population], productivité agricole] / [Di1 : croissance démographique]<br>VEd32 ratio 'solde commercial' / population.<br>VEd1 ou encore VEd2 : surcharge de cheptel par rapport à productivité zone (cheptel éleveurs ou pêcheurs)→<br>ATTENTION, PLUSIEURS REPONSES POSSIBLES : revente cheptel sans migration ; migration (déplacement ou chgt de couloir de transhumance) pour conserver le cheptel. |   |  |  |
| <b>ECONOMIE (indirect)</b> | <i>Indirects</i><br>Ei1 : différentiel de revenu entre zone départ et zones plausibles d'arrivée<br>→ Ed2 ;    | Plausibilité = zones avec lesquelles se compare effectivement une personne, un ménage, etc. (cf Enquêtes ménages ?)<br>Hi1 : (+) désir de gain<br>Hi2 : (+) réduit | VEi11 : écart de revenu par tête entre zone départ et zones « potentielles »<br>vEi12 : déduire le coût de la migration<br><br>VEi2 : indice de vulnérabilité économique.  | PEi11 = écart revenu par tête ou ménage entre zones départ et arrivée<br><br>PEi12 = distance géographique ? coût déplacement ?   | Simonet 2012 ;<br>Obrien&al  |  |

|  |   |   |  |                            |
|--|---|---|--|----------------------------|
| <p>Ei2 : vulnérabilité (<b>par ex faible</b> degré de diversification technico-économique)<br/>→ Ed1 ; Ed2 ; E11 ?</p>   | <p>alternatives sur place, donc plus de certitude sur esp(revenu ici)</p>   | <p>VEi2 : Δ taux de chômage <b>longue durée</b><br/>VEi2 : Concentration activité (pop active/secteur)<br/>VEi2 : taux d’alphabétisation ; taux illettrisme</p>     | <p>PEi2 = taux d’alphabétisation, distance physique à un centre de revenu, : Δ tx de chômage, indice de vulnérabilité économique, surface arable</p> | <p>2004;<br/>FERDI, BM</p> |
| <p>Ei3 : capacité de financement<br/>→ Ed1 ; Ed2 ; Ed3 ; Ei2</p>   | <p>Hi3a : (+) si forme K monétarisable n’engendre pas/plus de revenu sur place, alors facilite émigration.</p>  | <p>VEi2 distance à un centre de revenu (consommation urbaine réseau entraide familial)<br/>Ei3a : foncier stérile (latérisation, etc.) ; source eau asséchée...</p> | <p>PEi3 = valeur épargne et thésaurisation ; valeur K ‘convertible’ techniquement ou monétairement (vendable)</p>                                    |                            |
| <p><b>Ei4. Techniques culturelles</b><br/><b>i) Feux de brousse</b> (400 000ha/an = pratique culturelle pour défricher rapidement la forêt et mise en culture).<br/><b>ii) Irrigation</b><br/><br/><b>iii) surpâturage</b><br/><br/><b>iv) bois de feu</b></p> | <p>Hi3b : (-) si forme K = investissement pour diversification, différenciation, etc. alors facilite maintien sur place<br/>NB : si forme K non monétarisable et non investissable, pas d’effets (+) ou (-).</p>  | <p>Ei3b : épargne liquide ; K ‘convertible’ techniquement ou monétairement (vendable)</p>   | <p>pEi41 : volume d’eau irrigation ou surface irriguée (risque latérisation)</p>   |                            |
| <p>(Ei) main-d’œuvre :<br/>• effet « qualification » déjà intégré en Ei2 ;<br/>• effet culturel (selon niveau éducation/compétence) sur les aspirations du migrant potentiel : reporter en « CULTURE » infra<br/>→ Ed1 (via productivité ?) ; Ed2 ?</p>        | <p><b>Hi4. risque d’incendie</b> =&gt; destruction habitat et ressources alimentaires.<br/><b>risque latérisation</b> (stérilisation SAU) ou manque eau potable.<br/><b>Destruction du couvert végétal, déforestation Déforestation</b><br/><br/>H’CULTURE’ : (+) niveau CSP+ facilite l’émigration (facilité insertion □ zone destination)<br/>Hi’CULTURE’ : (-) niveau CSP+ facilite la capacité à trouver des solutions sur place.</p> | <p><b>Ei4</b> : surfaces incendiées + populations affectées</p>   | <p>Peia : taux d’alphabétisation ; taux illettrisme<br/>PEib : taux de scolarisation (taux diplômé enseignement supérieur)</p>                       |                            |
|  |   | <p>pEi41 : volume d’eau irrigation ou surface irriguée (risque latérisation)</p>  |  |                            |
|  |   | <p>Eia : taux d’alphabétisation ; taux illettrisme<br/>Eib : taux de scolarisation (taux diplômé enseignement supérieur)</p>  |  |                            |

|  |   |   |   |  |
|--|---|---|---|--|
|  |   |   |   |  |
| <p><b>DEMOGRAPHIE</b></p>                    | <p><i>Directs</i><br/> <b>Dd1 : mortalité</b></p> <p><i>(Dd) : « ouverture » démographique (facilité culturelle à quitter son domicile) : reporter en « CULTURE » infra</i></p> <p><i>Indirects</i><br/> Di1 croissance démographique rapide<br/> → Ed3</p> <p>Di2 taille ménage (nbre enfants famille) =&gt; droits fonciers accrus (si droit coutumier jusqu'en 1981) =&gt; taille exploitations agricoles.</p> | <p>Hd1a (+) : si mortalité trop élevée et trop menaçante (□ cause)...<br/> Hd1b (-) : si mortalité élevée mais incitation à « défendre patrimoine »...</p> <p><i>Hd (+) : si ouverture, alors facilitation réseaux, baisse coût financier-psycho émigration...</i></p> <p>Hi1 (+) : si <math>\Delta</math> démographie &gt; <math>\Delta</math> ressources économiques ici (revenus, alimentation...)</p> <p>Hi2 : (+) sécurité alimentaire du ménage</p> | <p>Dd1a : tx mortalité anormal (<math>\Delta</math> par rapport à moyenne décennale ? quinquennale ?; <math>\Delta</math> &gt; 20% ? 50% ?)<br/> Dd1b : variable culturelle ?</p> <p><b>Dd : %immigrés émigrés]/pop. totale. %pop. Rurale vs pop. urbaine</b></p> <p>Di1 : Taux d'accroissement démographique (solde naturel + solde migratoire)<br/> Di1 : <math>\Delta</math> densité démographique.<br/> Di1 : espérance vie à la naissance ?<br/> Di2 : SAU par actif</p> | <p>Dd1 : espérance vie à la naissance</p> <p>Di1 : soldes démographiques</p>   |
| <p><b>POLITIQUE OU ORGANISATIONNELLE</b></p> | <p><i>Directs</i><br/> Pd1 : Instabilité politique (pro cyclique) : conflit, rébellion, distance par rapport aux principaux foyers de tension. (Pd. : persécution politique)<br/> Pd2 (contra cyclique) : Politique budgétaire et aide d'urgence<br/> Pd21 : les assurances agricoles<br/> Pd3 : défaillance de l'Etat :</p>  | <p>Hd2 : absence de politique et programme vis-à-vis du monde rural et des vulnérables<br/> Hd21 Si absence assurance</p>   | <p>Pd1 : nombre de conflits, rebellions<br/> Pd. : nombre demandeur asile</p> <p>Pd2 : nombre de PANA, distribution semences adaptées ou améliorées<br/> Pd21 : nombre agriculteurs assurés</p> <p>Pd3 : développement économique et qualité des institutions (CIP)<br/> Pd4 : politique migratoire (visas, asile...)<br/> Pd5 : % personnes accés au crédit<br/> Pd6 : nombre de variété agricole ; quantité</p>   | <p>Vd1 : nombre de conflits, rebellions ; Pd. : nombre demandeur asile<br/> Pd2 : nombre de PANA, distribution semences adaptées ou améliorées<br/> Pd21 : nombre agriculteurs assurés<br/> Pd3 : développement économique et qualité des institutions (CIP) et</p> <p>Les conflits et rebellions seront atténués par le nombre de victime recensés. Pour la</p> |

|   |   |  |  |  |  |   |
|---|---|--|--|--|--|---|
| <p>dualité économique<br/>Pd4 : frontières physiques : libre circulation des personnes<br/>Pd5 : politique bancaire<br/>Pd6 : recherche et aide agricole</p> <p><b>Indirect</b><br/>Effets du climat sur population et ressources : tension autour des ressources naturelles : corrélation entre climat et conflit</p> <p>Pi1 : information sur les cours mondiaux</p> <p>Pi1 : Organisation paysanne ou communautaire ou régionale</p> | <p>agricole garantie par Etat.<br/>Pd5 et 6 : influence la productivité et les capacités de résilience des populations</p> <p>hPi1 : Sénégal pays libéral inséré dans l'éco. Mondiale donc variation des prix jouent sur le degré de vulnérabilité<br/>hPi2 : appartenance à un réseau renforce les capacités adaptatives</p>   | <p>engrais utilisé ; évolution matériel agricole<br/>Sévérité de la crise et famine : nombre Etas d'urgence alimentaire ; nombre enfant en situation de famine</p> <p>Pi1 : proximité marché ou connexion au réseau<br/>Pi2 : % personnes connectées ou avec un portable<br/>Pi2 : nombre de coopératives ou encore regroupement<br/>Pi2 : pourcentage personnes membres organisation paysanne ou communautaire.</p> | <p>infrastructures<br/>Pd4 : politique migratoire (visas, asile...)<br/>Pd5 : % personnes accés au crédit<br/>Pd6 : nombre de variété agricole ; quantité engrais utilisé ; évolution matériel agricole<br/>Sévérité de la crise et famine : nombre Etas d'urgence alimentaire ; nombre enfant en situation de famine</p>            | <p>Rébellions au Soudan et en Ethiopie.<br/>Crise Nord Mali</p>  | <p>variable défaillance politique : indice de perception de la corruption (CPI) et niveau d'IDH.</p> |   |
| <p><b>ENVIRONNEMENT</b></p>   | <p><b>Directs</b><br/><b>EVENEMENTS PONCTUELS</b><br/><b>Ed1</b> : Destruction lieu de vie : tempêtes de vent ; inondations ; tremblement de terre, pluies diluviennes...<br/><b>Ed2</b> : destructions capital productif : inondations ; pluies diluviennes, invasions acridiennes ; vent ; sécheresse.<br/>→ <b>Ei4</b>. Feux de brousse (400 000ha/an = pratique culturelle)</p> | <p><b>Hd1</b>. : destruction habitat et infrastructures, risques accrus d'épidémies...<br/><b>Hd2</b>. : destruction cheptel, destruction couche arable, plantations, possibilités de cueillette, ensablement...<br/><b>Hd3</b> : destruction de patrimoine culturel (sacré, aménité).</p>   | <p><b>Ed1</b> : Nombre et importance d'événements naturels anormaux/brutaux : hydrologiques, climatiques...<br/><b>Ed2</b> : Nombre et importance des personnes affectées.<br/><b>Ed3</b> : Volume et valeur des capitaux et productions affectés.<br/><b>Ed4</b> : Nombre et importance épidémies liées aux désastres naturels.</p> | <p>Evènements climatiques et es crises au Sahel (OCDE et Club du sahel, 2010 )<br/>Drabo et M'baye, 2014.<br/>[EM-DAT] ?<br/>« événements provoqués par les petits et grands processus atmosphériques (dans le spectre de quelques minutes à plusieurs jours). »[EM-DAT]</p> | <p>EM-DAT (2016) : les données sont disponibles à l'échelle méso</p>                                 | <p>Correspond à des push facteur entre le lieu de</p> |



|                       |   |   |  |  |  |
|-----------------------|---|---|--|--|--|
| <p><b>NATUREL</b></p> | <p><i>NB : les études [réf ?] montrent que la sécheresse ne produit un effet direct que si elle s'exerce sur plusieurs années) =&gt; Ed10.</i></p> <p>Ei1 : Changement climat graduel et effet sur l'agriculture et aménités environnementale, accroissement naturel va créer des tensions sur les ressources et remise en cause des capacités d'adaptation des populations<br/>→ Dd1</p> <p><b>Sédentarisation / nomadisation (changements de couloir de transhumance ; sédentarisation, etc.)</b> à cause Δ climats ou environnement</p>  |   | <p>« fréquence ou récurrence (base avant 1980) et profondeur (nbre de victime et coût) des désastres climatiques, hydrologiques, météorologiques et naturels. »</p> <p>« événements provoqués par des processus climatiques à l'échelle méso ou macro (dans le spectre intra-saisonnier de variabilité multi décennale du climat). Les principaux types de catastrophes climatiques sont : températures extrêmes, feux de brousse/forêt, sécheresse. »</p> | <p>départ et celui d'arrivée</p>                   |  |
|                       | <p><b>ÉVÈNEMENTS GRADUELS,</b> progressifs (ex. Δ pluviométrie, température) = chocs climatiques progressifs, qui altèrent progressivement les conditions de vie et de production, et peuvent finir (au-delà d'un certain seuil) par décider les populations à l'émigration. On reinte principalement comme source de migration :</p> <p><b>Ed10</b> : dérive de l'hydrologie habituelle (flux et stocks)</p> <p><i>NB : les études [réf ?] montrent en effet que la sécheresse ne produit un effet direct que si elle s'exerce sur plusieurs années).</i></p> <p>Ex: inondation zone</p> | <p><b>Hd10a</b> : dégradation pluviométrie (hebdo, mensuelle, saisonnière ?) ou stocks hydrique (par accumulation de déficits ou excédents : crues fluviales, nappe phréatique...).</p> <p><b>Hd10b</b> : élévation niveau de la mer et salinisation des terres</p> <p><b>Hd11</b> : aggravation de la vulnérabilité économique</p> | <p>Ed10a : données mensuelles de pluviométrie /zone.</p> <p>Ed10b : données mensuelles de température moyenne, minimale et maximale /zone</p> <p>PEi41 : élévation du niveau de la mer (cause salinisation)</p> <p>Ed11 : Δ coût économique des désastres</p> <p>Ed11 : Δ indice vulnérabilité économique et physique</p>  | <p>ANACIM, 2015</p> <p>Ed12 : ne vaut que pour</p> |  |

|                         |  |   |  |  |
|-------------------------|--|---|--|--|
|                         | marécageuse (ex banlieue Dakar)<br><b>Ed11</b> : dérive des températures habituelles (moyennes, maximales ou minimales)<br><br><b>Ed12</b> : salinisation (montée du niveau de la mer)<br><br>Ed13 : désertification (ensablement Farlo) | Hd12 : dégradation condition de vie (sinon<br>Hi12 : baisse rendement et ressources économiques)<br>Hd13 : idem Hd12 (sinon<br>Hi13 : baisse rendement et ressources économiques)       |  | les zones côtières<br>Ed13 : ne vaut que pour le Ferlo ?                   |
| <b>CULTURE (direct)</b> | <i>Directs</i><br>Cd1 : Existence réseau migratoire (ethnique, familial, village)  | HCd1 : migrations cumulatives [Massey 1992] = facilitation  | vCd11 : stock émigrants années 1970, 1980 et 1990.<br>vCd12 : nombre départ membre de la famille | PCd1 = nbre migrants 1970, 1980, 1990                                      |
| <b>CULTURE (direct)</b> | Cd2 : question de genre (homme-femme), milieu de vie   | HCd2 : [ANSD] migrations internes liées à la nuptialité   | Cd2 : composition de la population : homme femme<br>Cd2 : tx de nuptialité<br>Cd3 :tx ruralité   | Pd2 : composition de la population : homme femme<br>Pd2 : tx de nuptialité |
| <b>CULTURE (direct)</b> | Cd3 : émancipation des jeunes : âge  | HCd3 : [Assogba et Fréchette, 1997] La migration s'inscrit dans un histoire et dynamique individuelle (désir d'affirmation personnelle et d'émancipation social dans la zone de départ) | vCd3 = % population jeune en quête d'émancipation  | PCd3 = % population 10-29 ans [ANSP]                                       |

|                           |   |   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|
| <b>CULTURE (direct)</b>   | Cd4 : croyance religieuse et mimétisme                      | HCd4 : [ANSD, 2002 et 2013]. Cette forme de migration est observée dans la ville de Touba (fief du mouridisme au Sénégal).  | % taux accroissement naturel pop/ taux évolution de la population résidente                       |   | Ne joue qu'à Toba (pôle attracteur) ?       |
| <b>CULTURE (direct)</b>   | Cd5 : relations historiques                                 | HCd5 : [Pedersen et al 2004] introduisent également des variables géographiques (pays voisins, distance), relation coloniale, langue commune, et volume du commerce (liens commerciaux, internationalisation) | vCd5 : colonisation, langue, distance, pays ou zones voisins(es)                                  |   |   |
| <b>CULTURE (direct)</b>   | Cd6 : prestige social (si exemple de migrants ayant réussi) | HCd6 : [] source? Explication ?   | vCi6 : signaux de réussite de migrants (investissement dans le village ? rémittences ? faveurs ?) | pCi6 : nouveaux investissements dans le village et envois de fonds des migrants | Déjà capté par Eil 'différentiel de revenu) |
| <b>CULTURE (indirect)</b> | <i>Indirects</i><br>Ci1 : mode de vie nomade/sédentaire     | HCi1 : [] source? Pas d'évidence pour l'instant   |   |   |   |
| <b>CULTURE (indirect)</b> | Ci1 : mode de vie nomade/sédentaire                         | HCi1 : [] source? Pas d'évidence pour l'instant   |   |   |   |

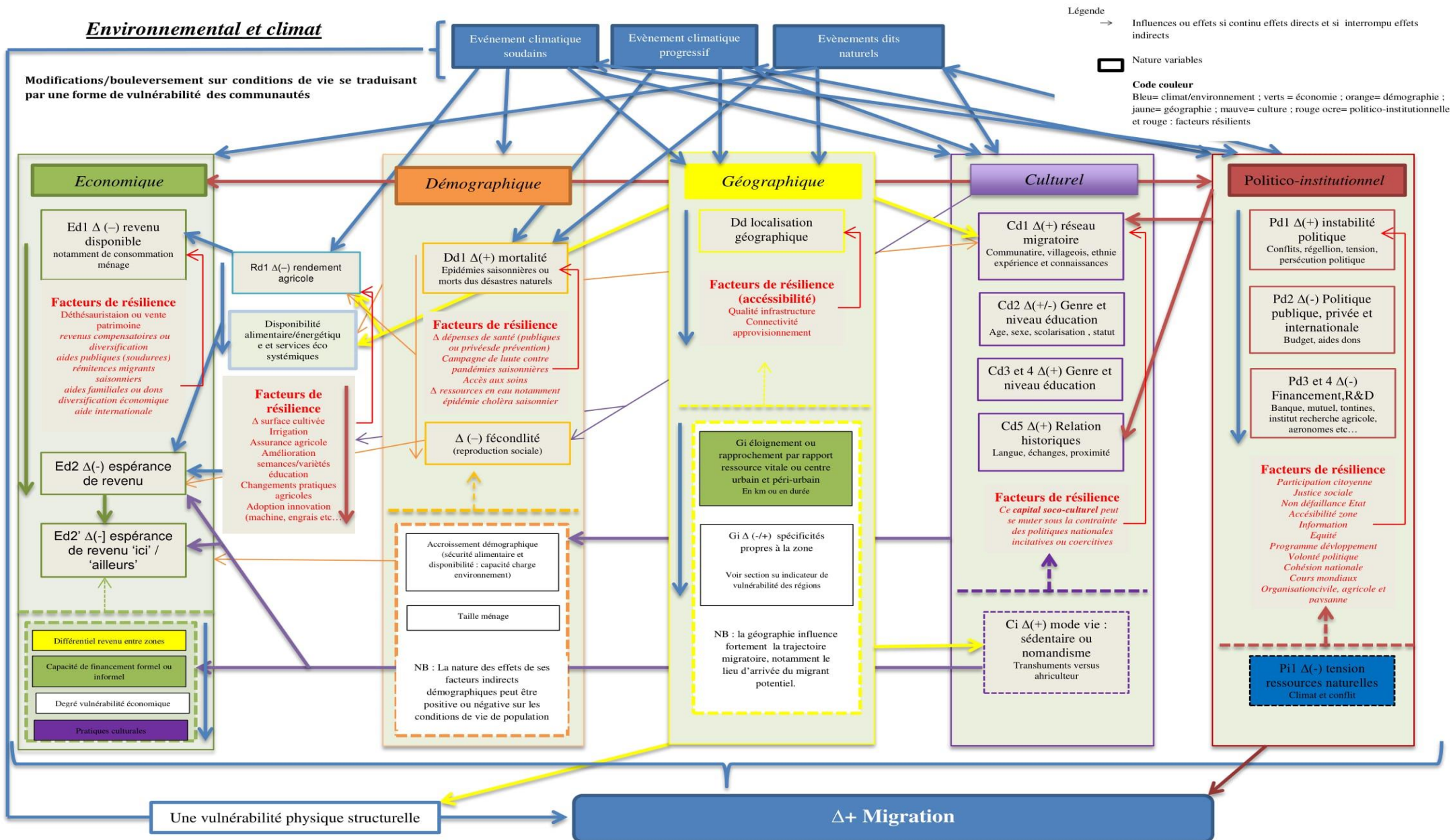
|                              |  |   |   |  |
|------------------------------|--|---|---|--|
| <b>GEOGRAPHIE (direct)</b>   | <p><i><b>Directs</b></i> (caractéristiques physiques incitant ou bloquant la migration)<br/> Gd1 : événement physique de rupture structurelle d'un équilibre socio-économique (tremblement de terre induisant fermeture de vallée et autres voies de communication...)<br/> Gd2 : accès aux ressources vitales (eau)</p> | HGd1 :<br><br>HGd2 : conditions de vie plus vulnérables         | vGd1 :<br><br>vGd21 : profondeur nappe phréatique<br>vGd22 : qualité nappe phréatique (potabilité, agriculture)<br>vGd23 : distance ressource énergie (bois de feu) ? |  |
| <b>GEOGRAPHIE (indirect)</b> | <p><i><b>Indirects</b></i><br/> Gi1 : distance physique (en km ou en temps) entre lieux de vie.<br/> → <i>impacte variables culturelles</i><br/><br/> Gi2 : distance physique (en km ou en temps) commerciale (vente ou approvisionnement).<br/> → <i>impacte variables économiques</i></p>                              | hGi1 :<br><br>hGi2 : [Huriot, Perreur] les coûts de la distance | vGi1 : km ? temps de trajet ? coût du trajet ? coût culturel (déracinement) ?<br><br>vGi2 : distances aux principaux marchés (vente ou approvisionnement)             | PGi1= temps parcouru, cout d'opportunité<br><br>PGi2 : nbre de km ou temps aux principaux marchés (vente ou approvisionnement) |
|                              | Les spécificités fixes à chaque zone   |   | Indice de vulnérabilité socio-économique du pays  | Indice de vulnérabilité socio-économique des zones<br><br>Section thèse sur la vulnérabilité des zones agro-écologiques        |

Source: Synthèse Diallo (auteur) et Chanteau (directeur de thèse).

Ainsi, en partant du tableau 7 ci-dessous des migrations internes en termes de vulnérabilités induites par le changement climatique, nous proposons un modèle de connaissance des interactions climat-migrations qui tient compte des hétérogénéités pouvant exister entre différentes zones dans notre espace de recherche réduit (Sénégal des zones agro-écologiques et régions). Toutefois, nous signalons cette nécessité de déconstruire les migrations, repenser l'ensemble des causalités entre les variables et d'établir chaînes de transmission (directes et indirectes) possibles, dans le but de proposer des politiques contextualisées et efficaces. A cet effet, la décomposition des vulnérabilités induites par le climat explicatives des migrations pourrait s'avérer pertinent (chap.5).

Le cadre heuristique des migrations dans un contexte de changement climatiques au Sénégal, tableau 8, suivant est obtenu :

Tableau 8: Schéma des interactions des facteurs explicatifs socio-écologiques des migrations partant d'un choc climatique ou environnemental



### 3.4. Evolution des migrations dans les zones agro-écologiques du Sénégal exposées au changement climatique : La vulnérabilité comme point de départ.

Le Sénégal, pays situé dans la partie ouest sahélienne, est particulièrement vulnérable au changement climatique (Gaye et *al.*, 2015 ; GIEC, 2007 et 2013 ; BM, 2010<sup>157</sup>). Cette vulnérabilité climatique est expliquée par la conjonction de plusieurs facteurs d'ordre naturel et sociétal. En effet, en 2011, la deuxième enquête de suivi de la pauvreté au Sénégal (ESPS II) mettait en évidence les effets négatifs, de plus en plus significatifs, du changement climatique sur les conditions de vie socio-économiques. Cette situation est d'autant plus vraie dans les zones rurales –plus de 60% des 15 millions de sénégalais (ANSD, 2014)- où les populations pauvres<sup>158</sup> vivent d'une agriculture pour l'essentiel tributaire des conditions climatiques - non irriguée et pas couverte par une assurance (FAO, 2013 ; CSAO, 2013)- et d'un élevage extensif traditionnel qui se déplace au gré du climat. Résultat, le secteur primaire n'a cessé de reculer dans sa contribution au PIB depuis 1980, exception faite de la période 1980-1982 (Fall et *al.*, 2013) (tableau 9). Selon l'auteur, ce résultat serait expliqué, outre les conditions climatiques hostiles, par la mise en place des programmes d'ajustement structurels (PAS) imposés par les institutions internationales (FMI et BM) dans les années 1980. Ce qui s'est traduit par un désengagement brutal de l'Etat du secteur agricole symbolisé par la faible part du PIB accordée au secteur (BM, 2014)<sup>159</sup> (suppression des subventions, non distribution de semence et arrêt de l'encadrement institutionnel). Tous ces facteurs ont conduit au résultat sans équivoque d'un coût socio-économique considérable : appauvrissement du monde rural (Kassé, 2013).

**Tableau 9: Evolution de la contribution des trois secteurs économiques au PIB sur la période 1980-2014**

| Secteurs   | 1980   | 1985   | 1990   | 1995   | 1997-2001 | 2002-2006 | 2007-2011 | 2012-2014 |
|------------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Primaire   | 18,00% | 21%    | 17,75% | 17,99% | 20,00%    | 16,36%    | 16,00%    | 18,00%    |
| Secondaire | 18,00% | 17,89% | 20%    | 21,00% | 22,58%    | 23,06%    | 22,00%    | 23%       |
| Tertiaire  | 64,00% | 62%    | 62,00% | 59,99% | 57,5%     | 60,52%    | 62,26%    | 61%       |

Source: Synthèse de l'auteur à partir de ANSD et Fall et *al.*, (2013)

<sup>157</sup> Concernant les travaux de la BM sur la vulnérabilité du Sahel, et plus particulièrement du Sénégal, au changement climatique, voir l'article disponible sur : <http://blogs.worldbank.org/youthink/fr/climate-change-sahel>, consulté le 20/03/2016.

<sup>158</sup> Gaye et *al.*, (2015, p.29) écrivent que : « Au Sénégal, les bouleversements climatiques sont davantage ressentis au niveau de l'agriculture où la succession d'années de sécheresse et de pluviométrie réduit les récoltes et impacte sur les revenus d'un monde rural qui devient de plus en plus pauvre ». Même si 63% des sénégalais semblent être impactés négativement par le climat, ce ratio est plus important dans les zones rurales et pauvres (90%). Plus de 70% des ménages pauvres sont des ruraux et 58% des ménages ruraux vivent en dessous du seuil de pauvreté (ANSD, 2014).

<sup>159</sup> Pour plus de détails voir : <http://www.finances.gouv.sn/index.php/2011-05-02-12-33-12> ou encore rapport BM (2014) sur situation économique du Sénégal: [http://www.au-senegal.com/IMG/pdf/situation\\_economique\\_du\\_senegal2014.pdf](http://www.au-senegal.com/IMG/pdf/situation_economique_du_senegal2014.pdf)

Ainsi, la forte dépendance des activités socio-économiques au secteur primaire pluvial<sup>160</sup> (en moyenne 18% du PIB avec 75% de la main d'œuvre active (ANSD, 2014 ; BM, 2013 ; PNUD, 2009)) dans un pays situé entre l'atlantique et les terres désertiques du Sahel (carte 3) l'exposant par conséquent à l'ensemble des manifestations du changement climatique et du milieu naturel, explique le faible niveau d'adaptation/résilience<sup>161</sup> systémique aux changement climatique (GIEC, 2007b).

Carte 3: Le Sénégal, positionnement et différents climats



La BM (2006, 2010 et 2013) conclut sur de forte vulnérabilité du milieu rural qui compromettraient les capacités adaptatives des ménages face au climat. Cette situation expliquerait en grande partie les tendances migratoires internes<sup>162</sup> (zones rurales vers

<sup>160</sup> Qui exacerbe le faible niveau de développement socio-économique (pauvreté monétaire, éducation, infrastructure, réduction services écosystémiques primordial pour les populations notamment rurales (MEA, 2011)). C'est d'ailleurs ce qui a justifié en grande partie le passage des OMD vers les ODD.

<sup>161</sup> Sall et al., (2011) pointent plusieurs lacunes dans les politiques et programmes d'adaptation face au changement climatique. Ils mentionnent principalement : (i) le manque d'engagement politique en matière d'adaptation ; (ii) l'absence de coordination des actions menées ; (iii) la faiblesse des ressources attribuées et (iv) les difficultés liées à l'élaboration et la mise en place de politiques efficaces. Par conséquent, le pays se retrouve vulnérable face au changement climatique et ses conséquences.

<sup>162</sup> La migration interne est prédominante au Sénégal. En effet selon le dernier recensement (ANSD, 2013) plus de 95,5% des 15 millions de sénégalais vivent à l'intérieur du pays. La migration internationale ne représenterait que 4,5% de l'effectif total de la population.



urbaines et péri-urbaines). Alors que la tendance des soldes migratoires vers l'international est à la baisse (-51 528 selon l'ANSD, 2013) – à cause probablement de son coût-, les migrations internes se confirment notamment des régions arides et semi-arides vers Dakar, la capitale économique<sup>163</sup>. Un rôle de plus en plus significatif est attribué au changement climatique dans la répartition interne spatiale de la population (ANSD, 2011 et 2013, BM, 2013)<sup>164</sup>. A titre illustratif, Lô et *al.*, (2014) analysent la migration interne comme le résultat du changement climatique qui aggraverait les vulnérabilités initiales des populations. La dégradation significative des conditions de vie (Kassé, 2013) pousse à la mobilité. Bien qu'arguant dans ce sens, Sall et *al.*, (2011) tenaient une position bien modérée en affirmant que la migration est devenue une réelle option d'adaptation déployée par les populations sénégalaises et le rôle du climat, en dehors d'événements soudains, en tant qu'élément déclencheur nécessiterait une analyse des données empiriques.

Ainsi, les effets du climat sur la répartition spatiale de la population sont discutés dans un pays où les manifestations du climat peuvent différer selon les zones agro-écologiques.

### **3.4.1. Les zones agro-écologiques du Sénégal**

#### **3.4.1.1. Présentation**

L'analyse des interactions climat-migration dans une approche de vulnérabilité socio-écologique (multidimensionnelle) nécessite de procéder à un découpage de notre terrain d'application, le Sénégal, en zones agro-écologiques relativement homogènes. Ces zones présentent des spécificités physiques et humaines relativement proches sur les surfaces qu'elles couvrent (ISRA, 2008). Chaque zone est une région naturelle (Ba, 2008) avec ses potentialités mais, également, ses propres vulnérabilités socio-économiques et climatiques. Et, d'ailleurs selon l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA, 2008 (tomes 1, 2 et 3)), c'est sur la base de critères multidimensionnels, prenant en compte les aspects physiques (pluviométrie, température, type de sol), socioculturels et démographiques (ethnie et densité) et agricoles (types de cultures et d'équipement), que les six zones agro-écologiques (carte 4 ci-après) qui suivent ont été définies :

---

<sup>163</sup> D'ailleurs, Dakar et Diourbel pour des raisons respectivement politico-économiques et religieuses sont les principales destinations des flux migratoires (avec un solde migratoire net positif) contrairement aux autres régions (ANSD, 2001 et 2013) (chapitre 4, section 4.3).

<sup>164</sup> Selon l'ANSD (2013) entre 2001 et 2013, la population urbaine est passée de 40,7% à 46%. Et, l'ANSD (2013) parle d'une urbanisation galopante depuis le milieu des années 1970 dont les causes sont à trouver en grande partie dans la dynamique migratoire interne sous forme d'exode rural.

- le Bassin arachidier qui regroupe les régions administratives de Diourbel, Kaolack, Fatick, Kaffrine et plus de 90% de la région de Thiès. C'est une vaste zone agricole (38728 km<sup>2</sup> pour 57% des terres arables du pays et plus de 67% de la production d'arachide et de mil), fortement peuplée avec plus de 5 276 000 dont 73,5% de ruraux. La sécheresse des dernières décennies a significativement impacté la productivité de l'agriculture arachidière de rente sous pluie et l'écosystème de la zone ;

- le Sénégal oriental constitué des régions administratives de Tambacounda et de Kédougou. Avec une superficie de 42 703 km<sup>2</sup>, cette zone pauvre présente une densité de population faible et pour l'essentiel rurale. Malgré, la culture du coton de rente et les grandes potentialités agricoles et pastorales, le Sénégal oriental fait face à une grande vulnérabilité du milieu écologique. Signalons que depuis quelques années, l'orpaillage s'y développe ;

- la Casamance regroupe Ziguinchor, Sédhiou et Kolda. C'est un territoire de 60 632 km<sup>2</sup> pour une population totale de 1 592 392 dont 70% de ruraux. Toutes les cultures s'y pratiquent mais de façon rudimentaire. Elle abrite les réserves forestières du pays. Malgré sa position climatique favorable, guinéenne, la zone connaît une dégradation de son milieu naturel (destruction mangrove, salinisation des terres et perte de la diversité forestière) ;

- la Vallée du fleuve Sénégal constitué en partie des territoires des régions administratives (Saint-Louis, Matam et Tamba) situées en bordure du fleuve Sénégal. Elle couvre 9 658 km<sup>2</sup> pour une population de 2 151 791 dont 56% de ruraux. L'économie tourne autour de la riziculture, le maraîchage et les cultures de décrue et pluviales. L'élevage et la pêche y sont observés également. Cette zone est particulièrement exposée au changement climatique ;

- la zone agro-pastorale concerne Louga, Saint-Louis et Matam. Elle couvre 56 269 km<sup>2</sup> et elle abrite environ 1 million de personnes dont 70% de ruraux. L'élevage extensif (le pastoralisme) constitue la principale activité économique ;

- la zone des Niayes qui concentre toute la région de Dakar et une infime partie des régions de Thiès et de Louga. Important pôle économique avec 80% de la production horticole du pays, cette zone s'étend sur à 10 km sur le littoral : 2759 km<sup>2</sup> Densité forte (20% de la population totale sur 1% du territoire). En dépit de la diversité de l'activité économique, la zone subit le changement climatique (salinisation des sols et puits, érosion côtière et invasion marine).

Carte 4: Le Sénégal, différentes régions et zones agro-écologiques



Source: FAO, 2013

### 3.4.1.2. *Tendances migratoires intercensitaires dans les différentes zones agro-écologiques*

Les différents recensements de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) du Sénégal (RPG, 1972 ; RPGH, 1988 et 2001 ; RGPHE, 2013), principales sources sur les migrations internes au Sénégal (voir chap. 4, section 4.3), montrent une intensification des flux migratoires. Toutefois, les schémas de circulation sont loin d'être homogènes selon les zones agro-écologiques considérées. Certaines zones qui étaient des zones d'émigration nette sont devenues dans le temps des zones d'immigration nette ou ont vu leurs soldes migratoires se creuser dans le temps.

A travers une synthèse de la littérature, nous allons déterminer l'évolution tendancielle intercensitaire des courants migratoires dans les zones agro-écologiques du Sénégal depuis 1970. Dans ce qui suit, nous allons retenir les définitions de l'ANSD. Ainsi, est considéré comme migrant tout : « *individu qui habite une localité différente de son lieu de naissance depuis plus d'un an. Il est question ici des échanges migratoires entre le lieu de la résidence actuelle et le lieu de résidence antérieure qui peut être confondu au lieu de naissance quand il s'agit de la première migration* » (ANSD, 2013). Par conséquent, l'immigration interne est constituée des mouvements de populations d'une zone vers les autres zones agro-écologiques du Sénégal, la tendance concerne la zone agro-écologique d'arrivée. L'émigration interne renvoie à l'ensemble des mouvements de populations depuis une zone agro-écologique du Sénégal vers les autres zones, la tendance concerne la zone agro-écologique de départ. Pour illustrer les tendances migratoires décrites dans les différentes zones, nous utiliserons les données de l'ANSD (2013) sur les soldes migratoires intercensitaires (immigration - émigration) des différentes régions constitutives des zones agro-écologiques du Sénégal. Les soldes migratoires de 1976<sup>165</sup> 1988, 2001 et 2013 portent sur la migration interne durée de vie. Cette dernière est définie ainsi par l'ANSD : « *La migration durée de vie survient lorsque le lieu de résidence actuel du migrant est différent du lieu de naissance. Le lieu de naissance et le lieu de résidence sont ramenés à la région* ».

Ainsi, dans chaque zone agro-écologique, les tendances intercensitaires migratoires durée de vie suivantes peuvent être mises en évidence :

---

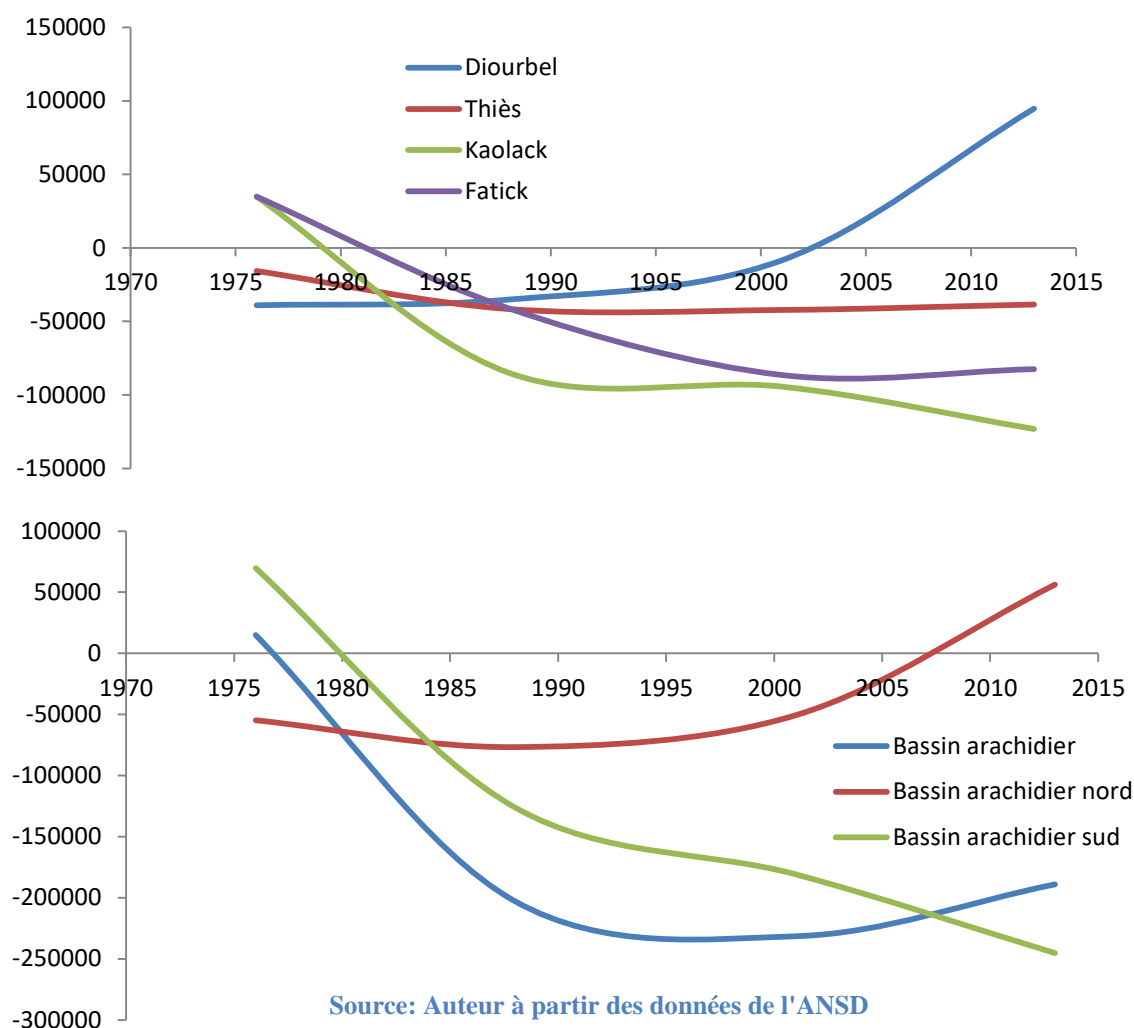
<sup>165</sup> Concernant les données de 1976 sur les soldes migratoires internes voir : Recensement Général de la population d'avril 1976. Résultats définitifs données corrigées. Le rapport est disponible sur le site : <https://nada.web.ined.fr/index.php/catalog/83> ou encore sur le site de l'ANSD : <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog/45>. Pour les données des années 1988, 2011 et 2013, voir le dernier recensement de 2013 disponible sur site de l'ANSD : <http://www.ansd.sn/ressources/rapports/Rapport-definitif-RGPHAE2013.pdf>.

- La migration dans le bassin arachidier : Avant et tout juste après les indépendances en 1960, les mouvements migratoires se dirigeaient essentiellement vers le bassin arachidier pour y occuper une main d'œuvre dans le secteur agricole rentier (Wade et al., 2017 ; Gaye et al., 2015 ; ANSD, 2013 ; Tall, 2008). A partir de 1970, la tendance migratoire change. Pour analyser les évolutions, il convient de distinguer la partie nord et celle sud qui contrastent. En dépit d'un solde migratoire net négatif, la partie nord du bassin arachidier, principalement à cheval entre les régions de Thiès et de Diourbel, connaît des soldes positifs du fait de l'intensification de la migration vers Touba, capitale religieuse située à Diourbel. Par contre la partie sud de la zone, le centre bassin arachidier constitué des régions de Fatick, Kaolack et Kaffrine, est considérée répulsive. En effet, à partir des années 1970-1980 marquées, d'une part, par une grande perturbation climatique et ses effets négatifs significatifs sur l'agriculture principale source de revenu des populations et, d'autre part, un déplacement du centre de gravité de l'économie sénégalaise des zones agricoles rurales vers Dakar (zone des Niayes), le centre du bassin arachidier constituait l'une des principales zones de départs de migrants du pays vers principalement les Niayes. En 1976, le solde migratoire net était de 34 834 dans le cœur du bassin arachidier sud (la région de Sine Saloum devenue Kaolack et Fatick) alors qu'il était négatif dans la partie nord du Bassin (-54 764 à Diourbel et Thiès). En 1988 et 2001, la tendance intercensitaire migratoire déficitaire se poursuit avec notamment la chute des prix de la principale culture arachidière et la forte variabilité climatique (Bignebat et Jumbirat, 2014). Les soldes respectifs en 1988 et 2001 sont de -35 152 et -8425 à Diourbel, -41 599 et -42 203 à Thiès, -84 593 et -93 476 à Kaolack et à Fatick -41 122 et -86462. En 2013, la tendance est toujours déficitaire mais, elle cache une disparité entre le nord (Diourbel : 94 724 et Thiès : -38 508) et le sud (Fatick : -82 466, Kaolack : -123 156 et Kaffrine érigée en région : -39 618). En somme, les données montrent que le bassin arachidier, principale zone agricole du Sénégal, est passée d'une zone d'immigration nette à une zone d'émigration nette à partir de la période des premières manifestations du changement climatiques. L'évolution des migrations est illustrée par le graphique 1 ci - après<sup>166</sup>.

---

<sup>166</sup> En rajoutant les régions de Louga (Zone agro-pastorale) et de Tamba (le Sénégal oriental) dont une infime partie du territoire fait partie du bassin arachidier, la tendance migratoire établie ne change pas.

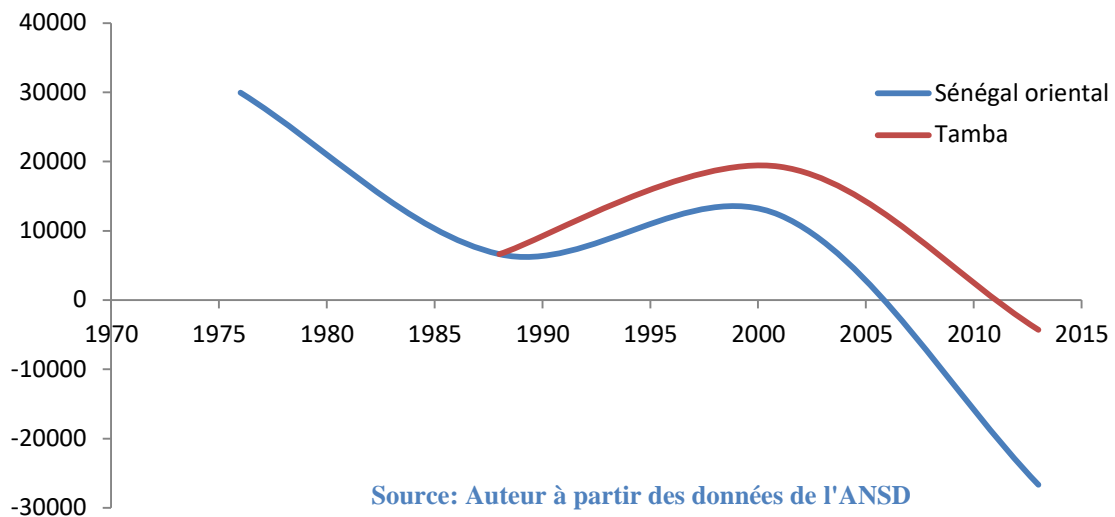
**Graphique 1: Evolution intercensitaire des migrations durées de vie dans la zone Bassin arachidier (à partir des tendances des différentes régions dans les zones)**



- La migration dans le Sénégal oriental : c'est la zone la moins densément peuplée du Sénégal (ANSD, 2013). Grâce à la disponibilité des terres, les migrations en provenance du bassin arachidier sud se sont intensifiées à partir de la fin des années 1970 (Lericollais, 1999 et Dubois, 1974). Garenne et Lombard (1998) nous expliquent que, sous la supervision de la BM, des populations du bassin arachidier nord ont été implantées dans les « Terres neuves » du Sénégal oriental. L'objectif était la décongestion des terres surpeuplées et surexploitées du bassin arachidier. Ce qui fait que sur les décennies 1970, 1980 et 1990, la zone connaît une tendance migratoire excédentaire avec respectivement des soldes migratoires de 22 652, 6632 et 12 669 en 1976, 1988 et 2001 (graphique 2 ci-dessous). Toutefois, à partir du milieu des années 2000, avec le développement des réseaux routiers, nous observons un léger retournement des tendances migratoires dans la zone. Le solde migratoire devient négatif avec - 26 572. Toutefois, contrairement au bassin arachidier, ou le

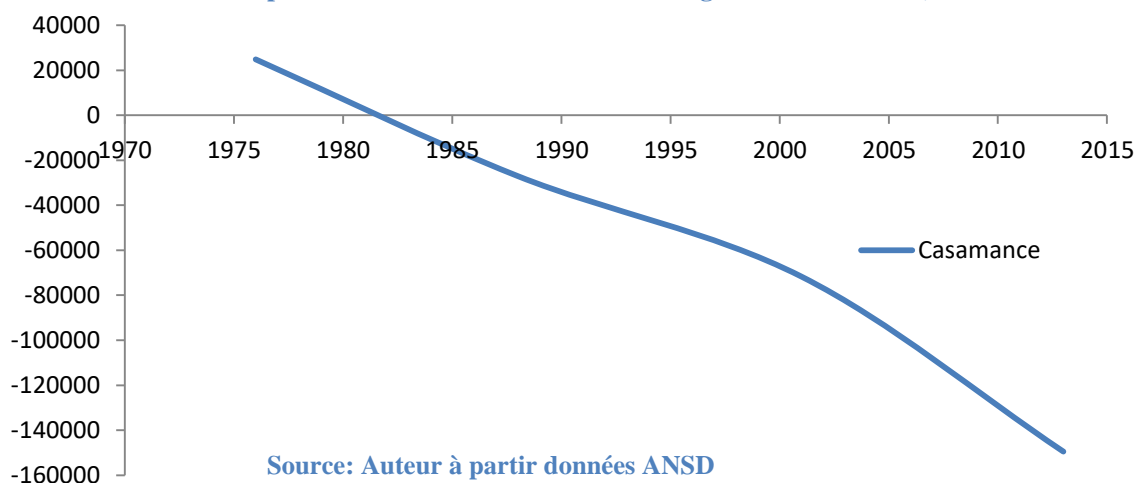
solde migratoire au cours des dernières années (1an, 5 ans et 10 ans) est négatif, la zone connaît toujours un solde migratoire temporaire positif expliqué par le développement de l’orpaillage dans la région de Kédougou mais également ces potentialités agricoles et pastorales notamment en bordure de fleuve.

**Graphique 2: Evolution intercensitaire des migrations durées de vie dans la zone Sénégal oriental (à partir des tendances des différentes régions dans les zones)**



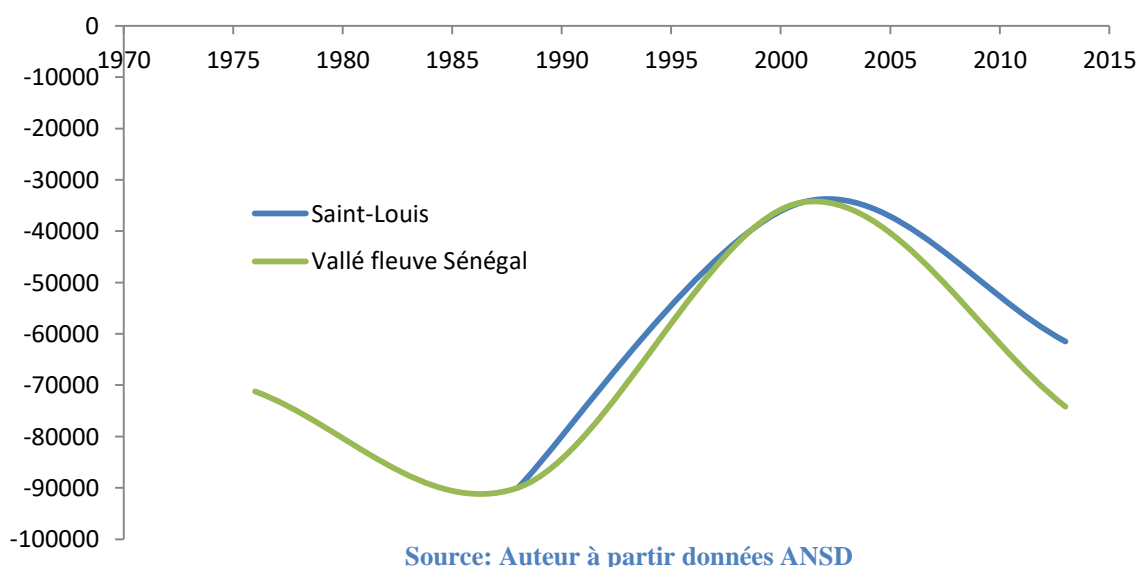
- La migration en Casamance : Nelly (2013) et Nelly et *al.*, 2006a et b) mettent en évidence des tendances migratoires déficitaires dans la zone Casamance en dépit des potentialités agricoles regorgées. Ce déracinement, selon l’auteur, trouverait une explication, d’une part, dans l’instabilité politique de la zone. En effet, depuis plus de 30 ans un conflit oppose le gouvernement sénégalais aux séparatistes du Mouvement des Forces Démocratiques de Casamance (MFDC). Et, d’autre part, la difficile cohabitation entre les ethnies notamment en ce qui concerne l’accès au foncier. Ainsi, nous observons, une tendance migratoire déficitaire à partir du milieu des années 1980 dans la région. Les soldes migratoires enregistrés sont de 24 823, -27030, -71714 et -149794 respectivement en 1976, 1988, 2001 et 2002 (graphique 3). Toutefois, le déficit est moins marqué que dans les zones bassin arachidier et Sylvo agro-pastorale.

**Graphique 3: Evolution intercensitaire des migrations durées de vie dans la zone Casamance (à partir des tendances des différentes régions dans les zones)**



- La migration dans la vallée du fleuve Sénégal : Malgré son fort potentiel agricole, zone située en bordure du fleuve Sénégal, le Fleuve Sénégal a toujours été une zone de départs nets (Léricollais, 1999). L’auteur souligne que depuis plus de 30 ans, les populations actives masculines émigrent vers les autres régions du Sénégal à la recherche d’activité génératrice de revenu moins dépendante de l’agriculture pluviale. Par ailleurs, l’une des caractéristiques de cette zone la forte émigration vers les pays de l’OCDE. En interne, les tendances mettent en évidence des soldes migratoires négatifs avec une atténuation du déficit sur la période 1990-2000 graphique 4). Les soldes sont respectivement de -71213, -89971, -34370 et -74188.

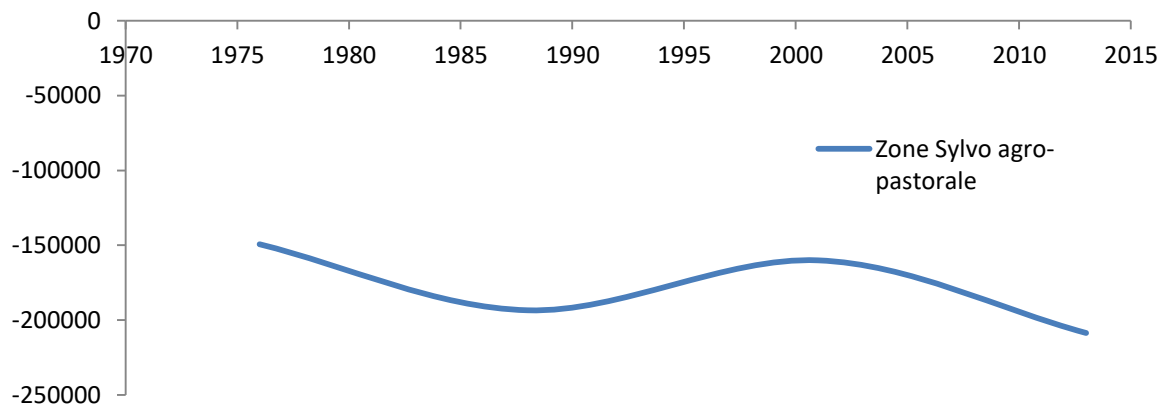
**Graphique 4: Evolution intercensitaire des migrations durées de vie dans la zone Vallée du fleuve Sénégal (à partir des tendances des différentes régions dans les zones)**





- La migration dans la zone Sylvo agro-pastorale : C'est la zone de prédilection de l'élevage au Sénégal. Selon Bâ (1986) les dynamiques migratoires déficitaires dans cette zone sont expliquées par la restructuration des ressources pastorales due aux contraintes imposées par le fort déficit pluvieux des années 1970-1980. Alors que le cheptel augmente, les ressources hydriques s'amenuisent. La fragilité de l'écosystème, la détérioration des conditions de vie et du couvert végétal (déficit en ressources), une pluviométrie faible et irrégulière et les conditions climatiques sévères poussent les populations de la zone à émigrer massivement. Sy (2003), dans une étude empirique dans la zone, montre les effets significatifs du déficit pluvieux, en eau, sur les migrations. Depuis, les années 1960, avec la levée des lois migratoires internes, la zone Sylvo pastorale a connu une intensification de ses flux migratoires. Ainsi, nos données montrent une tendance déficitaire des migrations (graphique 5 ci-après) avec respectivement des soldes migratoires de -149307, -193759, -160072 et -208625 en 1976, 1988, 2001 et 2013.

**Graphique 5: Evolution intercensitaire des migrations durées de vie dans la zone Sylvo agro-pastorale (à partir des tendances des différentes régions dans les zones)**

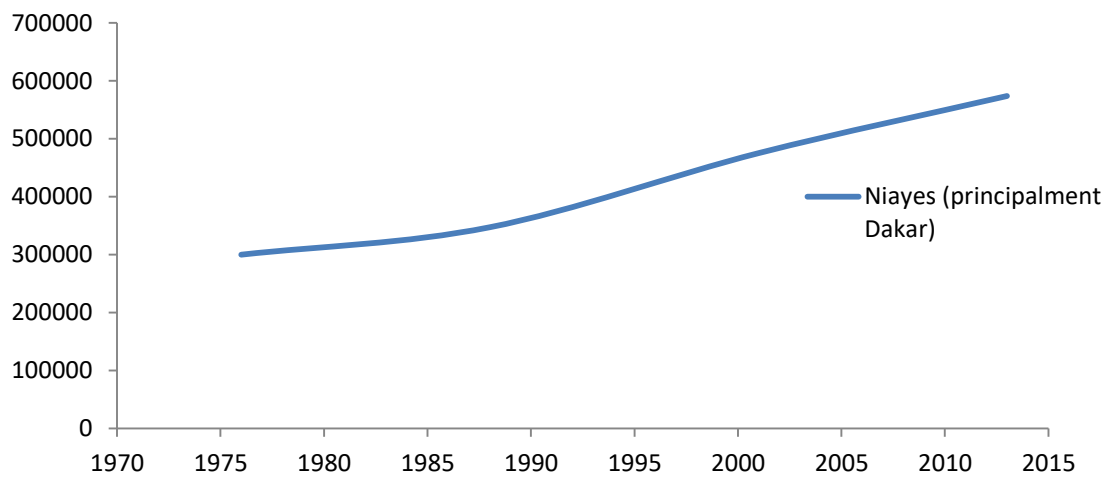


Source: Auteur à partir données ANSD

- La migration dans la zone des Niayes : Contrairement aux autres zones agro-écologique du pays, la grande sécheresse des années 1970-1980 et ses conséquences négatives sur les conditions de vie des populations, s'est traduite par un afflux massif de populations rurales vers la zones des Niayes et plus principalement la région de Dakar. En effet, les Niayes constituent une zone humide côtière (ISRA, 2006 et 2008). La conséquence directe est une urbanisation massive non maîtrisée dont les conséquences commencent à se faire sentir avec des séries d'inondation récurrentes depuis 2000 à Dakar (Camara et al., 2013 ; Garenne, 2016) Les données montrent des soldes migratoires excédentaires dans la zone tirés principalement par l'attractivité de la région de Dakar (horticulture et économie informelle).

En effet, les tendances intercensitaires de Dakar sont excédentaires avec respectivement des soldes de 300012, 347298, 475356 et 573907 t en 1976, 1988, 2001 et 2013 (graphique 6). A contrario, dans les régions de Thiès, à cheval entre les Niayes et le Nord bassin arachidier, et de Louga dont une grande partie des surfaces se trouve en zone Sylvo agro-pastorale, nos données montrent une évolution déficitaire du solde migratoire.

**Graphique 6: Evolution intercensitaire des migrations durées de vie dans la zone des Niayes (à partir des tendances de la seule région de Dakar)**



Source: Auteur à partir données ANSD

Les six zones agro-écologiques du pays, de par leurs spécificités, sont inégalement exposées au changement climatique. De plus, les stratégies d'adaptation diffèrent fortement selon les activités socio-économiques pratiquées. Ainsi, dans l'objectif d'apprécier la dimension des bouleversements climatiques intervenues depuis les années 1970-1980 au Sénégal sur les dynamiques migratoires inter-zones agro-écologiques décrites, nous allons nous aider du concept de vulnérabilité systémique. Cela permettra d'inscrire l'analyse des migrations intervenues dans des contextes socio-économiques, politiques, institutionnels et environnementaux... hétérogènes et qui influence fortement l'exposition, la sensibilité et l'adaptation des populations face au changement climatique. Pour ce faire, les différentes composantes de la vulnérabilité multidimensionnelle ou socio-écologique repérées et explicatives des migrations internes, données par notre cadre heuristique (tableau 8), seront étudiées. Le tableau 10 suivant présente une synthèse des variables, dans chacune des composantes de la vulnérabilité multidimensionnelle, les plus en vue dans la littérature migratoire au Sénégal.

**Tableau 10: Composantes (et relations) de la vulnérabilité multidimensionnelle.**

| Composantes   | Variables   | Nature des contraintes dans la fonction de vulnérabilité | Causalité ou relation fonctionnelle avec la vulnérabilité <sup>167</sup> |
|---|---|--|--|
| <b>Composante agro-écologique</b>   | Pluie   | <b>Exposition physique</b>                               | <b>-/+ (si inondation)</b>   |
|   | Température   |  | +  |
|   | Vent/ensoleillement.                                    |  | -  |
|   | Types de sols   |  | -  |
|   | Pratiques agricoles                                     |  | -  |
|   | végétation surfaces arables                             |  | -  |
| <b>Composantes économiques et socio-territoriales</b>                         | Niveau d'instruction                                    | <b>Sensibilité</b>                                       | -  |
|   | Diversification économique                              |  | -  |
|   | Envois des migrants (rémittances)                       |  | -  |
|   | Accès marchés   |  | -  |
|   | Prix marché mondial (Price taker)                       |  | +  |
|   | Désenclavement  |  | -  |
|   | Modernisation agricole (engrais, engins, irrigation...) |  | -  |
|   | Démographie   |  | <b>-/+ (si analyses : Malthus ou Boserup)</b>                            |
|   | Productivité agricole                                   |  | -  |
| Chômage   |   | +  |  |
| <b>Composante sécuritaire (alimentaire ou vivrier)</b>                        | Couverture alimentaire                                  | <b>Exposition conjoncturelle</b>                         | -  |
|   | Crises alimentaires                                     |  | +  |
| <b>Composante socio-économique, technique, institutionnelle et culturelle</b> | Part agriculture dans le revenu                         | <b>Adaptations autres que Migration</b>                  | +  |
|   | Accès au financement (crédit)                           |  | -  |
|   | Régularité des revenus                                  |  | -  |
|   | Distribution vivre de soudure (Etat)                    |  | -  |
|   | Distribution alimentaire (ONG)                          |  | -  |
|   | Plan de relogement ou relocalisation                    |  | -  |
|   | Patrimoine non agricole et monétisable                  |  | -  |
| Réseaux migratoires   | -   |  |  |

**Source: Synthèse de l'auteur à partir tableau 8.**

Dans ce qui suit nous allons analyser la vulnérabilité qui permet d'apprécier dans chacune des zones les effets du changement climatique sur les évolution migratoires observées sur la période 1970-2013 (Gaye et *al.*, 2015 ; Lô et *al.*, 2014 ; ANSD, 2013 et 2011 ; BM, 2013 ; Sall et *al.*, 2011) marquée par un changement climatique.

<sup>167</sup> Nous partons sur une augmentation de la valeur des variables pour observer la sensibilité de la vulnérabilité socio-écologique de la zone (diminution ou augmentation) par rapport à la variation à la hausse d'une variable.

### 3.4.2. La vulnérabilité systémique point de départ de l'analyse

#### 3.4.2.1. *La vulnérabilité écologique (physico-climatique) des zones*

Le Sénégal est caractérisé par l'existence de trois zones bioclimatiques –sahélien, soudano-sahélien et de type guinéen- et de deux saisons : une sèche et une pluvieuse (carte 4). Les gradients pluvieux sont plus importants sur l'axe nord-sud qui reçoit en moyenne entre 1200 et 800 mm par an alors que la partie nord, où la saison pluvieuse est moins longue, enregistre un cumul annuel moyen compris entre 400 et 200 mm.

Les températures augmentent généralement des côtes vers l'intérieur du pays (PNUD-SGEO, 2014) et ceci en particulier durant la saison des pluies. Globalement, le Sénégal a connu une augmentation des températures en moyenne de 0,9° C depuis 1960 et les précipitations varient entre 195,6 mm à Ziguinchor (Casamance) et 18,36 mm à Podor (vallée du fleuve Sénégal) (GIEC, 2007 ; ANACIM, 2015). Toutefois, il n'est pas pertinent de s'intéresser aux moyennes climatiques nationales car celles-ci sont des moyennes en fil de rasoir, peu plausibles à extrapoler dans l'avenir ou le passé (Dubriel et *al.*, 1996). Les IPS et indices de Lamb sont utilisés (voir chap. 2 et 4 respectivement sections 2.2 et 4.2)

Sur la période, les cumuls annuels moyens pluviométriques et de températures (maximales et minimales) permettent de caractériser le climat sur le territoire. Ainsi, sur la base des calculs des données dont nous disposons sur différentes zones, nous pouvons dire que : la pluviométrie met en évidence une tendance à la remontée des isohyètes au Sénégal (annexe 5). Les stations situées dans les régions du sud-est du pays enregistrent les moyennes pluvieuses les plus importantes. Les zones Sylvo-pastorale, les Niayes, la Vallée du fleuve et le Bassin arachidier enregistrent des déficits pluviométriques conjoncturels. Sur longue période, Podor enregistre le taux déficitaire pluvieux le plus important - 4,78 mm contre 162, 17 mm de pluies dans les régions du sud, plus arrosées. Les écarts de dispersion autour du cumul moyen annuel de pluie varient entre 6,73 pour Podor et 23, 67 pour Ziguinchor. En ce qui concerne les températures (minimales et maximales) annuelles moyennes, on note une forte variabilité intra et extra stations sur la période. La dispersion moyenne varie de 26,46 pour la station de Dakar à 41,3 dans l'axe sud-est où les températures sont les plus élevées. Ses résultats sont également mis en avant par Gaye et *al.*, (2015) à travers le tableau 11 ci-dessous :

**Tableau 11: Evolution du climat (pluviométrie et température)**

| Informations   | Températures moyennes  | Précipitations   |
|--|--|--|
| Observations entre 1960-2010   | Irrégularité spatiale et temporelle Présence d'un gradient thermique ouest-est                       | Très forte hétérogénéité spatiale et temporelle associée à un gradient nord-sud  |
|  | Cycle annuel bimodal avec deux maxima (mars-avril et septembre-octobre)                              | <u>Longues périodes de sécheresse depuis 1968 jusqu'à la fin des années 1990, montrées par les indices pluviométriques</u> |
|  | Baisse des températures minimales en hiver boréal sur la zone du littoral sous l'influence océanique | La Décennie 1980-1990 est particulièrement sèche   |
|  | Augmentation des températures de 0.9 °C à partir de 1975   | Déplacement de l'isohyète 400 mm vers le Sud de près de 100 Km   |
|  | Hausse des températures: 3 °C en zone sahélienne et 0.7 °C en zone soudanienne                       | Déplacement du bassin arachidier vers le Sud à cause de la translation de l'isohyète 800 mm                                |
| Tendance à la hausse des températures maximales à partir des années 1980                             | Augmentation de la pluviométrie à partir de 2000 dans presque toutes les stations du pays            |  |
| Plus fortes valeurs de températures enregistrées, notamment à Bakel au cours de la période 1981-2010 | Intensification de l'aridité dans le Nord  |  |

Source: Gaye et al., (2015)

Cette situation s'est traduite par un affaiblissement des progrès en matière de développement socio-économique en particulier dans le monde rural. La vulnérabilité physique s'est accrue avec l'augmentation d'évènements naturels, hydrologiques, climatologiques dans les différentes zones (EM-DAT, 2016). Les zones côtières sont de plus en plus menacées par l'avancée de la mer mais, également, par la salinisation des terres (BM, 2014). De ce fait, la vulnérabilité des populations sur le plan climato-physique dans les différentes zones agro-écologiques n'a fait que croître depuis 1970-1980, dates des premières perturbations climatiques notoires au Sénégal. Respectivement, le Bassin arachidier, le Sylvo-pastoral, la vallée du fleuve, le Sénégal oriental et la Casamance restent les zones les plus vulnérables. Cette situation est mise en évidence dans le tableau 12 ci-après récapitulatif de la vulnérabilité agro-écologique des six zones.

Les répercussions de la vulnérabilité physico-climatique sur les conditions de vie des populations compromettant ainsi les efforts de lutte contre la pauvreté (BM, 2015), peuvent être analysées dans chacune des zones en termes de :

- *la santé des populations* : elle est davantage liée à tout ce qui a trait à l'eau et l'air (stress hydriques, développement de maladies telles que le paludisme et les fièvres, pollution de l'eau et de l'air). La vallée du fleuve Sénégal (bilharziose et paludisme) ainsi que

bassin arachidier (teneur en fluor de l'eau) sont davantage impactés. Depuis 2000, Dakar fait face à des épisodes d'inondation qui favorisent le paludisme et certaines maladies cutanées. Le cheptel aussi est touché dans la zone Sylvo-pastorale avec le développement de maladies animalières (Ministère de l'élevage du Sénégal, 2014 dont Ndione et *al.*, 2008) ;

- *l'éducation* : Gaye et *al.*, (2015) mettent en avant les causes du changement climatique notamment des inondations, sur la déperdition scolaire en milieu urbain et péri urbain dans les zones des Niayes et la vallée du fleuve Sénégal<sup>168</sup>. La sécheresse également jouerait sur la déscolarisation des filles en milieu rural (FAO, 2013) ;

- *l'employabilité et le chômage* : l'exemple illustratif reste le bassin arachidier dont les conditions pluvieuses déficitaires ont conduit à l'abandon des terres et une forte augmentation du chômage (ANDS, 2001 et 2013, et ESPSII, 2011). Les 55% de ruraux du pays sont les plus vulnérables et toutes les zones sont touchées y compris Dakar du fait de l'avancée du niveau de la mer (le tourisme avec l'érosion côtière et perte de plages mais, également, une perte de terre arable). La pêche artisanale n'est pas insensible au changement climatique. Des pertes d'emplois considérables ont été enregistrées du fait de la baisse des ressources halieutiques. Le corollaire de cette situation est le développement géométrique du secteur informel, principalement à Dakar (BM, 2007 et 2014 ; ANSD, 2013) ;

- *le foncier et la pédologie* : le changement climatique et ces effets sur l'environnement naturel impliquent des pertes en terre considérables (GIEC, 2011 et 2014). Au Sénégal cette situation se traduit par une insécurité/conflit chronique entre sédentaires et nomades. Les trajectoires de la transhumance ainsi que les terres arables constituent des enjeux majeurs de conflit et de développement économiques dans les différentes zones agro-écologiques notamment celle Sylvo-pastorale, les Niayes, la vallée du fleuve et le bassin arachidier. Les sols pauvres du pays (47% médiocres ou inadaptés à l'agriculture selon le schéma national d'aménagement du territoire 2007) sont sujets à une dégradation avancée, une érosion côtière, perte de fertilité, baisse des rendements des sols, salinisations des sols, conflits et spéculation foncières.

Ainsi, nous constatons que les zones agro-écologiques où l'activité économique principale est l'agriculture, semblent être les plus touchées par le changement climatique et environnemental. Cette vulnérabilité écologique s'expliquerait par le faible niveau de développement socio-économique, par définition le manque de moyens d'adaptation et

---

<sup>168</sup> Durant les périodes d'inondation, les écoles sont souvent utilisées comme centre d'hébergement provisoire des sinistrés. Et, dans certains cas, les écoles ne sont pas libérées à temps pour permettre une bonne rentrée scolaire. Par ailleurs, les populations sinistrées, du fait de leur condition de vie difficile, sans abri, n'insistent pas sur la scolarité des enfants. Pour plus de détail voir : <http://fr.allafrica.com/stories/201212140589.html>, consulté le 28/07/2017.

d'atténuation, observés dans lesdites zones d'une part, et, d'autre, par le manque de politiques publiques d'adaptation face au changement du milieu naturel.

Notre tableau 12 ci-après montre que toutes les zones agro-écologiques du pays sont impactées par le changement climatique et ses manifestations sur l'environnement naturel. Toutefois, Dakar (une partie de la zone des Niayes) de par la tertiarisation économique et la forte diversité économique, semble moins impacté, exception faite de la montée du niveau de la mer dont les conséquences ne sont pas encore tout à fait visibles. Par contre, le bassin arachidier, la zone Sylvopastorale, la Vallée du fleuve, la Casamance et le Sénégal oriental semblent particulièrement vulnérables. Notre constat est confirmé par les enquêtes menées par l'ANSD (2013) et la BM (2014) dans les différentes zones agro-écologiques. Les résultats issus de cette enquête sur les perceptions des populations en fonction de leur vulnérabilité au changement climatique et du milieu, sont donnés par le tableau 13 qui vient juste après celui caractérisant nos différentes zones agro-écologiques.

Tableau 12: Caractéristiques physiques et climatiques et niveau de vulnérabilité des différentes zones agro-écologiques ou climatiques du Sénégal

| Zones agro-écologiques      | Découpage administratif (régions)   | Démographie et surface   | Description climato-environnementale     |                                      |             | Types de sols   | Pratiques agricole   | Vulnérabilité aux changements climatiques   |  |
|-----------------------------|---|--|--|--------------------------------------|-------------|---|--|---|--|
|                             |   |  | Température moyenne                      | Pluviométries moyennes<br>Max<br>Min | végétations |   |  |   |  |
| <b>Le bassin arachidier</b> | Thiès-Fatick - Kaolack – Kaffrine – Diourbel  | Fortement peuplée (5276110) sur une étendue de 38 728km <sup>2</sup> avec (57% des terres arables, 67% production arachide et 66% du mil). |  | 700m<br>m                            | 500mn       | Pauvre dominée par les acacias. Dégradation due à l'agriculture et à la sécheresse. | Sols ferrugineux tropicaux (dominance) ; sols hydromorphes (rares) ; lithosols (rares) ; vasières (rares) ; sols ferrugineux (rares) | Principalement la culture de rente arachidière ; céréales (plus sorgho que mil) Coton à production incertaine agriculture sèche (nord bassin arachidier) agriculture humide (sud bassin arachidier) Zones de pêche artisanale (Mbour, Cayar, Joal) faibles potentialités et vieillissement des parcs agroforestiers | Sècheresse; dégradations des écosystèmes ; acidification des sols ; salinisation des nappes ; invasion marine (fleuve Saloum) ; destruction de la mangrove ; érosion côtière Baisse importante de la pluviométrie depuis 27ans |
|                             | Centre nord du bassin arachidier (14738 km <sup>2</sup> )<br>Centre sud du bassin arachidier (23945 km <sup>2</sup> ) | Population rurale : 73,5%<br>Densité : 164,8   |  |                                      |             |   |  |   |  |
|                             |   |  | <b>Systèmes agro-pastoraux sahéliens</b> |                                      |             | Sols infertiles notamment fortement dégradés  | Production incertaine (occupe 65% de la population)  | Vulnérabilité élevée  |  |



|   |  |   |            |           |   |  |  |
|---|--|---|------------|-----------|---|--|--|
| <b>Le Sénégal oriental</b>                | Kédougou-Tambacounda   | Zone peu peuplée avec une superficie de 42 703km <sup>2</sup>   | 1200m<br>m | 800m<br>m | Lithosols (dominance) ; ferrugineux tropicaux ; sols bruns subarides ; hydromorphes (traces), sols vertiques (traces) ; sols halomorphes (traces) ; sols peu évolués (traces).<br><br>Sols fertiles à infertiles (peu profonds et vulnérables à l'érosion éolienne et aux ruissellements) | Activités agricoles diversifiées<br>Culture de rente concurrence le maïs le sorgho et le mil.<br><br>Production assez bonne et assez certaine et forte potentialité agricole et pastorale  | Salinisation des terres, dégradations du milieu naturel ; épuisement des ressources naturelles, déforestation massive<br><br>Vulnérabilité modérée |
| <b>Systèmes agro-pastoraux soudaniens</b> |  |   |            |           |   |  |  |
| <b>La Casamance</b>                       | Ziguinchor-Kolda-Sédhiou<br><br>Haute Casamance (environ 16 000km <sup>2</sup> )<br>Basse Casamance (14 632km <sup>2</sup> ) | Vaste territoire de 30 632 km <sup>2</sup> soit 14% du territoire<br>Pour une population totale de 1 592 392 dont 70% ruraux. La densité y est de 58,6. | 1200m<br>m | 700m<br>m | Sols ferrugineux (dominance) ; vasières ; sols ferrugineux tropicaux ; sols hydromorphes ; régosols (rares) ; lithosols (rares)<br>Fortes potentialités agricoles et halieutiques inexploitées (terres arables (1 million) et eaux souterraines)<br>Sols fertiles                         | Culture irriguée. Activités agricoles diversifiées. Culture de rente concurrence le maïs le sorgho et le mil. Développement de la pisciculture. Cueillette rurale source de revenus<br><br>Production assez bonne et assez certaine (80% de la population) | Problème de sécheresse entraînant un déficit vivrier.<br><br>Vulnérabilité modérée   |
| <b>Systèmes agro-pastoraux soudaniens</b> |  |   |            |           |   |  |  |

|   |  |  |           |           |   |  |  |
|---|--|--|-----------|-----------|---|--|--|
| <b>La Vallée du fleuve</b>                                | <p>Saint-Louis-Matam-Tambacounda</p> <p>Walo (inondable : riziculture)</p> <p>Delta (irrigation peu pluvieux)</p> <p>Djiéri (pastoralisme, culture industrielle, maraichage)</p> | <p>Une bande de 10 à 15km de Saint-Louis à Bakel (9 658 km². La population est estimée à 2152791 dont 30,56 d'urbains avec l'une la densité la plus faible tout juste avant le Sénégal oriental (15 hbts au km²)</p> | 500m<br>m | 300m<br>m | <p>Sols lourds : halomorphes ou encore hydromorphe ; sols peu évolués (traces)</p> <p>Sols fertiles</p>                             | <p>Aménagement rizicole ; culture irriguée ; canne à sucre.</p> <p>Mil (culture dominante). Sorgho et arachide (un peu)</p> <p>Développement de la culture du riz dans le delta du fleuve et la moyenne vallée.</p> <p>Culture de maïs</p> <p>Culture de décrue favorisant l'irrigation des terres</p> <p>Culture industrielle (canne à sucre et tomate)</p> <p>La production incertaine</p> | <p>Déficit et irrégularité pluvieux ; Inondations dues aux crues du fleuve ; érosion côtière ; intrusion saline ans le fleuve ; Salinisation des terres</p>  |
| <b>Système nord sahélien</b>                              |  |  |           |           | Vulnérabilité modérée à forte   |  |  |
| <b>La zone agro-pastorale ou ferlo ou sylvo-pastorale</b> | <p>Louga-Podor-Matam-Saint-Louis</p>   | <p>Elle couvre 56269 km² et elle abrite environ enviorn 1 million de personnes. L'essentiellement de la population est rurale (plus de 70%)</p>  | 500m<br>m | 300m<br>m | <p>Lithosols (dominance) ; rogosols ; sols ferrugineux tropicaux (rares) ; sols hydromorphes (rares) ; sols peu évolués (rares)</p> | <p>Pastoralisme et culture de mil , nièbé et béref</p> <p>La zone dispose entre 22 à 30% du cheptel national</p> <p>Production incertaine</p>  | <p>Détérioration des ressources ligneuse et fourragères, destruction des sols et du couvert végétal ; déficit pluvieux, stress hydrique</p> <p>Faiblesse et irrégularité des pluies</p> <p>Stress hydrique</p> |
| <b>Système nord sahéliens</b>                             |  |  |           |           | Sols infertiles   | Vulnérabilité élevée   |  |

|                           |   |  |           |           |  |   |   |   |
|---------------------------|---|--|-----------|-----------|--|---|---|---|
| <b>La zone des Niayes</b> | Dakar–Thiès-<br>Louga   | 5 à 10 km sur le littoral : 2759 km <sup>2</sup><br>Densité forte (20% de la population totale sur 1% du territoire) | 700m<br>m | 500m<br>m | <b>Systèmes agro-pastoraux sahéliens</b> | Dunes littorales (dominance) ; sols ferrugineux, hydromorphes et vasières (traces), sols peu évolués (traces). Sols peu fertiles : menacé par l'ensablement et les dégradations du milieu | Culture maraichère (80% de la production nationale) ; agriculture sèche (horticole)<br>Une agriculture péri-urbaine intensive<br><br>Production certaine à incertaine | Ensablement, salinisation des terres et des nappes, forte érosion côtière, élévation niveau de la mer<br><br>Vulnérabilité modérée à élevée |
| <b>Sénégal</b>            | <p>Avec une superficie de 196 722km<sup>2</sup> pour environ 14 million de personnes, le Sénégal est caractérisé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Une capacité de production, 11% des terres arables, située en zone nord sahélienne (région du fleuve, les Niayes, Bassin arachidier et une partie du sylvo-pastoral : inférieur à 500 mm de pluies) ;</li> <li>○ Le taux d'exploitation des terres arables est relativement faible. Par ordre d'importance, seule les zones Bassin arachidier (81%), Niayes (65%) et la Casamance et le Sénégal oriental (40%) restent relativement utilisées.</li> <li>○ Une agriculture dominée par la culture rentière arachidière, suivie par le mil et l'élevage extensif. Les cultures vivrières et la foresterie sont importantes devant la culture de décrue ; <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La riziculture est dominante en Casamance et dans la vallée du fleuve Sénégal.</li> <li>○ Le maraichage est localisé principalement dans les Niayes.</li> </ul> </li> </ul> <p>L'agriculture sénégalaise est fortement pluviale. La pluviométrie est en moyenne déficitaire et variable sur l'étendue du territoire nationale et notamment dans les zones à fortes potentialité agricole.</p> <p>En somme, le pays présente toutes les caractéristiques d'une zone fortement vulnérable au changement climatique.</p> |  |           |           |  |   |   |   |

Source: synthèse de l'auteur à partir des données ANSD (2001-2009), CSAO-CILLS, 2008, ISRA (2006 et 2008(tomes : 1, 2 et 3)) et BM (2006, 2010 et 2014).

**Tableau 13: Pourcentage de la population affectée par le changement climatique selon ses différentes manifestations par zone agro-écologique du Sénégal**

|   | Basse Casamance | Niayes | Nord du Bassin arachidier | Sénégal Oriental et Haute Casamance | Sud du Bassin arachidier | Vallée du Fleuve Sénégal | Zone agro sylvo pastorale |
|---|-----------------|--------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Feux de brousse plus fréquents                              | 50,5            | 15,4   | 4,7                       | 47,3                                | 18,2                     | 11,9                     | 28,7                      |
| Déforestation   | 34,9            | 44,1   | 22,7                      | 27,3                                | 26,7                     | 25,9                     | 39,8                      |
| Production agricole plus souvent erratique                  | 25,6            | 37,0   | 22,7                      | 14,5                                | 30,2                     | 28,8                     | 33,1                      |
| Air plus pollué   | 8,0             | 28,8   | 8,2                       | 6,1                                 | 5,1                      | 17,2                     | 11,6                      |
| Cours d'eau rivières, lacs pollués                          | 9,7             | 25,0   | 10,3                      | 6,3                                 | 12,3                     | 8,4                      | 23,3                      |
| Baisse du niveau des cours d'eau, rivières, lacs            | 11,4            | 33,3   | 9,5                       | 10,9                                | 13,9                     | 18,7                     | 24,6                      |
| Sol plus sec  | 22,5            | 39,1   | 19,7                      | 16,0                                | 39,0                     | 30,1                     | 17,4                      |
| Sol moins fertile   | 40,8            | 46,9   | 32,0                      | 24,7                                | 58,5                     | 22,9                     | 23,5                      |
| Plus d'érosions des sols que par le passé                   | 35,1            | 38,7   | 21,4                      | 14,2                                | 35,2                     | 18,3                     | 26,8                      |
| Plus d'insectes nuisibles sur les plantes que par le passé  | 66,4            | 46,4   | 30,4                      | 34,6                                | 34,7                     | 64,2                     | 48,1                      |
| Plus de maladies qui affectent les animaux que par le passé | 70,4            | 45,1   | 39,4                      | 48,2                                | 50,2                     | 41,6                     | 51,0                      |
| Avancées de la mer  | 10,1            | 20,0   | 6,2                       | 3,7                                 | 11,2                     | 2,9                      | 33,2                      |
| Inondations des surfaces cultivables                        | 11,6            | 19,3   | 7,1                       | 9,8                                 | 12,0                     | 6,3                      | 11,0                      |
| Pluies hors saisons   | 2,2             | 19,9   | 6,9                       | 5,5                                 | 10,2                     | 3,9                      | 10,8                      |

Source: ANSD (2010) citée par la BM (2014)

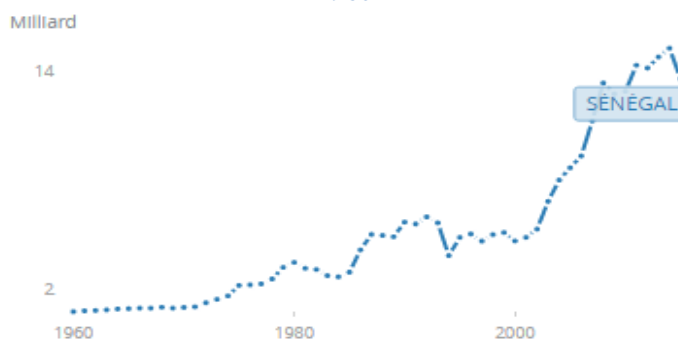
Le tableau 13 ci-dessus est tiré des enquêtes de l'ESPS II (2011) menées par l'ANSD et la BM au Sénégal dans les différentes zones agro-écologiques sur les effets que les populations pourraient attribuer, ou non, au changement climatique sur leur environnement. Comme mentionné dans le rapport (BM, 2014), plus de 63% des sénégalais affirment avoir été impacté négativement par le changement climatique. Ce chiffre est plus important dans les zones pastorales à dominante agricole (90% des populations interrogées). En outre, les résultats montrent que les populations pauvres sont davantage impactées par les effets néfastes du changement écologiques.

### 3.4.2.2. La dynamique socio-économique des zones agro-écologiques

Le Sénégal pays pauvre – un IDH de 0,47 1 classé 178<sup>e</sup> sur 188 pays en 2015 selon le PNUD (2016) et un PIB de 13,61 milliards de dollars US courant en 2015 selon la BM- enregistre des résultats macroéconomiques

solides, exception faite de la décennie perdue de 1980-1990 marquée par la mise en place des PAS<sup>169</sup> (Brunel, 2014) et la grande crise climatique au Sahel. La croissance a été particulièrement importante à partir du milieu des années 1994 marquée par la dévaluation

**Figure 24: Evolution du PIB en dollars US courant depuis 1960**



Source: WDI (2016)

monétaire du Franc CFA de la zone UEMOA (Union économique et monétaire ouest africaine). Comme l'illustre la figure 24, la croissance du PIB a été doublée sur 10 ans (entre 1995-2004). En 2010, de par ses performances macroéconomiques, le pays passe de la catégorie des PMA à celle à revenu intermédiaire faible (BM, 2016)<sup>170</sup>. Toutefois, la période post crise financière internationale est marquée par un essoufflement de la croissance économique entre 2010 et 2014 (tableau 14) et une reprise soutenue de la croissance avec 6,5%, meilleur taux depuis 2003, en 2015 qui s'est confirmée en 2016 selon WDI/WB (2017).

**Tableau 14: Evolution principaux indicateurs macroéconomiques entre 2009 et 2014**

| Indicateurs                             | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>IDH</b>                              | 0,45   | 0,46   | 0,46   | 0,48   | 0,49   | 0,47   |
| <b>PIB courant \$ us 2005</b>           | 12,772 | 12,914 | 14,352 | 14,194 | 14,806 | 15,285 |
| <b>PIB/hbt \$us courant 2005</b>        | 987    | 998    | 985    | 997    | 1000   | 1011   |
| <b>Inégalité revenu (indice Gini %)</b> | 39,22  | -      | 40,28  | -      | -      | 42     |
| <b>Inflation (IPC annuel en %)</b>      | -2,25  | 1,23   | 3,40   | 1,42   | 0,70   | -1,08  |
| <b>Dettes pub. % PIB</b>                | 68     | 60     | -      | -      | 58     | 57     |

<sup>169</sup> Passage à une économie de marché avec un fort désagrément de l'Etat en particulier dans le secteur social et agricole.

<sup>170</sup> <http://donnees.banquemondiale.org/pays/senegal>

|  |        |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Déficit (-) excédent global (+)</b> | -4,6   | -4,6   | 4,4    | 4,4    | 4,4    | -4,4   |
| <b>Balance commerciale % PIB</b>       | -16,83 | -15,38 | -18,23 | -21,25 | -20,67 | -18,71 |

Source: Auteur à partir données BM.

Malgré ses performances économiques expliquées par le secteur primaire et les bonnes performances du secteur industriel extractif<sup>171</sup>, le pays fait face à des problèmes d'emploi, de coût de la vie, de qualité des services publics, de fourniture et de coût de l'électricité et plus récemment d'approvisionnement en eau (tableau 15 ci -dessous).

Tableau 15: Quelques indicateurs sociaux démographiques entre 2009 et 2014 au Sénégal

| Indicateurs                               | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Taux accroissement naturel population     | 2,84 | 2,98 | 3,04 | 3,12 | 3,15 | 3,13 |
| Espérance vie naissance                   | 63   | 64   | 65   | 65   | 65   | 66   |
| Dépense santé %PIB                        | 4,81 | 4,82 | 4,42 | 4,41 | 4,31 | 4,51 |
| Dépense pub tot dans l'éducation % PIB    | 5,5  | 5,6  | 5,8  | 6,12 | 6,34 | 6,57 |
| Tx scolarisation complète primaire        | 57   | 56   | 59   | 58   | 59   | 60   |
| Emission CO <sub>2</sub> (tonne métrique) | 0,46 | 0,59 | 0,6  | 0,69 | 0,72 | 0,79 |
| Taux de chômage                           | 14   | 13   | 12   | 12   | 13   | 12   |
| Démocratie liberté civile                 | 6    |      | 6    | 6    | 7    | 6    |

Source: Auteur à partir données de la BM.

Avec un taux de pauvreté de 46,7% (tableau 16 qui suit) qui restera élevé à cause notamment de la croissance du PIB située à un niveau en deçà du seuil nécessaire pour faire reculer la pauvreté monétaire des populations selon la BM (*ibid*).

<sup>171</sup> Selon la BM (2016, p.18) : « La bonne performance du secteur agricole, s'explique par des précipitations favorables et les très bons résultats des secteurs bénéficiant de programmes publics ciblés (arachides, riz et horticulture). Le secteur industriel a globalement perdu de la vitesse en dépit de la croissance soutenue des secteurs de la construction, de la chimie et de l'énergie. Enfin, le secteur des services, qui représente plus de la moitié du PIB, continue d'afficher une croissance rapide grâce à l'expansion des secteurs des transports et des communications. Du côté de la demande, tous les secteurs enregistrent des résultats solides ; les exportations connaissent une croissance rapide qui tient principalement à la hausse de la production et des exportations du secteur primaire ».

**Tableau 16: Evolution de la pauvreté entre 1995 et 2013**

| Indicateurs de pauvreté            | Dakar       | Autres centres urbains | Rural       | National    |
|------------------------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| <b>ESAM-I (1994/1995)</b>          |             |                        |             |             |
| Incidence de la pauvreté           | 56.4        | 70.7                   | 71.0        | 67.9        |
| <b>ESAM-II (2001/2002)</b>         |             |                        |             |             |
| Incidence de la pauvreté           | 38.0        | 45.0                   | 65.1        | 55.2        |
| Intervalle de confiance (95%)      | [33.8-42.2] | [39.3-50.7]            | [62.1-68.0] | [52.9-57.5] |
| Profondeur de la pauvreté          | 10.2        | 13.4                   | 21.2        | 17.2        |
| Sévérité ou gravité de la pauvreté | 3.8         | 5.5                    | 9.1         | 7.3         |
| <b>ESPS-I (2005/2006)</b>          |             |                        |             |             |
| Incidence de la pauvreté           | 28.1        | 41.3                   | 58.8        | 48.3        |
| Intervalle de confiance (95%)      | [23.5-32.6] | [38.0-44.6]            | [55.6-62.0] | [46.1-50.6] |
| Profondeur de la pauvreté          | 6.8         | 11.6                   | 20.2        | 15.4        |
| Sévérité ou gravité de la pauvreté | 2.4         | 4.8                    | 9.5         | 6.9         |
| <b>ESPS-II (2010/2011)</b>         |             |                        |             |             |
| Incidence de la pauvreté           | 26.1        | 41.2                   | 57.1        | 46.7        |
| Intervalle de confiance (95%)      | [20.1-32.1] | [36.9-45.5]            | [53.5-60.1] | [44.1-49.3] |
| Profondeur de la pauvreté          | 5.8         | 13.1                   | 18.6        | 14.5        |
| Sévérité ou gravité de la pauvreté | 2.1         | 5.9                    | 8.7         | 6.6         |

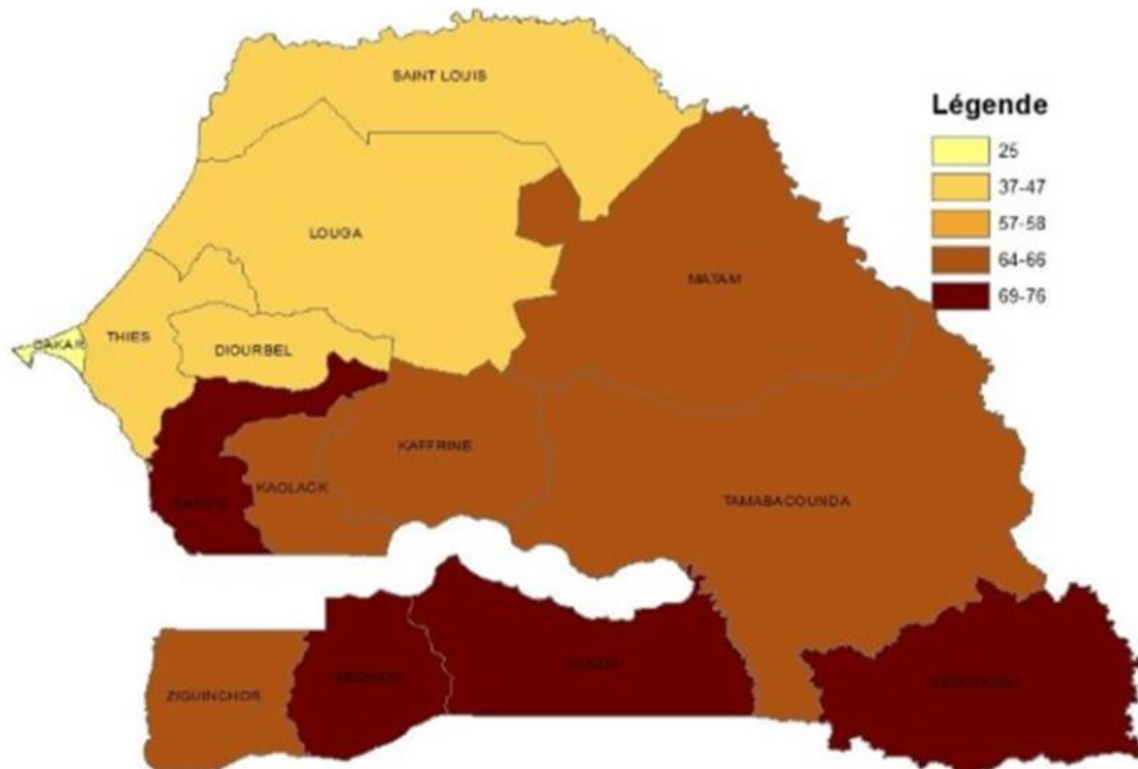
Source: Gaye et al., (2013), synthèse enquêtes ANSD

Néanmoins, par rapport à la moyenne sahélienne, au Sénégal, les inégalités de revenus restent modérées (42% en 2014). Quant à la pauvreté, en dépit des potentialités économiques inexploitées, la BM (2015) affirme que celle-ci, estimée à 46% en 2012 contre 67,9% en 1994, ne devrait pas baisser car la progression du PIB (3.14% en 2014) est en deçà du seuil nécessaire<sup>172</sup> compte tenu de la croissance démographique qui ralentit (2,3%, 2,97% et 2,92% respectivement en 2013, 2014 et 2015), mais qui reste toujours vigoureuse (2,86 et 2,85 respectivement en 2015 et 2016).

Même si dans l'ensemble les différents tableaux 14, 15 et 16 montrent une diminution des vulnérabilités socio-économiques, cette évidence cache des disparités géographiques. En effet, des différences substantielles subsistent entre les régions et zones agro-climatiques. A titre illustratif, l'Enquête suivi de la pauvreté au Sénégal (ESPSII, 2011) révèle que 2/3 des habitants sont pauvres en milieu rural, et en particulier dans la Casamance et le Sénégal oriental, contre 1/4 à Dakar et un peu moins de la moitié dans les autres centres urbains du pays (carte 5 ci-dessous).

<sup>172</sup> Entre l'ESPS-I (2006) et l'ESPS-II (2011), l'ANSD (2013) observe un recul de l'incidence de la pauvreté de 1,8 point. Toutefois, en termes de valeur absolue, le nombre de pauvres a augmenté pour se situer à 6,3 millions de Sénégalais sur une population totale d'environ 15 millions.

Carte 5: Niveau de pauvreté par régions et par zones agro-écologiques du Sénégal



Source: PAM, 2014.

Les zones à dominance agricole présentent un retard de développement socio-économique à cause du faible degré de diversité économique, l'inexistence ou la faible qualité des infrastructures de bases (éducation, santé...). L'agriculture, la principale activité génératrice de revenus (Gaye et *al.*, 2015, ANSD, 2013 et 2011 ; FAO, 2013 ; BM, 2013 et 2010, Kassé, 2013), est dépendante des conditions climatiques. Par conséquent, la vulnérabilité climatique se traduit par une vulnérabilité économique (incertitude sur les prix, baisse des revenus, endettement, faible niveau de résilience) qui, à son tour, fragilise les structures sociales et culturelles (capacités adaptatives) et ceci en particulier dans le monde agricole –zone Sylvopastorale et le bassin arachidier- pauvre et particulièrement exposé. A cet effet, une étude financée par la BM menée entre 2011 et 2012 au Sénégal sur la vulnérabilité des populations face au changement climatique, dont les résultats sont présentés par les figures 25 et 26 ci-après, abonde dans ce sens<sup>173</sup>.

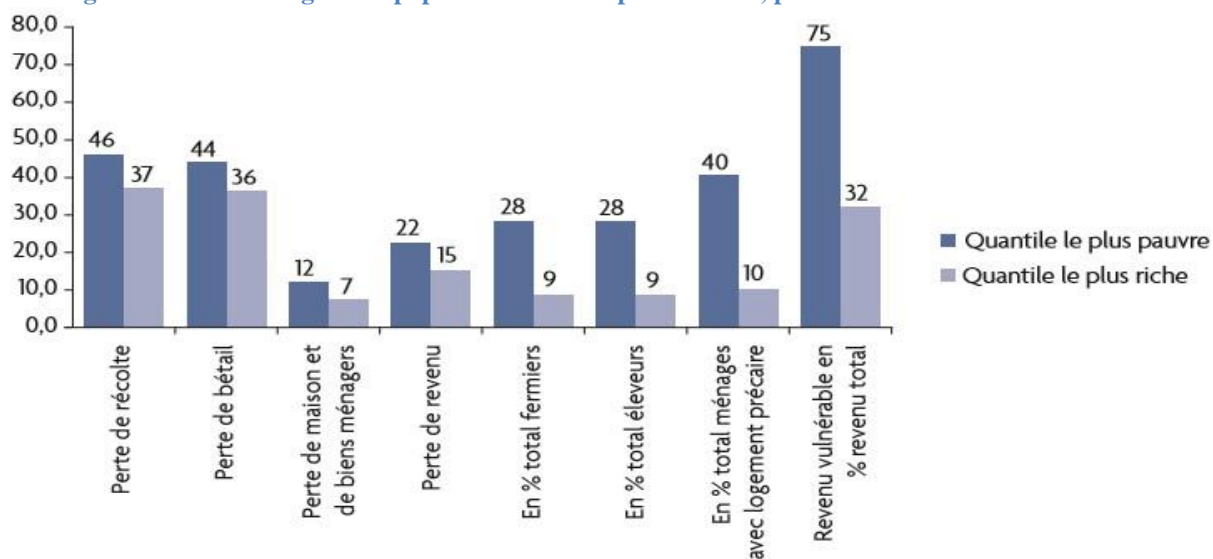
<sup>173</sup> Nous rappelons qu'un modèle logistique est souvent utilisé pour effectuer des prédictions ou expliquer une variable dépendante à partir de plusieurs variables explicatives continues ou muettes. Dans les régressions de la BM, la variable dépendante possède plusieurs catégories, quintiles de population selon leur revenu, et nous nous intéressons au plus pauvres. D'où régression logistique multinomiale. Dans ce travail la catégorie de référence, quintile plus pauvre, est exprimée par rapport au changement climatique sur la base d'une combinaison linéaire de variables prédictives retenues pour le climat.



Les figures 26 et 27 ci-dessous montrent que les populations pauvres s'adonnant pour la grande majorité à l'agriculture sont les plus vulnérables au changement climatique (quintile 1 figure 26 de la modélisation logistique ci-dessous). Cela implique que des politiques efficaces d'adaptation au changement climatique devraient davantage viser à lutter contre les inégalités de revenu. Pour le moment, l'adaptation par la migration employée depuis des années ne permet pas de réduire la pauvreté.

Cependant, ce constat ne devrait pas se traduire par un déterminisme climatique dans l'analyse de la vulnérabilité socio-économique des populations dans les différentes zones agro-écologiques. En effet, cette dernière est dynamique et dépend en grande partie des politiques publiques et privées mises en place en outre des rapports de pouvoir (Ribot et *al.*, 2005 ; Ribot, 2010 ; Hunter et Nawrotzki, 2016 ; Tacoli, 2011). Dans le cas sénégalais, illustrations en sont faites par le calcul des indicateurs régionaux de vulnérabilité dont le degré varie dans le temps et l'espace (voir. chap.5, sous-section 5.4.2, tableau 33). L'explication de la vulnérabilité socio-économique ne rentre pas dans un modèle climatique linéaire. A cet effet, la BM (2010) souligne la pertinence d'une analyse socio-économico-politique historicisée, liant insécurité économique et alimentaire à des déséquilibres structurels (dont le climat).

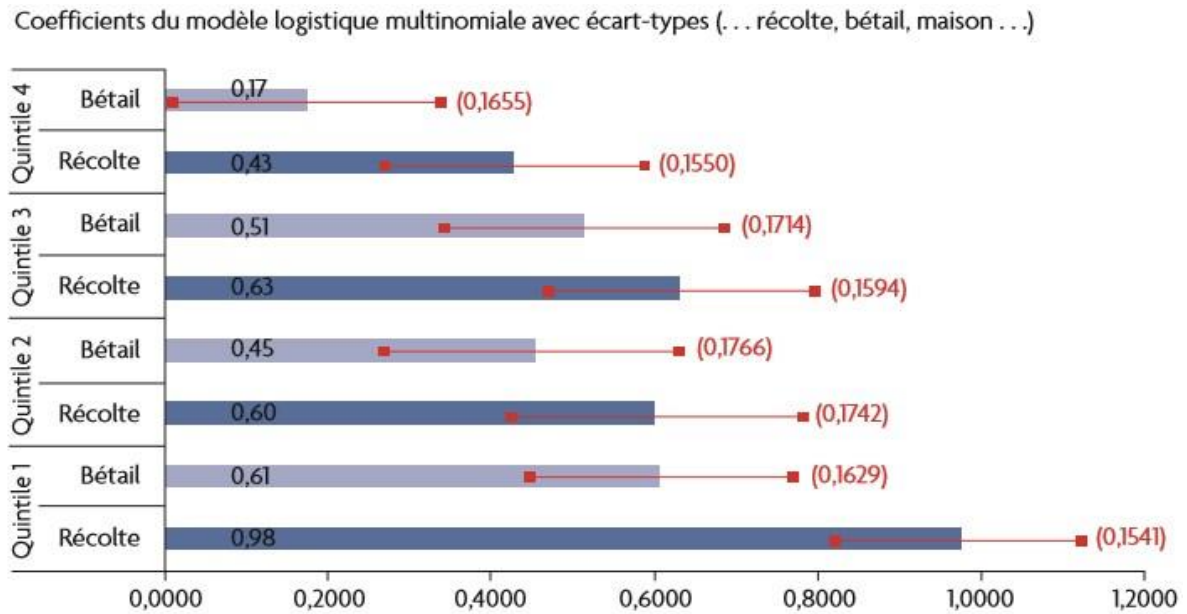
**Figure 25: Pourcentage de la population affectée par le climat, par secteurs et sources de revenu**



Source: Situation Economique et sociale du Sénégal (2014), d'après ANSD (ESPS II, 2011)

Nous observons que les incidences climatiques sur les pauvres (-1,25\$ par jour et par habitant) est particulièrement préjudiciable contrairement aux populations les plus riches.

Figure 26: Populations pauvres plus exposées aux chocs climatiques



Source: Situation Economique et sociale du Sénégal (2014), d'après ANSD (ESPS II, 2011)

L'analyse qualitative de la vulnérabilité va s'intéresser aux différentes composantes socio-économiques, territoriales, sécuritaires et technico-institutionnelles des différentes zones agro-climatiques (tableau 17 ci-après). Le ménage ou groupe domestique (la famille) est pris comme unité de base de propriété de biens, de consommation et de vie sociale. En effet, les différentes études de vulnérabilité socio-économique au Sénégal<sup>174</sup> considèrent le ménage comme cellule socio-économique élémentaire qui répartit le travail, la consommation et la production entre ses membres en plus d'orienter la prise de décision adaptative face au changement et variabilité climatique.

<sup>174</sup> Enquêtes sénégalaises auprès des ménages (ESAM I, 1994-1995) et II (2001-2002) : sont des enquêtes d'envergure nationale sur la consommation et les dépenses des ménages. L'Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS, 2005-2006-2011) s'inscrit dans le cadre du programme global de suivi - évaluation de la Stratégie de Réduction de la Pauvreté (SRP)- et elle vise à analyser des indicateurs pertinents et faciles à collecter pour un suivi régulier de l'évolution de la pauvreté. Les différents rapports sur la situation économique et sociale (SES) des régions du Sénégal sont produits annuellement en collaboration avec la Banque Mondiale. Et, enfin, nous avons les différentes enquêtes agricoles annuelles du Sénégal. Consultable sur le site : <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog>

Tableau 17: La vulnérabilité socio-économique dans les différentes zones agro-climatiques du Sénégal.

| Composante de la vulnérabilité socio-économique | Variables et indices moyens des différentes enquêtes pauvreté dont celle de 2011 | Bassin arachidier | Sénégal oriental        | Casamance               | Vallée du fleuve Sénégal | Zone sylvo-pastorale | Niayes             | Sénégal                |                         |
|---|--|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
|   |  |                   |                         |                         |                          |                      |                    | Urbain                 | Rural                   |
| <b>Socio-territoriale</b>                       | Taille moyenne du ménage (7 à 10 personnes)                                      | élevé             | élevé                   | élevé                   | élevé                    | élevé                | élevé              | moyen                  | élevé                   |
|   | Niveau d'instruction et scolarisation et éducation du ménage                     | faible            | faible                  | moyen                   | moyen                    | faible               | moyen              | moyen                  | faible                  |
|   | % terres arables   | élevé             | Faible à moyen          | moyen                   | faible                   | faible               | faible             | faible                 | élevé                   |
|   | Qualité des infrastructures dont communication : désenclavement                  | faible            | faible                  | faible                  | faible                   | faible               | moyen              | moyen                  | faible                  |
|   | PIB/habitant moyen par zone <sup>175</sup>                                       | faible            | faible                  | faible                  | faible                   | faible               | moyen              | Faible à intermédiaire | faible                  |
|   | Chômage  | élevé             | élevé                   | élevé                   | élevé                    | élevé                | élevé              | élevé                  | élevé                   |
| <b>Economique</b>                               | Taux de pauvreté monétaire <sup>176</sup>  | élevé             | élevé                   | élevé                   | élevé                    | élevé                | Elevé à moyen      | Elevé à moyen          | élevé                   |
|   | Evolution de la pauvreté entre 2005-2011 (ESP II-I et ESPS II-II)                | Baisse modérée    | Baisse modérée à élevée | Baisse modérée à élevée | Baisse modérée à élevée  | Baisse modérée       | Baisse modérée     | Baisse modérée         | Baisse modérée à élevée |
|   | Régularité des revenus   | faible            | faible                  | faible                  | faible                   | faible               | Moyen à acceptable | Moyen à acceptable     | faible                  |

<sup>175</sup> ANSD/Projections 2016 : [http://www.ansd.sn/index.php?option=com\\_regions&view=regions&Itemid=213](http://www.ansd.sn/index.php?option=com_regions&view=regions&Itemid=213)

<sup>176</sup> Approche objective de la pauvreté : elle s'intéresse à la mesure de la pauvreté monétaire (la plus fréquente). Donc, est considérée comme pauvre, toute personne dont les ressources sont inférieures à un certain seuil de pauvreté (1 dollars US par jour).

|                                      |  |                |                |              |                  |                  |                  |                      |                |
|--------------------------------------|--|----------------|----------------|--------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------|
|                                      | Taux de pauvreté ressentie <sup>177</sup>                                      | élevé          | élevé          | élevé        | élevé            | élevé            | élevé            | élevé                | élevé          |
|                                      | Envois des migrants  | moyen          | élevé          | faible       | élevé            | élevé            | normal           | élevé                | élevé          |
|                                      | Dépendance au marché mondial (prix)  | élevé          | élevé          | élevé        | élevé            | élevé            | élevé            | élevé                | Faible à moyen |
|                                      | Diversification économique autre agricole                                      | Faible à moyen | faible         | faible       | faible           | Faible à moyen   | Moyen à élevé    | Moyen à élevé        | faible         |
|                                      | Accès au crédit-financement crédit   | faible         | faible         | faible       | faible           | faible           | faible           | Faible à moyen       | faible         |
| <b>Sécurité alimentaire</b>          | Profil sécurité alimentaire <sup>178</sup>                                     | modérée        | faible         | faible       | Faible à modérée | Faible à modérée | Modérée à élevée | Modérée à élevée     | faible         |
| <b>Politique et institutionnelle</b> | Incidences programmes de lutte contre la pauvreté <sup>179</sup>               | faible         | faible         | faible       | faible           | faible           | faible           | faible               | faible         |
|                                      | Marchés nationaux (ruraux et urbains) et flux commerciaux et approvisionnement | élevé          | Faible à moyen | moyen        | Faible à moyen   | moyen            | élevé            | Moyen à élevé        | Faible à moyen |
| <b>Niveau de vulnérabilité</b>       |  | <b>élevé</b>   | <b>élevé</b>   | <b>élevé</b> | <b>élevé</b>     | <b>élevé</b>     | <b>Moyen</b>     | <b>Moyen à élevé</b> | <b>élevé</b>   |

Source: Synthèse de l'auteur, à partir rapports ESAM I (1994-1995) et II (2001-2002) ; ESPS (2005-2006 et 2011) ; SES (2003 à 2015) et différents rapports BM (2006, 2010 et 2013) et FAO (2010 et 2013).

<sup>177</sup> L'approche subjective consiste non pas à se référer à un seuil minimal de ressources défini conventionnellement ou à des conditions objectives d'existence, mais à interroger directement les ménages sur la perception qu'ils ont de ces réalités, à partir de questions sur leur revenu, le revenu minimum nécessaire selon eux "pour joindre les deux bouts" et/ou leur degré "d'aisance financière".

Sy I. (2013). L'approche subjective de comme instrument de compréhension de la pauvreté : le cas du Sénégal. Troisième congrès de l'AFEP, 3, 4 et 5 juillet.

<sup>178</sup> Programme Alimentaire Mondiale (PAM) (2014). Analyse Globale de la vulnérabilité, de la sécurité alimentaire et de la nutrition au Sénégal. Service de l'Analyse de la Sécurité alimentaire, Rome, Juillet. ; Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest (CSAO) (2008). Profil sécurité alimentaire Sénégal, Avril

<sup>179</sup> Les différentes politiques au Sénégal : Fonds de solidarité nationale, le programme d'alimentation scolaire, le Plan Sésame, Bourses d'étude, Programmes nutrition ciblée sur l'enfant et transferts sociaux, Programme nationale de Bourse de Sécurité Alimentaire, Initiative Nationale pour la Protection Sociale des Groupes Vulnérables et différents programmes de lutte contre la pauvreté (ESPE, II, 2011).

Le tableau 17 montre une situation de vulnérabilité élevée dans toutes les zones agro-climatiques du Sénégal. Toutefois, celle-ci est moins marquée dans Niayes où, outre Dakar principal centre urbain et économique, se développe une filière horticole dynamique. La situation de pauvreté dans les zones centre (Sylvo-pastorale), nord (Vallée du fleuve) et sud (Casamance) exacerbe la vulnérabilité socio-économique à cause de la faible diversité économique qui se traduit par un manque de revenus nécessaires pour couvrir les services socio-économiques de base dans une économie fortement monétaire et de marché. Cette situation de vulnérabilité est renforcée par l'insuffisance ou la défaillance des investissements publics et le difficile accès au crédit dans les zones rurales pour des populations qui exploitent souvent une agriculture vivrière (paysanne) sur de petites surfaces (Mbaye, 2013). Sur le plan social, les politiques scolaires peinent à absorber, pour ne pas dire creusent, le déficit né des indépendances entre le rural et l'urbain. Les Niayes, la Vallée du Fleuve Sénégal et la Casamance présentent des statistiques encourageantes avec respectivement des taux de scolarisation de 64,3%, 57% et 80%. Le Bassin arachidier et le Sénégal oriental sont les mauvais élèves. En dépit du fait que la moitié des ménages a accès à l'eau potable<sup>180</sup>, l'accès aux soins de santé et à l'éducation reste difficile. En conséquence, une forme de dualité en matière de vulnérabilité socio-économique est observée entre les zones urbaines et rurales.

Exception faite des Niayes, la vulnérabilité socio-économique des autres zones agro-climatiques, pour l'essentiel rurales, est fortement liée à une variété de chocs dont l'un des plus importants les perturbations apportées par le changement climatique (Gaye et al., 2013 ; ANSD, 2011 et 2013 ; BM, 2016 et 2010). En outre des excédents, déficits ou encore pauses pluviométriques, les contraintes climatiques dans les différentes zones agro-climatiques se traduisent par une invasion des insectes (criquets : 1998 et 2004 dans le bassin arachidier) et le développement de certaines maladies (maladies à caractère exceptionnel et sans traitement et pathologies récurrentes) qui peuvent décimer la culture et le cheptel (quantité et qualité du pâturage) (ISRA, 2008 ; OCDE/CSAO, 2008). Ainsi, d'importantes pertes agricoles peuvent être enregistrées dans les zones rurales où les populations pauvres ne disposent pas de capacités adaptatives suffisantes (BM, 2010). Dans la vallée du fleuve Sénégal, la culture de canne à sucre et de céréales (mil, sorgho) est en chute libre malgré la mise en place de plans agricoles<sup>181</sup> qui tardent à faire voir leurs effets. Le pouvoir d'achat du monde rural s'érode

---

<sup>180</sup> Entre 2000 et 2004, le taux d'accès à l'eau potable en milieu rural est passé de 56 à 64% (ESAM II et ESPS I). En 2013, ce taux est fixé à plus de 70% par l'ANSD. En milieu urbain, l'accès est assuré même si des perturbations ont été signalées notamment à cause des travaux de Keur Momar Sarr.

<sup>181</sup> REVA, GOANA et tout récemment le PSE et son volet agriculture.

d'année après année (Kassé 1993 et 2015) en dépit de l'assistance apportée par l'Etat<sup>182</sup> en termes de distribution et commercialisation de semences, assistances techniques... Par ailleurs, le Sénégal économie ouverte, intégrée au système mondial de production et de commercialisation, est fortement vulnérable aux cours sur le marché mondial comme en atteste l'effondrement de l'économie rentière du bassin arachidier (BM, 2006)<sup>183</sup>.

Dans un contexte marqué par un changement climatique accru, notre analyse qualitative montre une relation positive entre vulnérabilités socio-écologiques et migrations internes dans les différentes zones agro-climatiques du Sénégal. En effet, à la lecture du tableau 18 ci-après, récapitulatif de l'intensité des échanges migratoires interrégionaux (voir chap. 4, section 4. 3) et le degré de vulnérabilité multidimensionnelle des zones agro-écologique, il ressort que l'émigration est plus intensive dans les zones fortement vulnérables. Les Niayes - en particulier Dakar, capitale économique et politique - et le bassin arachidier nord - Diourbel avec la ville religieuse de Touba, fief du *mouridisme*<sup>184</sup>- constituent les principales zones d'immigration. Cette situation traduit un exode rural massif des autres zones vers Dakar sous l'effet de la dégradation des conditions socio-écologiques accentuée dans le monde rural par le changement climatique et ses conséquences négatives sur les principales activités génératrices de revenu (agriculture) et les services sociaux de base.

Les populations cherchent de meilleures conditions de vie et à cet effet, Dakar et Touba (cette dernière principalement pour une migration religieuse) constituent les deux principales villes d'accueil. A contrario, le sud bassin arachidier, la vallée du fleuve Sénégal, la zone Sylvo-pastorale et la Casamance sont les principaux lieux de départ des migrations. Le Sénégal oriental quant à lui, est à la fois une zone de départ et d'arrivée. Cela s'explique par les départs massifs dus aux conditions climatiques et socio-économiques défavorables sur le secteur primaire agricole et des arrivées dans l'activité minière qui s'y développe (mine d'or de Kédougou). Le tableau 18 ci-après établit un rapprochement entre vulnérabilité systémique et migrations internes selon les différentes zones agro-écologiques du pays.

---

<sup>182</sup> Les experts de l'Institut Sénégalais pour la Recherche Agricole (ISRA) parlent de changement structurel opéré après l'échec des PAS des années 1980 matérialisé par le retrait de l'Etat.

<sup>183</sup> L'arachide a toujours été la principale recette d'exportation du pays depuis 1960. Elle représentait plus de 80% du commerce extérieur du pays et la principale source de revenus dans le monde rural. Toutefois, l'instabilité des prix sur le marché mondial a complètement tué cette production. Selon l'ANSD (2011) la production est passée de 750 000 tonnes en 1960 à 260 000 en 2003. Malgré la petite reprise qui s'est enclenchée depuis 2010 sous l'effet de la demande chinoise et de la remontée des cours sur le marché mondial, la filière a atteint le record d'un million de tonnes produites, mais ne représente que 5,6% des exportations du pays (ANSD, 2011). Signalons, qu'en 2011, sous l'effet des conditions pluvieuses défavorables, la production arachidière a chuté de plus de 59% selon l'ANSD (2013). Cette situation s'est traduite par une forte vulnérabilité des populations rurales dans le bassin arachidier et la zone Sylvo-pastorales (fourrage animalier).

<sup>184</sup> Voir : Guèye, C. (2000). Le paradoxe de Touba: une ville produite par des ruraux. *Bulletin de l'APAD*, (19). Disponible sur : <https://apad.revues.org/426> (consulté le 29/03/2017).

**Tableau 18: vulnérabilité des systèmes socio-écologiques des différentes zones et migrations au Sénégal.**

| <i>Zones agro-climatiques</i><br><i>Degré vulnérabilité et migrations</i> | <i>Bassin arachidier</i>  | <i>Sénégal oriental</i>                                 | <i>Casamance</i> | <i>Vallée du fleuve</i> | <i>Zone sylvo-pastorale</i> | <i>Niayes</i>  |        |
|---|---------------------------|---|------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|--------|
| <b><i>Vulnérabilité physico-climatique</i></b>                            | élevé                     | Modéré à élevé  | modéré           | Modéré à élevé          | élevé                       | Modéré à élevé |        |
| <b><i>Vulnérabilité socio-économique</i></b>                              | élevé                     | élevé   | élevé            | élevé                   | élevé                       | Moyen          |        |
| <b><i>Solde migratoires</i></b>   | Fortement déficitaire     | Faiblement déficitaire depuis le milieu des années 2000 | Déficitaire      | Déficitaire             | Déficitaire                 | Excédentaire   |        |
| <b><i>Echange migratoire interne</i></b>                                  | <b><i>émigration</i></b>  | fort  | faible           | fort                    | fort                        | fort           | faible |
|   | <b><i>immigration</i></b> | modère  | faible           | faible                  | faible                      | faible         | fort   |

Source : Auteur

Au regard des régions administratives du pays, notre analyse selon les zones agro-écologiques est confirmée. En effet, Dakar recueille le plus de migrants internes (49%), suivie respectivement par les régions de Thiès (13%) et de Ziguinchor (7%) selon l'ANSDS (2013). Les statistiques de la capitale administrative et économique du pays, Dakar, corroborent les théories migratoires basées sur le différentiel de revenus entre les zones. Dakar présente une certaine diversité économique et le taux de chômage le plus bas (14,9%). Elle concentre également la quasi-totalité des infrastructures du pays et les services sociaux de bases les meilleurs. Ainsi, la zone des Niayes dont il fait partie géographiquement, avec le degré de vulnérabilité le plus faible, recueille le plus d'immigrants. A contrario, la vallée du fleuve<sup>185</sup>, le bassin arachidier et la Casamance demeurent respectivement les principales zones de départ des migrants. En outre de la dégradation climatique, la vulnérabilité socio-économique des ménages expliquerait cette situation. Les régions les plus vulnérables, Kolda, Kédougou, Sédhiou, Fatick, Tambacounda et Kaffrine, avec respectivement des niveaux d'incidence et de sévérité de la pauvreté de 76,6 et 20,8%, 71,3 et 14,1% , 68,3 et 11%, 67,8 et 9,5%, 67,8 et

<sup>185</sup> Principalement dans la région de Saint-Louis dont l'ouverture du canal de délestage pour soustraire la ville des inondations récurrentes, s'est traduite par un désastre socio-écologique sans précédent. En effet, le canal, à l'époque de quelques mètres, s'étend désormais sur plusieurs kilométré avec une infiltration marine qui a fortement dégradé les conditions socio-économique et fragilisé l'écosystème (salinisation eau et terre, baisse fertilité des terres, réduction de la biodiversité). Pour plus de détails voir : <http://cda.portail-omvs.org/mot-cl%C3%A9s/canal-de-d%C3%A9lestage> (consulté le 29/03/2017).

9,9%, 63,8 et 10,5% (ESPSII, ANSD, 2011), présentent des soldes migratoires largement excédentaires.

Par ailleurs, au lieu d'accélérer les mouvements migratoires dans les zones fortement vulnérables, certains événements climatiques notamment les extrêmes pluvieux (inondations), peuvent contraindre les déplacements (immobilité ou trappe à non migration). Gaye et *al.*, (2015) expliquent ce paradoxe par la destruction des infrastructures de communication (infrastructures routières et ponts) dans certaines zones péri-urbaines et rurales pauvres.

### **3.5. Conclusion**

Ce chapitre a permis l'élaboration d'un cadre heuristique des migrations dans un contexte de changement climatique. Ce schéma, original dans sa conception, a permis de mettre en évidence un ensemble de relations (causes à effet) entre différentes catégories de variables déterminantes dans la compréhension et l'explication des migrations internes au Sénégal.

Appliquée aux différentes zones agro-écologiques du pays, notre approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique met en évidence (i) une relation croissante entre vulnérabilité physico-climatique et socio-économique dans les zones agro-climatiques. Dans les zones où prédominent une agriculture pluviale, principale source de revenu des populations, le niveau de vulnérabilité systémique est largement déterminé par les conditions climatiques qui y prévalent. Le changement climatique vient comme une contrainte supplémentaire majeure au développement socio-économique et par conséquent, (ii) les migrations des populations seraient étroitement liées aux conditions du système socio-écologique contrainte par le climat. Ce qui fait qu'avec la faiblesse des capacités adaptatives et de résilience systémiques *in situ*, plus une zone agro-écologique est exposée au changement climatique, plus les migrations y sont susceptibles d'être employées comme stratégie d'adaptation à cause de la forte vulnérabilité socio-économique qui traduit une faiblesse des moyens d'adaptation des populations.

Cependant, nos résultats sur le rôle amplificateur du climat sur les migrations internes à travers la détérioration des conditions socio-économiques méritent, d'une part, une instrumentation, inséparable de la méthodologie et de l'objet de recherche, qui permettrait de générer des informations pertinentes à même d'informer les actions publiques. Et, d'autre part, d'être testés empiriquement sur la significativité et la robustesse des relations qui sont avancées.



## **Conclusion de la partie 1**

La compréhension et l'explication des dimensions du changement climatique dans les migrations humaines au Sahel passent nécessairement par une requalification de l'ensemble des facteurs socio-écologiques explicatifs et des logiques en interaction dans cette région du monde caractérisée par une grande disparité sur bien des points. Cette première partie constate que, malgré le fait que les migrations continuent en partie d'obéir à des logiques traditionnelles (dualité socio-économique entre rural et urbain, pastoralisme, circularité...), les dynamiques actuelles doivent être analysées au regard des nouvelles recompositions socio-économiques mais, également, physico-climatiques dont les impacts négatifs ont significativement contribué à la détérioration des conditions de vie des populations depuis les années 1970. Face à cette situation, l'ordre traditionnel sociétal serait en phase de bouleversement et les migrations notamment internes, une des stratégies d'adaptation généralement en dernier ressort des populations, se sont accrues dans la région.

Le débat scientifique climat-migrations, qui devait constituer un support d'aide à des actions publiques pour les acteurs institutionnels, est fragmenté quant aux explications de la réalité des migrations induites mais, également, la perception des enjeux géopolitiques et géoéconomiques. Dans une région sahélienne, épice de du changement climatique et qualifiée de principal terrain d'observation des « migrants/refugiés climatiques », cette partie 1 ambitionne d'apporter de nouveaux éclairages sur une question majeure qui se situe à la confluence de deux problématiques majeures de notre époque : le changement climatique (GIEC ; NU) et les migrations humaines (OIM ; UNHCR). D'une part, en analysant les migrations à travers une approche de vulnérabilité systémique exacerbée par le changement climatique et, d'autre part, selon des emprises spatiales originales et plus homogènes (zones agro-écologique du Sénégal) que l'échelle Sahélienne, cette partie 1 montre que le changement climatique généralement joue un rôle accélérateur dans les processus migratoires des populations en exacerbant la vulnérabilité systémique. La détérioration des conditions de vie des populations au cours de ces 45 dernières années accentuée par le changement et la variabilité du climat notamment dans les zones agro-écologiques où la principale activité génératrice de revenu, l'agriculture, est tributaire de la pluviométrie, aurait eu pour conséquence une reconfiguration des migrations internes au Sénégal. En effet, comparativement aux périodes de tendance pluvieuse normale -avant les indépendances en 1960 et celle allant de 1960 à 1970- marquées par des migrations intra-zonales (rurales -

rurales), saisonnières et temporaires, depuis les deux grandes sécheresses des années 1970 et 1980 et la grande variabilité climatique qui s'en est suivie (1995-2013), les migrations internes se sont intensifiées avec des flux de plus en plus ruraux-urbains et sur longue période.

Quant au rôle accélérateur du climat sur les stratégies et logiques migratoires internes au Sénégal à travers une exacerbation de la vulnérabilité systémique, il convient tout de même d'analyser quantitativement la nature de cette relation et de tester empiriquement la significativité et la robustesse de la dimension climatique des migrations internes au Sénégal. Ces différents points sont abordés dans la partie 2.

Partie 2 : Climat, vulnérabilité socio-écologique et  
migrations : une instrumentation fondée sur les régions  
administratives du Sénégal

---

## Introduction générale de la partie 2

Alors que dans le monde et plus particulièrement dans les pays en développement, le nombre de personnes en déplacement à cause, directement ou indirectement, du changement climatique et de ses impacts négatifs n'a cessé d'augmenter au cours de ces deux dernières décennies (IDMC, 2015), la problématique climat-migrations, un défi majeur de notre époque avec des enjeux géopolitiques et géoéconomiques reconnus dans l'espace scientifiques et politique, ne fait pour le moment l'objet d'aucun cadre juridique pour la protection et la gestion des migrations induites. Au Sénégal, en dépit du rôle accélérateur que joue le climat dans la modification et l'accélération des migrations internes depuis les années des premières grandes manifestations du changement climatique, 1970-1980, dans la région, les actions publiques peinent à se matérialiser. Face à ce constat, cette partie 2 propose une tentative d'instrumentation pouvant contribuer à l'élaboration de politique pertinente quant aux interactions entre climat, vulnérabilité et migration internes au Sénégal. Autrement dit, nous chercherons à développer une instrumentation qui permet de collecter et d'analyser des données quantitatives sur notre problématique complexe en regard de l'hétérogénéité spatiale des manifestations du changement climatique et de ses impacts sur les populations au Sénégal. Ainsi, le but de ce travail sera de centrer l'attention sur des aspects concrets et sur des supports matériels de l'action publique.

Partant de nos résultats sur le rôle accélérateur du climat sur les migrations humaines à travers l'exacerbation de la vulnérabilité systémique, il s'agit donc plus précisément de recueillir des données mesurées et traitées dans le but de générer des informations pertinentes. Pour ce faire notre instrumentation, basée d'une part sur la construction d'un indicateur<sup>186</sup> de vulnérabilité multidimensionnelle permettant d'informer l'objet d'investigation et, d'autre part, sur des tests empiriques, exploite des données régionales sur le Sénégal. Ces dernières, judicieusement choisies en fonction des différentes catégories de variables de notre modèle de connaissances des migrations dans un contexte de changement climatique (tableaux 7 et 8), nous offrent un large spectre d'outils qui permettent de générer des informations pertinentes.

---

<sup>186</sup> Un indicateur est une grandeur (une construction quantifiable) qui nous donne un ensemble d'informations largement plus significatives que ce qui est mesuré couramment ou sur une évolution ou encore une tendance sur toute autre chose qui n'est pas toujours quantifiable (Hammond et al., 1995). A titre d'exemple, le PIB est un indicateur de la vitalité de l'économie nationale. Et, l'indice correspond à une agrégation d'indicateurs. Exemple, l'IDH est un indice sur le niveau de développement d'un pays.

Signalons qu'au Sénégal, l'instrumentation est souvent réalisée à un niveau national. L'élaboration d'instrument à un niveau régional reste l'exception. Or, le changement climatique et ses répercussions sur les sociétés en termes de migrations humaines, ne se manifestent pas de façon homogène à l'intérieur des frontières nationales bien circonscrites. Le changement climatique ne suit pas les tracés nationaux et à l'intérieur d'un pays, son impact sur les migrations humaines dépend significativement des dynamiques sociétales et environnementales qui peuvent être spécifiques à chaque localité du pays. Pour apprécier la portée du changement climatique et de ses impacts négatifs sur les migrations des populations par rapport à la détérioration des conditions de vie, nous allons instrumenter la vulnérabilité socio-écologique (multidimensionnelle) des régions au regard de l'évolution des flux migratoires interrégionaux. L'échelle régionale administrative est choisie pour principalement deux raisons. Premièrement, l'échelle régionale constitue le niveau le plus désagrégé pour lequel nous disposons de données quantitatives socio-écologiques (chap. 5) notamment climatiques et migratoires (voir chap. 4) à certaines périodes. Deuxièmement, cette échelle régionale permet un maillage complet du territoire quant aux explications des effets du climat sur les migrations internes au Sénégal. Une instrumentation basée sur les zones agro-écologiques n'est pas retenue car le regroupement des différentes régions administratives, pour lesquelles nous disposons de données quantitatives, au sein des zones agro-écologiques n'est pas aisé du fait que certaines régions se trouvent à cheval entre deux zones agro-écologiques (chap. 3, sous-section 3.4.1).

Cette partie 2 s'articule autour de trois chapitres. Le chapitre 4 est consacré à la construction de bases de données migratoires et climatiques à une échelle régionale préalable. Dans le chapitre 5, nous présentons d'abord les principales méthodologies et instruments pour étudier les migrations dans un contexte de vulnérabilité exacerbée par le climat, ensuite conceptualisons et calculons un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle et enfin validons le principal résultat que nous en retenons : une relation croissante entre IRVM et migration nette régionale dans un contexte de changement climatique. Afin de qualifier la nature de cette relation, le chapitre 6 procède aux tests de significativité et de robustesse des effets du climat sur les migrations interrégionales.

## **Chapitre 4 : Elaboration de bases de données régionales climatiques et migratoires au Sénégal pour procéder à l'instrumentation.**

## 4.1. Introduction

Le constat de multiplication et de disponibilité de données météorologiques (pluviométrie et température) depuis que le changement climatique est au centre des préoccupations humaines, n'échappe pas au Sénégal. En effet, du fait de l'importance du climat dans les conditions alimentaires, hydriques, financières et sanitaires des populations, le pays a développé son réseau de stations météorologiques depuis 1970. Des relevés/mesures journaliers directs sont effectués sur les deux éléments climatiques essentiels que sont la pluviométrie et les températures maximales et minimales. Cela permet d'établir une base de données sur le climat rigoureuse sur l'évolution du climat à l'échelle des régions administratives du Sénégal. Si l'information climatique est disponible de façon régulière à l'échelle régionale depuis 1970, celles portant sur les migrations internes l'est moins.

En effet, au Sénégal, sur le plan socio-économique et démographique, jusqu'en 2004, il n'existait pas une production statistique régionale fiable permettant de prendre en compte les spécificités socio-économiques et environnementales (ANDS, 2013). Le système d'information statistique était uniquement basé sur les grands recensements d'envergure nationale (1976, 1988, 1993 et 2001) et quelques enquêtes nationales<sup>187</sup> qui n'étaient pas toujours transparentes et conformes aux besoins des utilisateurs<sup>188</sup>. Conscient de ces limites, le Sénégal a entrepris depuis 2004 une réforme en profondeur du Système National Statistique. A cet effet, la Direction de la Prévision et de la Statistique est devenue deux entités complémentaires que sont : l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD<sup>189</sup>) et la Direction de la Prévision et des Etudes Economiques (DPEE<sup>190</sup>). Parallèlement, les autorités ont renforcé les bureaux régionaux de la statistique, devenus Services Régionaux de la Statistique et de la Démographie (SRSD), qui produisent depuis 2004, et pour chaque région, un rapport synthétique sur la situation économique et sociale (SES)<sup>191</sup>. Toutefois, il est à signaler que ses rapports, complétés par de nombreuses enquêtes et recensements menés par l'ANSD, présentent des limites (exactitudes et exhaustivité). C'est ce qui nous a conduits à empiler les données migratoires interrégionales en coupes

---

<sup>187</sup> Dont les principales sont celles de 1993, 2002, 2006, 2011.

<sup>188</sup> L'évolution intercensitaire qui était respectivement de 12 ans (RGP 1976-RPGH1988), 14 ans (RGPH 1988-2002) et 11ans (RGPH 2002-RGPHE, 2013), ne répond pas toujours aux normes internationales (3 ans selon la WB/WDI) pour effectuer des projections fiables.

<sup>189</sup> <http://www.ansd.sn/>

<sup>190</sup> <http://www.dpee.sn/>

<sup>191</sup> Cela, pour matérialiser leur ambition de tendre vers une décentralisation plus poussée des activités opérationnelles de l'Agence. Le siège s'occupant des activités d'impulsion, de conception, de coordination, d'harmonisation des concepts, définitions et méthodes, de contrôle et de suivi-évaluation pour l'ensemble du Système Statistique National.

transversales des quatre principaux recensements du pays (1976, 1988, 2001 et 2013) et de deux enquêtes d'envergure nationale (1993 et 2011) dans le but de disposer d'une base fiable. En effet, sur les 6 périodes considérées, les recensements et enquêtes sur les migrations internes –personnes qui se déplacent à l'intérieur des frontières nationales tout en traversant les limites de leur région de naissance ou habitation habituelle-, d'une part, prennent en compte l'histoire migratoire de chaque région comme le préconise la Division de la Population des Nations unies (UNDP). Et, d'autre part, les données de l'ANSD sont officielles. La WB/WDI (2016) précise que : « *Les données permettant de calculer les estimations officielles proviennent de diverses sources, notamment des statistiques frontalières, des dossiers administratifs, des enquêtes et des recensements. Lorsqu'aucune estimation officielle ne peut être faite en raison du manque de données, la migration nette est dérivée à partir de l'équation d'équilibre, c'est-à-dire la différence entre la croissance globale de la population et l'accroissement naturel de la population au cours de la période entre deux recensements [...].* ». Toutefois, cette méthode de calcul mérite d'être ajustée à chaque fois que des enquêtes ou recensements sur les migrations sont réalisées.

Ce chapitre a pour but d'élaborer une base de données climato-migratoires disponibles à l'échelle des régions administratives et qui permettent un maillage, le plus complet possible, du territoire sénégalais afin de tester économétriquement la significativité et la robustesse des effets du climat sur les flux migratoires internes. A cette fin, la base élaborée dans ce travail est exploitable pour 11 régions du pays et sur 6 années (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013).

Ce chapitre est divisé en deux sections. La première s'intéressera aux définitions des proxys climatiques utilisés et sur cette base à l'élaboration d'une base de données régionale sur la période 1970-2013 au Sénégal. La seconde, par un empilement de données migratoires interrégionales issues des principaux recensements et enquêtes nationaux, s'intéresse à la construction de notre base de données migratoire au Sénégal.

#### **4.2. L'évolution du climat (pluviométrie et températures) au Sénégal de 1970 à 2013**

En économie, les données climatiques sur le Sénégal ont été peu utilisées en dépit de l'importance des implications de celles-ci dans l'économie du pays. Les précipitations et les températures (maximales et minimales) constituent les principaux facteurs explicatifs de la production alimentaire d'une agriculture pour l'essentiel pluviale, déterminent les



disponibilités hydriques et ainsi influencent fortement la localisation géographique des populations. De plus, les rares études climatologiques sur l'Afrique de l'ouest en général et le Sénégal en particulier, portent davantage sur la pluviométrie (Bodian, 2014 ; Sultan et *al.*, 2015). Les autres facteurs climatiques déterminants (températures, humidités, ensoleillement...) sont ignorés. Deux grandes tendances sont mises en évidence par les études (New et *al.*, 2006, Ali et Lebel, 2009 ; Lebel et Ali, 2009 ; Mahé et Paturel, 2009 ; Ozer et *al.*, 2009 ; Nicholson, 2013) dans l'évolution des pluviométriques moyennes au Sénégal et en Afrique de l'ouest durant la période récente 1970-2013 : (i) la période déficitaire 1971-1993 marquée par les deux grandes sécheresses de 1972-1973 et 1982-1983<sup>192</sup>, les épisodes de famines sévères et de recul croissant du PIB et (ii) la seconde période, allant de 1994 à nos jours, est contrastée entre une alternance d'années excédentaires et déficitaires. Cette forte variabilité est plus nette à partir des années 2000 où, selon certains auteurs tel que Ozer et *al.*, (2009), la variabilité interannuelle pencherait vers un retour à des conditions plus humides même si Vischel et *al.*, (2015) sont plus prudents dans leur conclusion. En effet, ces derniers affirment une reprise de la pluviométrie au Sahel de l'est alors que l'ouest reste toujours sous l'emprise de la sécheresse ; la reprise y est relative plus tardive.

Des disparités persistent et cette reprise annoncée au Sahel de l'ouest résulterait « *d'une grande occurrence des pluies fortes faisant mieux que compenser le déficit persistant du nombre de jour pluvieux.* » (Vischel et *al.*, 2015<sup>193</sup>). Ainsi, un débat houleux s'installe entre ceux qui soutiennent une continuité des conditions climatiques défavorables (L'Hôte et *al.*, 2002 ; Ardoin et *al.*, 2003) réfutant les conclusions allant dans le sens d'un retour progressif à des conditions climatiques plus favorables (Séne et Ozer, 2002 ; Ozer et *al.*, 2003).

Bien que méthodologiquement instructif, ce raisonnement en termes de cumul annuel/mensuel moyen régional (Sahel), sous régional (Sahel de l'est et de l'ouest) ou encore national (Sénégal, Mali, Niger...), ne permet pas de bien mettre en évidence l'évolution de la pluviométrie prenant en compte la variabilité inter-temporelle d'années sèche et humide d'une part et, d'autre part, la manière dont celle-ci impacte l'écosystème et les conditions de vie des populations (Balme et *al.*, 2006), y compris les migrations humaines pouvant en résulter. Du fait de l'hétérogénéité ou des disparités régionales en termes climatique, le signal moyen basé

---

<sup>192</sup> Durant cette période, au Sénégal, les années les plus déficitaires ont été 1972, 1973, 1976, 1977, 1983, 1984, 1990, 1991 et 1992.

<sup>193</sup> Publication dans l'ouvrage collectif dirigé par Sultan et *al.*, 2015.

sur un indice pluviométrique à l'échelle sahélienne n'est plus pertinent. Par conséquent, il devient indispensable d'analyser l'évolution du climat à une échelle spatio-temporelle plus fine (Vischel et *al.*, 2015). Certes la pluviométrie reste une variable déterminante en milieu sahélien, mais les températures ne le sont pas moins. Ces dernières, maximales et minimales, sont centrales dans la l'établissement des bilans en eau et d'énergie d'une zone. De plus, sur le plan agronomique, elles ont un effet significatif sur les rendements agricoles sans pour autant parler de son impact direct sur la santé des populations. Comme le soulignent Sultan et *al.*, (2015), la climatologie des températures est très peu étudiée dans cette région du monde comparativement à son importance sur les conditions de vie des populations. Concernant, les températures maximales et minimales, les calculs vont dans le sens d'un accroissement moyen des températures 1,5 fois supérieur à la moyenne mondiale (GIEC, 2014)<sup>194</sup>. Ce réchauffement serait en grande partie expliqué par une augmentation des températures nocturnes alors que celles diurnes restent inchangées sans grandes explications scientifiques pour le moment au Sahel (Vischel, 2015). C'est ce qui explique notre choix de séparer températures mensuelles minimales et maximales<sup>195</sup>. Au Sahel, le constat est un réchauffement du climat (prévision de vagues de chaleur) avec tous ses impacts négatifs sur les disponibilités en eau et la productivité agricole des populations rurales (Sultan et Gaetani, 2016). Ses prévisions font de plus en plus peur étant donné que la région a été frappée dans les années 1970 et sur trente ans par une grande sécheresse dont les conséquences dramatiques ont été à nulles autres pareilles dans le monde (Vischel, 2015). Et, durant cette période une corrélation a été observée avec l'accroissement de l'exode rural en provenance des régions les plus vulnérables sur le plan socio-économique et environnemental en général.

Ainsi, comprendre et quantifier les relations entre changement climatique et migrations internes au Sénégal impliqueraient d'avoir une meilleure information sur la vulnérabilité particulière au climat (variabilité des pluies, augmentation du niveau général des températures) qui détermine en grande partie les ressources alimentaires hydriques, financières et ces retombées directes sur la santé dans un pays majoritairement rural, à fort accroissement démographique et faisant face à la fois à des insuffisances socio-économiques,

---

<sup>194</sup> Le réchauffement des températures est plus significatif dans la région sahélienne que dans le reste du continent africain (zones soudanienne et guinéenne). Ce réchauffement s'est davantage manifestée par une augmentation des températures minimales (la nuit) que par une perte en douceur des températures maximales (le jour) (Guichard et *al.*, 2015, dans ouvrage collectif dirigé par Sultan). En effet, les températures maximales ont augmenté en moyenne de plus de 2° Celsius par rapport au niveau il y'a 60 ans.

<sup>195</sup> En effet sur le plan scientifique, de nombreuses études montrent le réchauffement plus important en moyenne des températures la nuit par rapport au jour (Karl et *al.*, 1991, 1993 ; Easterling et *al.*, 1997). C'est ce que les climatologues appellent le cycle diurne qui serait fortement élevé dans la région sahélienne.

politico-institutionnelles pour s'adapter mais, également, à un équilibre environnemental fragile pour résister.

Le Sénégal présente une forte hétérogénéité résumée par l'existence de six zones agro-climatiques (chap.3, sous-section 3.3.1). Sur le plan climatique, l'année se subdivise en deux saisons, sèche et pluvieuse, témoignant de la relation étroite qu'entretiennent précipitations-populations-écosystème. La saison dite sèche s'installe de novembre à avril sur les latitudes allant de Kaolack (14°08' N) jusqu'à Podor (16°38' N), 2/3 du territoire. Alors que dans le 1/3 restant, la partie méridionale- entre Tambacounda et Ziguinchor-, la saison des pluies, plus précoce avec une fin plus tardive, va d'avril à novembre.

Cette présente section de thèse propose, à travers une analyse des écarts à la moyenne pluviométrique et des températures sur 43 ans (1970-2013) de 16 stations météorologiques du Sénégal, une analyse de l'évolution du climat au Sénégal à une échelle plus fine que celle nationale, c'est-à-dire selon les régions administratives du pays. Ce travail nous permettra de mieux analyser les liens entre climat et migrations interrégionales au Sénégal à travers le recueil des excédents/déficits, déviation/variabilité, pluvieux et de températures maximales et minimales.

Pour ce faire, nous allons d'abord présenter les données et la méthodologie puis les résultats sur la pluviométrie et enfin, dans une dernière sous-section, ceux sur les températures maximales et minimales.

#### **4.2.1. Données et méthodologie**

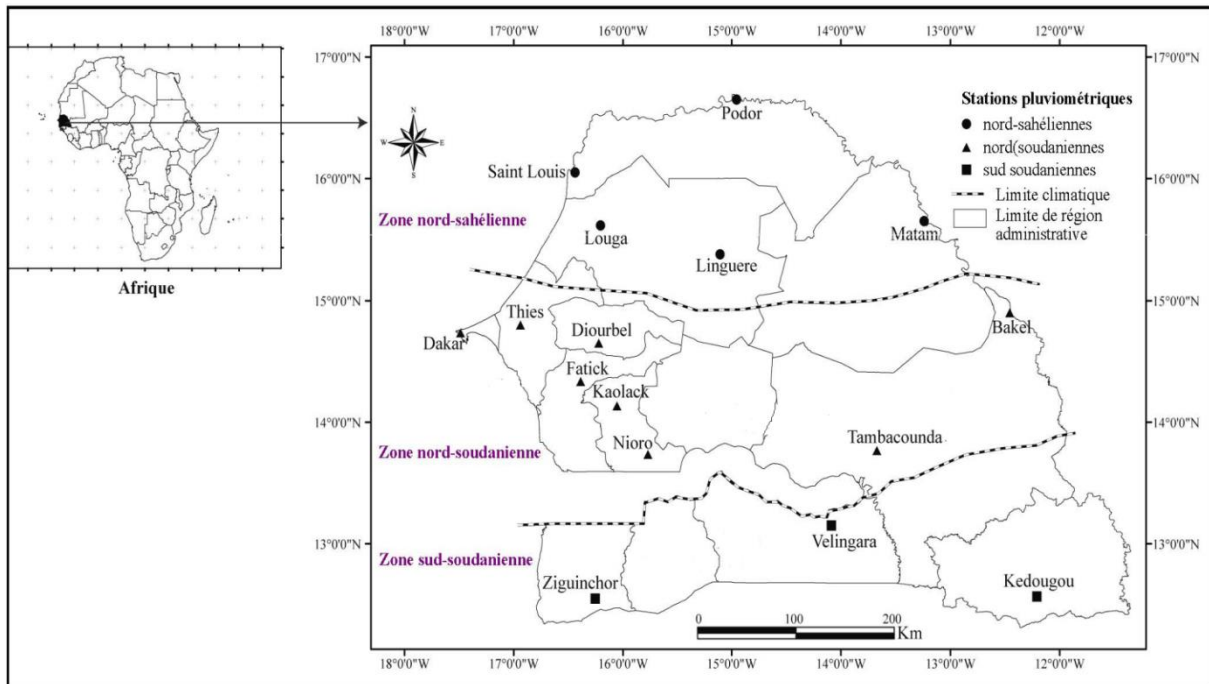
L'évolution du climat et en particulier de la pluviométrie, est une donnée cruciale au Sénégal. En effet, l'agriculture -20% du PIB et plus de 60% de la population active- souffre à la fois des variations à la baisse et à la hausse du climat. Ainsi, l'approche utilisée qui est celle des écarts moyens se justifie car l'indice standardisé pluviométrique (ISP), sur un historique des précipitations, en l'occurrence ici 43 ans (1970-2013), permet de quantifier le déficit ou l'excédent de pluie à de multiples échelles spatio-temporelles (la déviation à la tendance ou à la variabilité interannuelle).

##### ***4.2.1.1. Données disponibles pour étudier l'évolution de la pluviométrie et des températures à l'échelle régionale***

Les données exploitées sont celles de 16 stations synoptiques, données par la figure 27, de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et Météorologique (ANACIM) du Sénégal sur la

période longue 1970-2013. Alors que la figure 27 localise les différentes stations météorologiques situées dans les 3 grandes zones climatiques du Sénégal (Sagna, 2007)<sup>196</sup>, les tableaux 19 ci-dessous et 20 de la sous-section suivante, respectivement, donnent les caractéristiques des données et quelques statistiques pluviométriques des stations.

**Figure 27: Localisations administrative et climatique des 16 stations synoptiques du Sénégal**



Source: Adaptation de l'auteur, à partir de Sagna et al., 2016.

**Tableau 19: Caractéristiques des données climatiques (températures et pluviométrie)**

| Base de données          | Données climat   |
|--------------------------|--|
| Agence                   | Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM), gouvernement du Sénégal. |
| Série disponible         | Pluviométrie et températures (maximales et minimales)  |
| Disponibilité temporelle | 1970-2014  |
| Fréquence                | Cumul mensuel  |
| Unité de mesure          | Pluviométrie : en mm et dixièmes ; température : en °C et dixièmes                             |

<sup>196</sup> Sagna (2007) dans sa caractérisation climatique du Sénégal sous forme d'atlas, définit trois (3) grandes zones climatiques : i). la zone sahélienne avec des précipitations moyennes annuelles comprises entre moins de 100 et 500mm (Linguère, Louga, Matam, Podor et Saint-Louis) ; ii). la zone nord-soudanienne dont les précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 500 et 1000 mm (Dakar, Bakel, Diourbel, Fatick, Kaolack, Nioro, Tamba et Thiès) et, enfin, iii). la zone sud-soudanienne avec un cumul moyen annuel allant de 1000 à 1500 mm (Kédougou, Ziguinchor et Vélingara).

|  |   |
|--|---|
| Disponibilité géographique ou zonale     | Régionale (locale) et zones agro-climatiques  |
| Principales stations de collecte         | Bakel-Dakar-Dioubel-Fatick-Kaolack-Kédougou-Linguère-Louga-Matam-Nioro-Podor-Saint_Louis- Tambacounda-Thiès-Vélingara et Ziguinchor |
| Nombre de stations météorologiques       | 16  |
| Nombre d'observations                    | Pluviométrie = 719 et température (max. et min.) = 619 (*2)   |
| Lien internet de référence               | <a href="http://www.anacim.sn/meteorologie/climatologie/">www.anacim.sn/meteorologie/climatologie/</a>                              |
| Disponibilité de la base                 | A la demande  |
| Précision des données                    | Stations synoptiques (collecte régulière et sans lacune).   |
| Lacunes (nature, temporalité spatialité) | Température sur : 1970-1979 à Bakel ; 1970-1989 à Fatick ; 1970-1980 à Nioro ; 1970-1976 et 2003-2006 ; 1970-1983 à Vélingara       |
| Articles de référence de la base         | Vischel et al., (2015) Sagna et al., (2015) , Bodian, (2014), Lebel et al. (2009),  |

**Source: Auteur.**

L'observation longue des recueils climatiques de notre base de données a permis de prendre les mois d'avril et octobre comme dates de début et de fin de l'hivernage au Sénégal. En effet, avril correspond au démarrage des pluies dans la partie sud-sahélienne – et mai en partie sahélienne- et la fin des pluies est souvent répertoriée au mois d'octobre. D'ailleurs, Sagna et *al.*, (2016) notent une persistance des pluies dans certaines localités du pays durant ce mois d'octobre. Il est à signaler que Vischel et *al.*, (2015) analysent l'évolution de la pluviométrie au Sahel en recourant à la même temporalité d'analyse : avril-octobre.

#### **4.2.1.2. La méthodologie**

Très souvent un hivernage peut s'avérer déficitaire à l'échelle nationale mais excédentaire à certains endroits et *vice versa*. Ainsi, l'indice de précipitation standardisée (IPS)<sup>197</sup> permettant de quantifier l'excédent ou le déficit pluvieux sur plusieurs échelles chronologiques sera utilisé. Autrement dit, pour les différentes stations météorologiques du Sénégal, les écarts à la normale pluvieuse seront calculés. La méthode consiste à transformer la série de précipitations en une distribution normale standardisée de moyenne 0 et d'écart type 1 (distribution gaussienne). La formalisation donnée par Balme et *al.*, (2006) et Descroix et *al.*, (2015) au Sahel peut être retenue :

$$SPI = \frac{P_i - P_{moy}}{\sigma}$$

<sup>197</sup> Pour plus de détails voir chap. 2, section 2.2 sur l'évolution de la pluviométrie au Sahel. La table de de lecteur de l'IPS est donné (sous-section 2.2.2.1).

Où  $P_i$  = Pluie de l'année  $i$  (entre avril-octobre) ;  $P_{moy}$  = pluie moyenne de la série (1970-2013) ;  $\sigma$  = écart-type de la série (1970-2013).

Par ailleurs, méthodologiquement, l'analyse de l'évolution de la pluviométrie à une échelle plus fine au Sénégal est possible aussi à travers la détection des dates de début et de fin de pluie (raccourcissement ou pas). Cette connaissance permet une meilleure maîtrise du calendrier agricole, du potentiel agricole et de ce fait du revenu des agriculteurs, variable déterminantes dans les processus migratoires au Sénégal (voir chap. 3, sous-section 3.2.1). Cependant, la détermination des dates de début et de fin de saison pluvieuse exige d'une part, la prise en compte d'une période de référence différente de la période étudiée et, d'autre part, contrairement à l'IPS, elle ne renseigne pas sur le caractère déficitaire ou excédentaire de l'hivernage (Sanogo et al., 2015).

Nous signalons que l'anomalie d'une série de températures est considérée comme un évènement statistique objectif qui s'écarte des séries longues de mesure sur une sous période (plusieurs années ou une année), moyenné et projeté. Par conséquent, comme pour la pluviométrie, l'analyse des séries de températures maximales et minimales des différentes stations du Sénégal retenues, se fera sur la base de calcul d'un indice d'anomalie des températures durant la période de l'hivernage – avril à octobre- entre 1970 et 2013.

Sur le plan méthodologique, les indices de Lamb des températures ont été utilisés. Ainsi les moyennes de températures minimales et maximales hivernales sont déterminées par un calcul des anomalies standardisées. Ces derniers sont obtenus grâce à une équation calculant les écarts par rapport à la moyenne sur longue période :

$$\frac{x_i - X}{\theta}$$

Avec :  $x_i$ , la valeur hivernales des températures maximales ou minimales ;  $X$  et  $\theta$  respectivement moyenne et l'écart type de la série sur la période longue 1970-2013.

L'IPS et l'indice de Lamb des températures sont dans les principes identiques. La construction est la même et tous les deux permettent de mettre en évidence les années supérieures et inférieures à la moyenne climatique considérée (1970-2013) et d'en dégager les grands traits (variabilité/choc ou tendance/changement) de l'évolution des températures et des pluies. Cette approche méthodologique va largement faciliter notre démarche intégratrice (climat-environnement-société) en réconciliant des dynamiques qui se produisent à des échelles spatiales et temporelles différentes. Nous pourrions donc mieux analyser les

interactions –plus que les relations- entre climat et migration interrégionale au Sénégal- tout en prenant en compte les autres facteurs contextuels explicatifs des migrations.

#### 4.2.2. Principaux résultats sur la pluviométrie et les températures

Nous présenterons succinctement les résultats sur la pluviométrie à travers l'IPS et ceux sur les températures maximales et minimales en utilisant les indices de Lamb. Notons que les figures sont présentées après les commentaires de chaque variable climatique.

##### 4.2.2.1. *La variabilité temporelle des IPS selon les stations*

En effet, comme le souligne Ali (2010), la pluviométrie est de loin la composante climatique la plus importante et la plus contraignante pour les populations dans cette partie du monde. En plus de ses impacts déterminants sur les services éco systémiques, les processus migratoires internes se font et se défont au rythme de l'évolution du climat : la migration saisonnière.

**Tableau 20: Quelques statistiques descriptives sur l'hivernage des stations sur la période 1970-2013**

| Stations    | Latitude (° décimaux) | Longitude (° décimaux) | Altitude (m) | Moyenne en mm | Ecart type | Coefficient de variation |
|-------------|-----------------------|------------------------|--------------|---------------|------------|--------------------------|
| Bakel       | 14,99                 | -12,47                 | 25           | 528,862       | 132,266    | 0,25                     |
| Dakar       | 14,73                 | -17,50                 | 27           | 368,4409      | 138,934    | 0,377                    |
| Diourbel    | 14,65                 | -16,23                 | 7            | 485,3636      | 124,2521   | 0,256                    |
| Fatick      | 14,33                 | -16,40                 | 6            | 551,8045      | 160,8008   | 0,291                    |
| Kaolack     | 14,13                 | -16,07                 | 6            | 590,0477      | 138,5907   | 0,235                    |
| Kédougou    | 12,57                 | -12,22                 | 178          | 1166,2        | 207,7045   | 0,178                    |
| Linguère    | 15,38                 | -15,12                 | 20           | 390,3273      | 119,596    | 0,306                    |
| Louga       | 15,62                 | -16,22                 | 38           | 291,2674      | 90,97612   | 0,312                    |
| Matam       | 15,65                 | -13,25                 | 10           | 356,0636      | 121,3759   | 0,341                    |
| Nioro       | 13,73                 | -15,78                 | 18           | 729,898       | 171,6867   | 0,235                    |
| Podor       | 16,65                 | -14,97                 | 6            | 215,3273      | 82,8507    | 0,385                    |
| Saint-Louis | 16,05                 | -16,45                 | 4            | 245,3659      | 99,65309   | 0,406                    |
| Tambacounda | 13,77                 | -13,68                 | 49           | 716,2273      | 174,1177   | 0,243                    |
| Thiès       | 14,80                 | -16,95                 | 71           | 446,6159      | 122,7145   | 0,275                    |
| Vélingara   | 13,15                 | -14,10                 | 38           | 857,5988      | 168,6541   | 0,197                    |
| Ziguinchor  | 12,55                 | -16,27                 | 26           | 1255,152      | 282,3104   | 0,225                    |

**Source: Calculs de l'auteur à partir données ANACIM.**

La représentation graphique 7 ci-après des indices de pluviométries standardisés (IPS) durant une période d'hivernage au Sénégal (avril-octobre) sur la période longue 1970-2013 de différentes stations météorologiques situées dans différentes régions et zone agro-climatiques, met en évidence globalement une alternance d'hivernage pluvieux et sec qui est toutefois plus marquée certaines années/périodes que d'autres (Lodoun et *al.*, 2013 ; Lebel et ali, 2009 ; Dai et *al.*, 2004 ; Nicholson, 2005). Ce résultat est confirmé par les écarts à la moyenne grandissants d'un hivernage à un autre, interannuels, dans les différentes stations (tableau

20). Les saisons des pluies, en outre d'être irrégulières d'une saison à l'autre, sont irrégulièrement réparties durant l'hivernage. Cela met en évidence une rupture dans l'installation de l'hivernage (période de début et de fin) et la recrudescence des événements pluvieux extrêmes sous forme d'orage biaisant ainsi l'interprétation de la pluviométrie moyenne comme le montrent Panthou et *al.*, (2012) et Panthou, (2013).

Les IPS régionaux montrent deux décennies relativement sèches marquées sporadiquement par une séquence pluvieuse ne dépassant pas souvent deux années [hivernages] consécutives. Les années 1972 et 1982 sont les plus déficitaires et ceci dans la plupart des stations recueillies. Ce déficit pluvieux sur deux décennies s'est accompagné d'années excédentaires en 1973-1974 et 1985-1986. Sur cette même période, l'analyse des IPS selon leur localisations climatique (Sagna, 2007) montre un fort déficit pluvieux dans la zone dite sahélienne (Linguère, Louga, Matam, Podor et Saint-Louis) avec seulement trois hivernages pluvieux en 1978, 1988 et 1989. Dans la zone dite nord soudanienne, la sécheresse reste prédominante sur les deux décennies, avec pour cette région une alternance de deux années particulièrement pluvieuses en 1970-1971 (Diourbel) ; 1974-1975 (Bakel, Fatick, Tamba et Thiès) et 1988-1989 (Thiès et Tamba). Quant à la région de Dakar, nous observons, une reprise et un excédent pluvieux sur la période 1985-1989. Dans les stations de Kédougou, Vélingara et Ziguinchor situées en zone sud-soudanienne, un déficit pluvieux est constaté mais, il est moins important par rapport au reste du pays. Toutefois, dans cette partie sud du pays, la sécheresse ou le déficit pluvieux sévit jusqu'à la fin des années 1990, années qui marquent le retour des hivernages pluvieux dans la plupart des régions des deux autres zones climatiques du pays. Ainsi, exception faite des régions du sud (zone sud-soudanienne), la décennie 1990 marque en moyenne un retour vers une normale pluvieuse dans la plupart des stations pluvieuses recueillies. Nous notons, des hivernages globalement déficitaires entre 1990-1992 mais qui sont compensés par ceux de 1995-1996 et la fin de la décennie, excepté dans la région de Louga où l'hivernage continue d'enregistrer un déficit.

La période allant de 2000 à 2013 met en avant la forte variabilité interannuelle pluviométrique. Une alternance entre années pluvieuses déficitaire et excédentaire est omniprésente. Des hivernages fortement excédentaires sont enregistrés mais, Vischel et *al.* (2015) réfutent les termes de « reprise » et attribuent la forte variabilité interannuelle, notamment les excédents pluvieux, à l'intensification des pluies de plus en plus fortes (système des orages durant l'hivernage).



Ainsi, nous observons une évolution non linéaire de la pluviométrie dans les différentes stations météorologiques du Sénégal. Certes, des ressemblances sont observées sur une année mais les tendances sont différentes. A cet effet, les coefficients de variation (CV) (tableau 20), exprimant la dispersion relative et plus efficace que l'écart-type dans notre cas, peuvent être utilisés afin de caractériser la pluviométrie intra et inter-stations. Signalons que les CV ne montrent pas de tendances.

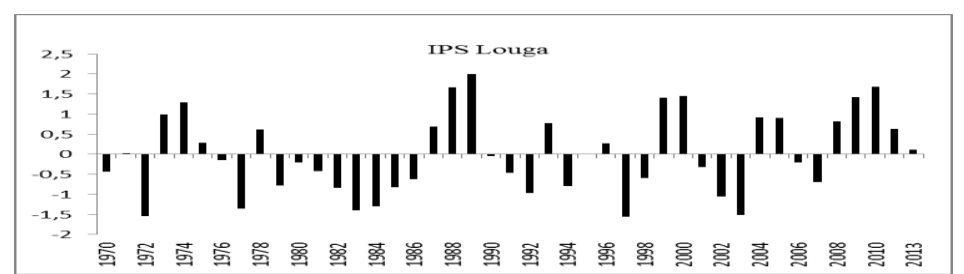
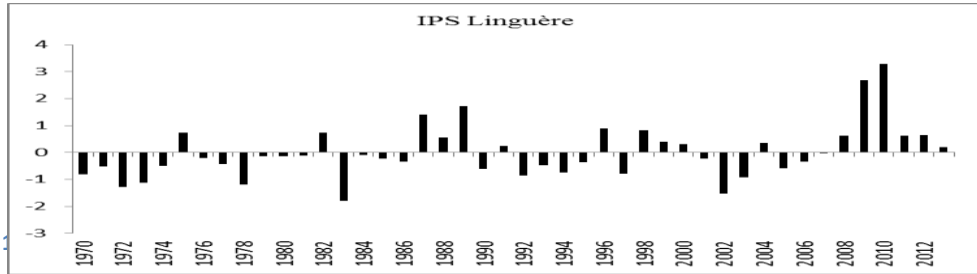
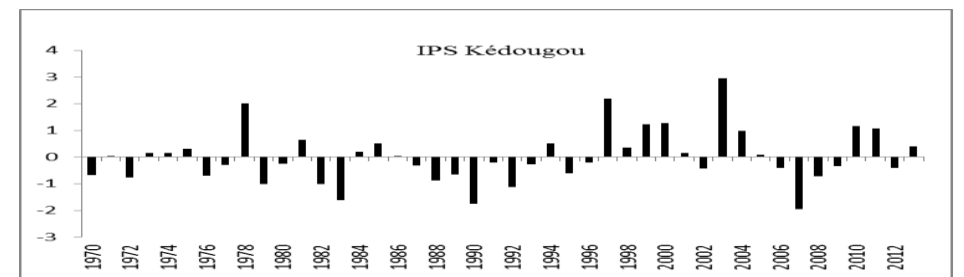
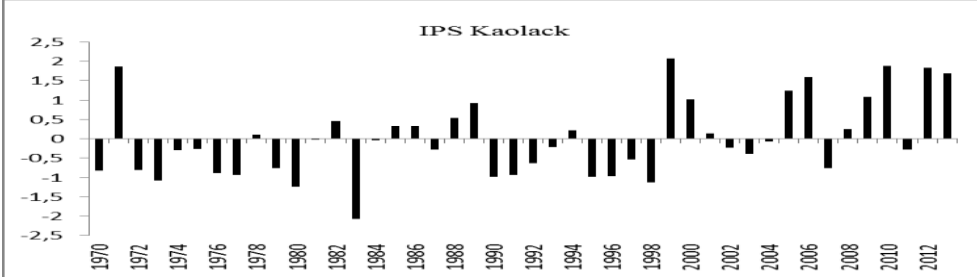
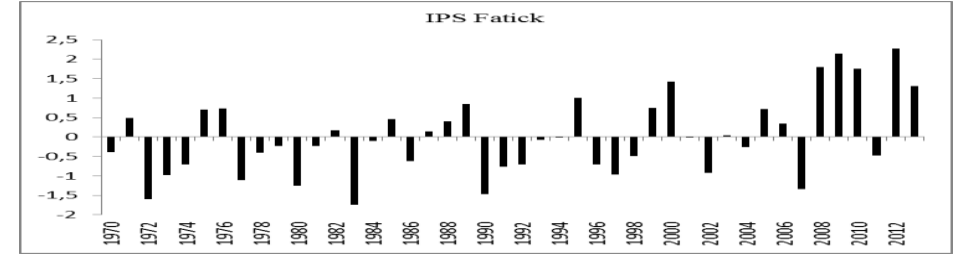
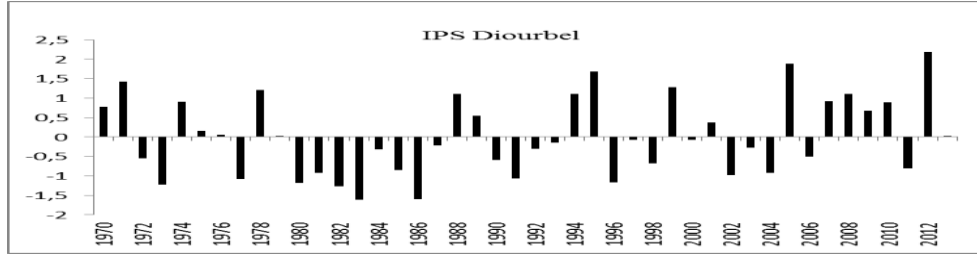
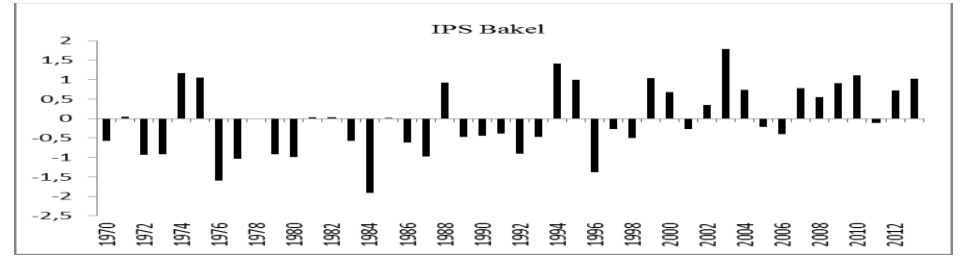
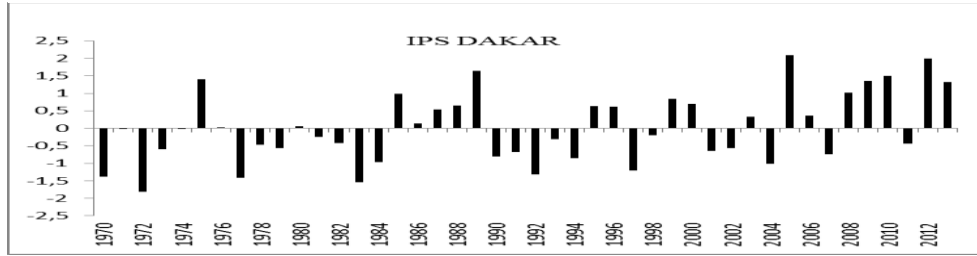
Etant donné la souplesse d'utilisation spatio-temporelle (plusieurs échelles possibles) d'une part et, d'autre part, sa pertinence dans la détermination de l'évolution de la pluviométrie (possibilité de comparaison entre différentes zones et prise en compte de la dimension historique de la pluviométrie), l'IPS constitue une variable pertinente dans l'analyse des relations migrations et climat. L'indicateur l'est d'autant plus qu'il est possible d'en établir plusieurs indices correspondant à plusieurs laps de temps. Ainsi, nous avons l'IPS de 1 à 2 mois qui correspond à une sécheresse météorologique ; 1 à 6 mois pour une sécheresse agricole et de 6 à 24 mois pour une sécheresse hydrologique (OMM, 2010<sup>198</sup>). L'échelle temporaire 1 à 6 mois correspond davantage aux réalités migratoires sénégalaises. Elle coïncide avec la durée de l'hivernage annuel qui impacte véritablement sur les conditions de vie des populations via l'agriculture. Cette dernière, pour l'essentielle pluviale, subit les conséquences socio-économiques importantes qui peuvent résulter d'un excès ou d'un déficit pluvieux. Parallèlement à cette dépendance, la vulnérabilité multidimensionnelle –pauvreté, manque d'activité, insuffisance et irrégularité des pluies, dégradation environnementale, manque/insuffisance de capacité adaptative/atténuation sur place, aspirations nouvelles– engendre des mouvements migratoires des populations dont les conditions de vie ne sont plus soutenables dans les zones d'origine. Ainsi, pour apprécier le signal pluvieux parmi les autres variables explicatives des migrations, l'IPS de 1 à 6 mois sera utilisé comme proxy. En outre de prendre en compte les effets de la pluviométrie sur l'agriculture, son échelle de calcul permet le déploiement des activités adaptatives autres que la migration (moyens d'ajustement de base, aides, assurances, désépargne, déthésaurisation, vente cheptel, vente terre) dans une approche par la vulnérabilité systémique.

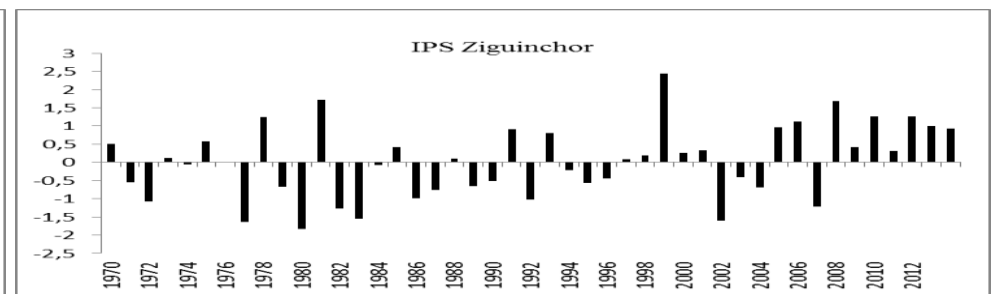
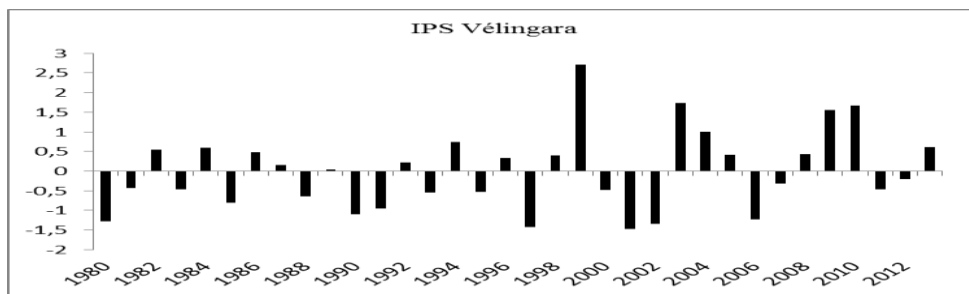
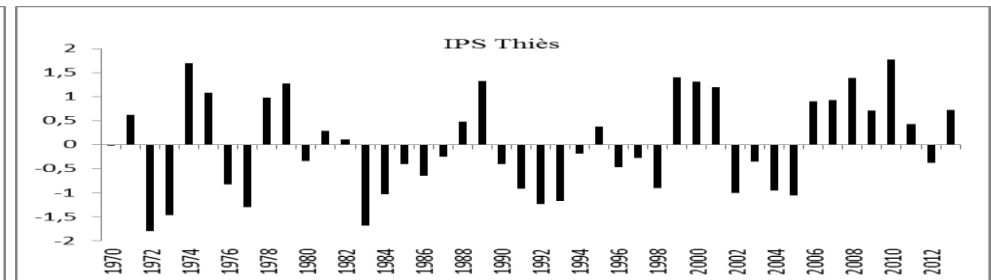
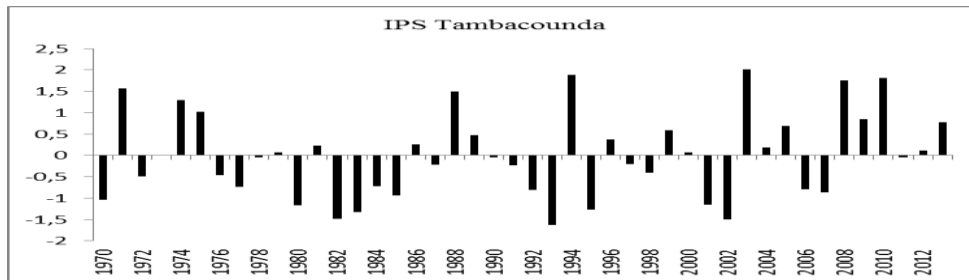
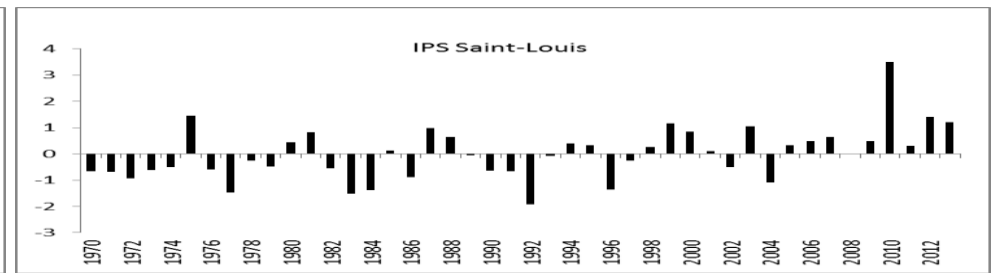
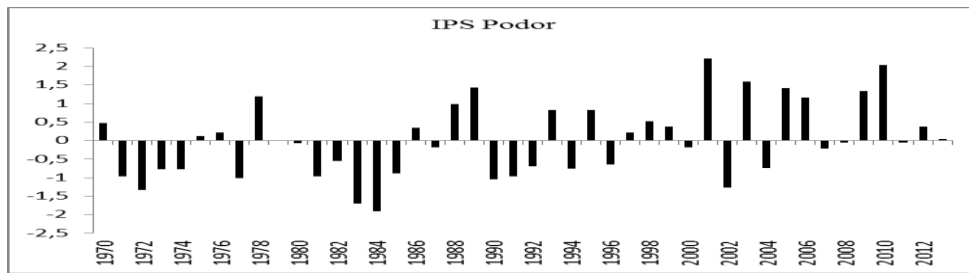
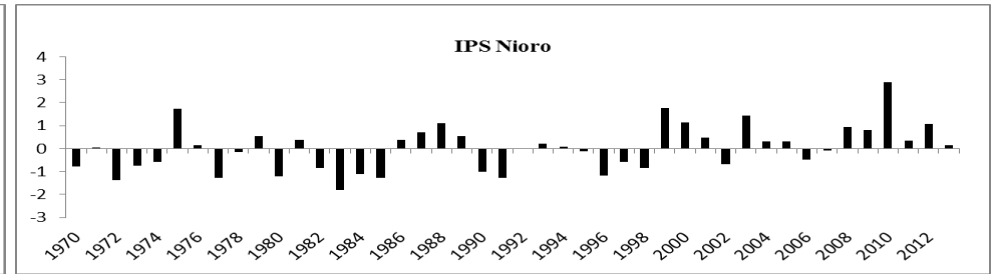
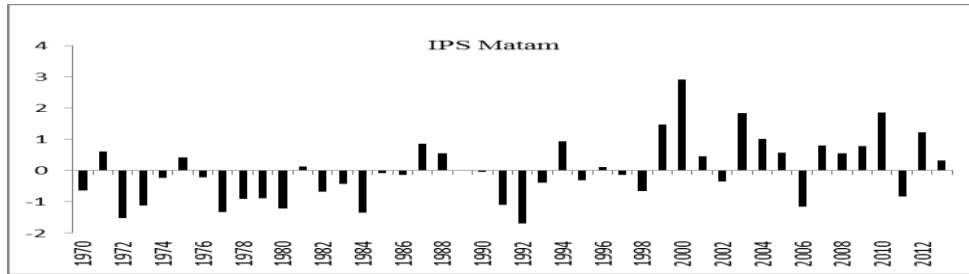
---

<sup>198</sup> Pour plus d'informations voir le guide :

[http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO\\_standardized\\_precipitation\\_index\\_user\\_guide\\_fr\\_2012.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_fr_2012.pdf) consulté le 21/09/2016.

Graphique 7: IPS sur la période 1970-2013 de nos différentes stations régionales au Sénégal.





Source : Auteur à partir données ANACIM

#### 4.2.2.2. *Les anomalies de températures maximales et minimales*

Comme illustré dans la section précédente, le changement climatique au Sahel de l'ouest et plus particulièrement au Sénégal s'est traduit par une augmentation des températures. Par conséquent, nous nous intéressons aux anomalies de températures. En effet, au Sénégal les anomalies de températures maximales ou minimales à l'échelle locale jouent directement et/ou indirectement sur les conditions de vie des populations<sup>199</sup> à travers notamment les disponibilités en eau (stress hydrique), les dégradations environnementales (sols) et surtout les rendements agricoles (Salack et Traoré, 2006 ; Schlenker et Lobell 2010 ; Sultan et *al.*, 2013 ; Sultan et *al.*, 2015) d'une part. Et d'autre part, comme le soulignent Attané et *al.*, (2015)<sup>200</sup>, les ruptures de températures durant l'hivernage et la saison sèche constituent pour les paysans un facteur majeur dans leur perception du changement climatique. Face à ces situations, les populations mettent en avant un ensemble de stratégies (atténuation et adaptation) dont les déplacements internes. Le choix de séparer températures minimales (nuit) et températures maximales (jour) est crucial car dans cette partie du Sahel, le réchauffement serait davantage le résultat d'une augmentation des températures minimales que celles maximales : le cycle diurne, jour (Karl et *al.*, 1991 ; Easterling et *al.*, 1997). Sur le plan sociétal, des températures minimales excessives, comme le soulignent Guichard et *al.*, 2009), ont des conséquences sur la santé des population - difficulté de repos et récupération du corps : donc de productivité des populations- et un impact non désirable sur les rendements agricoles à travers la respiration de maintenance plus difficile lors des nuits chaudes (Peng et *al.*, 2004).

Les statistiques descriptives des différentes stations météorologiques du Sénégal entre 1970 et 2013 durant la saison hivernale (tableaux 21 et 22 qui suivent) permettent de mettre en évidence l'idée d'un réchauffement du climat au Sénégal tel que avancé par le GIEC (2007 et 2013). Les coefficients de variation, exprimant la dispersion moyenne saisonnière des températures par rapport à la tendance sur 43 ans (1970-2013), présentent des valeurs relativement faibles.

Les moyennes hivernales des températures maximales et minimales des différentes stations ainsi que les saisons pluvieuses les plus chaudes et les moins chaudes sont données par les

---

<sup>199</sup> Sultan et *al.* (2015), en citant Schlenker et Lobell (2010), affirment que les modèles agro-climatiques montrent un impact marginal plus élevé des écarts types des températures que ceux des précipitations sur les rendements agricoles au Sahel de l'ouest, y compris le Sénégal. En effet, même si les précipitations restent inchangées dans le futur, les anomalies de températures pourraient être à l'origine d'une chute de 15% des rendements agricoles notamment à cause de la réduction de la longueur des cycles de culture et le stress hydrique.

<sup>200</sup> Dans l'ouvrage collectif dirigé par Sultan et *al.* (2015).

tableaux 21 et 22. L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel Stata 11 développé par *StataCorp* du *College Station*, au Texas.

**Tableau 21: Quelques statistiques descriptives des températures minimales sur l'hivernage selon stations sur la période 1970-2013**

| Stations    | Temp min des min | Temp max des min | Moyenne en °C | Ecart type | Coefficient de variation |
|-------------|------------------|------------------|---------------|------------|--------------------------|
| Bakel       | 139.1            | 187.9            | 175,58        | 10,09499   | 0,057495                 |
| Dakar       | 152.47           | 171.7            | 162,5978      | 4,349103   | 0,026748                 |
| Diourbel    | 133.767          | 167.555          | 153,301       | 8,4282     | 0,054978                 |
| Fatick      | 159.1            | 171.8            | 164,435       | 2,92215    | 0,017771                 |
| Kaolack     | 153.3            | 173.7646         | 165,3997      | 5,138763   | 0,031069                 |
| Kédougou    | 140.4            | 178.6            | 163,3402      | 6,566604   | 0,040202                 |
| Linguère    | 155.3            | 174.141          | 166,7776      | 4,626404   | 0,02774                  |
| Louga       | 143.834          | 166.103          | 156,8559      | 4,599109   | 0,029321                 |
| Matam       | 171.7            | 190              | 179,8918      | 4,049989   | 0,022513                 |
| Nioro       | 151.5123         | 167.7047         | 161,1649      | 3,419126   | 0,021215                 |
| Podor       | 162.874          | 180.168          | 170,5731      | 3,67614    | 0,021552                 |
| Saint-Louis | 152              | 168.652          | 159,064       | 3,515464   | 0,022101                 |
| Tambacounda | 159.728          | 174.497          | 168,1227      | 3,545705   | 0,02109                  |
| Thiès       | 129.8            | 162.7            | 153,9538      | 6,997996   | 0,045455                 |
| Vélingara   | 149              | 173.8            | 161,7071      | 5,735397   | 0,035468                 |
| Ziguinchor  | 149.6            | 168.8            | 159,0606      | 4,482932   | 0,028184                 |

Source : Calcul de l'auteur, à partir données ANACIM

**Tableau 22: Quelques statistiques descriptives des températures maximales durant l'hivernage (saison des pluies) selon stations sur la période 1970-2013**

| Stations    | Temp min des max | Temps max des max | Moyenne en °C | Ecart type | Coefficient de variation |
|-------------|------------------|-------------------|---------------|------------|--------------------------|
| Bakel       | 243.568          | 278.4             | 268,26        | 6,280434   | 0,023411742              |
| Dakar       | 193,188          | 209               | 200,7501      | 4,480036   | 0,02231648               |
| Diourbel    | 253,3            | 263,27            | 258,4201      | 2,972685   | 0,0115033                |
| Fatick      | 244,2            | 255,8             | 250,4234      | 2,846536   | 0,01136689               |
| Kaolack     | 249,217          | 263               | 255,8162      | 3,033714   | 0,01185896               |
| Kédougou    | 233,2            | 250,8             | 242,6216      | 3,323542   | 0,01369846               |
| Linguère    | 255,535          | 271,8             | 263,728       | 3,731128   | 0,01414764               |
| Louga       | 241,689          | 274,409           | 250,4761      | 6,210357   | 0,02479421               |
| Matam       | 266,3            | 281,6             | 273,8635      | 4,068799   | 0,01485703               |
| Nioro       | 233,6797         | 261,2751          | 249,2051      | 4,569767   | 0,01833737               |
| Podor       | 263,139          | 277,849           | 272,2651      | 3,885202   | 0,01426992               |
| Saint-Louis | 214,88           | 238,6             | 222,3524      | 4,418612   | 0,01987211               |
| Tambacounda | 242,223          | 258,252           | 251,2709      | 3,83975    | 0,01528132               |
| Thiès       | 225,6            | 239,279           | 231,9841      | 3,49006    | 0,01504439               |
| Vélingara   | 242              | 255,3             | 248,375       | 3,672585   | 0,01478645               |
| Ziguinchor  | 230,4            | 264               | 239,2507      | 6,070329   | 0,02537225               |

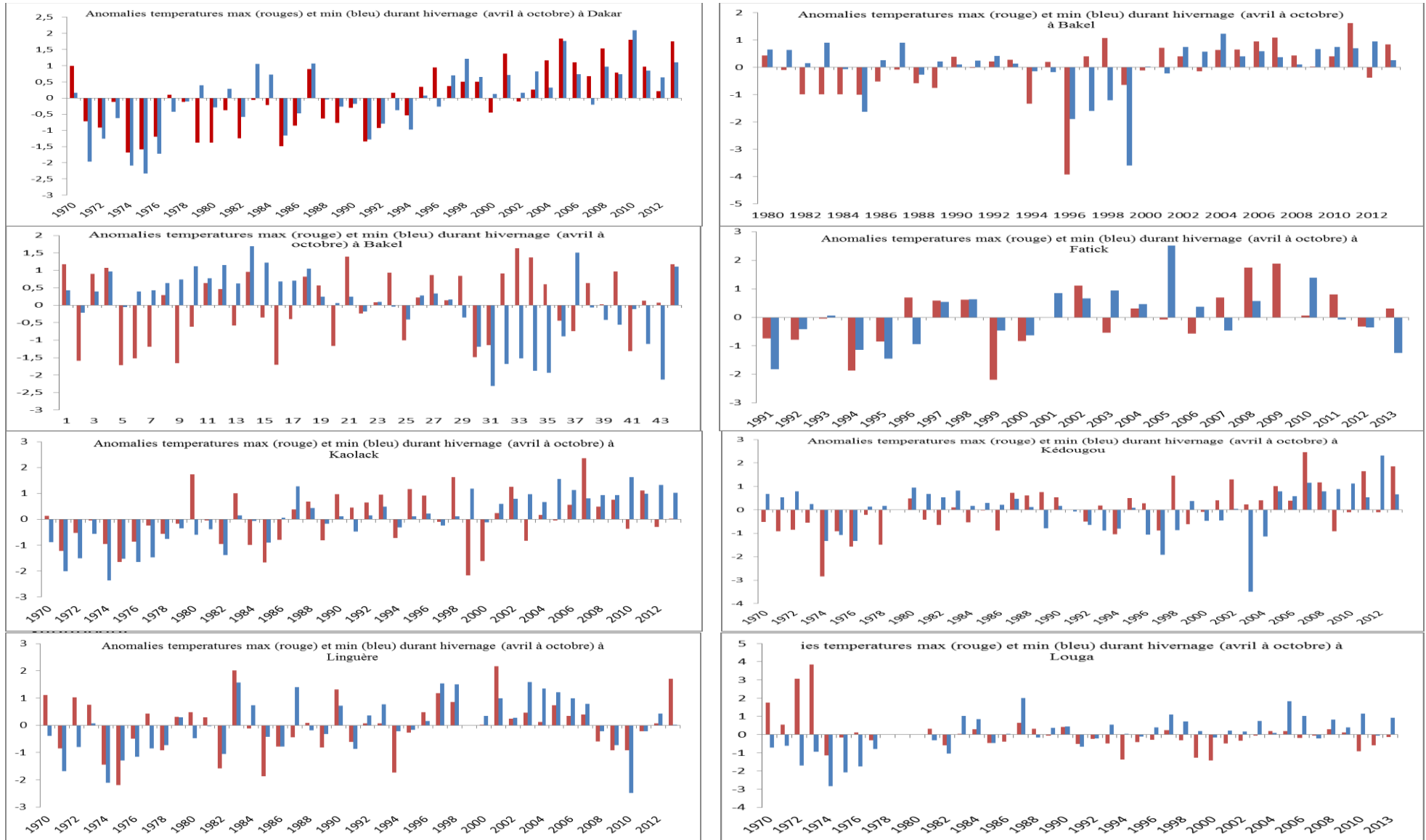
Source : Calculs de l'auteur, à partir données ANACIM

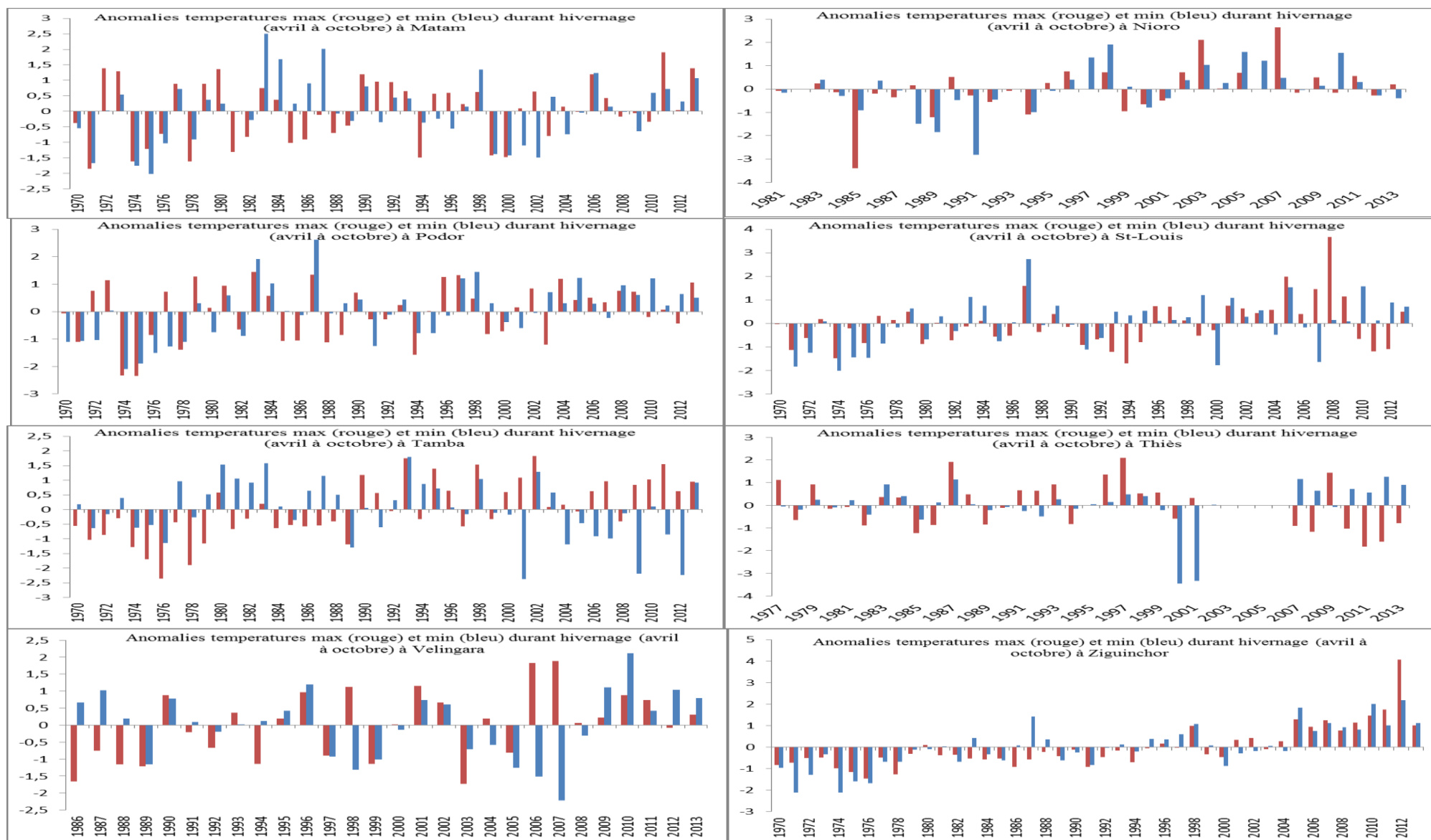
Toutefois, pour une meilleure interprétation de l'évolution des températures saisonnières (pluies), les graphiques des anomalies standardisées minimales et maximales seront utilisés.

La représentation graphique 8 ci-dessous montre les évolutions des indices de températures maximales et minimales par rapport à la moyenne 1970-2013 dans les 16 stations météorologiques du pays. Deux périodes sont généralement mises en évidence, une baisse en moyenne des températures maximales et minimales entre la période 1970-1990 et à partir de cette dernière date, 1990, nous observons une augmentation des températures maximales accompagnée par une baisse des minimas de température jusqu'en 2000. Comme pour les précipitations la période allant de 2000 à 2013, est marquée par une variabilité forte des températures minimales et maximales. Toutefois, nous pouvons distinguer une augmentation des températures maximales, exception faite de la station de Thiès où les températures maximales diminuent au détriment de celles minimales.

La représentation graphique des anomalies inter-hivernales des températures permet de corroborer l'idée d'un réchauffement climatique au Sénégal (Sultan et Gaetini, 2016).

Graphique 8: Anomalies inter-hivernales des températures sur la période 1970-2012 selon les stations régionales du Sénégal





Source: Auteur à partir données ANACIM



### **4.3. L'Elaboration d'une base de données migratoires interrégionales à partir des différents recensements et enquêtes (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) au Sénégal**

Pour les besoins de notre élaboration de base de données sur la migration interrégionale, nous retenons la définition de migrant donnée par l'ANSD, c'est-à-dire toute personne résidant hors de sa région de naissance durant une période supérieure à six (6) mois. Cela nous permet de nous intéresser aux migrations interrégionales survenues au cours des cinq dernières années plus pertinentes que celles définitives (migration longue durée hors de la région de naissance) et plus large que celles temporaires/circulaires (individus résidant hors de leur région de naissance pendant une période inférieure à 6 mois) dans l'analyse de la significativité des effets du climat sur les migrations (voir chap. 6).

#### **4.3.1. Données disponibles sur les migrations internes et quelques statistiques**

Les données migratoires interrégionales présentées dans cette section, sous forme empilée en coupes transversales de plusieurs périodes indépendantes, ont été élaborées à partir de l'exploitation de différents recensements et enquêtes nationaux sur les migrations internes au Sénégal effectués par l'ANSD et le DPEE. Plus exactement, les données sont issues des quatre principaux rapports finaux sur le recensement général que la Sénégal a connus –dont le recensement général de la population (RGP, 1972) ; les deux Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat (RGPH, 1988 et 2001) et le dernier Recensement Général de la Population, de l'Habitat et de l'Elevage (RGPHE, 2013)-, de l' Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages -ESAM I (1993) qui comportait un volet migration interrégionale- et de la dernière Enquête Suivie de la Pauvreté et Structure Familiale (ESPSF II, 2011). Nous signalons que les mêmes rapports ont permis de renseigner les indicateurs socio-économiques, politiques, démographiques, environnementales, et institutionnelles nécessaires au travail économétrique du chapitre suivant<sup>201</sup>.

Dans la dynamique démographique du Sénégal, les migrations internes constituent une composante importante. La proportion de personnes vivant en dehors de leur région de

---

<sup>201</sup> Parallèlement, l'ESAM II (2002) dont les données sont sensiblement proches à celles du recensement de 2001, a été aussi utilisé pour compléter notre analyse notamment sur la structure des ménages dans chaque région. Les différentes Enquêtes Démographiques et de Santé (EDS I, II, III, IV et EDS-MICS (2010-2011) ont été également exploitées sur les données sociales. Les différents rapports et enquêtes sont présentés sur ce lien : [http://www.ansd.sn/index.php?option=com\\_methodes&view=methodes&Itemid=260](http://www.ansd.sn/index.php?option=com_methodes&view=methodes&Itemid=260). Toutefois, ils ne sont pas toujours ouverts à tout public. Une demande doit être adressée aux autorités compétentes depuis leur site, rubrique contact.

naissance n'a cessé d'augmenter depuis les indépendances avec l'abrogation des lois coloniales fixant les populations à l'intérieur du pays.

**Tableau 23: Effectifs des migrations interrégionales 'durée de vie'<sup>202</sup> au Sénégal selon les différents recensements**

| Sénégal                              | 1960    | 1971   | 1976   | 1980    | 1988   | 2001      | 2013      |
|--------------------------------------|---------|--------|--------|---------|--------|-----------|-----------|
| <b>effectifs totaux</b>              | 329 520 | 502982 | 655397 | 731 000 | 986852 | 1 510 337 | 1 896 779 |
| <b>% population résidente totale</b> | 10%     | 13%    | 13     | 18%     | 14%    | 15%       | 15%       |

Source: EDN (1960, 1971, 1976, 1980), RGPH (1988), RGPHE (2001, 2013).

Quelques tendances peuvent être mises en évidence entre 1960 et 2013. Tout d'abord, toutes les régions du Sénégal sont à la fois des régions d'immigration et d'émigration. Toutefois les amplitudes, dynamiques d'une période à une autre, ne sont pas les mêmes. Dakar, en grande partie, et Diourbel sont les régions les plus attractives du pays avec des soldes positifs. Ensuite, les régions situées dans les zones agro-écologiques du Bassin arachidier (Sine-Saloum et Thiès), la Vallée du fleuve Sénégal (Saint-Louis), une partie du Sylvo-pastoral (Louga) et, dans une moindre mesure, la Casamance (Ziguinchor et Kolda) enregistrent les soldes migratoires positifs depuis 1970. Ces régions sont les principaux bassins d'émigration du pays. Enfin, le Sénégal oriental (Tambacounda), la Casamance (Ziguinchor) occupent une position intermédiaire avec des fluctuations. Les soldes migratoires sont positifs et faibles jusque dans les années 2000 mais cette tendance s'est renversée. Le tableau 24 ci-après nous permet de visualiser les tendances décrites.

**Tableau 24: Soldes migratoires interrégionaux selon les différents recensements au Sénégal**

| Région                     | 1960*   | 1971*   | 1976    | 1988   | 2001    | 2013    |
|----------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| <b>Dakar</b>               | 112 340 | 213 595 | 300 012 | 37631  | 203920  | 25065   |
| <b>Diourbel</b>            | 90 540  | 90540   | 301988  | 104182 | 674377  | 73 606  |
| <b>Sine Saloum devenu:</b> | 77 500  | 3 556   | 34 847  |        |         |         |
| <b>Fatick</b>              |         |         |         | 1 303  | -6387   | -488    |
| <b>Kaolack</b>             |         |         |         | -4355  | -45 582 | -25 008 |
| <b>Louga</b>               |         |         | -78094  | -34538 | -63431  | -25574  |
| <b>Saint-Louis devenu:</b> | 46 040  | 82 537  | -71213  | -14516 | -14999  |         |
| <b>Saint-Louis</b>         |         |         |         |        |         | -5253   |
| <b>Matam</b>               |         |         |         |        |         | -40748  |
| <b>Tambacounda devenu:</b> | -6960   | 7139    | 25952   | 3335   | 28703   |         |
| <b>Tambacounda</b>         |         |         |         |        |         | -33453  |
| <b>Kédougou</b>            |         |         |         |        |         | -10697  |
| <b>Thiès</b>               | -36360  | -20637  | -15721  | -15383 | -25628  | -4277   |

<sup>202</sup> La migration interne durée de vie est définie par l'ANSD comme étant la différence entre lieu de naissance et de résidence actuelle d'un migrant. Dans le cas présent, l'ANSD ramène le lieu de naissance et de résidence à la région administrative.

|                          |      |       |       |       |        |       |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <b>Casamance devenu:</b> | 9940 | 24164 |       |       |        |       |
| <b>Ziguinchor</b>        |      |       | 24823 | 15708 | -63450 | -4705 |
| <b>Kolda</b>             |      |       |       |       |        |       |

Source : EDN (1960, 1971, 1976, 1980), RGPH (1988), RGPHAE (2001, 2013). Les données de 1960 et 1971 sont issues des EDN respectives et recouvrent les soldes migratoires sur une seule année contrairement aux autres années restantes qui concernent les migrations au cours des 5 dernières années.

Cependant, les tendances restent englobantes et l'utilisation des données dans une analyse en coupes transversales empilées sur plusieurs périodes (chapitre 6) implique une connaissance plus fine des logiques migratoires. Cela passe par une analyse des flux migratoires selon chaque année considérée.

#### - *Recensement général de la population de 1976*<sup>203</sup>

En 1976, le Sénégal comptait 655 377 migrants interrégionaux (tableau 25). Avec principalement le Cap-Vert, le Sine-Saloum, le Sénégal oriental et la Casamance comme respectivement les régions d'accueil (300012, 34847, 29952 et 24823 en termes de soldes migratoire). L'ANDS (1976) souligne que l'économie constitue le principal facteur explicatif des afflux massifs vers Dakar, la capitale économique. Les ruraux viennent temporairement à Dakar à la recherche d'activités génératrices de revenu pendant la saison sèche alors que les migrations vers Sine-Saloum (le bassin arachidier), le Sénégal oriental et la Casamance, sont expliquées par les opportunités agricoles de travail saisonnier qu'offrent ces régions avec une bonne potentialité agricole.

**Tableau 25: Migration interrégionale au cours des 5 dernières années selon le RPG de 1976**

| Région                                   | immigration | Emigration | Solde migratoire |
|--|-------------|------------|------------------|
| Cap-Vert (Dakar)                         | 358830      | 58818      | 300012           |
| Casamance (Ziguinchor, Kolda et Sédhiou) | 88055       | 63232      | 24823            |
| Diourbel                                 | 50164       | 89207      | -49043           |
| Fleuve (Saint-Louis, Matam)              | 40673       | 111886     | -71213           |
| Louga                                    | 30949       | 109043     | -78094           |
| Sénégal Oriental (Tambacounda, Kédougou) | 43076       | 17124      | 29952            |
| Sine-Saloum (Kaolack et Fatick)          | 126776      | 91929      | 34847            |
| Thiès                                    | 98417       | 114 138    | -15721           |
| Ensemble                                 | 655377      | 655377     | 0                |

Source: Synthèse de l'auteur d'après RPG (1976)

<sup>203</sup> Le rapport final est disponible sur demande à partir du lien suivant : <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog/45>.

Pour plus de détail, le rapport final est disponible par région du Sénégal sur le lien :

[http://www.ceped.org/ireda/inventaire/format\\_liste\\_operation.php?onglet=0&Chp6=sen-1976-rec](http://www.ceped.org/ireda/inventaire/format_liste_operation.php?onglet=0&Chp6=sen-1976-rec), consulté le 23/07/2015.

Le facteur climat n'est pas abordé dans ce recensement en dépit de la grande sécheresse que le pays a connue mais, la répartition des flux internes de migrations montre que les régions les plus vulnérables sont celles avec les soldes négatifs (Diourbel, Louga, Fleuve et Thiès). Ces régions présentent une faible potentialité économique et l'agriculture pluviale, principale secteur, n'a pas été épargné par la sécheresse de 1970.

- ***Recensement général de la population de 1988***<sup>204</sup>

Cette phase de migrations internes est précédée par une période de sécheresse entre 1978-1983, une dégradation des conditions de vie des ruraux et a coïncidé avec la mise en place des PAS à partir de 1980. Il faut signaler que l'agriculture subit les plus importantes mesures d'austérité. La rationalisation par le retrait brutal de l'Etat et la responsabilisation du paysan par un transfert d'initiatives sont mises en œuvre durant toute la décennie et une bonne partie de celle qui suit. Les principales politiques d'intervention étatiques dans le monde rural sont dissoutes.

Les populations rurales sont devenues de plus en plus vulnérables à tout choc. Cette situation pourrait expliquer la mutation des mobilités internes. Les populations quittent massivement le monde rural pour s'installer dans les centres urbains et péri-urbains à la recherche de meilleures conditions de vie. Ainsi, les chiffres migratoires interrégionaux au cours des cinq dernières années chutent à cause de la migration définitive (RGPH, 1988). Les populations migrent sur longue période. Les taux d'urbanisation des principales villes du Sénégal, notamment Dakar et sa banlieue, explosent durant cette décennie à cause principalement de l'afflux rural mais également des migrations venant des autres centres urbains du pays où l'activité agricole constituée le principal secteur générateur de revenu.

Comme l'illustre le tableau 26, issu des indices migratoires interrégionaux<sup>205</sup>, sur une population de 6 773 417, 195 130 ont migré entre leur région de naissance et une autre sur la période allant des élections présidentielles de 1983 au recensement (cinq ans et 4 mois). Les régions de Dakar (48820) et de Thiès (26 310) sur la période sont les principales régions d'accueil mais également, d'émigration du pays en plus de Ziguinchor.

---

<sup>204</sup> Le rapport final est disponible sur le lien : [http://www.ansd.sn/ressources/rapports/Rapport\\_RGPH\\_88.pdf](http://www.ansd.sn/ressources/rapports/Rapport_RGPH_88.pdf), consulté le 23/07/2015.

<sup>205</sup> L'ANSD distingue l'indice d'entrée de l'indice de sortie. Le premier renvoie à : « la proportion des entrées par rapport à la population totale de l'unité administrative considérée en début de période » alors que le second est : « la proportion des sorties parmi la population dans une unité administrative considérée en début de période ». Dans nos calculs en annexe 8, 1983 a été prise comme période de référence pour la migration au cours des cinq dernières années.

Tableau 26: Migration interrégionale au cours des 5 dernières années selon le RPGH de 1988.

| Régions     | immigration | Emigration | Solde migratoire |
|-------------|-------------|------------|------------------|
| Dakar       | 48 820      | 68 000     | -19 180          |
| Ziguinchor  | 16 780      | 23 520     | -6 740           |
| Diourbel    | 17 380      | 14 560     | 2 820            |
| Saint-Louis | 18 450      | 11 060     | 7 390            |
| Tamba       | 6 770       | 6 920      | -150             |
| Kaolack     | 20 620      | 17 180     | 3 440            |
| Thiès       | 26 310      | 22 990     | 3 320            |
| Louga       | 16 080      | 7 200      | 8 880            |
| Fatick      | 13 880      | 12 290     | 1 590            |
| Kolda       | 10 040      | 11 410     | -1 370           |
| Ensemble    | 195 130     | 195 130    | 0                |

Source: RPGH (1988)

Les immigrations vers la capitale politico-économique, Dakar, proviennent de Ziguinchor, Thiès, Saint-Louis et Louga. Parallèlement une rupture nette semble s'observer d'avec les périodes précédentes (notamment le RGP de 1976) dans les flux migratoires. En effet, la région de Kaolack, centre du bassin arachidier et destinations privilégiée des migrants saisonniers durant les périodes fastes de la culture de rente, n'est plus une zone d'immigration nette.

Nous signalons que tout en étant la région la plus attractive (48 820 immigrants), Dakar est également la principale pourvoyeuse de migrants vers les autres régions du pays (68 000). Mais cette migration concerne davantage les déplacements des fonctionnaires du public et des migrations de retour comme évoqué dans le RGPH (1988).

- *Enquête sur les priorités de 1993*<sup>206</sup>

La même démarche méthodologique qui a prévalu pour les recensements a été suivie par l'ANSD pour réaliser les enquêtes nationales dont celle de 1993. Toutefois, contrairement au recensement plus global, les enquêtes s'intéressent à des facteurs spécifiques dont la migration dans toutes les composantes administratives du pays (régions). Sur les 4 772 400 ménages enquêtés, l'ANSD (1993) révèle que 897 598 personnes ont migré annuellement d'une région à une autre et ce chiffre représente 18,8% de la population interne totale (annexe 6).

<sup>206</sup> Le rapport final est disponible au ministère de l'économie et des finances du Sénégal. Toutefois, des versions scannées sont disponibles en ligne à la demande sur les différents liens : <https://catalog.hathitrust.org/Record/006048937>, [https://books.google.fr/books/about/Enqu%C3%AAt\\_e\\_sur\\_les\\_priorit%C3%A9s.html?id=8zztAAAAMAAJ&hl=en&output=html\\_text&redir\\_esc=y](https://books.google.fr/books/about/Enqu%C3%AAt_e_sur_les_priorit%C3%A9s.html?id=8zztAAAAMAAJ&hl=en&output=html_text&redir_esc=y), consulté le 23/07/2015. Deux versions numérisées, sous-section migration et dépense de consommation des ménages, m'ont été envoyées par la bibliothèque nationale du Canada (détentrices du rapport final). Sachant que le rapport entier ne peut pas être ouvert à un seul utilisateur (telles sont les conditions de la bibliothèque).

Les migrations au cours des cinq dernières années sont importantes, d'ordres divers et cachent des disparités spatiales. Cette situation est illustrée par le tableau 27 issu de nos calculs effectués sur la base de l'indice migratoire de l'ESP de 1993 (annexe 7).

**Tableau 27: Migration interrégionale au cours des 5 dernières années selon l'ESP de 1993.**

| Régions            | immigration | Emigration             | Solde migratoire  |
|--------------------|-------------|------------------------|-------------------|
| <b>Dakar</b>       | 340 888     | 60 349                 | 280 539           |
| <b>Ziguinchor</b>  | 55 063      | 72 926                 | -17 863           |
| <b>Diourbel</b>    | 50 969      | 63 422                 | -12 453           |
| <b>Saint-Louis</b> | 33 138      | 83 791                 | -50 653           |
| <b>Tamba</b>       | 23 760      | 18 162                 | 5 598             |
| <b>Kaolack</b>     | 51 422      | 75 198                 | -23776            |
| <b>Thiès</b>       | 98 864      | 97 690                 | 1174              |
| <b>Louga</b>       | 10 651      | 60 773                 | -50 122           |
| <b>Fatick</b>      | 30 836      | 43 082                 | -12 246           |
| <b>Kolda</b>       | 32 636      | 27 153                 | 5 483             |
| <b>Ensemble</b>    | 728 227     | 602 246 + 125 681 (ND) | 125681 – (ND) = 0 |

Source: Données ESP (1993).

Dakar est de loin la région la plus attractive, confirmant ainsi la tendance qui se dessine depuis le début des années 1980. Sur les 728 227 d'immigrants interrégionaux, 340 888 se sont installés à Dakar, soit 46,8% du total des immigrants. Et, ces derniers proviennent principalement de la région voisine Thiès (69 417), Saint-Louis (63 037), Ziguinchor (57 384) et Diourbel (35 248) (répartition donnée en annexe 7). Les autres régions d'immigration, et pas forcément avec un solde migratoire positif, sont Thiès (98 864), Ziguinchor (55 063), Saint-Louis (33 138), Kaolack (51 422) et Kolda (32 636). Les chiffres peuvent être principalement expliqués par les potentialités économiques dont le secteur agricole dans les régions du Sud (Ziguinchor et Kolda). Les régions les moins répulsives ou encore de faible départ sont Dakar, Tamba, Kolda et Fatick. Dakar s'explique de par son attractivité économique (capitale administrative et économique du pays). Pour les trois autres régions l'explication peut se trouver d'une part dans la faiblesse de leur effectif démographique et, d'autre part, par leur attractivité minière (Tambacounda) et agricole (Kolda et Tamba).

Toutefois, une corrélation croissante entre effectif démographique de la région et émigration est observée. Ainsi, l'ESP (1993) préconise une interprétation des résultats qui tient compte de la taille de la population de la région donnée. Cependant, la démographie n'explique pas toujours les flux migratoires car Kaolack, Ziguinchor, Saint-Louis et Thiès sont des régions

d'accueil et de départ comme en atteste leur solde migratoire négatif, d'une part, et, d'autre part, les ruptures observées.

- ***Recensement général de la population de l'habitat et de l'élevage (RGPHE) 2001***<sup>207</sup>

A partir du début des années 2000, les conséquences dites de quatrième ordre du changement climatique sont de plus en plus évoquées et à cet effet, le RGPHAE (2002), tout en qualifiant l'exode rural comme la préoccupation principale de la migration au Sénégal, met en avant le rôle majeur joué par le climat (cycles persistants de sécheresse et la baisse de la productivité agricole) depuis les années 1970<sup>208</sup>.

**Tableau 28: Migration interrégionale au cours des 5 dernières années selon le RGPHE de 2001.**

| Régions         | immigration   | Emigration    | Solde migratoire |
|-----------------|---------------|---------------|------------------|
| Dakar           | 102 621       | 69 278        | 33 343           |
| Ziguinchor      | 13 240        | 23 577        | -10 337          |
| Diourbel        | 38 120        | 26 935        | 11 185           |
| Saint-Louis     | 15 813        | 18 483        | -2 670           |
| Tamba           | 10 680        | 9 532         | 1 148            |
| Kaolack         | 12 624        | 33 673        | -21 049          |
| Thiès           | 50 459        | 42 269        | 8 190            |
| Louga           | 11 966        | 20 282        | -8 316           |
| Fatick          | 15 984        | 21 131        | -5 147           |
| Kolda           | 12 245        | 14 916        | -2 671           |
| <b>Ensemble</b> | <b>288699</b> | <b>288699</b> |                  |

Source : RGPH (2001)

Comme l'illustre le tableau 28 ci-dessus, entre les deux grands recensements de 1988 et 2002, le volume de migrants internes sur 5 ans a progressé passant de 195 130 à 288 699. Cette tendance croissante est principalement auto-entretenu par les conditions climatiques défavorables et qui poussent les ruraux vers la région de Dakar (la région qui était déficitaire dans les échanges en 1988 (-19180) devient excédentaire (33 344)).

<sup>207</sup> Le rapport final, les différentes thématiques, la méthodologie, les questionnaires... sont disponible à partir du lien : <http://anads.ansd.sn/index.php/catalog/9>, consulté le 23/04/2015.

<sup>208</sup> Selon l'ANSD (RGPH, 2002) : « Cette forme de migration contribue fortement au déséquilibre de l'occupation du territoire et au surpeuplement des centres urbains de faibles étendues où se développent l'essentiel des activités pourvoyeuses d'emplois rémunérés et rémunérateurs, comme l'ont mis en relief les études réalisées au cours des trois dernières décennies. Cette migration interne, qui affecte la plupart du temps les personnes potentiellement actives, engendre une forte pression sur les équipements collectifs, un déséquilibre entre l'offre et la demande de services sociaux de base, et une dégradation de l'environnement et du cadre de vie. » (Rapport final ANSD du RGPH, 2002, p. 46).

Pour la première fois, dans ce rapport confirmant les grandes tendances qui se maintiennent depuis les années 1980, le climat est abordé sobrement comme un facteur déterminant de la migration. Il est mentionné dans le rapport que : « *Le Sénégal connaît plusieurs formes de migrations dont la plus préoccupante est l'exode rural induit par des cycles persistants de sécheresses, depuis les années 70 et surtout de la crise de l'agriculture, entre autres facteurs* ». Toutefois, aucun chiffre n'est donné sur les effets du climat sur la migration interne. Les effets climatiques accélérateurs migratoires sont analysés en relation uniquement avec la productivité agricole dans le monde rural.

- ***Enquête de Suivi de la pauvreté au Sénégal (ESP II) de 2011.***

Depuis 2008, le Sénégal a connu un nouveau découpage administratif faisant passer le nombre de régions de 11 à 14 avec l'érection des départements de Kaffrine (région de Kaolack), Sédhiou (région de Kolda), Matam (région de Saint-Louis) et Kédougou (région de Tambacounda) en régions. Ce redécoupage s'est traduit par une redistribution de la population et une transformation des localités de résidence.

Ainsi, l'ESP-II a tenté d'identifier les trajectoires migratoires internes à travers l'administration de deux questions aux populations : Tout d'abord, « *Depuis combien d'années la personne habite-t-elle de façon continue dans la localité ?* » ensuite, « *Où habitait-elle avant de s'installer dans la localité ?* ».

L'ESP II estime annuellement le nombre de migrants internes à 3 504 245 dont 1 292 779 qui ont changé de région de résidence, soit 39,6% (annexe 8). La tendance semble se perpétuer avec les régions de Dakar, Thiès et Diourbel qui reçoivent respectivement 36,6 %, 12,7% et 11,9% des flux de personnes. Parallèlement, ces mêmes régions comptabilisent les plus grand nombre d'émigrants vers le reste du pays avec respectivement 18,0 %, 13% et 12%. Témoinnant ainsi d'une forte intensité migratoire régionale. Du côté des migrations au cours des cinq dernières années, Dakar, Sédhiou et Tamba présentent des soldes positifs qui traduisent des entrées plus importantes que les sorties, sur un total de 547 237. Les analyses de l'ESP-II sont approfondies dans le recensement de 2013.

- ***Recensement général de la population de l'habitat et de l'élevage (RGPHAE) de 2013***

Comme souligné dans le RGPHAE (2013) la tendance de la migration interne durant les dernières décennies a modifié la structure de la population sénégalaise notamment à travers



l'évolution de l'urbanisation (tableau 29 ci-dessous). Toutefois, il faut noter qu'autour de la décennie qui a précédé ce recensement, le Sénégal a connu un autre découpage administratif de son territoire en 2013. Les régions sont passées de 11 à 14 avec pour conséquence le passage *de facto* de certaines localités rurales en zones urbaines.

**Tableau 29: Migration interrégionale au cours des 5 dernières années selon le RGPHE de 2013**

| Régions     | immigration | Emigration | Solde migratoire |
|-------------|-------------|------------|------------------|
| Dakar       | 151 590     | 126 524    | 25 066           |
| Ziguinchor  | 26 903      | 31 608     | -4 705           |
| Diourbel    | 133 996     | 60 390     | 73 606           |
| Saint-Louis | 30 405      | 35 658     | -5 253           |
| Tamba       | 24 723      | 26 742     | -2 019           |
| Kaolack     | 32 148      | 57 156     | -25 008          |
| Thiès       | 75 877      | 80 154     | -4 277           |
| Louga       | 26 854      | 52 428     | -25 574          |
| Fatick      | 31 590      | 32 078     | -488             |
| Kolda       | 17 398      | 21 255     | -3 857           |
| Matam       | 16 408      | 11 658     | 4 750            |
| Kaffrine    | 17 048      | 32 829     | -15 781          |
| Kédougou    | 14 297      | 14 941     | 10 644           |
| Sédhiou     | 12 846      | 18 662     | -5 816           |
| Ensemble    | 602 083     | 602 083    | 0                |

Source: RGPHE (2013).

Sur une population résidente de 13 034 665, 1 896 779 de personnes, soit 14,6% de la population, vivent hors de leur région de naissance (RGPHE, 2013). Toutefois, la migration interrégionale au cours des 5 dernières années (mi 2008- juillet 2013) est de 602 083 personnes. Par rapport au RGPHE (2002) ce chiffre a plus que doublé (288 699 contre 602 083). En flux, les régions de Dakar, Diourbel et Kaolack sont les plus attractives avec respectivement 151 590, 133 996 et 32 148 immigrants nouvellement installés durant les cinq dernières années. Cette tendance est confirmée par les indices d'entrée avec respectivement 11,1%, 5,8% et 5,6% pour Dakar, Ziguinchor et Diourbel. Dakar et Diourbel en plus d'être les deux régions les plus attractives, sont les principales régions d'émigration avec environ 21% et 10% du total des sorties interrégionales. Cependant, considérant les indices de sortie, Kédougou, Kaffrine et Kaolack sont les régions les plus répulsives avec respectivement 11,8%, 7,1% et 7,1% de sorties par rapport à la population résidente. Kaolack est à la fois une région de départ et d'arrivée des migrants.

Au regard de la migration nette qui donne une idée générale sur les régions les plus attractives/répulsives, les régions de Dakar (+25066), Diourbel (+73606) et Matam (+4750) sont les plus attractives. L'attractivité de Dakar est due à sa situation de capitale économique et administrative, Diourbel serait expliquée par l'expansion de la ville religieuse de Touba et, pour la région nouvellement créée de Matam aucune recherche n'a permis de déterminer les raisons de ce solde positif. A Contrario, Louga (zone Sylvo-pastorale), Kaffrine et Kaolack (le sud du bassin arachidier) présentent des soldes négatifs les plus importants et sont, par la même occasion, les régions les plus répulsives.

Les principaux facteurs explicatifs abordés par le RGPHAE (2013) mettent en avant principalement les motifs familiaux (47,4%), la recherche d'emploi (10,5%), les études (8,7%) et la recherche d'emploi (6,7%) comme variables explicatives des migrations interrégionales au Sénégal. Le facteur changement climatique est très peu étudié hormis les inondations (2,2%) (événements climatiques soudains). Or les principales manifestations du climat au Sénégal sont le déficit pluviométrique et la variabilité du climat pour le monde rural (événements climatique progressifs). Donc, il serait pertinent d'analyser la sensibilité des résultats obtenus par rapport à un vecteur de variable climat (température et pluviométrie).

Ce travail d'élaboration de bases de données climatiques et migratoires au Sénégal devrait a priori permettre d'établir un lien empirique entre les deux dites variables. Toutefois, nous signalons que les économistes, pendant longtemps, ne faisaient pas référence au climat, facteur exogène, dans les explications des flux migratoires. Seuls les facteurs endogènes, en particulier niveau de développement socio-économique et politique, étaient davantage pris en compte dans les analyses empiriques. Or, depuis le milieu des années 2000, le faible niveau de développement socio-économique et le contexte de changement climatique qui se sont traduits par de fortes vulnérabilités dans certaines régions du monde, ont conduit au développement croissant de travaux empiriques liant climat et migration.

#### **4.4. Conclusion**

De par sa construction à un niveau « région administrative du Sénégal », notre base de données climat (pluviométrie et températures maximales et minimales) et migrations (taux de migration nette, émigration et immigration) permet un maillage complet du territoire à un niveau original et pertinent dans l'analyse des interactions complexes climat-migrations internes au Sénégal. En effet, afin de tenir compte des impacts localisés du changement climatique sur les conditions de vie des populations (rendements agricoles, disponibilité

hydrique, santé...), les données climatiques sont recueillies à l'échelle des stations régionales (niveau le plus fin : environ 200 km à la ronde). De plus, le traitement du climat, en IPS et Indice de Lamb, permet de mettre en évidence les changements, ruptures, chocs et variabilités interannuelles du climat sur notre période d'étude.

Ainsi, de par son importance dans les conditions alimentaires, hydriques, financières et sanitaires des populations, les indices climatiques calculés ont des impacts significatifs sur le niveau de vulnérabilité des populations et pourraient déterminer, directement ou indirectement, les migrations internes entreprises par les populations des régions notamment agricoles et pauvres. Afin d'apprécier et d'instrumenter quantitativement cette relation entre climat et migrations internes au Sénégal, nous avons empilé différents recensements et enquêtes d'envergure nationale présentant les données démographiques régionales (émigration, immigration et population totale) disponibles au Sénégal.

**Chapitre 5 : Climat et migrations interrégionales au Sénégal: analyse des interactions par la conception d'un indicateur de vulnérabilité systémique.**

## 5.1. Introduction

Différents scores et classements de vulnérabilité socio-économique mais, également physico-climatique (environnemental), sont attribués au Sénégal. Avec un indicateur de développement humain (IDH) de 0,44 en 2015<sup>209</sup>, classé 170 sur 188, contre un an plutôt, en 2014, un indice de 0,528 qui correspondait à un rang de 118 sur 188, le PNUD range le Sénégal dans la catégorie des pays avec le niveau de développement humain le plus faible au monde<sup>210</sup>. A côté de cet indicateur phare, d'autres classements socio-économiques sont effectués (section 5.2). Sur le plan environnemental, le dernier classement du *Environmental Vulnerability Index* (EVI) place le Sénégal parmi les pays vulnérables (77<sup>e</sup> le moins vulnérable sur 234 pays et territoires). Son score est de 277 pour 92% des données répertoriées<sup>211</sup>. En dépit du fait que les scores les plus usités soient sensiblement différents, tous abondent dans le même sens d'une vulnérabilité physico-climatique élevé du pays. En 2015, avec 10,89% d'indice de risque et un rang de 30<sup>e</sup> sur 171 pays, le Sénégal était situé dans la zone rouge des pays les plus risqués selon le *World Risk Index* (WRI)<sup>212</sup>. Durant la même année, le pays s'est vu attribuer un score de 63,73% en *Environmental Performance Index* (EPI)<sup>213</sup>. Malgré une amélioration de 7 places de son EPI par rapport à l'année précédente (score de 40,83% et 124<sup>e</sup> sur 178)<sup>214</sup>, le pays se trouve toujours dans la zone rouge des pays les moins bien notés avec un classement de 117 sur 180.

Cependant, un indicateur basé sur une moyenne nationale ne permet pas une bonne photographie de la situation socio-économique et physico-climatique à l'intérieur d'un pays. Certaines zones ou régions sont plus impactées que d'autres en fonction des réalités localisées. Les interactions société-nature, qui déterminent en grande partie les migrations internes, dépendent d'un ensemble de facteurs contextualisés comme illustré précédemment dans le chapitre 3. Par exemple, de fortes dualités socio-économique, politique, culturelle, environnementale, institutionnelle... entre zones rurales-urbaines et péri-urbaines subsistent

---

<sup>209</sup> Rapport disponible et téléchargeable sur le site du PNUD :

<http://www.undp.org/content/undp/fr/home/librarypage/hdr/2016-africa-human-development-report.html>, consulté le 02/04/2017.

<sup>210</sup> Voir : <http://www.undp.org/content/undp/fr/home/librarypage/hdr.html>, consulté le 02/04/2017.

<sup>211</sup> Pour plus de détails voir : <http://gsd.spc.int/environmental-vulnerability-index> consulté le 26/07/16.

<sup>212</sup> Selon le WRI (2015) le Sénégal à un pourcentage global de 10,89 dont 17,57% d'exposition, 62,00% de vulnérabilité, 46,77% de susceptibilité, 80,33% de manque de stratégies de lutte et 58,90% de manque de stratégies d'adaptation. Pour Plus de détail voir le rapport sur le lien :

[http://www.worldriskreport.org/fileadmin/WRB/PDFs\\_und\\_Tabellen/WRR\\_2015\\_engl\\_online.pdf](http://www.worldriskreport.org/fileadmin/WRB/PDFs_und_Tabellen/WRR_2015_engl_online.pdf) notamment les pages 63-66.

<sup>213</sup> Le rapport final 2015 de l'EPI avec classement et score disponible : [https://issuu.com/2016valeepi/docs/epi2016\\_final](https://issuu.com/2016valeepi/docs/epi2016_final) consulté le 26/07/2016.

<sup>214</sup> Pour plus de détails en 2014 voir : <http://archive.epi.yale.edu/epi/country-rankings> consulté le 26/07/2016.

dans le monde en développement. La vulnérabilité systémique n'est pas distribuée de façon linéaire contrairement à ce que laisseraient penser les différents scores ci-dessus sur le Sénégal. Certes, ces scores ont permis de sensibiliser sur les différents risques pays (économiques et climatiques) mais, il devrait être poussé à un niveau d'échelle moins global que celui national pour tenir compte des disparités/réalités spatiales. Cela permettrait, dans le contexte du changement climatique, un ciblage prioritaire des actions publiques à l'intérieur d'un pays sur les populations les plus exposées et qui sont généralement les moins résilientes aux impacts du climat car présentant des vulnérabilités initiales élevées<sup>215</sup> (section 4.3).

Partant de notre cadre heuristique des migrations dans un contexte de vulnérabilité exacerbée par le changement climatique au Sénégal (voir chap. 3, tableaux 7 et 8), nous proposons de conceptualiser et de calculer un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM) ou systémique (du système socio-écologique) explicatif des migrations interrégionale au Sénégal à la suite de modifications des conditions de vie dans un contexte de changement climatique. Ce travail est d'autant plus pertinent qu'il permettra, d'une part, de valider empiriquement l'accord de la littérature théorique, par exemple Adger (2006 et 2010), Ribot (2010), Tacoli (2011), McLeman (2013), Hunter et Narowzski (2016), sur les effets indirects du changement climatique sur les migrations à travers la détérioration des conditions de vie des populations. Les migrations seraient amplifiées par le changement climatique et ses effets négatifs notamment en absence de politiques efficaces. Et, d'autre part, instrumenter notre problématique par un IRVM permettrait, au lieu de situer la responsabilité des Etats dans le changement climatique et les migrations qui en découleraient, un des facteurs d'achoppement dans la mise en place d'un cadre juridico-politique international (chap. 1, section 1.4), de fonder l'analyse sur la mobilisation de savoirs formels (un ensemble de variables objectivables et quantifiables) (Boudia et Domertain, 2014). Mais également, à un niveau national, de se doter d'un outil de ciblage de politique moins basé sur le critère de l'accessibilité géographique des localités (Tacoli, 2011).

Dans ce chapitre, nous montrons que les flux de migration interrégionale sont plus intenses dans les régions présentant un IRVM plus élevé. Toutefois, nous signalons que le calcul d'un IRVM n'est pas assimilable à un score de migrations induites par le changement climatique. Il nous permet d'apprécier le rôle accélérateur dans le temps (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et

---

<sup>215</sup> Comme mentionné dans le chapitre 3, section 3.3, ces populations souvent rurales et pauvres présentent une dépendance forte aux conditions climatiques à cause notamment de l'agriculture pluviale principale source de revenu. Cette vulnérabilité préexistante est reflétée également par le manque de diversification économique et la dépendance à un écosystème fragile (services éco systémiques). D'ailleurs, Sen (1981) parle de filet de sécurité que constitueraient les revenus/services issus de l'environnement naturel.

2013) du changement climatique dans la détérioration des conditions de vie des populations et *in fine* l'adoption de la migration comme stratégie d'adaptation (voir figure 21). Par conséquent, dans un contexte de changement climatique, plus l'IRVM, socio-économique et physico-climatique, est élevé dans une région, plus les populations seront enclines à déployer la migration comme stratégie d'ajustement, d'une part, en absence de toutes politiques de réduction des causes de la vulnérabilité et, d'autre part, si elles ne tombent pas dans une trappe à non migration (immobilité).

Sur le plan méthodologique, comme mentionné plus haut, plusieurs indicateurs existent toutefois, ils focalisent le calcul soit sur le sous-système social (coût socio-économique) ou soit sur le sous-système écologique (dégradation physico-climatique). Un indicateur de vulnérabilité du système socio-écologique reste l'exception. La mobilisation du cadre conceptuel vulnérabilité systémique aide à une meilleure compréhension et explication des interactions climat-migrations. Dans ce qui suit, nous essayons de ressaisir l'ensemble des interactions déterminantes (tableau 8) pour proposer la conceptualisation et le calcul d'un indicateur régional de vulnérabilité plus à même de prendre en compte les réalités socio-écologiques inhérentes à toute action de migrer dans un contexte de changement climatique. La conception de notre IRVM s'inspire de travaux existants notamment de l'EVI du *CPD-UN* et du PVCCI du CERDI.

Dans la première section de ce chapitre, une revue critique de la littérature sur les indicateurs socio-économiques et physico-climatiques est présentée. Dans la section suivante, nous présentons notre indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM). Une troisième section présente et discute les résultats. Nous mettons en évidence les différents niveaux d'intervention prioritaire par région.

## **5.2. Revue critique de la littérature des indicateurs de vulnérabilités économiques et physiques**

A la fin des années 1999 et début des années 2000, date tournante des calculs d'indicateur de vulnérabilité socio-économico-environnemental, Kaly et *al.*, (1999) dénombraient 15 études s'intéressant aux vulnérabilités des pays par rapport aux risques d'origine naturelle ou anthropique de la variable environnement, au sens large. Cette vulnérabilité faisait davantage référence aux coûts socio-économiques (Briguglio 1995, 1997 ; Chander, 1996, Pantin, 1997 ; Adger 1996 et 1998 ; O'Brien et *al.*, 2004 ; Briguglio et *al.*, 2009). La vulnérabilité spécifique de l'environnement -dégradation ou rupture de l'équilibre ou encore variabilité/changement

climatique- n'est souvent pas étudiée à l'exception de quelques travaux comme ceux de Ehrlich et Ehrlich (1991) et Atkins et *al.*, (1998). Récemment les travaux du GIEC (2007 et 2013), du CILSS/Agrhymet (2011), le livre référence de Sultan et *al.*, (2015) et Décroix et *al.* (2015), s'intéressent de plus en plus à la vulnérabilité physique. A contrario, sur le plan socio-économique, les indicateurs de vulnérabilité foisonnent et le plus couramment utilisé reste l'indicateur de développement humain (IDH), élaboré par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD, 1990)<sup>216</sup> à partir des travaux des économistes Amartya Sen et Mahbub ul Haq. Ce dernier allait au-delà de l'augmentation du revenu ou élargissement de la production, il se focalise sur le bien-être (Sen, 1970, 1979a&b, 1982,1983, 1984, 1985, 1992, 1993, 1999, 2002 et 2003)<sup>217</sup>.

Le recours à un indicateur, en particulier un indicateur de vulnérabilité physique, devrait permettre de déterminer les zones les plus vulnérables face à la menace climatique. En effet, l'indicateur est une batterie d'informations qui devrait permettre de décrire (dans le cas climatique) :

- la fréquence et l'intensité des risques inhérents aux événements environnementaux ;
- l'exposition ou la capacité de résilience du milieu et des répercussions sur les systèmes socio-écologiques ;
- la perte possible de services écosystémiques ;
- la prévision des conditions de vie en fonction de l'évolution structurelle ou conjoncturelle du risque.

En somme, il permet de prendre en compte l'ensemble des risques probabilisables. De ce fait, l'indicateur de vulnérabilité retenu doit remplir un certain nombre de conditions (Kaly et *al.*, 1999) dont : intuitivement compréhensible, impartial, comparable entre pays ou zones, indices différents selon les pays ou zones, applicable à différents niveaux (Etats, Régions, départements, communes...), adaptable selon l'indicateur utilisé et non directement le pays et, enfin, présentable sous un seul format.

Qu'il soit socio-économique ou physico-climatique, il existe globalement trois niveaux d'analyse des indicateurs de vulnérabilité. D'abord, la vulnérabilité micro : l'individu est au cœur de l'analyse (holindividualisme) et cette forme de vulnérabilité renvoie à un manque de

---

<sup>216</sup>Voir : <http://hdr.undp.org/fr/content/indice-de-d%C3%A9veloppement-humain-idh>. Consulté le 28/07/16.

<sup>217</sup> Pour une meilleure compréhension de Sen et sa démarcation par rapport à la théorie utilitariste voir : Monnet, E., (2007). « La théorie des capacités » d'Amartya Sen face au problème du relativisme », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, mis en ligne le 18 avril 2008. Disponible sur : <https://traces.revues.org/211> , consulté le 28/07/16.



moyens pour faire face aux risques et ainsi répondre aux impacts. Ensuite, celle macro faisant référence aux économies nationales. Elle s'est construite sur la base de la fonction de vulnérabilité du GIEC (2007). Selon Guillaumont (2015b), la vulnérabilité macroéconomique d'une nation traduit le risque d'endommagement (*harmed*) ou d'affectation négative par des événements ou chocs idiosyncratiques. Et enfin, la vulnérabilité méso issue des approches théoriques de l'économie géographique et de la nouvelle économie internationale. Elle donne une vision localisée (branche, secteur, territoire etc...). Cependant, à l'intérieur même du niveau considéré, les conceptions ne font pas l'unanimité entre les économistes<sup>218</sup>. Elles sont hétérogènes.

Depuis le début des années 2000, le calcul d'indicateur de vulnérabilité climatique foisonne. A cette phase balbutiante, les indicateurs étaient exclusivement focalisés sur l'évolution du climat<sup>219</sup> (changement et variabilité), l'évaluation des impacts en termes de vulnérabilité n'était pas encore intégrée (Simonet, 2011). Les manifestations et interactions entre sous-système nature et sous-système humain ne sont pas prises en compte en dépit du fait que le climat ait été considéré comme une problématique majeure à laquelle les sociétés humaines devront faire/face durant le 21e siècle (NU, 2013 ; GIEC, 2001, 2007, 2013). Dans ce sillage, les Nations Unies (2011), l'Université des Nations Unies pour l'environnement et la sécurité humaine (UNU-EHS), et l'*Alliance Development Works* publient un rapport dans lequel il est calculé un indice mondial de risque : le WRI (*World Risk Index*<sup>220</sup>). Ce dernier résulte de la vulnérabilité des sociétés aux risques naturels. Autrement dit, c'est un index composite d'exposition, de sensibilité et de capacités adaptatives aux désastres naturels de 28 variables, d'exposition humaine aux risques liés aux catastrophes naturelles dont principalement le changement climatique. Outil politique d'aide à la décision couvrant 173 pays sur 192, le WRI a été élaboré dans un contexte de préoccupation croissante de ce que l'IDMC a appelé les « réfugiés climatiques ». Toutefois, cet indicateur reste complexe et son opérationnalisation délicate. Car, d'une part, la délimitation entre ce qui est naturel et anthropique dans le changement climatique est complexe. Ce qui fait des effets de contagion ou effets papillon entre le sous-système écologique et celui humain. Et, d'autre part, il est trop

---

<sup>218</sup> Voir : Hugon, P. (2016). « Les trappes à vulnérabilité et les catastrophes : niveaux d'analyse et approche systémique ». *Communication*, Colloque XXXIIe journée du développement ATM, Lille, Juin. Consultable (25/07/16) sur : <http://www.mondesendveloppement.eu/medias/files/111719.pdf>

<sup>219</sup> Les travaux les plus connus dans ce sens sont ceux du GIEC (2001 et 2007). Par ailleurs, Nous pouvons citer également les travaux de Baettig *et al.* (2007) sur le *Climate Change Index* (CCI), ceux de Diefenbaugh *et al.* (2007) et Giorgi (2006) sur les *National Climate Change Indices*.

<sup>220</sup> Pour plus de détails : <http://www.worldriskreport.org/> et pour les détails techniques (conception, rangs et graphiques...) voir : <http://www.uni-stuttgart.de/ireus/Internationales/WorldRiskIndex/>

englobant dans sa conception. Tous les facteurs possibles et mesurables d'une vulnérabilité des systèmes socio-écologiques ont la vocation d'être intégrés. Or, les données ne sont pas toujours disponibles. Certains indicateurs, la santé et la vulnérabilité environnementale, doivent être physiquement mesurés et d'autres, à cause de leurs caractères hétérogènes, ne sont pas quantifiables avec nos unités de mesure. Cette situation a poussé la communauté scientifique vers une nouvelle approche des indicateurs de vulnérabilité.

Ainsi, dans ce qui suit nous allons présenter et discuter les principaux indicateurs de vulnérabilité respectivement socioéconomique de ceux physico-climatiques.

### **5.2.1. La vulnérabilité socio-économique**

Sur le plan socio-économique, il existe un ensemble d'indicateurs ou indices mais, la plupart a été conçue dans l'objectif de se doter de critères de classification des pays, en particulier d'identification des pays les moins avancés (Comité des Politiques de Développement (CPD-UN/DESA<sup>221</sup>) et de prévenir les risques macroéconomiques. Dans le premier cas, en 1971, le produit intérieur brut par habitant (PIB/hbt) est retenu comme indicateur économique de développement et plus récemment le revenu national brut (RNB), l'indice du capital humain (ICH), l'Indice de développement humain, le niveau de pauvreté monétaire... Dans le deuxième cas, la vulnérabilité économique renvoie à la solidité macroéconomique de l'économie nationale. Et à cet effet, il est couramment utilisé les indicateurs de la dette extérieure et intérieure, les indicateurs d'adéquation des réserves, les indicateurs de solidité financière, les indicateurs du secteur des entreprises. Ces derniers sont particulièrement suivis par le Fonds Monétaire International (FMI) pour déterminer le niveau de vulnérabilité économique d'un pays. Au fil des années, les critères ou indicateurs ont été redéfinis en prenant en compte toutes les préoccupations du développement<sup>222</sup> et notamment celles environnementales. Même s'il n'intègre pas la dimension environnementale, l'IDH demeure l'indicateur phare et qui illustre le désir de rompre avec la vision restreinte du développement à un aspect uniquement quantitatif, le PIB.

Ces indicateurs de vulnérabilité [socio] économique ou critères de classification des pays ou de prévention des risques, sont en grande partie constitués par le niveau de revenu du pays,

---

<sup>221</sup> Pour plus de détails : [http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc\\_criteria.shtml](http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc_criteria.shtml) consulté le 02/08/16.

<sup>222</sup> Le développement est pris dans une perspective plus large par le CPD. Ainsi, les critères ou indicateurs économiques intègrent les aspects quantitatifs mais également qualitatifs du développement dans le calcul. Le revenu qui a été le critère fondamental est associé à un ensemble de variables nouvelles apportées par la recherche sur le développement économique et la vulnérabilité des pays.

endogène à l'économie nationale et par définition conjoncturelle. Or, d'une part comme le souligne Guillaumont (2008, p.3) : « *la vulnérabilité est le produit de trois éléments : l'ampleur de ces facteurs, généralement identifiés comme des « chocs », l'exposition du pays à ces chocs et la faible résilience, c'est-à-dire la faible capacité à y faire face ou à les gérer. Dans une large mesure la vulnérabilité des pays à faible revenu est structurelle, indépendante de la volonté du pays, notamment pour ce qui concerne les chocs et l'exposition aux chocs ; dans une moindre mesure elle est aussi politique, donc susceptible d'être modifiée par la volonté du pays, ce qui est notamment le cas de la résilience. S'agissant des « chocs » exogènes, ils s'analysent pour une grande part en termes d'instabilité. C'est pourquoi nous nous attachons ici à l'impact des facteurs exogènes d'instabilité.* ». Ainsi, la vulnérabilité socio-économique d'un pays se définit par rapport à un événement exogène<sup>223</sup>. C'est l'une des principales sources d'inégalité entre les nations mais, également, entre les différentes localités d'un même territoire. D'autre part, à travers ce que Briguglio (2003) appelle « *the Singapore paradox* »<sup>224</sup> qui met en évidence le paradoxe qui peut exister entre niveau de revenu élevé et vulnérabilité socio-économique du pays aux chocs. En réalité, comme le soulignent Briguglio (2003) et Briguglio et al., (2008 et 2009), les indicateurs économiques ne sont pas des indicateurs de vulnérabilité mais juste une composante. Par conséquent, il est évident que les indicateurs basés sur le niveau de revenu ne sont pas toujours pertinents pour capter le niveau de vulnérabilité des économies face aux chocs. Les économies des pays en développement sont particulièrement vulnérables au changement climatique (Dayton-Johnson, 2006 ; BM, 2014 et PNUD, 2014) alors, il devenait nécessaire de développer une approche structurelle de la vulnérabilité socio-économique des populations.

Sur demande de l'assemblée nationale des Nations Unies, l'*Economic Vulnerability Index* (EVI) [Indicateur de Vulnérabilité Economique (IVE)] a été développé en 2000 par le Comité des Politiques de Développement des Nations Unies (CPD-UN) [*the UN Committee for Development Policy*] afin de servir de critère de classification des pays les moins avancés (avec le Revenu National Brut (RNB) et l'Indice de Capital Humain (ICH)). L'IVE a été élaboré dans le but de capter l'ensemble des risques liés à différents chocs idiosyncratiques

---

<sup>223</sup> Selon les travaux du FERDI (Guillaumont 2009 ; Guillaumont et Simonet 2011 et Cariolle, Goujon et Guillaumont, 2015), la vulnérabilité économique ne dépend pas de la politique publique mais l'impact souvent négativement d'évènements exogènes ou chocs. C'est un des freins structurels au développement des pays les plus pauvres.

<sup>224</sup> Il montre la contradiction que constitue le Singapour. En effet, malgré le haut revenu par tête du pays, l'économie reste l'une des plus vulnérables aux événements exogènes/chocs au monde. Briguglio (2003, 2004) explique cette situation par la juxtaposition de la vulnérabilité économique et de la résilience économique. la vulnérabilité fait référence à tout choc ou événement exogène pouvant impacter l'économie nationale alors que la résilience constitue l'ensemble des moyens d'intervention publiques (politiques publiques) ou privées (agents privés) internes à l'économie nationale pour faire face aux chocs idiosyncratiques.

pouvant impacter le développement économique d'un pays. A cet effet, dans sa conception l'indice appréhende, à travers les trois principales composantes de la vulnérabilité (exposition, sensibilité (ampleur) et résilience (adaptation)), les causalités structurelles entre les événements exogènes et le développement économique tout en prenant en compte les effets directs sur la pauvreté (Guillaumont, 2008 et 2009). Toutefois, étant donné que l'indice s'intéresse à la vulnérabilité structurelle (effets négatifs des chocs exogènes), seules les deux composantes, ampleur et exposition, mesurant respectivement la magnitude des chocs et l'exposition des pays auxdits chocs, sont retenues dans le calcul. Il ne prend pas en compte la résilience qui est un facteur conjoncturel et endogène car dépendant fortement des politiques mises en œuvre et du niveau de développement des pays.

Plusieurs études mettent en évidence la vulnérabilité des économies en développement face aux chocs exogènes (Ramey et Ramey, 1995 ; Gunning, 2005 ; Miguel, Satyanath et Sergenti, 2004 ; PNUD, 2014, PNUE, 2014, BM, 2014). Par exemple, les désastres naturels (inondations, tremblements de terre, cyclones...) se traduisent souvent par des dommages en termes de victimes humaines, de dégâts matériels et financiers ; la variabilité ou le changement pluviométrique induit un manque de maîtrise des calendriers agricoles et par conséquent une baisse de la productivité ; des variations de prix sur le marché mondial impliquant des conséquences sur la balance commerciale de ses pays, souvent *pricetakers* ; des dégradations du milieu naturel impactent les surfaces agricoles et les conditions de vie des population... Et, l'exposition des pays en développement dépend de la position géographique du pays (isolement), de la structure de l'économie du pays (dépendance du secteur primaire agricole à la pluviométrie) mais aussi de la structure démographique qui peut influencer positivement ou négativement dans l'amortissement des chocs (Rodrik, 1999 ; Alesina et Spolaore 2005 ; Winters et Martins, 2004).

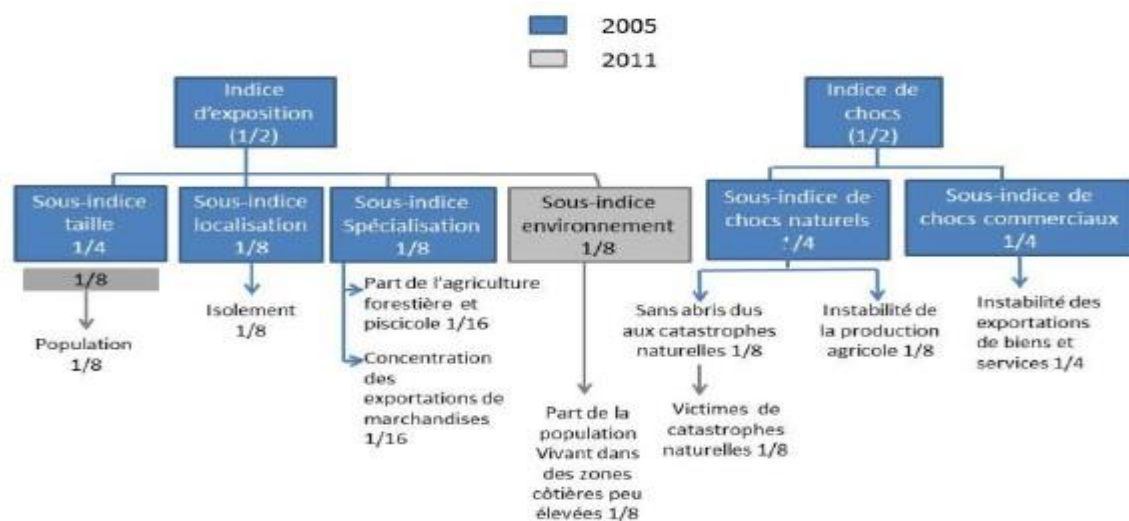
La vulnérabilité aux événements exogènes se traduit par une instabilité et une pauvreté croissante des populations. Arguant dans ce sens, Ben Saad (2016), à travers une étude empirique basée sur 133 pays sur une période de 33 ans (1980-2012), montre la corrélation positive et étroite entre le taux de pauvreté et les IVE des pays considérés. Et, ce constat est particulièrement visible dans les pays africains.

Faisant l'objet d'une attention particulière (Naude et *al.*, 2014), l'indice de vulnérabilité économique (EVI) qui est un indicateur composite, a fait l'objet de trois révisions dont une majeure et une mineure respectivement en 2005 et 2011 (Guillaumont, 2008, 2013 et 2015b ;

Feindouno et Goujon, 2016 ; Cariolle et Goujon, 2013 ; UN-CDP). Cependant, l'EVI présente quelques limites majeures. D'abord, il est juste calculé à un niveau macroéconomique (la nation). Et de ce fait, il donne une vulnérabilité économique moyenne du territoire. L'EVI ne prend pas en compte les disparités pouvant exister entre différentes zones d'un même pays aussi bien sur le plan de l'exposition aux chocs que sur la résilience/adaptation aux événements exogènes. Ensuite, comme le soulignent Cariolle et Goujon (2013), il se pose un problème dans le changement des méthodes de calcul et la mise à jour des données en dépit de l'utilisation de l'EVI rétrospectif<sup>225</sup> pour y remédier. Et enfin, au-delà de la nécessité de revoir certaines composantes de l'EVI, leur pertinence reste une question partagée au sein de la communauté scientifique.

La représentation suivante est faite de l'EVI<sup>226</sup> :

Figure 28: Composantes de l'EVI version 2005 et 2011



Source: travaux du FERDI sur les indicateurs de vulnérabilité

Partant de ce travail et ses limites, nous allons conceptualiser un indicateur régional de vulnérabilité pour les différentes régions du Sénégal qui sera plus à même d'expliquer les contraintes socio-économique qui pèsent significativement sur les conditions de vie des populations et en particulier, les transformations sociétales qui peuvent en résulter notamment en termes de migrations internes des populations. Etant donné que les populations migrent

<sup>225</sup> Cette méthode de calcul de l'EVI dite rétrospective est basée sur une définition constante de l'indicateur et des séries de données historiques des composantes. Ainsi, les travaux du CERDI mettent à jour tous les trois ans l'indicateur en se basant sur la définition retenue par l'UN-DESA dans la revue triennale de la liste des PMA.

<sup>226</sup> La FERDI a lancé depuis décembre 2014 un outil permettant à tout un chacun de calculer des IVE de tous les pays. Pour plus de détails consulté : <http://byind.ferdi.fr/>

sous la contrainte de plusieurs facteurs d'ordre socio-écologique, nous allons élargir notre indicateur en intégrant les dimensions physico-climatiques qui exacerbent généralement la vulnérabilité. Pour ce faire, nous allons d'abord nous intéresser aux indicateurs de vulnérabilité physico-climatique à travers une revue critique de la littérature des différentes composantes.

### **5.2.2. La vulnérabilité physico-climatique ou écologique**

Nous allons davantage porter l'attention sur trois indicateurs, ESI, EVI et PVCCI, innovateurs et particulièrement utilisés. Ce qui nous permettra de mettre en relation les composantes retenues par la littérature avec nos proxys des interactions de notre cadre heuristique (tableaux 7 et 8) des déterminants des migrations au Sénégal.

- ***Environmental Sustainability Index (ESI)***. Les universités de Yale (*Yale Centre for Environmental Policy and Law*) et de Columbia (*New Haven and Centre for International Earth Science Information Network (CIESIN)/Columbia University, New York*)<sup>227</sup> en collaboration avec le Forum Économique Mondial de Davos (GEF), publient annuellement un indicateur composite dont l'objectif est de mesurer et de classer quantitativement les performances environnementales de 142 pays. Cet *Environmental Performance Index (EPI)* est la moyenne de sept variables sous-jacentes intégrées à 21 indicateurs de base allant de la qualité de l'air, de l'eau, la dégradation des terres, les écosystèmes, les politiques environnementales... aux ressources naturelles. À terme l'EPI devrait permettre d'améliorer les bases de données empiriques sur les mesures de la protection de l'environnement mais, également, son évaluation analytique. Toutefois, cet indicateur reste hautement subjectif et politique. À cet effet, l'Agence Environnementale Allemande affirme : *"The authors of the Environmental Performance Index have very consciously conceptualised the Index as a political index, which aims at stimulating an international debate about sound analytical methods and methodologies and how to gauge the environmental performance of states on a quantitative and cross country basis. Moreover, the authors strive very much to draw attention to the hitherto deficient international data basis for numerous environmental substances and problems and to highlight the necessity for improvements of statistical data collection and indicators."* (FEA, 2008, p. 4). Depuis sa première publication en 2001, l'ESI a

---

<sup>227</sup> Voir site internet : <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/esi/>

évolué en *Environmental Performance Index*<sup>228</sup> (EPI), mais les modifications sont peu significatives quant aux scores et rangs des pays. Toutefois, malgré son objectif en substance de visualiser les dégradations environnementales et sa soutenabilité en affectant des scores aux pays, l'ESI laisse beaucoup à désirer. En effet, deux niveaux de critique sont souvent soulevés (Jha et Murthy, 2003). Premièrement, sur le plan philosophique, l'ESI ne donne pas toutes les réponses sur la classification des variables, leur spécification et le codage des variables. Et, deuxièmement, sur le plan empirique trois problèmes méthodologiques se posent : l'agrégation, les causes à effet et la pondération<sup>229</sup>. En somme, cet indicateur ne remplit pas toutes les qualités d'un bon indicateur. Il n'est pas « SMART <sup>230</sup> ». Sa conception est complexe avec les 20 indicateurs qui le composent.

- **L'indicateur de vulnérabilité environnemental (EVI).** A la base cet indicateur a été développé pour les petits Etats insulaires en développement (*Small Island Developing States-SIDS*) situés principalement dans trois zones géographiques<sup>231</sup> et qui sont les principaux terrains d'observation du changement climatique et ses impacts socio-écologiques dont les migrations. Partant sur la base d'un bien-être des populations, *the South Pacific Applied Geoscience Commission* (SOPAC) et le PNUE, en collaboration avec des partenaires<sup>232</sup>, développent l'EVI. Ce dernier est une mesure qui caractérise la gravité relative de différents phénomènes environnementaux qui impactent les Etats-nations. La vulnérabilité correspond aux endommagements et dégradation subis par l'environnement suite à des processus naturels et humains tels que la météo et la pollution (Kaly et al., 2003). Mais dans sa phase I, les événements et processus intensifs (sécheresse, tsunamis et impacts anthropiques) étaient plus retenus. Le but de l'EVI était de proposer une réponse rapide et efficace sur la vulnérabilité d'une façon générale et en particulier d'identifier des solutions appropriées aux trois piliers de l'EVI. Ses derniers constituent les trois sous-indices : le

---

<sup>228</sup> Yale Center for Environmental Law & Policy / Center for International Earth Science Information Network at Columbia University. "[EPI 2014: Summary for Policymakers](#)"(PDF). EPI Yales. Retrieved 2014-12-02. "[Data / Environmental Performance Index - Development](#)". Yale. January 23, 2016. Retrieved January 23, 2016.

Dont les derniers rapports sont téléchargeables sur : <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/epi>

<sup>229</sup> L'ESI est critiqué sur le plan méthodologique à cause notamment de problèmes pouvant relever de : (i) de multicolinéarité entre les différentes variables ; (iii) de l'utilisation de pondérations égales entre les différents indicateurs car il ne procède pas à une analyse en composantes premières (ACP) ; (iv) les valeurs aberrantes ne sont pas traitées dans le calcul ; (v) l'ambiguïté de l'indice (changement de signe).

<sup>230</sup> Ce mot, signifiant intelligent en anglais, est en effet un mnémotechnique : **S**ignificatif : il doit avoir une importance dans l'action à mener ; **M**esurable : il doit pouvoir être mesurer facilement et surtout de manière fiable. ; **A**ceptable : il doit être accepté par le ou les personnes qui vont se voir appliquer cet indicateur ; **R**esponsable de l'indicateur : le responsable doit être clairement identifié et **T**emporellement défini : il est indispensable de donner une date butoir pour atteindre les objectifs.

<sup>231</sup> Le Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies (United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA) en liste 58 Etats insulaires en développement (dont 38 membres des NU et 20 non membres) situés dans les 3 zones principalement selon leur représentativité (nombre) : Caraïbes, Pacifiques et Afrique, Océan Indien, mer méditerranée et orientale de la Chine (AIMS).

Pour plus de détails voir : <http://unohrlls.org/sids/43/>

<sup>232</sup> Voir le secrétariat général de la communauté Pacifique (EVI) : <http://gsd.spc.int/index.php/environmental-vulnerability-index>

risque, la résistance et le dommage. Par conséquent, l'indicateur est fondé sur la définition de la vulnérabilité du GIEC (2007). Dans son calcul, pas moins de 50 indicateurs – qualitatifs et quantitatifs sur différents niveaux- sont jugés pertinents. Ce qui pose un problème d'hétérogénéité. Pour y remédier, six catégories ou thèmes sont définis dans le dispatching (changement climatique, biodiversité, eau, agriculture et pêche, santé humaine, désertification, exposition aux risques naturels<sup>233</sup>). Comme le soulignent Kaly et Pratt (2000), l'EVI a été développé pour décrire la vulnérabilité des milieux naturels à l'échelle des Etats entiers via une série de risques naturels et humains. Et à cette fin, il utilise une approche en indicateur et index. Dans sa conception, l'EVI a connu 3 phases (Barnett et al., 2008)<sup>234</sup>. Sa logique est de fournir un aperçu global de la vulnérabilité environnementale d'un pays. Sachant que l'environnement est défini comme: "*those biophysical systems that can be sustained without human support*" (Kaly et al., 2004, p.35). Par la suite, les auteurs passent de l'EVI à *Enviornmental Vulnérability Index to Climate Change* (EVI-CC). Toutefois, l'idée générale reste la même.

Comme l'EPI précédemment étudié, l'EVI souffre des mêmes carences. Son mode de calcul, alternant variables qualitatives et quantitatives, est difficile. D'un côté, les variables utilisées, hétérogènes et parfois arbitraires, montrent que l'EVI va au-delà de la vulnérabilité physique. Il intègre les facteurs socio-économiques du pays. D'un autre côté, comme la plupart des indicateurs de ce genre, une subjectivité dans l'affectation des scores est observée, les effets à long et court termes ne sont pas différenciés, la valeur de l'indice est étroitement liée à l'indicateur choisi et l'indice, lui-même, renseigne sur une vulnérabilité moyenne du pays tout en oubliant les disparités internes particulièrement marquantes dans les pays en développement.

Parallèlement à ces deux indicateurs les plus connus et usités, des chercheurs, dans le double objectif de fournir une mesure de la vulnérabilité au changement climatique et la différenciation des impacts selon les contextes, ont développé un ensemble d'indicateurs. Parmi ces derniers, nous pouvons citer : les indicateurs de Downing et al., (1996), *the Index of Human Insecurity*; de Lonergan et al. (1999), *the Vulnerability-Resilience indicators*; de Moss

---

<sup>233</sup> Voir <http://www.vulnerabilityindex.net/2015/05/31/evi-calculator-2/>, consulté le 26/07/16.

<sup>234</sup> Barnett et al., (2008) mettent en évidence trois grandes phases. Une première phase, allant de août 1998 à février 1999, qui est la phase initiale durant laquelle les méthodes ont été développées et appliquées à l'Australie, le Fiji et le Tuvalu. Par la suite, l'EVI a été étendu à 15 pays et validé par des experts indépendants. La phase II va de mars 1999 à février 2000. Le but était de soumettre l'EVI à validation auprès des pairs ; créer une base de données pour les pays insulaires en développement du Pacifique et aller plus loin dans la validation du modèle. Et, enfin une phase III dont l'idée était de mondialiser ou globaliser l'EVI lors de la conférence de Genève en aout 2001.



et al., (2001), *the Predictive Indicators of Vulnerability*; de Books et al., (2005), *the Global Distribution of Vulnerability*; de Yohe et al., (2006a) ; l'indicateurs de Buys et al., (2009) et *the Indicator of Vulnerability to Climate Change* de Barr et al., (2010). Toutefois l'ensemble de ces indicateurs souffre des mêmes limites. Leur aspect englobant qui ne permet pas de prendre en compte les effets du climat sur les transformations sociétales de façon contextualisée. Gall (2007) puis Fussel (2009 et 2010), à travers des études comparatives, mettent en avant l'instabilité des indices et/ou indicateurs. Cette instabilité serait inhérente à leur grande sensibilité aux *proxys* et à l'approche retenue. Ce qui implique que dans notre étude des effets du climat sur les migrations en termes de vulnérabilité systémique (socio-écologique), nous devons définir nos proxys selon les contextes spatio-temporels considérés (chapitre 3).

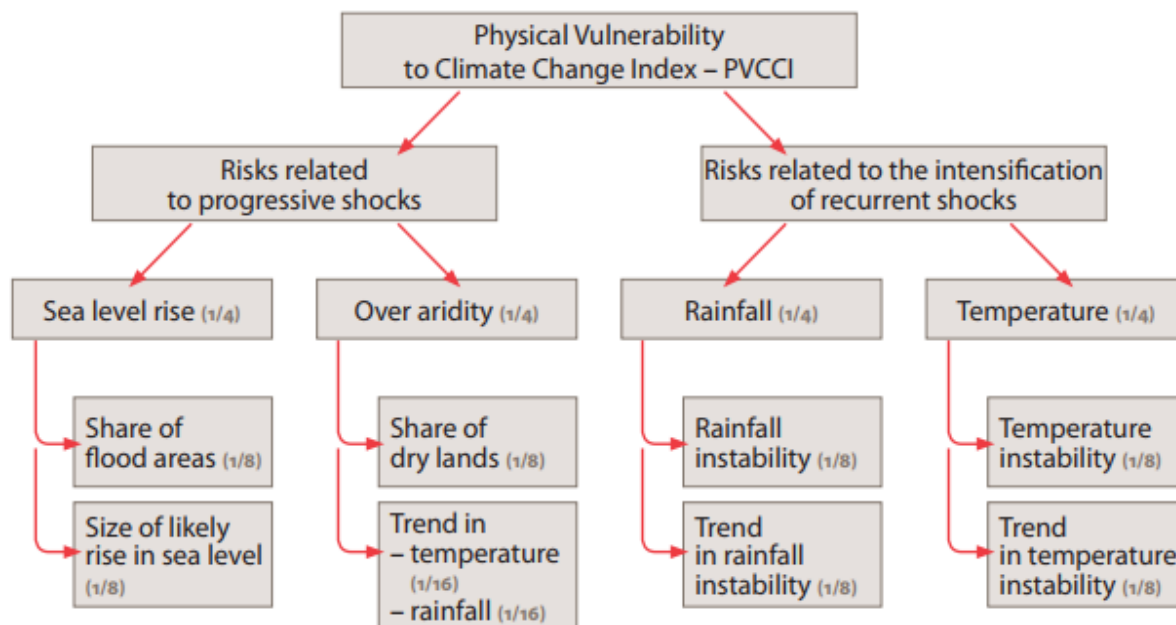
L'approche avec un indicateur national est peu pertinente car les effets du climat ne sont pas linéaires sur un territoire national (Eakin et Luers, 2006). Ceci pose un problème d'utilisation dans un travail empirique cherchant à apprécier les effets du climat sur les migrations interrégionales basée sur une approche de vulnérabilité multidimensionnelle. En effet, ces indicateurs, qui sont des moyennes nationales, vont distribuer linéairement les effets fixes et aléatoires du climat sur toute l'étendue du territoire national. Ainsi, toute tentative de détection différenciée d'une sensibilité des migrations interrégionales par rapport au climat serait biaisée. Cependant, depuis un certain nombre d'années, le FERDI dans ses travaux a mis en place un indicateur de vulnérabilité physique ou structurelle au climat afin de contourner certaines des limites évoquées ci-dessus. En effet, l'indicateur de vulnérabilité physique au changement climatique (*Physical vulnerability to climate change index*, PVCCI) marque un point de différence dans sa nature et sa forme<sup>235</sup>. Guillaumont (2012 et 2015b) souligne l'aspect du risque à long terme de changement des conditions géophysiques capté dans le PVCCI. Seul l'environnement naturel est pris en compte. Le coût économique du changement climatique n'est pas évalué. Il en est de même pour toutes les politiques publiques ou privées qui peuvent réduire la vulnérabilité ou accroître la résilience actuelle. Le PVCCI détermine le degré de vulnérabilité physique ou structurelle d'une zone à travers l'ensemble des risques imputés au climat et qui sont susceptibles d'altérer directement ou indirectement les conditions de vie des populations. L'architecture du PVCCI laisse apparaître

---

<sup>235</sup>Pour plus de détails se référer au travail fondateur : Guillaumont P. and Simonet C. (2011), "Designing an index of physical vulnerability to climate change", Ferdi Working Paper N°I 09. Disponible sur : <http://www.ferdi.fr/sites/www.ferdi.fr/files/publication/fichiers/B18.pdf> consulté le 06/09/2019. Voir également les travaux du Ferdi sur le PVCCI : <http://www.ferdi.fr/fr/programme-projet/vuln%C3%A9rabilit%C3%A9-au-changement-climatique>

deux natures essentielles du changement climatique (Guillaumont et Simonet, 2011a et b) qui, dans notre analyse, influencent différemment les processus migratoires : les événements climatiques récurrents et ceux progressifs<sup>236</sup> (voir chap. 1, sous-section 1.5.1).

Figure 29: Les composantes du PVCCI



Source: Guillaumont et Simonet, 2011a.

Le tableau 30 ci-dessous récapitule les différents indices présentés.

Tableau 30: Différents indices présentés: forces et faiblesses

| Indicateurs                   | Type de vulnérabilité mesurée : socio-économique ou physico-climatique | Forces principales                | Faiblesses   | Concepteurs   |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|--|---|
| <b>World Risk Index (WRI)</b> | Vulnérabilité aux désastres naturels                                   | Calculable pour 173 pays sur 192. | *Englobant : 28 variables ;<br>*Certaines variables non quantifiables ;<br>*Difficulté de distinguer part naturelle et anthropique des désastres | Université des NU pour l'environnement et la sécurité humaine (UNU-EHS) et Alliance Development Works |

<sup>236</sup> Pour plus de détails, se référer au travail fondateur : Guillaumont P. and Simonet C. (2011), "Designing an index of physical vulnerability to climate change", Ferdi Working Paper N°1 09. Disponible sur : <http://www.ferdi.fr/sites/www.ferdi.fr/files/publication/fichiers/B18.pdf> consulté le 06/09/2019. Voir également les travaux du Ferdi sur le PVCCI : <http://www.ferdi.fr/fr/programme-projet/vuln%C3%A9rabilit%C3%A9-au-changement-climatique>

|  |   |   |   |  |
|--|---|---|---|--|
| <b>Indice de développement humain (IDH)</b>  | Vulnérabilité socio-économique  | Indicateur phare de bien être (192 pays). Transparente et accepté au niveau international                                 | *Indicateur moyen de niveau de développement.<br>*Certaines variables de bien être manquants : sécurité, culture, environnement<br>*Fiabilité données basées sur statistiques nationale.  | PNUD à partir travaux Sen et UI Haq  |
| <b>Economic vulnerability index (EVI)</b>  | Vulnérabilité socio-économique structurelle (avec prise en compte chocs naturels)         | Calculable pour 172 pays  | *calculé à un niveau national : vulnérabilité moyenne<br>*problème dans le changement des méthodes de calcul ;<br>*pertinence des composantes   | The UN Committee for Development Policy  |
| <b>Environmental sustanaibility index (ESI) devenu Environmental Performanec Index (EPI)</b> | Vulnérabilité physico-climatique  | Calculable pour 142 pays  | *Complexité : 7 variables sous-jacentes à 21 posant ainsi des problèmes de : (i) de multicolinéarité entre les différentes variables ; (iii) de l'utilisation de pondération égale entre les différents indicateurs en ne procédant pas par une analyse en composantes premières (ACP) ; (iv) les valeurs aberrantes ne sont pas traitées dans le calcul ; (v) l'ambiguïté de l'indice (changement de signe). | Yale Centre for Environmental Policy and Law) et New Haven and Centre for International Earth Science Information Network (CIESIN)/Columbia University, New York) en collaboration avec le Global economic forum |
| <b>Environmental vulnerability index (EVI)</b>   | Vulnérabilité physique  | Instrument de réponse rapide et efficace sur la vulnérabilité sur les 3 piliers de l'EVI : risque, résistance et dommage. | *Complexité : pas moins de 58 indicateurs<br>*Mode calcul alternant variables quantitatives et qualitatives ;<br>*Pertinence des variables utilisées ;<br>*Pondération des scores ;<br>*Va au-delà de la vulnérabilité physique   | the South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) et le PNUE.  |
| <b>Physical Vulnerability to Climate Change Index (PVCCI)</b>                                | Vulnérabilité physique structurelle avec seule prise en compte de l'environnement naturel | Calculable pour plus de 152 pays<br>Séparation entre événement climatique intensif récurrents et ceux progressifs.        | *Répartition de la vulnérabilité de façon linéaire sur l'étendue du territoire  | CERDI/FERDI  |

Source : Auteur

Dans notre analyse des migrations dans un contexte de changement climatique au Sénégal, il est important d'avoir des indicateurs contextualisés pour une meilleure robustesse des résultats obtenus. A cette fin, une certaine rupture dans la conception et la nature des indicateurs de vulnérabilité suscités est indispensable. La migration est généralement le résultat en dernier ressort de la conjonction de plusieurs facteurs systémiques de détérioration des conditions de vie des populations (figure 21). Ainsi, la vulnérabilité régionale doit prendre en compte l'ensemble des variables/proxys déterminants du système socio-écologique à travers leurs interactions telles que définies dans les tableaux 7 et 8. A cet effet, les travaux sur les indicateurs de vulnérabilité économique (EVI) et physique ou climatique (PVCCI), constituent une alternative crédible. Cependant, lesdits indicateurs, EVI et PVCCI, fournissent des niveaux de vulnérabilité à l'échelle de la nation. Il convient de les amender à une échelle plus fine, celle des emprises physico-climatiques et des bassins migratoires.

Nous allons conceptualiser un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (socio-écologique) largement inspiré de l'EVI et du PVCCI dans son architecture. Toutefois, les composantes retenues sont celles de nos tableaux 7 et 8 des variables et interactions systémiques.

### **5.2.3. Conception d'un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle au Sénégal.**

Dans ce qui suit, nous procéderons à une contextualisation de la vulnérabilité multidimensionnelle afin de mieux capter les interactions systémiques dans les migrations interrégionales au Sénégal dans un contexte de changement climatique.

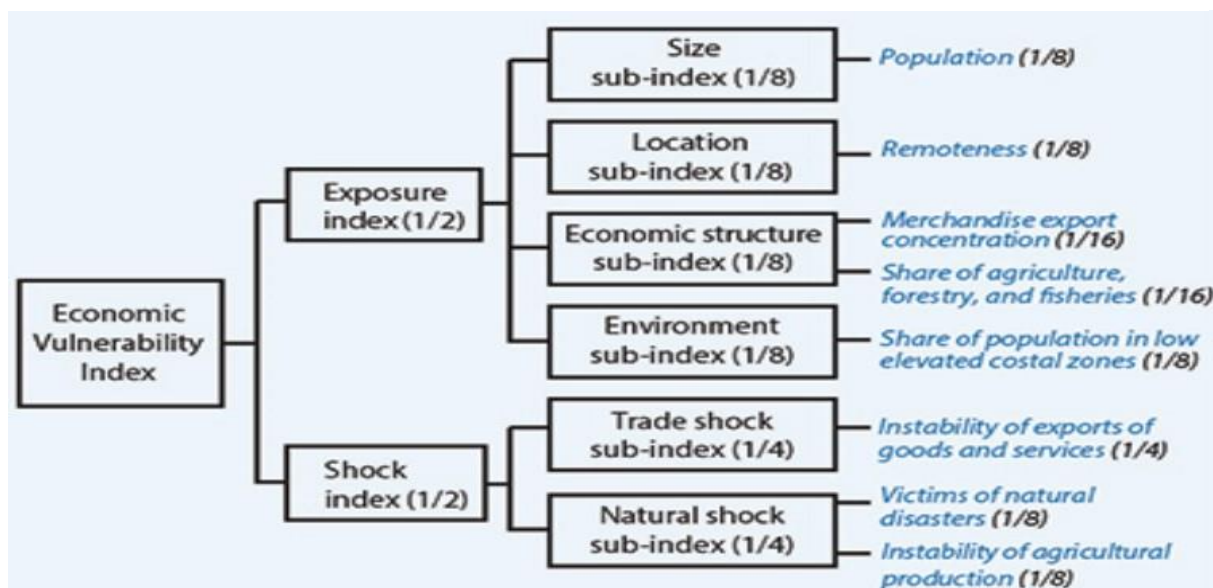
### **5.3. Principes méthodologiques de déclinaison en indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM)**

Un indicateur en soi n'est pas neutre. Il est déterminé par le choix des indicateurs. Le but de cet indicateur régional est de capter les interactions spécifiques à chacune des régions pouvant influencer sur les migrations internes à travers l'exacerbation de vulnérabilité. Ainsi partant de l'architecture de l'EVI-PVCCI, nous allons conceptualiser un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle plus adapté au contexte sénégalais en recourant aux différentes variables d'exposition et d'ampleur des événements déjà mises en évidence dans notre tableau 9.

### 5.3.1. Présentation des différentes composantes

S’inspirant de l’architecture de l’EVI (tableau 31 ci-après), qui présente la même architecture que l’PVCCI, nous allons décliner notre indicateur régional en intégrant une dimension physico-climatique.

Tableau 31: Composantes de l’EVI



Source: Architecture de l’UN-CDP.

NB : les chiffres entre parenthèse désigne le poids conféré à la composante dans l’EVI global.

Au total l’EVI regroupe huit composantes<sup>237</sup> dont cinq qui font référence à l’exposition (population, isolement, concentration des exportations, part de l’agriculture de la pêche et de la forêt, part de la population vivant sur la zone côtière menacée) et trois qui renvoient au choc (volatilité des exportations de biens et services, nombre de victime des désastres naturels et l’instabilité de la production agricole).

### 5.3.2. Déclinaison en un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM)

D’une part, l’IRVM aura le double objectif de capter simultanément l’ampleur des événements exogènes et l’exposition structurelle de la région à des chocs. Autrement dit, l’IRVM devrait intégrer tous les facteurs idiosyncratiques qui influencent sur le milieu en fonction des conditions de vie des populations. Il capte les interactions systémiques et dynamiques. Cela implique une certaine connaissance des facteurs exogènes probables

<sup>237</sup> Les explications ainsi que les sources de données des différentes composantes sont indiquées par l’UN-CDP sur ce lien : [http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc\\_definitions.shtml#19ii](http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc_definitions.shtml#19ii) consulté le 03/08/16.

déterminants pour chaque région (tableaux 7 et 8 et annexe 9 notamment appendice 1). Dans l'économie sénégalaise, ces facteurs sont globalement : le marché des biens de consommation et le climat/environnement à travers leurs différentes répercussions : exposition du secteur primaire agricole (exportation/production) ; la localisation des régions (éloignement du principal centre de décision politico-économique : Dakar) ; la taille de la population qui détermine la capacité de charge et la disponibilité des services éco systémiques en cas de déséquilibres climatiques ou de l'offre et la demande de biens et services (volatilité du marché mondial).

Partant de l'architecture du tableau 31, nous proposons quelques aménagements en nous référant à notre tableau 7 des déterminants des migrations au Sénégal dans un contexte de changement climatique. Ainsi, il s'agira de reprendre l'architecture générale mais, tout en contextualisant les sous indices de vulnérabilité à un niveau régional au Sénégal. Ainsi :

Indicateurs exposition : Il prend en compte les dimensions structurelles socio-économiques et environnementales de la vulnérabilité. Le rapprochement entre notre tableau 7 et l'EVI-PVCCI, nous a permis d'identifier quatre sous-indices et différentes composantes pertinentes selon les régions du Sénégal :

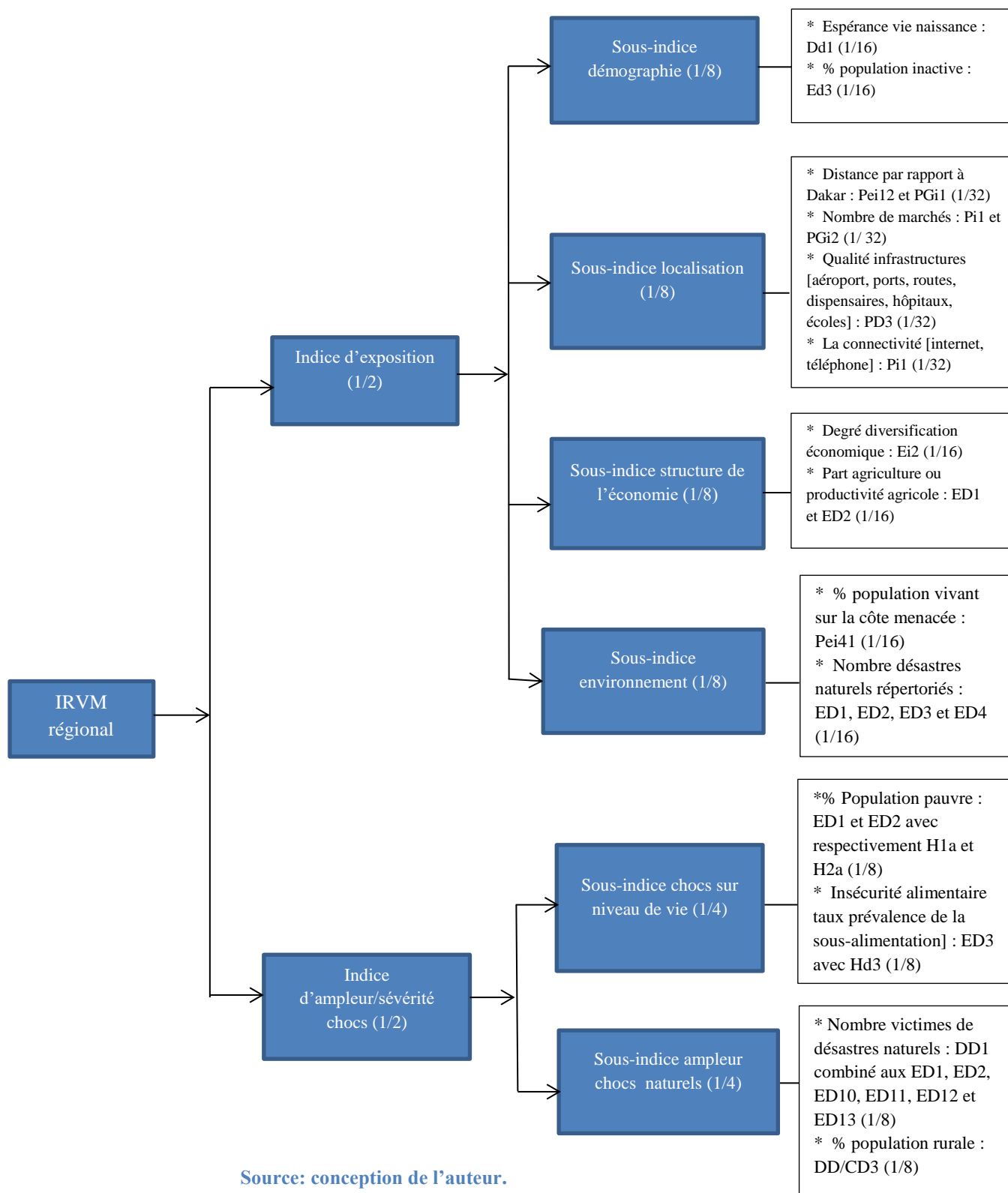
- a. La démographie (ou taille de la population) : deux composantes sont retenues l'espérance de vie à la naissance et la population inactive *i.e* celle en-deçà de 10 et au-delà de 65 ans (plus éventuellement les étudiants et élèves).
- b. Le positionnement géographique ou localisation : distance par rapport à Dakar (centre socio-économique et politique du pays) ; Nombre de marchés (accès au B&S), éventuellement nombre d'aéroports, de ports et de routes (accessibilité) et la connectivité (internet, portable...) ;
- c. Structure de l'économie régionale : degré de diversification, part de l'agriculture ou productivité agricole ;
- d. Environnement : part population vivant sur la côte, (éventuellement perte forêt), dégradation des sols) et nombre désastres naturels répertoriés.

Indicateurs ampleur : cet indicateur s'apparente à l'inverse de la capacité de résilience des populations. Il capte le manque de moyens d'adaptation ou l'ampleur/sévérité des chocs dans les régions. Deux sous-indices sont retenus.

- a. Chocs sur niveau de vie des populations : % de populations pauvres dans la région, l'insécurité alimentaire et le nombre moyen de personnes par ménage.

- b. Ampleur chocs naturels : nombre de victimes des désastres naturels et % de la population rurale.

Schéma 4: Adaptation IRVM régional partant du tableau 9 des variables explicatives de la migration interne au Sénégal



NB : les valeurs entre parenthèse indiquent le poids (pondération) de la composante dans l'IRVM total. Les indications : Dd, ED2, ED10, ED11, ED12, ED13 Pei12 et PGi1..., renvoient aux variables/proxys utilisés tels que nommés dans le tableau 7 des interactions au Sénégal.



## 5.4. De la conception au calcul de l'IRVM

### 5.4.1. Présentation des différentes sources de données utilisées

Une grande partie des données, à l'exception des données environnementales, provient de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD). Elles sont issues des recensements/enquêtes nationaux et des différents rapports sur la situation économique et sociale des régions, le suivi de la pauvreté et des priorités des ménages. Ces données sont celles officielles (Banque mondiale, FMI). Quant aux données sur les désastres naturels, les victimes et les coûts, elles proviennent de la base de données du CRED-EMDAT<sup>238</sup> de l'Université de Louvain la Neuve. Pour plus de détails sur les données utilisées et leurs calculs voir annexe 9. Toutefois, certaines données ne sont pas disponibles pour toutes les sous-périodes (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) et pour toutes les régions administratives du pays. Ainsi, les données manquantes ne seront pas remplacées et les sous-indices de vulnérabilité ainsi calculés ne prendront en compte que celles existantes. Quant aux scores sur la qualité des infrastructures, la connectivité et le degré de diversification économique, nous nous baserons sur les métas données fournies par le portail des services sociaux de base du Sénégal<sup>239</sup> (voir appendice 6 dans annexe 9).

Ce travail a permis de conclure sur la nécessité des pays en développement, et plus particulièrement ceux sahéliens, d'améliorer leur production statistique en interne. Par exemple entre régions, provinces, communes ou encore zones climatique d'un pays. Cette production statistique, tenant compte des spécificités intra et inter-régionales, fournit une information précieuse dans l'objectif d'une meilleure évaluation/analyse des besoins et spécification des politiques publiques de développement. Les données dans l'ensemble, si elles existent, restent agrégées et elles ne renseignent pas *in fine* sur les hétérogénéités multidimensionnelles internes particulièrement prononcées dans les Ped et en particulier au Sénégal comme en attestent les disparités régionales entre Dakar et les autres centres urbains, péri-urbains et ruraux du pays.

Le tableau 32 qui suit répertorie de façon synthétique les variables des différents sous indices de l'IRVM régional ainsi que les sources des données par région du Sénégal. Pour chacune des composantes, sa nature, son mode de calcul, les hypothèses ainsi que les sources sont données.

---

<sup>238</sup> <http://www.emdat.be/>

<sup>239</sup> <http://sigstat.ansd.sn/>

Tableau 32: Présentation synthétique des sous-indices et composantes de l'IRVM et sources de données

| Déterminants de l'IRVM par sous-indices | Composantes de l'indicateur                | Variables ou natures de la composante  | Modes de calcul ou définitions  | Hypothèses fonctionnelles entre la variable et la vulnérabilité   | Sources de données   |
|---|--|--|---|---|--|
| <b>Démographie ou taille population</b> | Espérance de vie naissance                 | Espérance de vie à la naissance  | la durée de vie moyenne d'une population fictive qui vivrait toute son existence dans les conditions de mortalité de l'année considérée.  | Plus l'espérance de vie à la naissance est faible, plus la vulnérabilité est grande.  | ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques) |
|   | Population inactive                        | % de la population inactive  | Cette population, définie par opposition à celle active. Elle comprend les occupés au foyer, les élèves et étudiants, les rentiers, les personnes du 3 <sup>ième</sup> âge (ainés).   | Plus ce pourcentage est grand, plus la vulnérabilité est importante. Cette vulnérabilité est comprise au sens du revenu disponible par t <sup>ête</sup> dans le foyer.  | ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques) |
| <b>Localisation géographique</b>        | Situation géographique par rapport à Dakar | Nombre de km par rapport au principal centre socio-économique et politique du pays, Dakar. | On calcule la distance physique en km qui sépare la région par rapport à la région de Dakar.<br>Ce kilométrage d'une région à Dakar sera rapporté au kilométrage total des différentes régions par rapport à Dakar.   | Plus la distance est longue, plus la région est vulnérable. L'assistance ou l'aide est souvent distribuée dans les centres urbains et péri-urbains. De plus Dakar constitue une solution d'adaptation notamment l'activité informelle et les remittances générées   | ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques) |
|   | Lieux approvisionnement ou marchés         | Nombre de marchés principaux   | L'ensemble des marchés d'approvisionnement principaux répertoriés dans la région.<br>Pour chaque région, le nombre de marchés est exprimé par rapport à la somme du nombre de marchés au niveau national. On calcule le nombre moyen de marchés régionaux.                        | Moins il y'a de marchés ou lieux d'approvisionnement, plus la vulnérabilité de la région est importante. Le marché en plus d'être un lieu de connexion de la région à l'économie nationale, permet une diversification de l'offre de B&S. Par contre, le marché peut être considéré comme un vecteur de transmission de la variabilité des prix qui est une source de vulnérabilité des populations locales | ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques) |
|   | Les infrastructures                        | Nombre d'infrastructures de base ainsi que leur qualité (mesure subjective)                | Une variable muette, prenant la valeur 1 si la région dispose d'infrastructures (hôpitaux dispensaires, écoles, routes aéroports, ports, université) sinon 0. Par ailleurs, l'indice régional sera pondéré par celui national donné par la BM sur la qualité des infrastructures. | Plus l'indicateur est élevé, moins la région est vulnérable. C'est un indicateur de base sur la qualité de vie des populations dans une zone. Et cette variable influence énormément les variables socio-économiques. Désenclavement de la région   | ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques) |

|                                |   |   |  |   |  |
|--------------------------------|---|---|--|---|--|
|                                | La connectivité (NTIC)  | Nombre points accès internet, nombre téléphones portables                         | Cette variable à bien des égards, est fortement corrélée à la qualité de l'infrastructure de base  | Plus cette la connexion est importante, moins la vulnérabilité est forte. Elle permet de réduire l'asymétrie informationnelle entre les régions.  | ANSD, notamment enquête suivi et priorité des ménages  |
| <b>Structure de l'économie</b> | La diversification économique   | Degré de diversification économique   | L'ensemble des activités économiques rémunératrices que les populations sont susceptible d'occuper. La part que représentent les principaux secteur de l'économie dans la région. Si la population est agricole à hauteur de 60%, cela témoigne d'un faible degré de diversification. Dans ce qui suit la diversification économique est égale à la population non agricole (i.e. 1-part de la population agricole ou rurale).   | Plus la diversification est importante, moins la vulnérabilité est forte. C'est une solution de lutte contre le risque par la diversification des activités d'une part, et d'autre part dans la migration comme solution de dernier ressort, des activités diverses permettent de reporter la décision. | ANSD, notamment enquête suivi et priorité des ménages. Les différents rapports sur le chômage. |
|                                | Productivité agricole ou importance secteur primaire                              | Part de la production agricole et son évolution sur différente de calcul de l'EVI | Variation de la productivité sur différentes période du calcul de l'EVI. Ou encore évolution de la part de l'agriculture dans le calcul du PIB régional Dans le calcul de l'EVI régional, la part de la VA agricole régionale par rapport à celle totale dans le PIB de l'année considérée.  | Plus celle-ci augmente, moins la vulnérabilité est importante.  | ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques)                           |
| <b>Environnement</b>           | Populations vivant sur la côte basse et menacée par la montée du niveau de la mer | Part moyenne de la population menacée par la montée du niveau de la mer           | L'indice national sera retenu pour chacune des 6 régions côtières du pays.<br><br>Eventuellement l'indice national du Sénégal sera pondéré par le % de la population de la région par rapport à la population totale des régions côtières et aussi par le % du nombre de km de littoral. Sachant que la population totale des régions côtières du pays représente 100% et le nombre de km de littoral du pays = 100. Toutefois, il convient de signaler que les données sur le littoral (en km) des régions n'est pas toujours disponibles.<br><br>La définition du SEDAC (population vivant en-dessous de 5 m du niveau de la mer) et son indice national sont utilisés. Pour le Sénégal l'indice est disponible de 1990 à 2015 | Plus l'indice est élevé, plus la vulnérabilité est forte. Elle revoit à la salinisation des terres, l'érosion côtière, la menace des vies humaines, pertes de recette liée aux activités de la pêche. Perte de terre et migration des populations ou déplacement  | Socioeconomics Data and Application Center (SEDAC) du NASA et de l'Université de Columbia.     |

|                             |                                |   |   |  |   |
|-----------------------------|--------------------------------|---|---|--|---|
|                             | Désastres naturels répertoriés | Le nombre de désastres naturels répertoriés | <p>Le CRED répertorie 4 types de désastres : i). naturels : tous les désastres subis par un pays et imputés à l'environnement. Chaque événement correspond à un et seul désastre naturel ; ii). Météorologiques : nombre d'événements provoqués par les petits et grands processus atmosphériques (dans le spectre de quelques minutes à plusieurs jours). Le principal type de catastrophe reste la tempête ; iii). Climatologiques : nombre d'événements provoqués par des processus climatiques à l'échelle méso ou macro (dans le spectre intra-saisonnière de variabilité multi décennale du climat). Les principaux types de catastrophes climatiques sont les températures extrêmes, les feux de brousse/forêt, la sécheresse et iv). Hydrologique : nombre d'événements provoqués par les écarts dans les cycles normaux de l'eau et/ou les débordements de cours d'eau causés par le vent. Les principaux types de catastrophes sont les inondations et les mouvements de masse humide (y compris les épidémies saisonnières).</p> | Plus ce le nombre de désastres est élevé, plus la vulnérabilité de la zone est forte.  | CRED-ENDAT  |
| <b>Chocs sur niveau vie</b> | Population pauvre              | Taux de pauvreté des régions                | <p>L'ANSD dans ses différentes enquêtes suivies de la pauvreté (ESP) définit un seuil de pauvreté appelé aussi ligne de pauvreté. Ce seuil est déterminé à travers ce qu'on appelle les coûts de besoin de base (CBE). Dans un premier temps il est déterminé la ligne de pauvreté alimentaire (une ligne au-dessus de laquelle chaque personne puisse bénéficier de ressource suffisante : entre 1800-3000 Kilocalories par adulte et par jour).</p>   | Par définition plus le taux de pauvreté est fort, plus la vulnérabilité des populations à tout risque est importante.                        | ANSD, notamment les Enquêtes suivies de la pauvreté au Sénégal.                               |
|                             | Sécurité alimentaire           | Taux de prévalence de la sous-alimentation  | <p>La définition la plus acceptée de la sécurité alimentaire reste celle de la FAO (1996) : « La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une</p>   | Nous utilisons le taux de prévalence de la sous-alimentation moyenne sur 3ans de la FAO. Plus le taux est élevé, plus le pays est vulnérable | FAO ( <a href="http://faostat3.fao.org/browse/D/*E">http://faostat3.fao.org/browse/D/*E</a> ) |

|  |                                |  |  |   |
|--|--------------------------------|--|--|---|
|  |                                |  | <p><i>nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active. - Sommet mondial de l'alimentation.»</i></p> <p>Cette définition recouvre 4 concepts fondamentaux : la disponibilité physique des aliments, leur accessibilité physique et économique, leur utilisation et la stabilité structurelle des trois premières cités. Dans l'enquête Profil Sécurité Alimentaire du Sénégal, ses notions sont utilisées dans le calcul des scores synthétiques par régions.</p> |   |
| <b>Ampleurs/sévères chocs naturels</b> | Victimes de désastres naturels | Nombre de personnes victimes des 4 types de désastres naturels répertoriés sur le site du CRED | <p>Il correspond aussi bien aux personnes confirmées décédées ou affectées (blessées ou sans abris) par les 4 types de désastres naturels (climatologiques, géophysiques, hydrologiques et météorologiques). Le CRED donne la nature ainsi que les conséquences des désastres naturels par localité. Ce travail permet de regrouper l'ensemble des personnes victimes des désastres par différentes régions du Sénégal.</p>  | <p>Plus le nombre de personnes affectées est important, plus la vulnérabilité dans la localité est forte.</p> <p>CRED-ENDAT.</p>  |
|  | Population rurale              | % de la population rurale dans une région donnée   | <p>Selon la BM (WDI, 2016), la population rurale est celle qui vit dans les zones rurales telles que définies par les statistiques nationales (ANSD). Et, les zones rurales sont celles situées en dehors des grands centres urbains et péri-urbains.</p>  | <p>A priori, moins il y'a de populations rurale dans les pays en développement, moins la vulnérabilité est forte, et ceci en particulier en situation de changement climatique. En effet, dans les zones rurales, l'agriculture principale source de revenu est pluvial et cela se traduit par une forte dépendance aux conditions météorologiques et à l'environnement naturel de la zone.</p> <p>ANSD (différents recensements, ESP, Rapports situations économiques)</p> |

Source: Auteur.

Notre IRVM est un indice composite de deux indices ayant le même poids qui, à leur tour, sont subdivisés en plusieurs sous-indicateurs avec le même poids proportionnellement aux composantes. Par conséquent, l'IRVM conserve le *statu quo* dans l'affectation des poids. Toutefois, il faut signaler qu'il est possible d'utiliser des facteurs poids différents (Briguglio, 2009). Cette méthodologie souligne l'importance relative des indicateurs et sous-indicateurs dans la perception de la vulnérabilité multidimensionnelle totale. Ce travail est complexe et le choix des poids difficile à justifier<sup>240</sup>. D'où la nécessité de le compléter par un travail de terrain où les indicateurs seront co-construits dans un cadre participatif. Ainsi, la pondération pourrait varier d'une région à une autre en fonction du degré des contraintes multidimensionnelles (interactions) rencontrées par les populations dans les bassins migratoires respectifs.

Suivant notre cadre méthodologique, les indices d'exposition et de chocs ont un poids égal (1/2). A l'intérieur de l'indice d'exposition, les sous-indices démographie, localisation, structure de l'économie et environnement se verront affecter le poids de 1/8 et les composantes de chaque sous-indice auront un poids proportionnel au nombre total de composantes du sous indices. Autrement dit, le poids d'une composante est donné par : [(1/8)/nombre de composantes du sous-indice]. Quant à l'indice de chocs, composé de deux sous-indices, chocs sur niveau de vie et chocs naturels, une pondération de 1/4 lui est attribué et à l'intérieur du sous –indice choc, les composantes ont un poids proportionnel au nombre total de composantes du sous-indice, c'est-à-dire : [(1/4)/nombre de composantes du sous-indice].

Ainsi, pour obtenir l'indice de vulnérabilité multidimensionnelle régionale, les sous indices sont agrégés. L'équation générale d'agrégation de l'IRVM suivante est retenue :

$$IRVM = Indice_{exposition} + Indice_{chocs}$$

$$\text{Avec, } Indice_{exposition} = (SI_1 * p_1) + (SI_2 * p_2) + (SI_3 * p_3) + (SI_4 * p_4)$$

$$\text{Et, } Indice_{Ampleur} = (SI_5 * p_5)(SI_6 * p_6)$$

Au final, nous avons :

$$IVM_{régional} = \Sigma (SI_1 * p_1)(SI_2 * p_2) (SI_3 * p_3)(SI_4 * p_4)(SI_5 * p_5)(SI_6 * p_6)$$

---

<sup>240</sup> Signalons que statistiquement, il serait possible de procéder à une analyse en composantes premières (ACP) afin de déterminer les poids des différentes composantes. Notre ACP fournie des sensibilités assez proches entre les différentes composantes. Ce qui nous a conduits à retenir la même pondération.

|     |  |             |
|-----|--|-------------|
| Où, | $SI_1 =$ sous-indice démographie                         | $p_1 = 1/8$ |
|     | $SI_2 =$ sous-indice localisation                        | $p_2 = 1/8$ |
|     | $SI_3 =$ sous-indice structure de l'économie             | $p_3 = 1/8$ |
|     | $SI_4 =$ sous-indice environnement                       | $p_4 = 1/8$ |
|     | $SI_5 =$ sous-indice chocs sur niveau de vie populations | $p_5 = 1/4$ |
|     | $SI_6 =$ sous-indice ampleurs chocs naturels             | $p_6 = 1/4$ |

#### 5.4.2. Calcul des indices et discussion

En dépit du manque de données concernant certains sous-indices durant les premières sous-périodes (1976, 1988, 1993) (annexe 9 notamment appendice 18), nos résultats permettent de proposer une première caractérisation du degré de vulnérabilité multidimensionnelle des différentes régions du Sénégal. Les régions avec les scores les plus élevés, plus proches de 1, sont les plus vulnérables, *cétirus paribus*.

Nos résultats, présentés dans le tableau 33 ci-après, issus de nos différentes tables 1, 2, 3, 4, 5, 6 de calcul en annexe, montrent le caractère fluctuant des scores de vulnérabilité au sein d'une région d'une période à une autre. En 1976, le degré de vulnérabilité multidimensionnelle des régions était relativement faible avec le score le plus élevé de 0,345 attribué à la région de Ziguinchor, suivie par respectivement Tamba et Fatick. Dakar présentait le score le plus faible (0,105). Dans la partie australe, la zone agro-écologique de la Casamance présente une situation assez contrastée. En effet, alors que la région de Ziguinchor présente l'un des scores de vulnérabilité le plus élevé du pays (0,345), sa voisine australe, Kolda, avait un degré de vulnérabilité relativement faible (0,173). Ce paradoxe pourrait s'expliquer par les prémices de la rébellion armée dans le sud<sup>241</sup> et plus particulièrement dans la région de Ziguinchor. Nous notons que les autres régions ont un IRVM modéré. Douze ans plus tard, en 1988, le niveau de vulnérabilité global du pays augmente et chacune des régions du pays se voit attribuer un score plus élevé. En effet, entre temps, les conditions de vie des populations se sont dégradées avec les deux grandes sécheresses au Sahel et surtout la mise en place des programmes d'ajustement structurel (PAS) du FMI et de la BM à partir des années 1980 (Kassé, 2015 et 1996 ; Fall et *al.*, 2013). Le retrait de l'Etat des secteurs agricoles, hospitaliers et éducatifs a accentué l'appauvrissement des populations et plus particulièrement les ruraux. De plus, avec les PAS, l'administration des prix des denrées de première nécessité

<sup>241</sup> Voir pour plus de détails : [http://www.irenees.net/bdf\\_fiche-analyse-1041\\_fr.html](http://www.irenees.net/bdf_fiche-analyse-1041_fr.html), consulté le 21/02/2017.

et la plupart des subventions ont été supprimées au profit d'une économie de marché. Tamba enregistre le score le plus élevé (0,579 : son taux à plus que doublé) suivie par la région de Saint-Louis (0,381). Ziguinchor qui était la région la plus vulnérable, en dépit d'un accroissement faible du degré de vulnérabilité (0,345), occupe la 3<sup>e</sup> place. A l'inverse, Dakar n'est plus la région la moins vulnérable du pays (0,212) mais vient juste après Kolda (0,179). Ce score de Kolda peut être expliqué par sa position frontalière aux deux Guinées (Conakry et Bissau) qui offre des débouchés socio-économiques supplémentaires aux populations frontalières de la région. 1993 reste une année exceptionnelle. Les scores globalement décroissent et cette baisse pourrait être expliquée par la reprise pluviométrique observée au Sénégal à partir de 1991 mais, également, l'adoucissement des PAS. Les conditions de vie globales des populations s'améliorent par rapport aux années 1980 même si celles des années 70 n'ont pas été retrouvées (Kassé, 2015 ; Gaye et *al.*, 2015). 2001 met en évidence une vulnérabilité forte dans les régions du sud (Kolda : 0,582 et Ziguinchor : 0,534) qui témoigne de l'instabilité politique (conflit armé en Casamance : MFDC) et une montée des désastres naturels de types climatiques et environnementaux. Le sud, en grande partie agricole et rurale, est confronté à la variabilité pluviométrique. Dakar et une grande partie du bassin arachidier (Diourbel et Fatick) restent les régions les moins vulnérables avec les scores les plus bas. Concernant 2013, la quasi-totalité des données sont disponibles et les scores reflètent davantage le degré de vulnérabilité des régions. Il serait intéressant de comparer les résultats avec ceux de l'analyse qualitative sur les différentes régions du pays regroupées au sein de zones agro-écologiques (chapitre 3, section 3.4). Entretemps, le Sénégal a connu deux grandes réformes administratives et les régions sont passées de 10 à 14 entre 2001 et 2011. Sous les effets de la variabilité climatique, de la recrudescence des événements naturels mais aussi de l'augmentation démographique plus importante que la croissance économique (ANSD, 2011 et 2013), les conditions de vie se dégradent et le chômage s'accroît (Camara et *al.*, 2013). Ainsi, l'augmentation en moyenne du PIB d'environ 3,3% durant les années 2000 jusqu'en 2013 (BM, 2014) n'a pas empêché l'accroissement rapide de la vulnérabilité systémique sur l'étendue du territoire national. L'IRVM s'est accru significativement dans les différentes régions, exception faite de Ziguinchor où il a reculé (l'instabilité politique recule et renforcement politiques agricoles avec les plans REVA, GOANA et culture du riz). Le score de vulnérabilité le plus élevé est enregistré dans la région de Saint-Louis avec un IRVM de 0,767 suivie par Matam (0,756) qui, avant son érection en région, était un département de Saint-Louis. Cette situation dans la vallée du fleuve Sénégal vient conforter l'analyse qualitative sur la relation croissante entre migrations et degré de vulnérabilité socio-



écologique dans un contexte de changement climatique. En effet, cette zone agro-écologique est confrontée aux dures réalités du changement climatique (avancée de la mer à Saint-Louis, inondation récurrentes, déficit pluvieux) qui se sont traduites par une forme d'insécurité économique et alimentaire dans une zone agro-écologique fortement rurale. Kaolack puis Diourbel, une grande partie du bassin arachidier, suivent avec respectivement 0,734 et 0,727 de score de IRVM. Ainsi, l'analyse quantitative semble corroborer celle qualitative en mettant en évidence la forte vulnérabilité des zones agro-écologiques de la vallée du fleuve et du bassin arachidier. Paradoxalement, la région de Louga, située dans une zone agro-écologique fragile (Sylvo-pastorale), a le deuxième score le plus faible après Ziguinchor -exception faite des régions nouvellement créées (Kaffrine, Kédougou et Sédhiou) et dont l'interprétation des scores reste difficile. L'IRVM de Louga peut être expliqué par le rôle contra-cyclique que jouent les envois de fonds des migrants de la région établis principalement en France, en Italie, en Espagne et aux USA<sup>242</sup>. Pour répondre à la crise du monde rural dans les années 1980 (dépérissement du bassin arachidier), Maggi et al., (2008) écrivaient : « *La région de Louga s'est ouverte la voie des migrations vers Dakar et surtout vers l'Europe. Les transferts des migrants modèlent un bâti en pleine expansion et insufflent un dynamisme et une modernité technologiques qui contribuent à l'incitation au départ* ». Ce rôle contrat cyclique est davantage observé à Louga où l'émigration des hommes constitue une proportion importante de la population active comparativement aux autres régions du Sénégal. La région de Ziguinchor, dans la zone agro-écologique de la Casamance, voit son score décroître en 2013 par rapport à 2001. La stabilité politique, les potentialités économiques jusque-là inexploitées ainsi que les programmes d'autosuffisance alimentaire constituent un début de réponse plausible. Quant à la zone des Niayes (regroupant les régions de Dakar (0,669) et de Thiès (0,686)), la vulnérabilité y est modérée. Toutefois, Dakar est particulier car il est le principal pôle politique, économique et démographique du pays mais, également, présente une forte vulnérabilité au climat avec l'avancée de la mer (érosion côtière) et des inondations hivernales dans sa banlieue surpeuplée (principal lieu de destination des immigrants) (ANSD, 2013).

**Tableau 33: Résultats IRVM par région sur les différentes périodes**

| Régions  | IRVM_76 | Rang | IRVM_88 | rang | IRVM_93 | rang | IRVM_01 | Rang | IRVM_13 | Rang |
|----------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| Dakar    | 0,105   | 10   | 0,212   | 9    | 0,082   | 10   | 0,184   | 10   | 0,669   | 6    |
| Diourbel | 0,204   | 6    | 0,303   | 5    | 0,120   | 8    | 0,305   | 8    | 0,727   | 4    |
| Fatick   | 0,222   | 3    | 0,257   | 7    | 0,120   | 8    | 0,298   | 9    | 0,620   | 9    |

<sup>242</sup> Voir : Profil environnemental de la ville de Louga, Rapport de l'Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU), Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains (CNUEH), 2001.

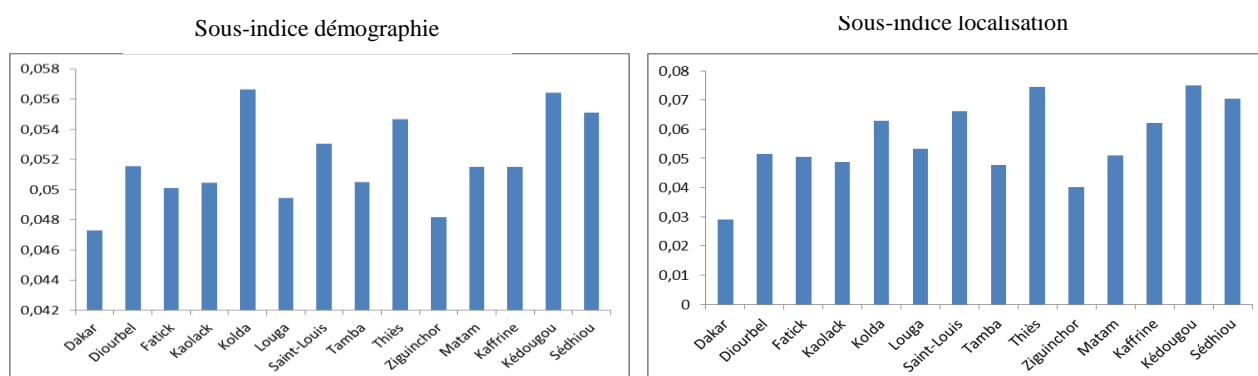
|             |       |   |       |    |       |   |       |   |       |    |
|-------------|-------|---|-------|----|-------|---|-------|---|-------|----|
| Kaolack     | 0,216 | 4 | 0,251 | 8  | 0,270 | 1 | 0,497 | 4 | 0,734 | 3  |
| Kolda       | 0,173 | 9 | 0,179 | 10 | 0,137 | 7 | 0,582 | 1 | 0,659 | 7  |
| Louga       | 0,182 | 8 | 0,322 | 4  | 0,150 | 6 | 0,431 | 6 | 0,543 | 10 |
| Matam       | -     | - | -     | -  | -     | - | -     | - | 0,756 | 2  |
| Saint-Louis | 0,208 | 5 | 0,381 | 2  | 0,263 | 2 | 0,524 | 3 | 0,767 | 1  |
| Tamba       | 0,234 | 2 | 0,579 | 1  | 0,158 | 5 | 0,460 | 5 | 0,634 | 8  |
| Thiès       | 0,195 | 7 | 0,294 | 6  | 0,189 | 4 | 0,329 | 7 | 0,686 | 5  |
| Ziguinchor  | 0,345 | 1 | 0,375 | 3  | 0,233 | 3 | 0,534 | 2 | 0,479 | 14 |
| Kaffrine    | -     | - | -     | -  | -     | - | -     | - | 0,496 | 13 |
| Kédougou    | -     | - | -     | -  | -     | - | -     | - | 0,522 | 12 |
| Sédhiou     | -     | - | -     | -  | -     | - | -     | - | 0,536 | 11 |

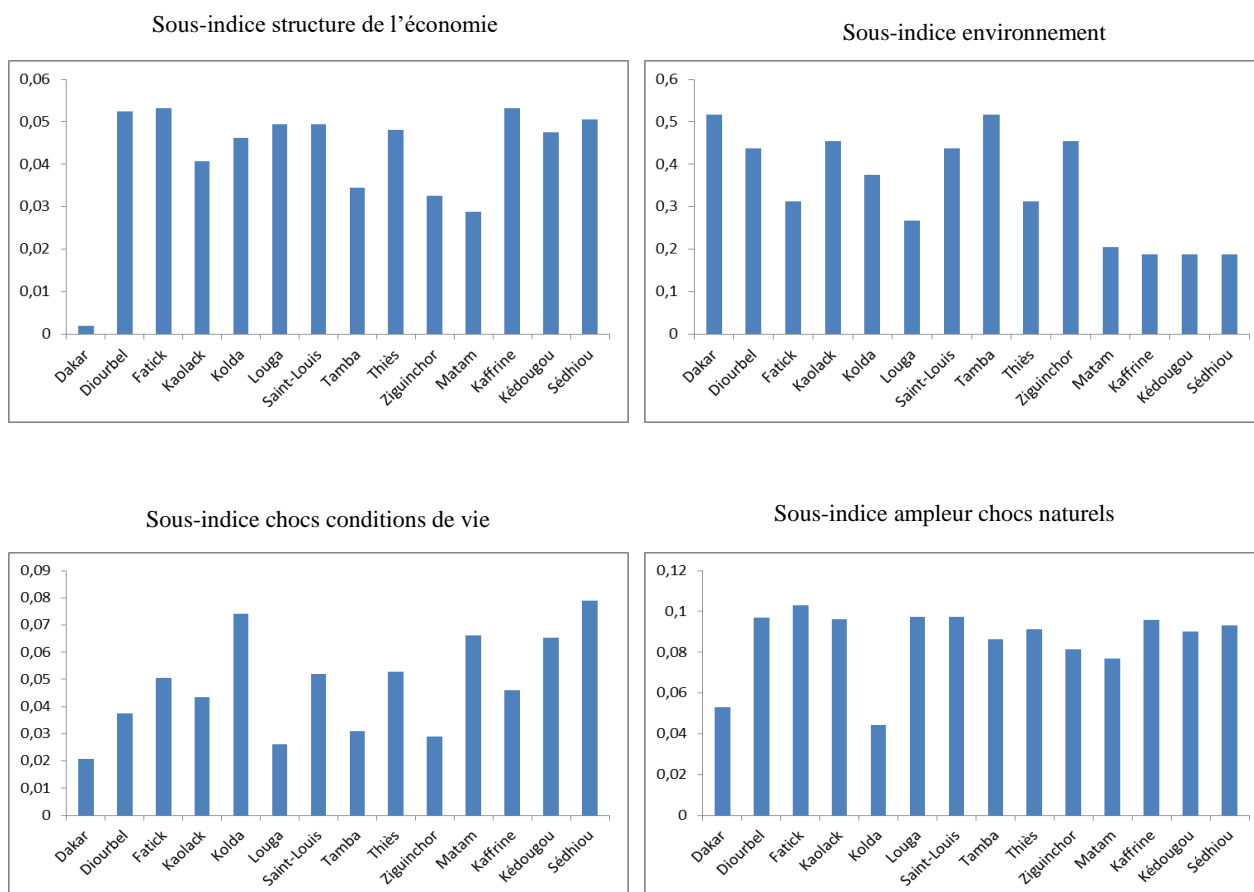
Source: D'après calculs de l'auteur.

L'avantage d'un IRVM réside également sur l'analyse fine qui peut en être faite. En effet, les différentes composantes et sous-indice fournissent les explications sur le score d'une région. Ainsi, les politiques publiques peuvent viser les sous-indices les plus vulnérables (plus proche de 1) comme prioritaires. A titre illustratif, en 2013 dans la région de Dakar le sous-indice environnement est le principal contributeur à la vulnérabilité de Dakar : 0,5013/0,669 (voir appendice 18). Par conséquent, des politiques de réduction de la vulnérabilité de la région devraient prioritairement cibler la lutte contre l'érosion côtière et l'adaptation et l'atténuation face aux événements d'origine climatiques/environnementaux (hydrologiques notamment les inondations). Les autorités publiques peuvent jouer sur les facteurs accélérateurs d'une mauvaise redistribution spatiale de la population en interne.

La figure 30 ci-dessous propose une comparaison des IRVM par sous-indicateurs régionaux sur l'année 2013.

Figure 30: Représentation comparative des scores de vulnérabilité des sous-indices par région en 2013





Source: Auteur à partir données sous-indices

## 5.5. IRVM et migrations interrégionales au Sénégal

La nouvelle dynamique migratoire interne au Sénégal observée à partir de la fin des années 1970 (chap.3, section 3.2) coïncide avec les premières perturbations climatiques qui ont entraîné une chute de la productivité agricole dans un pays où cette dernière emploie plus de 70% de la population active et contribue à plus de 20% de la valeur ajoutée de l'économie nationale (Fall et al., 2013, Gaye et al., 2015 ; BM-WDI, 2015). Les migrations de longue durée, principalement des populations rurales vers les centres urbains et péri-urbains, offrant de meilleures conditions de vie et des opportunités économiques moins dépendantes de la pluviométrie se sont accentuées comme en atteste l'urbanisation rapide du pays (ANSD, 2013 ; Camara et al., 2013 et Garenne, 2016).

Ainsi, pour montrer le rôle accélérateur du climat dans les migrations interrégionales au Sénégal à travers la détérioration des conditions de vie des populations, après avoir conceptualisé et calculé un IRVM sur la base de facteurs socio-économique mais également physico-climatique de plus en plus contraignants sur les conditions de vie des populations,

nous allons analyser la sensibilité de la migration nette (immigration-émigration) rapportée à la population totale de la région aux IRVM. Pour ce faire, nous avons utilisé les données migratoires régionales sur six périodes (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) (chap. 4, section 4.3). Les allures de nos courbes d'IRVM, dans les différentes régions et sur les différentes périodes, données par la figure 31 ci-après, met en évidence une augmentation croissante de la vulnérabilité dans les différentes régions exception faite de l'année 1993. Cette dernière correspond, d'une part, à la sous-période de la fin des plans d'ajustement structurels avec leurs coût socio-économiques significatifs (Houtart, 1994 ; (Kassé, 1993 et 2015) et, d'autre part, marque une année de rupture entre déficit pluvieux chronique des années 1970-1980 et reprise/variabilité pluviométrique interannuelle de la sous période allant de 1992 à 2013 (voir chap. 2, sous-section 2.2.2). Nous nous attendons à une relation décroissante entre IRVM et migration nette exception faite de Dakar, capitale économique et où l'économie informelle offre des opportunités aux ruraux, et Diourbel dont la cité religieuse de Touba, capitale du mouridisme, accueille une migration religieuse importante. Pour chaque région, d'une part, nous représentons sur la même figure (figure 31 ci-après) son IRVM et le taux de migration au cours des cinq dernières années et, d'autre part, par un traitement statistique simple, estimons l'intensité de la relation statistique du taux de migration nette, noté y, par rapport à IRVM, noté x.

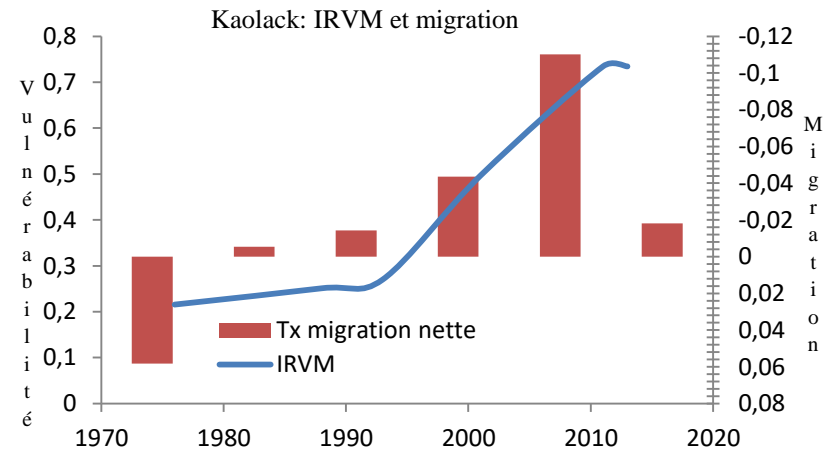
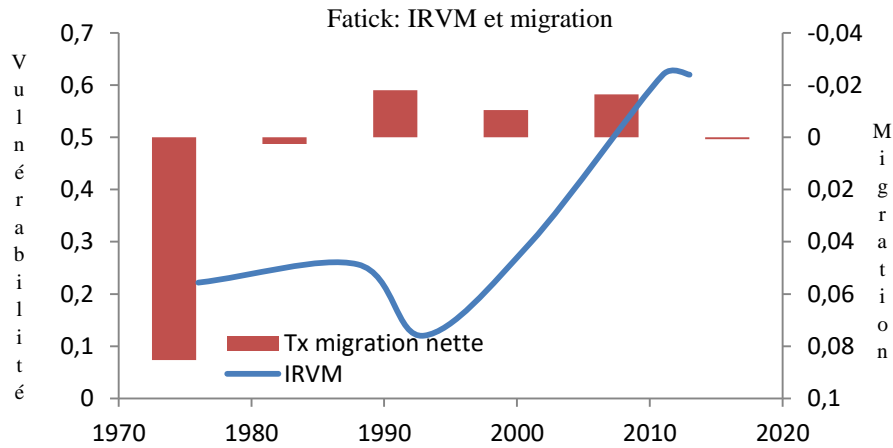
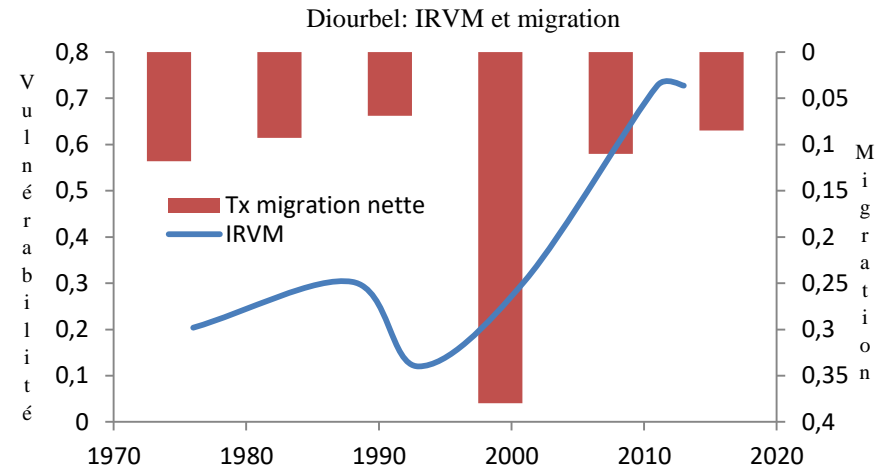
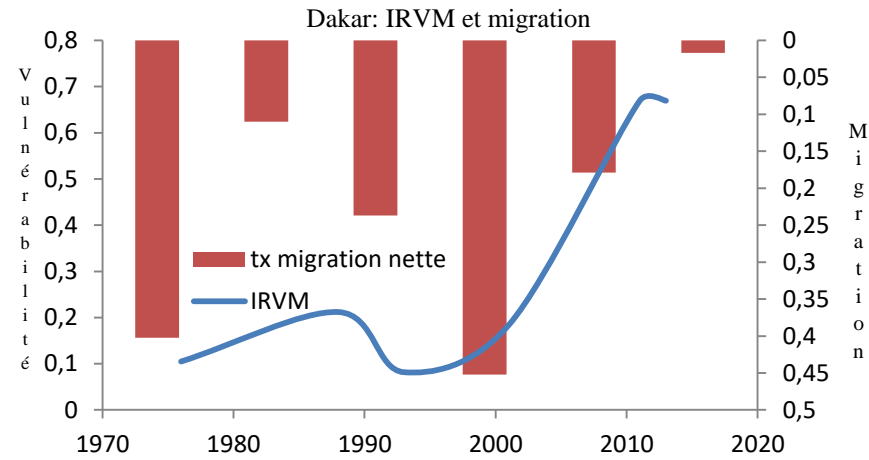
Dans la région de Dakar située en zone agro-écologique des Niayes, nous constatons une relation croissante entre IRVM et migration nette. Statistiquement, en estimant le taux de migration nette (y) par rapport à l'IRVM (x), nous obtenons :  $y = 0,015x - 0,0177$ . Sans surprise, à Dakar l'intensité de la relation entre les deux variables est faible ( $R^2=0,11$ ) et explique la corrélation positive. Ainsi, Dakar, malgré sa vulnérabilité grandissante dans le temps, continue d'être la principale région d'immigration expliquée en grande partie par le développement d'un secteur informel qui occupe plus de la moitié des actifs du pays (BM, 2010 et 2014 ; ANSD, 2013). Cette situation paradoxale est également observée dans la région de Diourbel ( $y = 0,092x - 0,025$  pour une sensibilité faible de :  $R^2 = 0,13$ ). Dans cette région située dans l'ancien bassin arachidier, la migration est davantage expliquée par des raisons religieuses avec le développement de la cité de Touba qui est devenu un refuge économique pour la plupart des ruraux depuis les années 1980. A contrario, dans les régions de Fatick et Kaolack, nous pouvons observer la rupture entre la migration saisonnière rurale-rurale et celle temporaire vers les centre urbains qui s'est opérée durant la décennie 1970. Fatick et Kaolack qui étaient des régions d'immigration, deviennent des régions d'émigration.

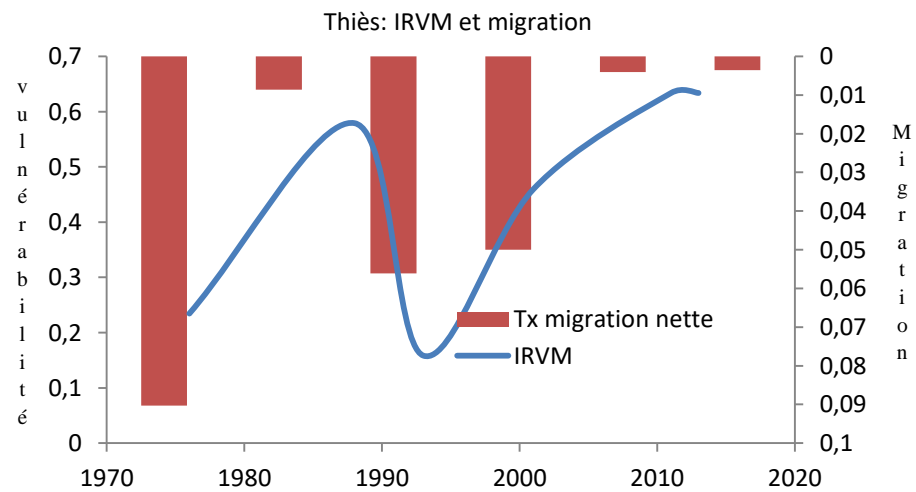
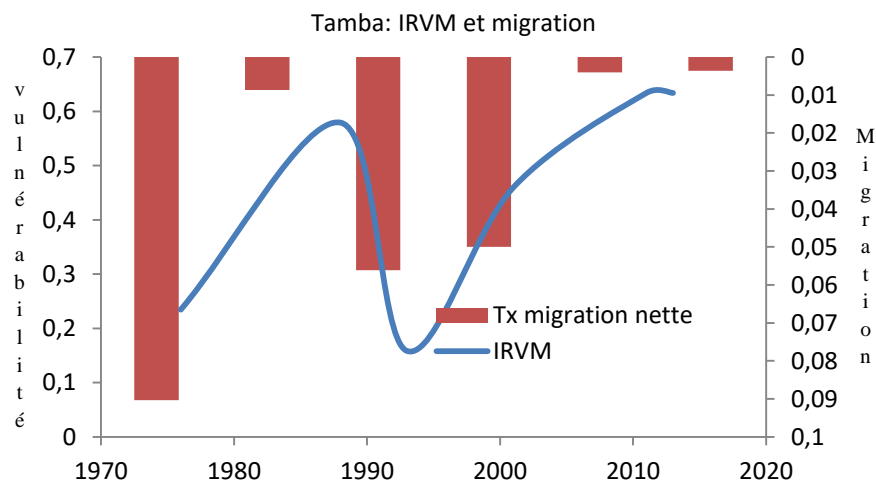
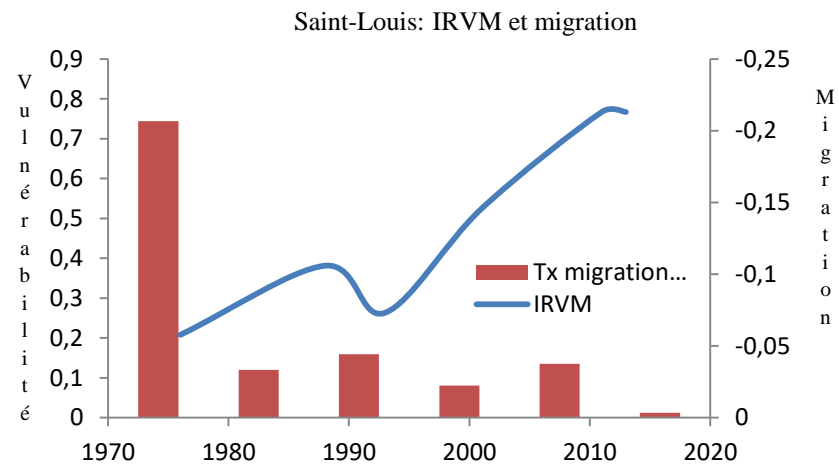
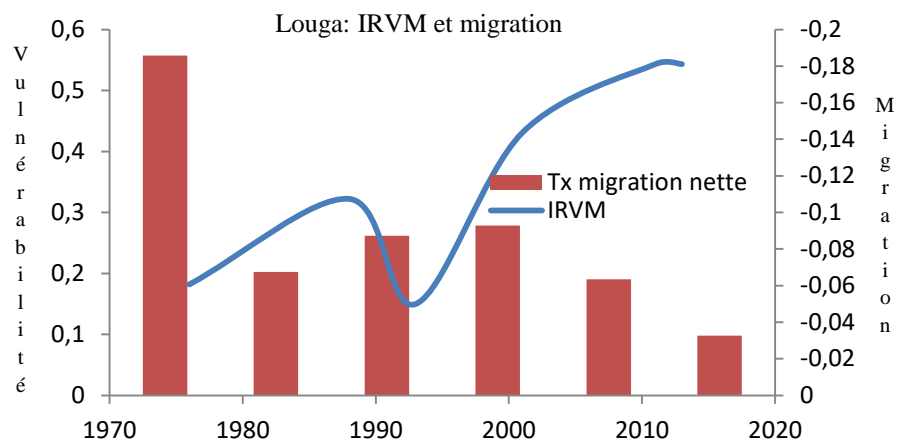
Statistiquement, nous obtenons  $y = -0,049x + 0,025$  et  $y = -0,167 + 0,053$  respectivement pour Fatick et Kaolack. Toutefois, l'intensité de la relation taux de migration et niveau de vulnérabilité est plus importante dans la région de Kaolack ( $R^2 = 0,54$ ) que Fatick ( $R^2 = 0,07$ ). Pour les deux régions situées au cœur du bassin arachidier, nous observons que le niveau de vulnérabilité croît vertigineusement à partir des années 1990 avec l'effondrement de la culture arachidière de rente sous les effets significatifs du déficit pluvieux. Louga située dans la zone Sylvo-pastorale est caractérisé par une intensité entre migration nette et vulnérabilité importante ( $R^2 = 0,46$ ). La relation entre nos deux variables est croissante ( $y = 0,206x - 0,163$ ). Sur les différentes périodes, nous observons une vulnérabilité croissance des populations dans une région pastorale dont les pratiques des populations sont étroitement liées au climat. Par conséquent, les déficits pluvieux cumulés et leurs conséquences négatives sur le milieu se sont traduits par des soldes migratoires nets négatifs sur les différentes périodes. Le même résultat est observé dans les régions de Saint-Louis, partagée entre la vallée du fleuve Sénégal et la zone Sylvo-pastorale, et de Ziguinchor située en Casamance. Nos résultats statistiques montrent une relation croissante entre vulnérabilité et taux de migration nette ( $y = 0,196x - 0,152$  et  $R^2$  pour Saint-Louis = 0,41 et  $y = 0,38x - 0,15$  pour un  $R^2 = 0,38$  à Ziguinchor). Dans la région de Tamba située dans la zone agro-écologique du Sénégal oriental, nos résultats mettent en évidence une relation décroissante ( $y = -0,151x + 0,103$ ) et une forte intensité ( $R^2 = 0,78$ ) entre nos deux variables. Dans la région de Thiès, frontalière de Dakar et située dans les zones des Niayes et du bassin arachidier, nos estimations montrent une relation croissante entre nos deux variables ( $y = 0,015x - 0,017$ ) avec une faible intensité entre les deux variables ( $R^2 = 0,11$ ).

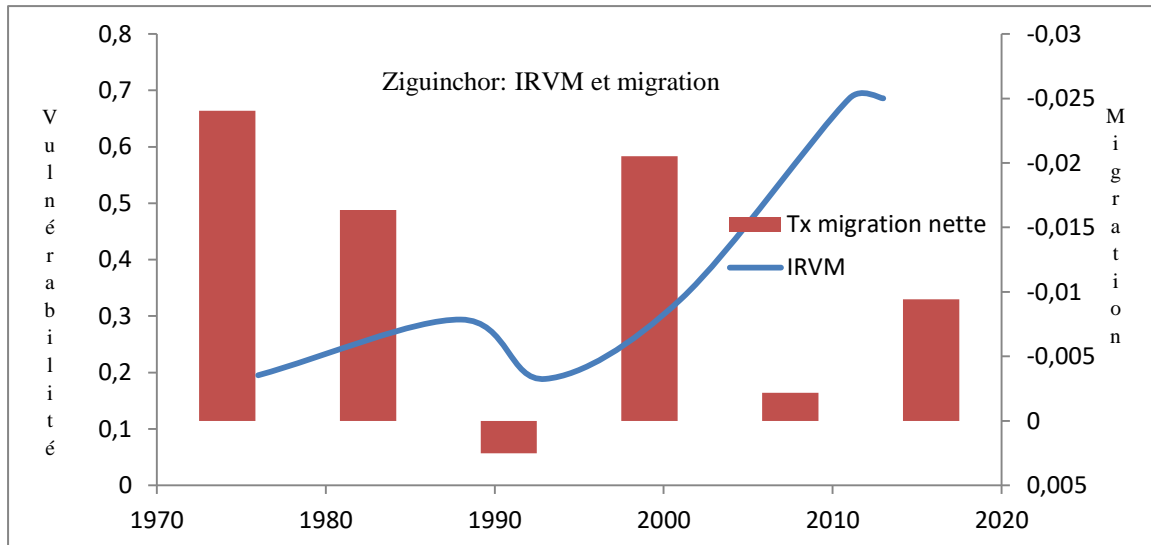
A travers nos différentes estimations, nos résultats montrent que dans nos régions où malgré la vulnérabilité croissante des conditions de vie des populations, les migrations continuent à s'y déployer (Dakar, Diourbel, Thiès), en contradiction avec nos attentes, le pouvoir explicatif de nos estimations (l'intensité entre les deux variables) est faible. Ces principales régions de migratoires, en dépit de leur vulnérabilité, sont moins dépendantes de la pluviométrie en offrant généralement des opportunités économiques dans le secteur informel. A contrario, dans les autres régions où nos attentes se vérifient, une relation décroissante entre IRVM et migration nette avec un  $R^2$  assez élevé, les conditions de vie des populations sont dépendantes d'une agriculture sous pluie.

**Figure 31: taux de migration nette et indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle.**

Pour les différentes régions du Sénégal, les migrations représentées correspondent à la différence entre immigration et émigration au cours des cinq dernières années pour les périodes 1977, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013 rapportée à la population totale de la région sur les périodes correspondantes.







Source: Calcul de l'auteur

Nous observons que le changement climatique et ses effets négatifs amplifient la détérioration des conditions de vie des populations et à cet effet, accélère les migrations interrégionales comme stratégie d'adaptation des populations vers principalement la région de Dakar. Il est difficile de mettre en évidence, sur la base des données disponibles, une relation entre migration régionale et la pluviométrie, un des variables climatiques la plus déterminantes dans les conditions de vie des populations dans cette région du monde. En effet, en testant la sensibilité du taux de migration régional de la période avec la pluviométrie standardisée, IPS, au cours des deux dernières années, nous arrivons à des relations faibles dans les différentes régions du Sénégal. Ces résultats montrent par conséquent que le climat joue un rôle accélérateur sur les migrations internes en exacerbant la vulnérabilité des populations notamment dans les zones rurales. Toutefois, ce résultat mérite d'être approfondi quant à la significativité des relations, leur robustesse en regardant les effets du climat sur le taux de migration, l'émigration et l'immigration.

## 5.6. Conclusion

Par une approche en termes de vulnérabilité systémique, ce chapitre avait pour objectif de proposer une instrumentation des interactions complexes climat-migrations internes au Sénégal. A cette fin, nous avons, d'une part, collecté et analysé un ensemble de données des différentes catégories de variables (causes à effet) explicatives afin de conceptualiser et de calculer un instrument pertinent et à une échelle originale : un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle. Et, d'autre part, sur différentes périodes, nous avons



apprécié statistiquement la sensibilité de la migration régionale par rapport à l'instrument calculé, l'IRVM.

Nos résultats mettent en évidence une vulnérabilité croissante dans le temps dans les différentes régions du Sénégal mais particulièrement plus prononcée dans les régions où l'activité génératrice de revenu est tributaire des conditions pluviométriques entre déficit et forte variabilité interannuelle depuis 1970. Cette vulnérabilité croissante serait explicative de la nouvelle tendance migratoire interne observée au Sénégal depuis 1970 sous les effets notamment du changement climatique. En effet, alors que nos estimations de la sensibilité de la migration par rapport à la vulnérabilité montrent une relation croissante avec une intensité forte dans les régions à dominance agricole, la relation migration pluviométrie est plus difficile à mettre en évidence. Ce qui nous suggère un rôle accélérateur du climat sur les migrations internes au Sénégal à travers la détérioration des conditions de vie des populations. Les populations des régions les plus vulnérables dans la durée sont plus enclines à migrer vers principalement Dakar. Toutefois, nos résultats méritent d'être validés empiriquement. D'où le chapitre 6.

**Chapitre 6 : Analyse économétrique des effets du climat sur les migrations interrégionales au Sénégal par la méthode d'empilement de données de coupes transversales de périodes différentes**

## **6.1. Introduction**

En s'appuyant sur la littérature empirique existante, ce chapitre a pour objectif d'explorer économétriquement les conséquences de variations climatiques, en l'occurrence la pluviométrie et les températures maximales et minimales sur la période 1970-2013, sur les échanges migratoires interrégionaux au Sénégal par la méthode d'empilement de données en coupes transversales de périodes différentes. Les estimations seront calculées sur la base d'un effet fixe régional pour tenir compte des hétérogénéités individuelles régionales. Comme nous verrons, ces estimations confirment nos résultats antérieurs (voir chap. 5) sur l'effet du climat sur la migration dans les régions avec une forte vulnérabilité socio-économique initiale : le climat accélère les flux entrant et sortant de population en transitant par les variables socio-économiques qui déterminent en grande partie les stocks de migrant dans les régions.

Dans ce qui suit nous allons présenter notre étude économétrique. Et à cet effet, le chapitre sera divisé en quatre sections. La première section présente le champ de l'étude. La deuxième section se focalise sur la spécification théorique et empirique avant de présenter les variables explicatives et expliquées du modèle. La troisième section présente la méthode économétrique employée ainsi que l'estimateur utilisé. Enfin, la quatrième section présente les résultats, les interprétations et procède aux tests de robustesse de ceux-ci.

## **6.2. Champ de l'étude**

### **6.2.1. Climat-migrations : quelles relations empiriques ?**

Depuis quelques années, les travaux empiriques, notamment économétriques, sur la relation de causalité migration-climat foisonnent et plusieurs méthodologies sont mises en avant. Ainsi, le tableau en annexe 10 récapitule les études empiriques (économétriques) les plus citées, en s'intéressant aussi bien aux migrations internes que celles internationales<sup>243</sup>.

Ainsi, considérant la migration comme une réponse possible d'adaptation des populations (McLeman et Smit, 2006) dans un contexte de vulnérabilités multidimensionnelles exacerbées par le changement climatique, les auteurs mettent généralement en avant une corrélation plus significative entre climat-migrations internes que climat-migrations internationales et ceci

---

<sup>243</sup> Nous signalons que notre étude sur le Sénégal ne concerne que la migration interne mais, nous avons souligné que sous l'effet du climat, nous pouvons observer de la migration internationale notamment dans les cas particuliers des zones frontalières. Pour cette raison nous avons choisi de ne pas ignorer dans la revue de la littérature empirique les migrations internationales (souvent frontalières) qui peuvent être induites par le climat.

pour plusieurs raisons (voir annexe 10)<sup>244</sup>. Toutefois, ses résultats empiriques sont à nuancer dans le cas de régions frontalières dans deux pays différents où des migrations transfrontalières, sur courte distance, peuvent être observées en cas de déséquilibre climatique. Etudiant les migrations saisonnières et le changement climatique en milieu rural sénégalais, Lalou et Delaunay (2015) concluent, à partir de données satellitaires et d'enquêtes anthropologiques sur 30 villages à Niakhar soit 45 000 habitants, à une adoption de la migration comme solution d'adaptation face au changement climatique (généralisation et intensification de celle-ci) mais dans un contexte local marqué par une forte croissance démographique et une paupérisation accrue. Toutefois cette migration reste interne et ne s'est pas traduite par un abandon du territoire. Elle reste complémentaire aux autres stratégies locales telles que les stratégies de base, désépargne, déthésaurisation etc.... Les auteurs soulignent l'unanimité des chercheurs – tels que Coulibaly et Vaugelade (1981), Tamondong-Heling et Heling (1991), Findley (1994), Henry et al., (2004), Knerr (2004) - sur la corrélation robuste entre sécheresse et migration interne au Sénégal et dans le Sahel, dont le volume a doublé durant les périodes de grande sécheresses des années 1970 et 1980 au Sahel (Findley, 1994). Arguant dans le même sens, Machiori, Maystadt et Schumacher (2012) trouvent des effets climatiques robustes sur la migration interne et pas d'effet sur la migration internationale. Ils avancent même le chiffre de 5 millions de déplacés internes dans les pays d'Afrique subsaharienne actuellement et ce chiffre va atteindre 11 millions de nouveaux déplacés internes si les prévisions d'anomalies de température et de pluviométrie du GIEC (2007) se confirment. La migration internationale de ces pays vers ceux de l'OCDE reste significativement insensible à l'évolution du climat sur la base des hypothèses de transmission, aménité et géographie économique, posées par le modèle en données de panel entre 1960 et 2000. Quelques années plutôt, Barrios, Bertinelli et Strobl (2006), avec un panel de 78 pays dans le monde, affirment l'existence de corrélation entre climat et migration interne en Afrique subsaharienne symbolisé par le processus d'urbanisation rapide depuis la décolonisation. En effet, sous l'effet du climat, l'exode rural s'est accentué et les auteurs pensent que la levée de certaines législations sur la mobilité interne (loi anti exode rural de la période coloniale) en est également un facteur amplificateur. Henderson et al., (2014) arrivent à la même conclusion : la diminution de la pluviométrie entraîne une augmentation de la migration rurale-urbaine au sein des pays subsahariens. Donc, le climat, de par la vulnérabilité qu'il accentue en termes de risque et incertitude, serait un des facteurs déclencheurs de la

---

<sup>244</sup> Dans cette annexe récapitulative des principales études empiriques sur le lien climat migration nous explicitons : auteurs et années, méthode employée, méthode de calcul de la migration et du climat, temporalité de l'étude, espace géographique et principaux résultats

migration interne (Qaisrani, 2014). Si économétriquement, des liens sont mis en avant entre climat et migration interne, Piguet et *al.*, (2011), dans une revue de la littérature empirique des principaux travaux sur la problématique, et, par la suite, Beine et Parson (2015) avancent des évidences limitées du climat sur la migration internationale. Les derniers, en examinant les effets à long et à court termes des températures sur la migration, concluent à l'inexistence d'effet empirique du climat sur la migration internationale. Cette dernière est robuste au conflit. Ce qui confortent la position de Piguet et *al.*, (2011) : *“There is limited evidence about the effect of climate on international migration. Compared to the number of people in developing countries engaging in internal migration the number of people engaging in international migration is small.”*

Gray et Mueller (2012a et b), avec respectivement des données de panel sur le Bangladesh et une équation multinomiale en Ethiopie, parviennent à deux résultats principaux selon les pays. En Ethiopie, la sécheresse a un effet positif sur la migration alors qu'au Bangladesh, la migration interprovinciale serait négativement impactée par le déficit pluvieux qui entretient une trappe à non migration. Les populations développent une capacité de résilience sur place. Ces auteurs, de même que Dustmann et Okatenko (2014) et Robalino et *al.*, (2015), expliquent la faiblesse de la significativité de leur résultat empirique du climat sur la migration internationale par le coût de celle-ci. En effet, Les recherches empiriques sur la question justifient la faiblesse des effets du climat sur la migration internationale par les barrières que peuvent être le coût du déplacement, les législations internationales, les contraintes de crédit, les incertitudes fortes et les risques, auxquelles ne peuvent faire face les plus pauvres dont la mobilité est réduite par le manque de capital financier et social (Brown, 2008). Ils suggèrent ainsi l'existence d'un double effet de seuil dans la migration climatique : déclenchement de la migration comme solution en dernier ressort (effet plafond) et vulnérabilité extrême induisant une « trappe à non-migration » (effet plancher).

Toutefois, les points de vue peuvent différer selon les études. Même s'il est vrai que la migration interne induite par le climat dépend des contextes locaux et notamment celui environnemental (Henry et *al.*, 2004), des auteurs parviennent à des résultats significatifs entre migration (internationale) et climat. Coniglio et Pesce (2015), étudiant le lien entre changement climatique et migration des pays en développement vers les pays développés, montrent que l'occurrence des chocs climatiques, mesurés par les anomalies de pluviométrie, peuvent influencer de façon significative la migration. Toutefois, quand Drabo et M'Baye se veulent prudents dans leur conclusion en mettant en avant la distance géographique et la

localisation du pays d'origine en plus de la nature du choc climatique/naturel, Wise et Gray (2016) nuancent fortement l'influence du climat sur la migration en invoquant l'existence d'effet pays spécifique. S'intéressant aux flux de migrations internes et internationales de 6 pays subsahariens dont le Sénégal, Wise et Gray (2016) ne trouvent aucune corrélation robuste entre température et migration au Sénégal alors que les effets de la pluviométrie sur les migrations sont peu robustes (faibles et incohérents) dans les différents pays.

Plusieurs études concluent sur des relations robustes entre climat et migrations internes (Findley, 1994 ; Henry *et al.*, (2004) ; Feng, Krueger et Oppenheimer, 2010 ; Mueller, Gray et Kosec, 2014 ; Bohra-Mishra, Oppenheimer et Hsiang, 2014 ; Thiede et Gray, 2016) mais il convient de signaler l'importance de la nature du choc climatique (soudain/progressif), les caractéristiques individuelles des populations et plus significativement les déterminants de vulnérabilités des populations : le contexte socioéconomique, politique, environnemental , culturel et institutionnel. D'où la nécessité de produire des analyses systémiques.

### **6.2.2. Type de migrations étudiées (choix des migrations internes)**

Le rôle du changement climatique comme facteur déclencheur ou amplificateur des mouvements de population (par des événements climatiques progressifs ou soudains) est de plus en plus questionné (GIEC, 2007, 2013 et 2014 ; BM, 2013 ; Ratha *et al.*, 2013). Selon l'IDMC (2013 ; 2014 ; 2015b), sur un total (pour l'ensemble des pays du monde) de 763 millions de migrants « intra-nationaux » ou « internes »<sup>245</sup> en moyenne sur les sept dernières années (2008-2014), 185 millions de personnes auraient changé de lieu de résidence tout en restant dans le même pays à cause d'événements naturels (environnement et climat). Le changement climatique et ses impacts négatifs en expliqueraient une grande partie<sup>246</sup>, selon les auteurs de cette étude (voir. chap. 1, section 1.2). Représentant ainsi une moyenne annuelle de 26,4 millions de migrants internes dus à des processus géophysico-climatiques sur la période 2008-2014 (hors migrations climatiques internationales), ce chiffre dépasserait largement celui dû aux conflits<sup>247</sup>. Et, selon Gémenne *et al.*, (2016), les migrations

---

<sup>245</sup> Les migrations climatiques semblent surtout internes (Gémenne, 2009 ; Pigué, 2011 ; Ionesco *et al.*, 2016), la littérature parle dans ce cas de « migrant » plutôt que de « réfugié » (climatique) qui fait davantage référence à des déplacements internationaux (cf. intro. générale).

<sup>246</sup> En effet, sur les 185 millions, 157 millions seraient expliqués par le climat. Soit 86% des migrations internes totales dont inondation 55% et ouragan 29% (IDMC, 2015). Les événements géophysiques (ouragans, éruption volcaniques, tremblement de terre) expliqueraient approximativement 26,7 millions du total des 185 millions migrants internes (185), soit 14%.

<sup>247</sup> Selon la définition du HCR. Le HCR et l'IDMC (2015) répertorient en moyenne annuelle 22,5 millions de réfugiés de guerre dans le monde. Pour plus de détails voir : <http://www.unhcr.org/figures-at-a-glance.html>.

climatiques, notamment « internes », seraient jusqu'à présent largement sous estimées<sup>248</sup>.

Cependant, le Sénégal ne dispose pas encore de chiffre sur les migrations climatiques, mais des données sur les migrations existent. En moyenne sur les sept dernières années, 14% de la population vit en dehors de sa région de naissance mais à l'intérieur du pays (ANSD : 2001, 2013) (voir chap. 4, section 4.3.1). Et une accélération à partir des années 1970-1980, période des deux grandes sécheresses au Sahel, est notée (Gaye et *al.*, 2015 ; BM, 2014 et 2010 ; ANSD, 2013 ; Fall et *al.*, 2013). Ce niveau excède largement celui de la migration internationale concernant le Sénégal dont les estimations n'ont jamais dépassé 1,5% de la population totale depuis 1970 (ANSD : 1976, 1988, 2001 et 2013 et Becker et M'bodj, 1980) malgré l'imprécision entourant cette donnée<sup>249</sup>. Ceci nous permet d'exclure ces migrations internationales de l'analyse économétrique, d'autant plus que les données disponibles sur la migration internationale ne permettent pas une analyse au niveau spatial désagrégé qui nous importe<sup>250</sup> pour intégrer des variables sur les conditions de vulnérabilité. Ce choix est aussi robuste car les migrations internationales semblent peu affectées par les chocs climatiques (sauf cas particulier des zones frontalières) selon la littérature existante (voir chap. 4, section 4.3).

Notre analyse économétrique se concentre donc sur les migrations internes pour lesquelles nous cherchons à savoir si des déterminants seraient d'origine climatique. Les variables de contrôle testées sont tirées de notre *survey* de littérature (section 6.2.1) et des analyses des acteurs de terrain rencontrés.

Comme mentionné au chap. 1, sous-section 1.5.1, les événements climatiques peuvent être soudains ou au contraire progressifs (ce dernier cas est dominant au Sénégal, mais le premier

---

<sup>248</sup>Signalons que l'IDMC ne parle pas de migrants climatiques. Ils préfèrent employer le terme de déplacés dus à des processus géophysico-climatiques. Toutefois, leur définition de ces déplacés ressemble à bien des égards à celle des réfugiés/migrants climatiques données par Ionesco et *al.* (2016), McLeman (2013), OIM (2011). En effet, ils entendent par déplacés dus à des processus géophysico-climatiques : « Toute personne ou groupes de personnes obligés de quitter leur maisons ou lieux de résidence habituelle chaque années à causes de désastres naturels et d'événements climatiques tels que les orages, inondations, incendies, mouvements de masse humide, tremblement de terre, éruption volcanique, température extrêmes, mouvements de masse sec... ». Les chiffres avancés par l'IDMC (184.6 millions de personnes) ne répertorient que les déplacements dus, directement, à des événements climatiques/environnementaux soudains. Les événements climatiques/environnementaux progressifs amplificateurs des déplacements internes sont sous-estimés dans le comptage. Car, comme ils le notent, dans ce cas de figure d'événements progressifs, les causes climatiques des migrations internes interagissent avec d'autres facteurs (la pauvreté, aux inégalités, à la croissance de la population urbaine, à la mauvaise gestion de l'utilisation des terres et à la faiblesse de la gouvernance) de telle sorte que seules les variables socio-économiques sont explicitées comme explicatives *in fine* des migrations.

<sup>249</sup> Selon l'ANSD, la migration internationale est passée de moins de 1% de la population en 1970 à 1,2% durant le dernier recensement de 2013. Mais seule la migration légale est répertoriée (services consulaires, douanes...) alors que la migration illégale vers les pays de l'OCDE, un phénomène pas nouveau, s'est largement accentuée depuis les années (M'Baye, 2014).

<sup>250</sup> Les données disponibles n'indiquent pas le lieu (localité ou région) de départ du migrant international.

cas existe dans certaines régions. notamment avec les inondations récurrentes à Dakar<sup>251</sup>).

Par ailleurs, les déterminants des migrations climatiques peuvent être directs (par exemple évènements extrêmes et soudains : désastres climatiques et inondations) ou indirects (dans ce dernier cas, l'événement climatique affecte par exemple une ressource naturelle utile à l'activité économique mais dont les caractéristiques peuvent absorber, atténuer ou amplifier, transmettre aussitôt ou retarder, le choc climatique initial). Ces déterminants indirects incluent donc des variables non climatiques représentant les différentes dimensions de la capacité de résilience (ou inversement de vulnérabilité) face aux évènements : capacités individuelles (revenu, capital...) ou collectives (systèmes d'entraide familiaux, professionnels, administratifs...) (voir figure 23, chap. 2, sous-section 2.3.1).

Le test économétrique doit aussi prendre en compte des déterminants autres que climatiques, pour les discriminer. Les facteurs explicatifs les plus documentés par les travaux de la Banque mondiale (2010) sont la surpopulation, le chômage massif en plus de l'insuffisance de services publics de base tels que l'éducation, la santé.

Empiriquement, notre travail économétrique va tester l'existence et l'intensité des corrélations entre variabilité climatique et migrations interrégionales au Sénégal -à l'échelle des bassins démographiques de vie (régions administratives), avec un traitement original des signaux climatiques (pluviométrie et température maximales et minimales) : le signal est l'évolution des écarts interannuels (Pour la pluviométrie, l'hivernage ou la saison des pluies soit 6 mois de pluviométrie par année d'avril à septembre et pour les températures sur toute année) à la normale des séries calculée sur l'ensemble de la période 1970-2013, de précipitation et de températures (pour la construction de nos deux variables, IPS et indice de Lamb, utilisées, voir chap. 4).

---

<sup>251</sup> Les fortes inondations urbaines de 2005, 2009 et 2012 ont entraîné des mouvements de populations mais pour l'essentiel à l'intérieur des régions sinistrées. Dakar est particulièrement illustratif avec certaines zones de la banlieue défavorisée qui sont devenues inhabitables. 20.000 personnes ont été contraintes de quitter leur lieu de résidence et l'Etat sénégalais avait annoncé un plan de construction de 4000 logements modernes pour un coût total estimé à 52 milliards de francs CFA (104 millions de dollars américains). Ce plan de relogement de la banlieue dakaroise appelée plan « Jaxaay » a relogé 18000 ménages en 2010 dans des logements subventionnés par l'Etat à hauteur de 78%. D'ailleurs, ce niveau élevé de subvention a été un des facteurs qui a bloqué la poursuite du programme. Signalons par ailleurs, que les inondations n'ont été qu'un facteur accélérateur face à l'insuffisance de politiques publiques en matière d'aménagement des banlieues. Ainsi, ces plans de relogement intra régionaux étaient davantage des mesures d'urgence par la migration que d'adaptation au changement climatique. Pour plus de détails sur les mouvements de populations (relogement) à l'intérieur des régions voir : Sané, Y. (2013). La politique de l'habitat au Sénégal: une mutation permanente. *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, 66(263), 311-334. L'auteur analyse les inondations comme principal moteur de la restructuration à travers le plan Jaxaay à Keur Massar dans la région de Dakar. Lien disponible sur : <https://com.revues.org/6913>.



### 6.2.3. Spécification du modèle : Les données et la construction des variables

#### 6.2.3.1. *La variable à expliquer ou dépendante : les migrations*

Les définitions retenues pour caractériser les variables sont celles de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie du Sénégal (ANSD).

Tout d'abord, « *la migration ou mouvement migratoire peut être défini comme le changement du lieu de résidence habituelle pour une durée d'au moins six (6) mois effectifs ou avec l'intention de passer au moins six mois hors de sa localité de résidence habituelle* » (ANSD, 2001, 2011 et 2013).

Ensuite, la migration interne est : « *un déplacement qui s'effectue uniquement à l'intérieur d'un pays ou d'un territoire. Elle est définie comme l'ensemble des échanges migratoires qui s'opèrent entre une entité administrative et une autre* » [ANSD, 2001, 2011 et 2013]. Dans notre cas, le changement de résidence définissant la migration interne sera un changement de région administrative (migration interrégionale).

Les migrations climatiques sont définies comme celles dont un événement climatique constitue l'élément déclencheur ou amplificateur. Les migrations interrégionales climatiques sont donc un sous-ensemble des migrations internes.

Nous testerons trois mesures de cette migration : le taux de migration nette (immigration - émigration, le tout rapporté à la population totale de la région. Le stock concerne la région d'arrivée), l'émigration (ensemble des mouvements de populations depuis une région du Sénégal vers les régions, le flux concerne la région de départ), l'immigration (mouvements de populations d'une région vers les autres régions du Sénégal, le flux concerne la zone région d'arrivée). En effet, certaines régions comme Dakar, Thiès, Louga et Diourbel sont statistiquement des bassins d'immigration alors que d'autres, comme Fatick, Kaolack, Saint-Louis sont plutôt des régions d'émigration.

Les recensements de populations de 1976, 1988, 2001 et 2013 et deux enquêtes sénégalaises auprès des ménages (ESAM 1 et 2) de 1993 et 2011, réalisés par l'ANSD (voir chap. 5, section 5.3), fournissent les effectifs migratoires (émigration, immigration et taux de migration pour chaque région) pour les 4 années précédant le recensement et pour l'année de recensement (soit 5 années de données).

### 6.3. Modélisation de la « migration climatique » : construction de l'équation à estimer

Dans ce chapitre, nous utilisons le cadre conceptuel systémique. La migration dans un contexte de changement climatique est un phénomène complexe qui dépend de facteurs personnels et contextuels qui déterminent des niveaux de résilience, d'adaptation et d'exposition. Autrement dit, la migration dans un contexte de changement climatique serait une fonction décroissante des capacités *in situ* adaptatives et de résilience (niveau de vulnérabilité) des populations. Les variables explicatives testées sont choisies en conséquence.

#### 6.3.1. Équation réduite

Notre système de variables impactant/déterminant la décision de migrer suite à un événement climatique, est donné par le tableau 8 (chap.3, sous-section 3.3.1). Nous formalisons maintenant mathématiquement le système de variables impactant/déterminant la décision de migrer dans un contexte de changement climatique suivant.

$$m_{i,t} = f(\text{climat, socioéconomie, politique, institutionnelle, démographique, géographique, environnemental, culturel ... } \infty). \quad (1).$$

Où :  $i = 1, \dots, 11$ , sont les onze différentes régions administratives du Sénégal,  $i$  étant la région où s'effectue les flux entrants et sortants ; et  $t$  représente les périodes d'observations (en l'occurrence définies par les différentes années de recensements et enquêtes : 1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) ;  $m_{i,t}$  sont donc les effectifs de migrants régionaux au cours des 5 dernières années ( $t, t-1, t-2, t-3, t-4$ ) de chaque recensement (1976 ; 1988 ; 2001 ; 2013) et enquêtes (1993 ; 2011).

Nous devons maintenant développer cette fonction pour expliciter comment les variables pertinentes sont prises en compte et quels sont les variables proxys choisis.

Nous explicitons maintenant les variables du modèle et les proxys retenus (variable à expliquer (sous-section 6.3.2) ; variables explicatives retenues (sous-section 6.3.3), avant de présenter le traitement économétrique proposé (sous-section 6.4). Les résultats sont présentés et discutés (6.5).

### 6.3.2. Les variables explicatives

Le tableau 34 suivant résume les variables explicatives retenues (les proxys utilisés sont présentés de façon détaillée ensuite) :

**Tableau 34: Les variables explicatives et corrélations attendues**

| Variables  | Proxy  | Sources            | Nature de la donnée | Corrélation attendue      |
|--|--|--------------------|---------------------|---------------------------|
|  |  |                    |                     | Emigration <sup>252</sup> |
| <b>Pluviométrie</b>                                    | IPS  | ANACIM, Sénégal    | quantitative        | -                         |
| <b>Température</b>                                     | Indice de Lamb   | ANACIM, Sénégal    | quantitative        | ±                         |
| <b>Dépense moyenne annuelle de consommation</b>        | Dépense moyenne annuelle de consommation en francs CFA (DMAMA)             | ANSD, Sénégal      | quantitative        | -                         |
| <b>Espérance de revenu</b>                             | Dépense moyenne annuelle de consommation en francs CFA * (1-IRVM) (esprev) | ANSD, Sénégal      | quantitative        | +                         |
| <b>Population</b>                                      | Effectif total population région (pop_reg)                                 | ANSD, Sénégal      | quantitatif         | +                         |
| <b>Niveau d'activité</b>                               | Taux d'activité (txact)  | ANSD, Sénégal      | quantitative        | -                         |
| <b>Niveau d'éducation primaire</b>                     | Taux de scolarisation (tx_scol)  | ANSD, Sénégal      | quantitative        | -                         |
| <b>Indicateur de vulnérabilité multidimensionnelle</b> | IRVM   | Calcul de l'auteur | quantitative        | +                         |

Source: construction de l'auteur.

#### 6.3.2.1. Variables explicatives d'intérêt : le climat

Le facteur climat<sup>253</sup> de la région (clim) est décomposé en trois (3) variables explicatives : la pluviométrie, mesurée par l'indice de pluviométrie standardisée (IPS) ; les températures maximales, captées par l'indice de Lamb des températures maximales ; et les températures minimales mesurées par l'indice de Lamb des températures minimales.

- Indice de pluviométrie standardisée (IPS ou SPI =  $\frac{P_t - P_{moy}}{\sigma}$ ), étant l'écart moyen annuel par rapport à la tendance pluvieuse de long terme pour chaque station météorologique sur la période 1975-2013. L'IPS est fortement recommandé plutôt que les données brutes de pluviométrie utilisées dans plusieurs travaux économétriques (Thiede et Gray, 2016 ; Mastrorillo et al., (2015). Nous nous attendons à une corrélation mixte entre IPS et migration. Dans la littérature empirique, les déficits pluvieux (périodes de sécheresse) sont

<sup>252</sup> Pour ne pas alourdir le tableau, nous avons juste indiqué le signe des corrélations attendues entre chaque variable et l'émigration

<sup>253</sup> D'après le Glossaire du 5<sup>e</sup> rapport du GIEC [GIEC : 2014, [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)] le climat au sens étroit du terme désigne une description statistique fondée sur les moyennes et la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes types de 30 ans, selon l'Organisation météorologique mondiale. Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, la hauteur de précipitation et le vent. Dans un sens plus large, que nous n'utilisons pas ici, le climat désigne l'état du système climatique, y compris sa description statistique.

davantage associés a des effets positifs sur l'émigration (Roquet, 2008 ; Henry *et al.*, 2004 ; Garenne et Lombard, 1991 ). Mais des excédents ou des déficits peuvent aussi se traduire par une émigration ou tout simplement par une trappe à non migration de certaines populations selon le contexte socio-économique. A cet effet, l'effet du climat sur l'émigration devient négatif, justifiant ainsi notre effet attendu mixte du climat).

- Indices de Lamb des températures (pour les maximales et pour les minimales) : il calcule les anomalies annuelles de températures minimales et maximales par rapport à une tendance allant de 1975 à 2013 pour chaque région du Sénégal. L'indice de Lamb permet ainsi de standardiser les anomalies (graphiques 8). Comme pour l'IPS, l'effet attendu des indices de Lamb est mixte

Dans la littérature empirique, rares sont les auteurs ayant utilisé les IPS et/ou les indices de Lamb. En économie, les auteurs utilisent souvent les données brutes climatiques qui ne permettent pas de capter les ruptures et tendance.

Les IPS et indices de Lamb des températures maximales et minimales sont calculés à partir des données climatiques des différentes stations synoptiques situées dans les 11 régions du Sénégal.

Signalons enfin que contrairement à Beine *et al.*, (2014) qui séparent les excédent pluvieux des déficits pluvieux, nous avons préféré analyser les évolution du climat en ne dissociant pas les déficit des excédents. Ce choix est justifié par le fait qu'au-delà des déficits et excédents, d'une part, il existe un niveau de climat, notamment de pluviométrie, qui garantit une bonne « saison agricole »<sup>254</sup>, et, d'autre part, les ménages s'ajustent d'une année sur l'autre en fonction de l'évolution des conditions climatiques. Dans cette partie du monde un excédent (inondation) comme un déficit (sécheresse agricole ou hydrique) peuvent avoir des conséquences néfastes sur les conditions de vie et précipiter les populations à la recherche de solutions d'adaptation en particulier lorsque les populations sont agricoles et rurales.

### **6.3.2.2. Variables explicatives économiques**

Dans la littérature, il est souvent reconnu la prédominance du facteur économique dans les décisions de migrer des populations, y compris en situation de déséquilibre climatique (Warner, 2011 ; Afifi, 2011 ; Tacoli, 2009). Ainsi, le choix des dépenses moyennes de

---

<sup>254</sup> L'IPS de 1 à 2 mois qui correspond à une sécheresse météorologique ; 2 à 6 mois pour une sécheresse agricole et de 6 à 24 mois pour une sécheresse hydrologique (OMM, 2010). Et par ailleurs, le tableau d'interprétation des différents score de l'IPS est donné en chapitre 2, sous-section 2.2.2.1

consommation comme proxy du revenu est justifié par d'une part, le fait que les ménages sénégalais affectent leur revenu à 99,2% aux dépenses dites de premières nécessités, alimentation, logement, transport et habillement [ANSD (2001 et 2013) ; ESAM , (2002, 2006 et 2011), RGP (1976) ; RGP (1988) ; Daffé (2009)]. Et, ceci est particulièrement vrai chez les populations pauvres. L'analyse de ces dépenses moyennes de consommation met en évidence d'importantes disparités régionales (ESAM I, 2002 et ESAM II, 2006). Ainsi, le niveau des dépenses moyennes de consommation pourrait expliquer la propension des ménages à migrer comme le démontre Wouterse (2008) à travers la stabilité des consommations que pourrait conférer la migration interne notamment en envoyant un membre de la famille vers les zones généralement urbaines où les revenus moyens par ménage sont plus importants. Et d'autre part, les dépenses de consommations permettent de définir le niveau de pauvreté/vulnérabilité socio-économique des populations. L'ANSD pour les différentes années calcule une moyenne de dépenses de consommation des ménages par région<sup>255</sup>. Les données sont issues des recensements et enquêtes auprès des ménages homologués par la Banque Mondiale (WDI, 2015). Son effet attendu sur l'émigration devrait être positif. En effet, plus les disparités régionales en termes de dépenses de consommation sont importantes plus l'émigration devrait être observée. Un niveau faible de dépense de consommation dans une région devrait jouer positivement sur l'émigration.

❖ Espérance de revenu (revenu espéré (esprev) = dépense moyenne annuelle de consommation d'un ménage par région \* (1-IRVM). Une perception négative des revenus futurs joue positivement sur la décision de migrer (Pecse & Goniglio : 2015). Nous posons qu'esprev serait égale au revenu de consommation moyenne du ménage de chaque région de la période multiplié par 1 moins son indice de vulnérabilité. Nous formalisons ainsi l'hypothèse d'une corrélation négative entre espérance de revenu et émigration (plus esprev est élevée, plus la propension à émigrer est faible) car, comme le soulignent Lalou et *al.*, (2015), les facteurs cognitifs, dans notre cas *via* les espérances de revenus, la perception des capacités ou du risque, sont déterminants dans les processus migratoires en milieu sahélien. La perception du revenu futur serait une précondition à l'action.

❖ Niveau d'activité (txact) : L'ANSD définit comme étant le rapport entre le nombre d'actif (actifs occupés et chômeurs) et l'ensemble de la population correspondante. Un taux d'activité élevé d'une région traduit des capacités d'absorption, y compris en présence de déséquilibre climatique, à travers notamment les possibilités d'insertion des populations dans

---

<sup>255</sup> Celles-ci sont définies comme étant : « Les dépenses de consommation du ménage représentent la valeur des biens et services de consommation acquis, utilisés par un ménage par des achats monétaires directs, la production pour son propre compte, le troc en tant que revenu en nature, pour la satisfaction des besoins personnels de ses membres » (ANSD, 2013).

l'économie informelle ou de la débrouille (Camara et *al.*, 2013). Ce constat est d'autant plus vrai qu'au Sénégal, l'accroissement rapide du secteur informel - selon l'ANSD (2013) et la BM (2007) entre 85% et 95% sur la période 1995-2013 de l'économie - serait une conséquence de la libération d'une main-d'œuvre - pléthorique des milieux ruraux agricoles. Ses populations s'adonnant au secteur informel sont principalement localisées dans les grandes banlieues, départements de Pikine, Rufisque et Guédiawaye. Le choix porté sur le niveau d'activité et non sur celui du chômage est justifié par l'inadéquation de ce dernier pour expliquer la réalité sénégalaise. En effet, le taux de chômage est calculé sur la base des demandeurs de travail dans le secteur formel qui est minoritaire - ce qui justifie la faiblesse des taux enregistrés par l'ANSD. A titre illustratif, le taux de chômage officiel serait de moins de 15% au Sénégal (13.5% en 2015, 5.6% en 2001 et 7% en 2013). Ces chiffres occultent le secteur informel principal soupape de l'exode rural dont l'hypothèse de passage de la main d'œuvre du secteur agricole vers celui industriel telle que théorisée par Lewis (1954), n'est pas toujours vérifiée dans le monde en développement. Ainsi, il apparaît que le taux d'activité serait plus pertinent dans l'analyse des réalités sénégalaises. Cette variable joue positivement sur la destination des migrants (pour une région, un taux d'activité élevé devrait se traduire par un afflux massif de population).

### **6.3.2.3. Variables explicatives sociodémographiques**

Nous avons retenu trois variables explicatives pertinentes dans l'analyse des migrations dont une variable composite, l'IRVM (chap. 4, sous-section 4.3.2) pour prendre en compte les spécificités de chaque région en termes de niveau de vulnérabilité multidimensionnelle. Ainsi, nous avons :

❖ Niveau d'éducation (taux de scolarisation (txscol) défini par l'ANSD comme étant le total des jeunes d'un âge donné scolarisés rapporté à la population totale du même âge). Souvent mobilisée dans la littérature empirique, Drabo et M'Baye (2015) et Rosenzweig (2007) : pour une synthèse générale le niveau d'éducation est capté à travers le taux de scolarisation<sup>256</sup> de la région pour les différentes années retenues. En effet, ce taux est un indicateur clé dans le cadre de la réalisation des OMD, devenus ODD, au Sénégal (ANSD, 2001 et 2013). Cette variable devrait négativement jouer sur l'émigration. Car, plus les populations sont instruites plus elles devraient être en mesure de disposer de capacités

---

<sup>256</sup> L'ANSD retient la définition suivante du taux de scolarisation : « Le taux brut de scolarisation dans l'élémentaire est calculé en rapportant l'effectif des enfants scolarisés dans l'enseignement élémentaire quel que soit l'âge à l'effectif de la population scolarisable (7 - 12 ans) ».

adaptatives. Cependant, dans la migration totale interne, l'éducation pourrait avoir un effet mixte car certaines populations, notamment celles des régions rurales reculées, seraient fortement tentées d'aller vers les régions urbaines en quête d'une meilleure éducation. Et ceci, est d'autant plus vrai quand il s'agit de l'enseignement supérieur où l'université de Dakar (plus de 100.000 étudiants) enregistre plus de 70% des effectifs totaux nationaux.

❖ Effectifs de la population de la région, elle permet de pondérer l'effet taille des populations de départ et d'arrivée sur les flux de migrants (intensité migratoire). Ainsi cette variable sera retenue dans l'équation explicative de l'émigration et de l'immigration interrégionale. Concernant la migration nette, la population est déjà prise en compte dans le calcul. Le Sénégal, comme la plupart des pays subsahariens, est confronté au défi majeur que constitue la mise en perspective de la croissance démographique rapide avec une croissance économique, certes soutenue mais encore insuffisante, vers un développement inclusif. Les disparités régionales démographiques et les disponibilités en ressources naturelle constituent d'une part un enjeu majeur d'amélioration ou de maintien des conditions de vie fragiles. Et d'autre part, la taille de la population pourrait constituer une cause additionnelle d'accès des populations à l'emploi, à l'éducation et aux terres dans les pays en développement. Selon le contexte socio-écologique de la région, les effectifs croissants des populations peuvent contribuer à l'accélération de la rupture des capacités de charge du milieu (adaptation et résilience) et ceci en face de changement climatique. Les données régionales issues des différents recensements nationaux (1976 ; 1988, 2011 et 2013) et enquêtes nationales (1993, 2011) sont fournies par l'ANSD. Un effet positif est attendu sur l'émigration.

❖ Indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM) (voir chap. 5). Hypothèse : Plus la vulnérabilité est importante plus l'émigration sera importante dans une région. Ainsi, l'IRVM devrait avoir un effet positif sur l'émigration d'une région si les conditions climatiques et ses impacts sont défavorables sur les conditions de vie des populations. En effet, il mesure les interactions dynamiques entre le sous-système social et celui écologique en termes de vulnérabilité globale.

Nous proposons la spécification économétrique (1) en fonction des proxys retenus des différentes variables pertinentes et disponibles au Sénégal, peut être réécrite comme suit :

$$\begin{cases} \ln(emigration_{i,t}) \\ \ln(immigration_{i,t}) \\ \text{taux migration nette}_{i,t} \end{cases} = c + \beta_1 clim_{it} + \beta_2 clim_{i,t-1} + \beta_3 clim_{i,t-2} \\ + \beta_4 \log(DMAM)_{it} + \beta_5 \log(esprev)_{it} + \beta_6 txact_{it} + \beta_7 txscol_{it} \\ + \beta_8 IRVM_{i,t} + [\beta_9 \log(pop_{reg})_{i,t}] + \alpha_{i,t} \\ + \varepsilon_{i,t} \tag{1}$$

Etant donné que les processus migratoires dans un contexte de changement climatique sont généralement progressifs, nous avons pris en compte dans notre spécification la dépendance non instantanée entre migrations et climat. Très souvent les migrations répondent aux évolutions climatiques défavorables après un certain laps de temps. Cette situation est souvent observée au Sahel d'où l'évocation du caractère en dernier ressort (Lalou et al., (2015) ; Gastineau et al., 2015) ; Bonnassieux et Gangneron (2015) des migrations (voir figure 21 et tableau 6 dans le cas sénégalais). Trois raisons principales sont évoquées : (i) psychologiques : l'inertie avec les habitudes ou comportements acquis par les personnes. Dans le cas migratoire, nous pouvons citer l'attachement au terroir, les incertitudes et risques entourant l'émigration... ; (ii) politico-institutionnelles : contribue au décalage avec les politiques mises en place et la législation entourant les migrations. Nous pouvons citer l'aide gouvernementale, celle internationale, politique de relogement ou recasement... et (iii) technico-socio-économique : ce dernier cas renvoie à la résilience socio-écologique des populations dans un milieu donné. Ainsi, les effets du climat sur les migrations interrégionales sont échelonnés dans le temps avec notamment un retard du climat sur les deux dernières années en plus de la prise en compte de celui de l'année considérée.

#### 6.4. Choix du traitement économétrique

Etant donné que nous nous intéressons au rôle du climat sur les dynamiques migratoires internes au Sénégal, analyse interrégionale et/ou inter zones agro-écologiques du pays, depuis la grande sécheresse intervenue dans les années 1970, l'utilisation d'un modèle de régression multiple comme outil d'analyse empirique serait limitée (Wooldridge, 2010 et 2015 ; Gujarati, 2004). Car, en dépit de disposer de données en coupes transversales sur différentes années (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013), un modèle de régression multiple ne permet pas de tester les dynamiques observées. Il permettrait d'étudier la relation entre climat et migrations interrégionales, en présence de variables de contrôle, à un moment donné. Or, le climat agit généralement sur les décisions migratoires de façon progressive dans le temps



d'une part, et, d'autre part, au Sénégal, les migrations internes s'inscrivent dans toute une dynamique spatio-temporelle (chap. 3). Pour vérifier cela, nous avons testé la sensibilité du climat (pluviométrie et températures maximales et minimales) sur les différentes modalités de la migration interrégionale (taux migratoire, émigration et immigration) sur différentes périodes séparément, après avoir vérifié certaines hypothèses économétriques (propriétés d'absence de biais sur les estimateurs MCO). Les résultats sont présentés et discutés en annexe 11.

L'ambiguïté de nos résultats en coupes transversales justifie une analyse empirique sur plusieurs périodes cumulées. Cette dernière permettra, d'une part, d'augmenter la taille de nos estimations et, d'autre part, de prendre en compte la nature progressive des migrations associées au processus climatique.

#### **6.4.1. La méthode économétrique : empilement de données en coupe transversale de plusieurs périodes (pseudo-panels)**

Les rares travaux économétriques s'intéressant aux effets du climat sur les migrations humaines (annexe 10), recourent souvent à des données de panel. Toutefois, pour tester la relation climat et migrations interrégionales au Sénégal, nous allons utiliser la méthode d'empilement (*pooling*) de coupes transversales indépendantes sur plusieurs périodes (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013). En effet, la confrontation de notre modèle migrations-climat avec les données disponibles par région du Sénégal ne permet pas une estimation économétrique en données de panel. Car, cette méthode des données de panel nécessite un suivi spatial et temporel régulier (mensuel, trimestriel, annuel) des mêmes individus sur l'ensemble de la période de l'étude. Par exemple dans notre cas sur la période 1970-2013, nous devons disposer des données migratoires interrégionales annuellement (ou mensuellement). De plus, durant la période, 1970-2013, ce sont les mêmes populations migrantes interrégionales qui doivent être réinterrogées annuellement (mensuellement). Or, nos données migratoires interrégionales ne sont disponibles que sur certaines dates (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) et en cumul au cours des cinq dernières années. A cet effet, nos données migratoires ne répondent pas aux exigences techniques d'utilisation de données de panel. Les données migratoires, portant sur un cumul au cours des cinq dernières années et à un niveau régional, sont des coupes transversales (les différentes régions du Sénégal sur des intervalles de temps irréguliers).

Toutefois, il est possible d'empiler les coupes transversales de différentes périodes si certaines

conditions sont satisfaites. Et, comme le démontre Wooldridge (2015), traiter ces coupes en empilement (pooling) – méthode dite des pseudo-panels – permet d’augmenter la taille de la population statistique – comme les données de panel, la dimension est donnée par :  $N \times T$ , avec  $N$  : nombre de régions et  $T$  : les différentes dates. Cette méthode dite des pseudos panels, présente un ensemble davantage (Wooldridge, 2015) dans les cas où les données sur la variable expliquée (migration) et sur certaines variables de contrôle ne sont pas disponibles pour un traitement chronologique.

Cette méthode est assez simple et efficace, justifiant d’ailleurs son utilisation dans des études variées allant du niveau de vie (Lelièvre et *al.*, 2012) à la consommation (Gardes, 1999 ; Gardes et *al.*, 2005 ; Marical et Calvet, 2011) en passant par l’évolution salariale (Koubi, 2003) et l’investissement (Duhautois, 2001). D’après Wooldridge (2015), elle entraîne des complications statistiques mineures tout en présentant un ensemble d’avantages, si certaines conditions sont respectées:

- Les données portent sur la population totale (recensement de l’ensemble de la population migrante et non des échantillons dans la population migrante totale). Ce qui permet de supprimer la corrélation entre les termes d’erreur des observations. Signalons que la non indépendance sérielle des écarts aléatoires ne biaise pas les estimateurs mais rendent les T-Student non interprétables ;

- La variable explicative (d’intérêt) climat ne peut pas être soupçonnée d’endogénéité car il s’agit de données exogènes qui ne sont pas déterminées en partie par les autres variables explicatives. Les données, pluviométrie et les températures, sont issues de stations synoptiques recueillies régulièrement (journalièrement). Donc, toute erreur de mesure est levée.

Sur le plan pratique, l’utilisation de coupes transversales empilées est particulièrement pertinente. Elle nous permet de capter les ruptures observées dans les dynamiques migratoires dans un contexte de changement climatique et d’en mesurer son impact, démarche pas possible avec les méthodes existantes. En effet, les travaux de la Nouvelle Economie de la Migration (NEM) considèrent en général le climat/environnement comme des facteurs substituables<sup>257</sup>. Ainsi, ils emploient des modèles économétriques présentant la migration, suite à un choc climatique, sous une forme arbitrage entre différents niveaux d’utilité (sur les

---

<sup>257</sup> Nordhaus (1992) en critiquant le rapport Meadows “Limits to Growth” propose un modèle DICE (*Dynamic Integrated Model of Climate and Economy*) où l’intensité de la croissance en facteurs naturels est variable. L’auteur considère que le mécanisme du marché (prix) peut permettre une atténuation de la pression exercée sur l’environnement et par la même occasion la préservation du climat. Cette vision du climat et de l’environnement comme une variable secondaire dans les analyses a dominé la réflexion économique jusqu’à une période assez récente.

lieux de départ et d'arrivée). Et, il s'avère que ses méthodes échouent profondément à expliquer les migrations en phase dans les pays sahéliens<sup>258</sup>. A contrario, notre modèle ne retiendra que très partiellement cette hypothèse de substituabilité. Le climat impacte certes l'environnement comme facteur de production (rendements agricoles, par exemple) et par conséquent, la stratégie d'adaptation peut passer par des substitutions (changement de techniques productives voire changement d'activité) mais, ces substitutions ont des limites socio-écologiques qui constituent d'ailleurs le sens de nos tests de corrélation entre climat et migration. La migration, une réponse retenue quand les populations considèrent que les conditions de vie et de production actuelles ne leur permettent plus de maintenir un niveau de « vie soutenable » dans leur localité à cause notamment du changement climatique et ses conséquences socio-écologiques. Il convient d'appliquer d'autres modèles plus pertinents dans l'analyse des migrations dans les pays en développement et surtout lorsque celles-ci sont associées à des processus climatiques (figure 21).

Sur le plan statistique, premièrement de par l'augmentation de la taille de l'échantillon ( $N \cdot T$ ), la méthode d'empilement permet de minimiser tout risque de multicollinéarité. Les estimateurs obtenus sont plus précis et les tests statistiques plus puissants (Deaton, 1985 ; Wooldridge, 2015). Les procédures habituelles d'inférence statistique ne sont pas faussées, y compris en présence d'hétéroscédasticité en particulier lorsque la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) est utilisée. Deuxièmement, comparativement à une analyse par la méthode transversale ou longitudinale, les pseudo-panels ne présentent pas les mêmes caractéristiques : (i) les observations ne sont pas distribuées de façon identique (une coupe transversale ne dispose que d'une seule période). Cela permet de supprimer l'autocorrélation des termes d'erreur ; (ii) le nombre d'observations est plus important ( $N \cdot T > N$ ) et (iii) l'empilement de données en coupes transversales permet d'évaluer l'effet d'un évènement - souvent une expérience naturelle exogène comme le climat - qui modifie des structures. L'empilement est un facteur important dans l'analyse des coupes transversales. Par conséquent, Deaton (1985) suggère le recours à cette méthode pour investir les effets d'une variable explicative sur une

---

<sup>258</sup> De la rationalité du migrant individuel (Lewis, 1954, Todaro, 1969 ; Harris et Todaro, 1970) vers une rationalité limitée (Sjaastad, 1962 et NEM), les faits stylisés dans les pays en développement (augmentation du chômage urbain, le sous-emploi, la différenciation des incitations migratoires au sein d'une communauté, les choix collectifs) remettent en cause la validité des théories avancées. Ainsi, la littérature théorique va s'enrichir notamment avec les notions de réseau migratoire (Taylor, 1986 ; Massey et Garcia, 1987 ; Massey et al., 1993 ; Skeldon, 1990) qui expliqueraient à termes la théories des effets cumulatifs (*cumulative causation*) de Myrdal (1957) mais, également, les réseaux migratoires tels que développés par Findlay (1990). Les travaux de Massey et al., (1993) ont permis de donner une dynamique aux migrations et de lever l'hypothèse de constance ou d'hétérogénéité des coûts de la pensée néo-classique.

Pour plus de détails voir : Gubert Flore, « Pourquoi migrer ? Le regard de la théorie économique », *Regards croisés sur l'économie*, 2/2010 (n° 8), p. 96-105. Ou encore : Berrthelie Pierre, Lipchitz Anna, « Quel rôle joue l'agriculture dans la croissance et le développement ? », *Revue Tiers Monde*, 3/2005 (n° 183), p. 603-624.

variable expliquée en utilisant la méthode des MCO.

#### ❖ Utilisation d'un estimateur à effet fixe

Un estimateur à effet fixe sera utilisé car nos variables explicatives ne nous permettent pas de prendre en compte la totalité des hétérogénéités comportementales des différents migrants et ceci pour chaque coupe transversale empilée. En effet, il existe des hétérogénéités inobservées pour diverses raisons : (i) les données individuelles qui déterminent la migration ne sont pas présentes dans les recensements et enquêtes et/ou (ii) celles-ci ne sont pas mesurables. A titre illustratif, nous pouvons citer : l'ethnie, les expériences et connaissances, le sexe, le statut, la langue, les échanges, le mode de vie, l'influence du milieu familial (tableau 7 notamment facteurs/variables culturels). En dépit des hétérogénéités inobservables, les pseudos panels présentent la capacité de fournir des estimateurs convergents.

Le modèle à effet fixe, supposant une hétérogénéité corrélée avec les variables explicatives (modèle à effet corrélé), permet de prendre en compte l'hétérogénéité des individus et à cet effet, il est considéré par la majorité des spécialistes comme le plus pertinent<sup>259</sup>. Sur le plan statistique, le moyen direct de parvenir à une estimation convergente et sans biais de la relation climat-migration (équation 1) est d'effectuer une estimation par les moindres carrés ordinaires (MCO). Intuitivement étant donné que les effets individuels sont invariants dans le temps, c'est-à-dire ils ne peuvent pas influencer les variations explicatives, une transformation du modèle faisant apparaître une différence entre deux dates permet d'éliminer l'effet individuel. Avec une estimation MCO, la transformation *within* (encadré 2 ci-dessous) est souvent utilisée et ceci pour des raisons historiques et pratiques (Hausman, 1978 ; Hausman et Taylor, 1981 ; Gujarati, 2004 ; Wooldridge, 2010).

Comme le montre notre encadré 1, l'estimateur à effet fixe (EF) permet d'exprimer toutes les variables du modèle en écart à leurs moyennes temporelles, ce qui élimine les effets inobservés. De plus, même si  $T$  (différentes années de recensement = 7)  $\geq 3$ , l'estimateur EF est plus efficace que celui en différence première (DP) car les termes d'erreur ne sont pas corrélés. Signalons que le choix entre un estimateur EF et DP n'est pas toujours facile. Toutefois, Wooldridge (2010) met en évidence théoriquement un résultat d'importance sur le fait que le biais d'un estimateur à EF converge vers 0 à la vitesse  $1/T$  contrairement à celui en DP, qui est indépendant du temps. Ce résultat impliquerait que le biais de nos estimations du modèle II tendrait à disparaître à la vitesse de 0,14 (1/7).

---

<sup>259</sup> L'autre modèle qui permet de prendre en compte l'hétérogénéité individuelle est celui à erreur composée, supposant un effet individuel non corrélé aux variables explicatives (modèle à effet non corrélé), a été critiqué sur une base assez solide par Mundlak (1973). Les estimateurs ne seraient plus convergents en GMM, seule technique applicable.

**Encadré 2 : transformation d'un modèle en une expression d'un estimateur à effets fixes (EF) ou estimateur within**

Supposons un modèle simple dont la migration ( $y$ ) est expliquée par une seule variable économique ( $x$ ). Pour chaque individu  $i$ , on peut écrire :

$$y_{it} = \beta_i x_{it} + a_i + \mu_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad [1]$$

$a_i$  est une constante et  $\mu_{it}$ , le termes d'erreur de l'équation. Si pour chaque individu ( $i$ ), nous exprimons la moyenne de cette équation au cours du temps. Nous arrivons :

$$\bar{y}_{it} = \beta_i \bar{x}_{it} + a_i + \bar{\mu}_{it}, \quad [2]$$

De par sa constance  $a_i$  est retrouvée dans les deux équations [1 et 2] et en soustrayant [1] et [2] pour chaque période  $t$ , on obtient :

$$y_{it} - \bar{y}_{it} = \beta_i (x_{it} - \bar{x}_{it}) + \mu_{it} - \bar{\mu}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

Cette équation peut être réécrite sous la forme suivante :

$$\dot{y}_{it} = \beta_i \dot{x}_{i,t} + \dot{\mu}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad [3]$$

Avec «  $\dot{\phantom{x}}$  » désignant le centrage des valeurs des différentes variables du modèle sur leur moyenne. L'équation [3] permet d'éliminer la partie inobservée de notre modèle :  $a_i$ . Ce résultat permet d'estimer notre modèle par la méthode des MCO sur des données en coupes transversales sur plusieurs périodes indépendantes. Ainsi cette transformation des variables du modèle en écart à leur moyenne chronologique est dénommée en économétrie estimateurs à effets fixes spécifiques ou estimateur *within*.

Contrairement à la méthode d'estimation à effets fixes (EF), le modèle à effets aléatoires (EA) est utilisable lorsque les variables explicatives d'intérêt, dans notre cas la pluviométrie et les températures maximales et minimales, sont invariantes dans le temps (Wooldridge, 2015, Gujarati, 2004). Dans notre cas, les variables explicatives clé sont caractérisées par une forte variabilité interannuelle et infrarégionale (Vischel et al., 2015), ce qui fait qu'un modèle à EF est considéré comme le cadre d'analyse le plus efficace et le plus pertinent pour mesurer l'effet du climat sur les différents flux migratoires interrégionaux au Sénégal. Dans notre spécification aucune variable invariante dans le temps -pouvant renvoyer par exemple au sexe, à la couleur, à la situation matrimoniale ou encore à l'ethnie- n'est prise en compte. De plus, il est plus pertinent de supposer une corrélation vraisemblable entre le choix de migrer des populations et les caractéristiques intrinsèques du migrant potentiel (niveau éducation, réseau, situation socio-professionnelle, situation matrimoniale...), tous deux liés à la composante inobservés de notre spécification. Cette situation est mise en évidence par notre cadre d'analyse des interactions dynamiques socio-écologiques dans les processus migratoires dans un contexte de changement climatique. De plus, d'après Wooldridge (2015), le modèle à effets fixes apparaît la plupart du temps plus convaincant que celui à effet aléatoire quand il

s'agit d'évaluer les effets d'une ou de plusieurs variables sur données agrégées. Car l'auteur avance que nous ne pouvons considérer nos données comme un tirage aléatoire d'une population plus large –dans notre cas c'est un recensement général-, d'autant plus lorsque l'unité d'observation est une entité géographique large comme les régions du Sénégal dans notre cas. Donc, il est raisonnable de garder une spécificité propre à chacune des unités d'observation, les régions. D'ailleurs, cette nécessité de rompre avec des analyses englobantes (une certaine homogénéisation) a conduit à une analyse des migrations selon les régions et zones agro-écologiques du Sénégal.

Tout ceci justifie l'utilisation d'un estimateur à effets fixes avec une constance.

#### **6.4.2. Quelques tests de diagnostic sur la spécification de notre équation**

Plusieurs critères de sélection d'un modèle existent (Gujarati, 2004) et l'ensemble de ceux-ci vise à augmenter la somme des carrés des résidus ou le  $R^2$ <sup>260</sup>. Cependant, dans cette section, seuls les tests d'erreur de spécification du modèle, multicollinéarité et d'hétéroscédasticité, seront abordés avec un point particulier sur la multicollinéarité. Par contre, le test d'hétéroscédasticité est présenté et commenté en annexe 12.

##### ❖ Test d'omission de variables explicatives pertinentes

Avant de se préoccuper de la multicollinéarité, il convient d'abord de vérifier si notre équation 1 n'a pas omis, dans sa spécification, de prendre en compte une ou plusieurs variable(s) pertinente(s) à travers le test RESET de Ramsey.

Les résultats de l'annexe 13 confirment la bonne spécification de la forme fonctionnelle de notre modèle car les probabilités de Fisher calculées (0,6584 avec IPS, 0,8240 avec temp\_max et 0,6744 avec temp-min) sont supérieures au seuil de significativité à 5%. Donc, le modèle n'a pas omis de variables pertinentes.

##### ❖ Test de corrélation entre les variables

La détection de la corrélation est envisageable soit entre les variables explicatives elles-mêmes ou soit entre une ou plusieurs variables explicatives et la variable expliquée (Frisch, 1934) (voir annexe 14). Toutefois, la corrélation entre les variables explicatives du modèle, c'est-à-dire la multicollinéarité, demeure la plus problématique. Car, elle conduit à des problèmes majeurs tels que : (i) la non convergence des estimateurs : forte augmentation de la variance estimée de certains coefficients et des intervalles de confiance autour des paramètres

---

<sup>260</sup>Parmi les critères de sélection du « bon modèle », on peut en citer le  $R^2$ , qui est le pouvoir explicatif global du modèle, le  $R^2$  ajusté, le critère d'information de Akaike (CIA : addition de variables explicatives ou pas), le critère d'information de Schwarz (CIS : variables explicatives additives).

importants : (ii) la faible précision des estimateurs : instabilité des estimateurs des coefficients entraînant une non significativité des tests de Student et (iii) sur le plan statistique, la matrice singulière devient non inversible si la multi-colinéarité est parfaite. Cependant, signalons que théoriquement la multicollinéarité n'altère en rien les propriétés des estimateurs MCO selon Achen (1982) conforté par Leamer (1983). Pour étayer les conséquences théoriques faibles de la multicollinéarité sur les modèles classiques de régression linéaire<sup>261</sup>, Gujarati (2004, 4<sup>e</sup> éd, p. 353) fournit trois (3) raisons dont les illustrations sont faites sur une *fonction de consommation-revenu*. L'auteur va plus loin en soulignant que sur le plan statistique aucune réponse fiable n'existe pour le traitement de la corrélation des variables explicatives.

En dépit des développements théoriques minimisant la portée de la multicollinéarité des régresseurs d'un modèle, nous allons d'abord détecter la multicollinéarité possible avant de proposer un traitement si nécessaire, tout en gardant à l'esprit les travaux de Conlisk (1971) et la prise de position de Blanchard (1967)<sup>262</sup> reprise par Gujarati (*ibid*, p. 367) et Kennedy (1988). Pour ce faire nous allons utiliser notre tableau 8 des interactions des différents facteurs explicatifs de la migration partant d'un choc climatique ou environnemental) avant de proposer une détection statistique par la méthode de la *variance inflation factor* (VIF) ou encore, en français, facteur d'inflation de la variance (FIV).

***Problème de multicollinéarité entre les variables explicatives climat-migrations dans notre tableau 7, point de départ de notre modèle.***

Nous analyserons les relations des différentes variables explicatives à travers notre tableau des interactions. Si nous soupçonnons qu'une ou des variables explicatives de notre modèle est/sont une combinaison linéaire parfaite (multicollinéarité parfaite) ou imparfaite (multicollinéarité imparfaite) des autres variables explicatives<sup>263</sup> (voir annexe 15), il convient d'y remédier

Dans notre tableau 7, une relation fonctionnelle directe est soupçonnée entre les variables économiques directes et celles indirectes (Ei1 et Ed2 ; Ei2 et Ed1, Ed2, Ei1 ; Ei3 et Ed1, Ed2,

---

<sup>261</sup> Pour plus de détails sur les modèles classiques de régression linéaire voir : Kennedy, P. (2003). *A guide to econometrics*. MIT press.

<sup>262</sup> « Lorsque les étudiants exécutent leur première régression par les moindres carrés ordinaires (MCO), le premier problème qu'ils rencontrent habituellement est celui de la multicollinéarité. Beaucoup d'entre eux concluent que quelque chose ne va pas dans les MCO. Certains ont recours à des techniques nouvelles et inventives pour contourner le problème. Mais, nous leur disons que c'est une mauvaise voie. La multicollinéarité est la voie de Dieu et non pas une difficulté dans les MCO et les techniques statistiques en général ».

<sup>263</sup> Dans le cas d'une présomption de multicollinéarité, le calcul des coefficients du modèle ne sont pas possible car il sera difficile de mettre en évidence l'effet de chacune des variables explicatives, corrélées entre elles, dans un seul modèle.

Ei2). Cette relation supposée n'est pas toujours linéaire, elle transite souvent par la variable revenu disponible du ménage (multicolinéarité imparfaite). Comme le soulignent Araujo et *al.*, (2004), la multicolinéarité parfaite, pouvant exister dans la catégorie des variables dites économiques, n'est pas véritablement un problème de données mais plutôt de spécification du modèle. Par conséquent, dans la spécification économétrique la variable dépense de consommation des ménages est utilisée pour deux raisons principales. Elle est plus pertinente pour expliquer la décision de migrer des populations car, au Sénégal, les dépenses de consommations occupe une place importante dans le revenu des ménages (ESAM 1 et 2 et l'ESPS (2011 et 2013) avancent que l'intégralité des revenus sont consommés, les ménages épargnent de moins en moins).

En ce qui concerne la technique culturale, la relation entre le niveau d'instruction et l'amélioration des techniques de production n'est pas linéaire (Ei4 et Ed1, Ed2). Car, d'après Scoones et *al.*, (2002), les populations rurales ont toujours adapté leur technique de culture (techniques ancestrales : jachère...) et l'utilisation des techniques nouvelles nécessite souvent le concours de l'Etat ou des ONG (semences améliorées). Le niveau d'instruction n'est pas forcément un gage d'amélioration des techniques. D'ailleurs les rapports de l'ANSD (2013, 2016), une étude empirique de la DPEE (2011) et Camara et *al.*, (2013) concluent sur une corrélation positive entre niveau d'instruction et migration interne au Sénégal. Ce qui traduirait le fait que les populations avec un certain niveau d'instruction sont moins enclines à rester dans le secteur primaire.

Quant à l'environnement, nous sommes en présence d'un événement idiosyncratique. Donc, il n'est pas plausible de supposer une relation linéaire avec les autres variables explicatives de la migration. Mais, il est pertinent de supposer une relation linéaire directe ou indirecte entre changement climatique et la récurrence de certains événements naturels<sup>264</sup>. Ainsi, pour parer à ce problème, des indicateurs de vulnérabilités physiques multidimensionnelles, prenant en compte la tendance, la variabilité du climat (température et pluviométrie) et la profondeur/intensité des chocs (nombre de victimes, coût financier), ont été calculés (EM-DAT/CRED, 2015). Cela va permettre de différencier les niveaux de vulnérabilité de chaque région mais, également, d'évaluer les espérances des populations.

Deux solutions existent en cas de présence de multicolinéarité : ne rien faire ou adopter des

---

<sup>264</sup> Le changement climatique, par ses différentes manifestations, peut avoir des impacts sur certains événements naturels tels que : (i) augmentation des épisodes pluvieux intenses pouvant jouer sur des phénomènes de glissement de terrains, d'inondation, d'érosion ; (ii) l'intensité des vents avec ses conséquences sur l'érosion marine, la végétation ou encore la qualité des sols ; (iii) l'augmentation de la sécheresse avec pour conséquence la dégradation du milieu naturel, feu de brousse ... et (iv) élévation du niveau de la mer avec l'érosion côtière, les inondations et la salinisation des terres.



remèdes basés sur des méthodes empiriques. Dans le dernier cas, il est possible de substituer une variable explicative supposée par une combinaison linéaire à ladite variable grâce à une analyse en composantes premières (ACP) ; utiliser le « *ridge regression* » (régression en stries) ; augmenter la taille de l'échantillon et procéder à une analyse factorielle.

Signalons que notre méthode d'estimation économétrique, empilement des données en coupe transversale sur plusieurs périodes, avec une transformation *within*, permet de remédier, à bien des égards, au problème de multicolinéarité. Car, d'une part, les pseudos panels sont une combinaison de coupes transversales et de séries temporelles (empilement de données ou *pooling data*) (Gujarati, 2004 ; Kuh, 1963). Et, d'autre part, avec l'effet fixe, les variables sont transformées en écart par rapport à leur moyenne, ce qui permet ainsi de réduire substantiellement la multicolinéarité.

### ***Validation statistique des variables du modèle par le calcul de la variance inflation factor (VIF)***

Plusieurs auteurs, tels que Dhimal et *al.*, (2014), Pan et *al.*, (2008), Hair et *al.*, (1995), Kennedy, (1992), Neter et *al.*, (1989) et Marquardt, (1970), l'utilisent alors que d'autres, comme Simard (2012), Cahuzac et Bontemps (2008), O'Brien (2007) et Rogerson (2001), recommandent fortement la VIF comme technique de détection de la multicolinéarité. Cette dernière, en plus de permettre le diagnostic de la multicolinéarité des régresseurs, offre un tableau de lecture sur la base d'intervalle de tolérance (Chatterjee et Price, 1991) (Annexe 16). L'utilisation de la VIF est d'autant plus pertinente qu'elle permet d'inclure dans l'analyse statistique les deux avertissements de Kmenta<sup>265</sup> (1986) sur la multicolinéarité qui sont, d'un côté, une question de degré et non de nature et, de l'autre, une caractéristique de l'échantillon et non de la population.

Cependant, avant de calculer la VIF, un test de corrélation entre les variables explicatives du modèle est nécessaire afin de soupçonner/détecter éventuellement les variables explicatives du modèle qui seraient significativement corrélées entre elles (annexe 14 : Matrice de corrélation). La matrice des corrélations permet une analyse deux à deux de la multicolinéarité éventuelles entre les différents régresseurs de notre estimation. Généralement, l'obtention d'un coefficient de corrélation entre deux variables explicatives supérieur à 0,5

---

<sup>265</sup> Kmenta (1986), cité par Gujarati (2004, p. 362-363), met en évidence deux avertissements pertinents : (i) *la multicolinéarité est une question de degré et non de nature. La distinction la plus significative n'est pas la présence ou l'absence de multicolinéarité, mais celle entre ses divers degrés* et (ii) *Puisque la multicolinéarité se rapproche à l'état des variables explicatives qui sont supposées n'être pas stochastiques, c'est une caractéristique de l'échantillon et non de la population.* Par conséquent, il est plus pertinent de mesurer un degré de multicolinéarité élevé, important, fort, faible.

révèle un problème de multicolinéarité entre les variables concernées.

- Nos résultats, au seuil de 10%, montrent une corrélation positive entre les dépenses moyennes annuelles de consommation des ménages et l'ensemble des autres variables explicatives, exception faite du taux d'activité formelle. Ce qui veut dire que le taux d'activité n'est pas corrélé de façon significative aux dépenses de consommation des ménages.

- Il est également constaté une corrélation positive entre degré de vulnérabilité multidimensionnelle et deux autres variables explicatives que sont le taux scolarité (0,3452\*) et les effectifs de la population de la région (0,2201\*). Toutefois, les coefficients obtenus sont inférieurs à 0,5.

- Si nous intégrons les variables explicatives exogènes climat, les résultats montrent des corrélations partielles significatives plus importantes en nombre mais plus faibles en intensité (les coefficients de corrélation sont relativement faibles).

Les résultats calculés de la VIF de notre modèle sous le logiciel Stata 11, montrent que la multicolinéarité n'est pas un problème dans nos estimations. Nous constatons à la lecture du tableau 35 ci-dessous que, d'une part, les rapports 1/VIF sont supérieurs à 0,1 pour l'ensemble de nos coefficients et, d'autre part, la moyenne des VIFs (1,25) est inférieure à 2. Par conséquent, toutes les variables explicatives peuvent être conservées. Nos régresseurs ne présentent pas de problème de multicolinéarité.

**Tableau 35: Variation inflation factor (VIF)**

| Variables                                       | VIF  | 1/VIF    |
|---|------|----------|
| ln (Dépenses annuelles moyenne de consommation) | 1.45 | 0.690130 |
| ln (population région)                          | 1.29 | 0.773541 |
| Indicateur de vulnérabilité multidimensionnelle | 1.27 | 0.788540 |
| Taux de scolarité                               | 1.18 | 0.845885 |
| Taux d'activité formelle                        | 1.07 | 0.932701 |
| Moyenne VIF                                     | 1.25 |          |

Source: Calcul de l'auteur.

## 6.5. Présentation des résultats

Nous présenterons notre tableau d'ensemble des résultats avant de procéder aux interprétations statistiques (l'adéquation du modèle par l'interprétation du R<sup>2</sup>) et économique

(les effets marginaux des variables significatives sur les modalités de la variable dépendantes migration : émigration, immigration et taux de migration). Toutefois, nous allons d'abord expliciter brièvement le but du modèle et ses limites.

### 6.5.1. Que dit le modèle (et ne dit pas) ?

Tout d'abord, rappelons que les données sur les migrations interrégionales au Sénégal ne sont pas disponibles régulièrement. Ce qui n'a pas permis un traitement en données de panel des effets du climat sur les migrations internes. De plus, les données sur les migrations intra frontalières ne sont pas disponibles car les données ne sont pas partagées entre les pays limitrophes. Et, cela aurait en plus nécessité de mettre en évidence un effet géographique (frontière : économétrie spatiale). Ainsi, le modèle ne capte pas les effets du climat sur la migration annuellement et par région mais, il permet d'analyser en moyenne (sur les différentes régions) sur les différentes sous périodes retenues, les effets du climat sur la migration interrégionale (les flux : émigration, immigration, et le stock : taux migratoire). Notre modèle fournit un résultat moyen des effets du climat sur la migration à un niveau national. Il serait difficile de recourir à notre modèle pour faire des prévisions sur le nombre de migrants induits par le changement climatique. Pour ce faire, les autorités devraient davantage améliorer leur service de collecte de données migratoires internes. Concernant les hétérogénéités entre migrants en termes de statut, de sexe, le modèle ne s'y intéresse pas. Ces données, d'une part, pouvant impacter significativement les capacités adaptatives des acteurs, certes intéressantes dans la compréhension des effets du climat sur les prises de décisions migratoires (Tan et *al.*, 2015)<sup>266</sup>, ne sont pas disponibles à un niveau interrégional et, d'autre part, l'estimateur économétrique utilisée, effets fixes avec transformation *within*, nécessite de supprimer ces variables invariantes dans le temps. Toutefois, notre méthodologie d'analyse met en évidence la nécessité d'une meilleure compréhension des capacités d'acteurs dans la problématique des migrations climatiques. Car, avec des données disponibles, pouvant donner lieu à la construction d'indicateur de capacité des acteurs allant dans le sens de Paterson et *al.*, (2017), l'analyse des capacité d'acteurs permettrait de boucler le modèle développé.

Le modèle permet, d'une part, d'analyser si le climat, capté par la pluviométrie et les

---

<sup>266</sup> Les questions d'inégalité sociale, pour les auteurs, sont d'autant plus importante car qu'elles permettent de déterminer en grande partie les capacités des acteurs en cas de déséquilibre climatique à partir (adaptation par la migration ( Adger, 2006 ; Tacoli, 2011) ou à rester (migration forcée : trappe à non migration) de leur localité. En effet, les inégalités sociales ou capacité des acteurs peuvent être mesurées à travers : (i) l'inégal accès au matériel (dimension économique : distribution du revenu, la santé ou encore de la propriété (Bordieu, 1984), (ii) inégalité par rapport au statut social (dimension sociale : différence par rapport à l'éducation (Rye, 2006) ou encore la question du genre ou de l'âge) et (iii) inégalité dans la décision ou le pouvoir (dimension politique : capabilités de Sen (1982) avec la participation aux décisions et l'accès au service public).

températures maximales et minimales, a des effets significatifs sur les soldes migratoires nets interrégionaux (taux migratoires) et si les effets varient quand nous décomposons les taux migratoires entre flux entrants (immigration) et sortants (émigration). D'autre part, avec notre modèle il est possible d'analyser les canaux de transmission à travers lesquels le climat accélérerait les flux migratoires interrégionaux. Empiriquement, le modèle nous a permis de confronter la théorie balbutiante sur les relations entre climat et migrations à la réalité du terrain à travers une approche conceptuelle renouvelée : la vulnérabilité socio-écologique. Cette confrontation est passée par plusieurs étapes réalistes : la formulation d'un modèle migratoire à partir de notre cadre heuristique des différentes hypothèses plausibles des migrations dans un contexte de vulnérabilité accentuée par le changement climatique au Sénégal (chap. 3, tableaux 7 et 8), la construction de base de données et d'un indicateur de vulnérabilité et la confrontation de notre modèle aux données (estimation économétrique). Les résultats du modèle valident certaines hypothèses retenues dans notre tableau 7 (effet accélérateur du climat et prédominance des facteurs socio-économiques dans les migrations) et pour d'autres, les résultats ne les confirment pas. Pour ces derniers, le travail de recherche devrait soit tester de nouvelles séries de données ou soit procéder à une nouvelle spécification économétrique (nouveau modèle).

### **6.5.2. Résultats de base**

Le tableau 36 présente les principaux résultats des estimations de l'équation 1. Le climat (pluviométrie et températures) est calculé sur la base d'écart moyen annuel (déficit/excédent) par rapport à une tendance longue (1970-2013) (chap. 4). Cela permet d'exprimer un choc ou événement climatique sous forme de déviations ou anomalies interannuelles. Les différentes mesures du climat sont testées séparément. Car si elles sont combinées dans une seule et unique estimation, les effets, s'ils ne sont pas significatifs, deviennent difficilement interprétables (ambiguïté des effets estimés).

Dans les différentes estimations à effets fixes, le climat est capté par les IPS et indices de Lamb des températures maximales et minimales sur trois années, c'est-à-dire dans l'intervalle temporel  $[t \text{ et } t-2]$  dans chaque région. Ainsi pour chaque région, les sensibilités respectives de l'émigration, l'immigration et le taux migratoire sont testées par rapport au climat de la dite région. La variable climatique, en présence des variables de contrôle du modèle, peut agir comme un *pull* ou un *push* facteur (Lee, 1966) sur les flux de déplacements observés. Autrement dit pour une région donnée, les conditions climatiques qui y prévalent au cours des

trois années expliqueraient en partie les flux entrants et sortants de personnes. A titre illustratif, des conditions climatiques jugées normales ou encore bonnes devraient à priori avoir des effets négatifs sur l'émigration (atténuer les flux sortant de personnes) et à la fois inciter les populations des autres régions à venir s'installer dans la région, *cétirus paribus*. Tout de même, nous tenons à signaler que cette intuition des effets du climat sur les flux migratoires internes, pouvant nourrir la perception ou le bon sens dans un pays sahélien comme le Sénégal, ne peut nullement suffire pour identifier et établir des relations ou encore un état des lieux précis des entrées et sorties de migrants interrégionaux. D'ailleurs, nos résultats, aussi bien dans leur traitement, en décomposant la variable expliquée entre émigration, immigration et taux migratoire, que sur les signes des corrélations estimées, viennent corroborer la nécessité d'aller au-delà d'une interprétation simpliste du lien climat-migration.

Les colonnes (1), (2) et (3) rapportent les résultats des estimations en fonction des différentes modalités de la migration que sont respectivement l'émigration, l'immigration et le taux de migration nette.

Les coefficients sont des élasticités et/ou des semi-élasticités. L'observation de la significativité globale des variables ( $R^2$ ) va dans le sens d'une bonne spécification du modèle. En effet, les  $R^2$  - qui sont de 0.61, 0.41 et 0.36 respectivement pour l'IPS, les températures maximales et celles minimales- indiquent la significativité globale des variations de la variable dépendante par rapport à celles indépendantes. Ce pouvoir explicatif global est raisonnable étant donné le nombre d'observations (6 années : 1976, 1988, 2002, 2011 et 2013). Toutefois, nous observons que les variables indépendantes expliquent davantage la migration dans la régression avec la pluviométrie ( $R^2=0.61$ ) par rapport à celles avec les températures maximales (0.41) et minimales (0.36). Cela témoigne du rôle premier de la pluviométrie dans les conditions de vie en milieu sénégalais (ANSD, 2011 et 2013 ; BM, 2010 ; Kosmowski et *al.*, 2015. Gastineau, 2015). Cette remarque est particulièrement significative car une bonne partie de la production agricole est tributaire de la pluviométrie (moins de 5% des surfaces agricoles irriguées avec un élevage de transhumance et pour environ annuellement 20% de la valeur ajoutée nouvellement créée et 75% de l'employabilité de la population totale en âge de travailler) (BM, 2010 ; FAO, 2013 ; CSAO, 2013). Les précipitations sont également prépondérantes en ce qui concerne les ressources hydriques (Kergoat, 2015 et Vischel, 2015) comme les eaux de surface, mares, réservoirs, fleuves et nappes. La pluviométrie rythme les conditions de vie socio-économique des populations

(Sultan et *al.*, 2015). Les coefficients des différentes variables explicatives ne sont pas tous significatifs mais vont dans la direction attendue. Et ceci, particulièrement sur la variable dépense moyenne annuelle de consommation qui joue significativement sur le taux de migration (cf. tableau 36 des estimations). Par contre, si le climat est significatif, avec des effets controversés selon le retard suggérant ainsi une relation non linéaire, sur l'émigration et l'immigration, il ne l'est pas sur le taux de migration nette interrégionale. Ce dernier, dans les différentes régressions (1), (2) et (3), est impacté significativement que par les dépenses moyennes de consommation, les espérances de revenus, le taux de scolarisation et l'indicateur de vulnérabilité multidimensionnelle. Ce qui corrobore certains résultats néo-classiques sur les déterminants de la migration interne dans les pays en développement : la prédominance des facteurs socio-économiques dans des économies duales (Lewis, 1954 ; Harris et Todaro, 1970). Le revenu capté en grande partie par les dépenses annuelles de consommation des ménages (ANSD, 2011 et 2013), a des effets significatifs et positifs sur le taux de migration nette interrégionale et quel que soit la variable d'intérêt climatique estimée. L'hypothèse d'une espérance de revenu avec des effets significatifs négatifs sur le taux de migration nette est validée par les résultats empiriques. Et à cet effet, nos estimations montrent l'impact significatif négatif de la vulnérabilité d'une région sur la migration alors que le taux de scolarisation a un effet inverse significatif. Toujours concernant le taux de migration nette interrégionale, certaines hypothèses mises en avant dans notre tableau 8 sont confirmées par nos résultats. Le climat, non significatifs, ne joue pas directement sur la migration. Ainsi, la variabilité interannuelle du climat, en termes de déficit ou d'excédent, n'intensifie pas systématiquement les flux migratoires. Dans nos estimations, le principal facteur déclencheur est d'ordre socio-économique symbolisé par la significativité globale de la vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM) des régions sur le solde migratoire rapporté à la population totale. Généralement, le climat constitue un facteur amplificateur des migrations par l'exacerbation des vulnérabilités systémiques initiales des populations (Ribot, 2010) à travers son impact sur une agriculture, principale source génératrice de revenu, dont les rendements sont de plus en plus aléatoires (Sultan et *al.*, 2015 ; Sultan et Gaetani, 2016) à cause de la faible pluviométrie et/ou de sa variabilité interannuelle croissante (FAO, 2013 ; Vischel et *al.*, 2015 ; BM, 2015). A titre illustratif, à l'exception de Dakar, dans les autres régions du pays à dominance agricole, les dépenses de consommation, en valeur relative, s'érodent dans le temps ou du moins connaissent une augmentation lente comparativement à l'évolution démographique (ESAMI, 1995, ESAMII, 2001, ESPSI, 2006 et ESPS, 2011). Ce qui est d'ailleurs confirmé par l'augmentation progressive de l'indicateur régional de vulnérabilité

calculé des régions depuis 1976 (voir chap.5, sous-section 5.4.2, tableau 33). Les migrations vers la principale place économique, Dakar, confirmées par notre test de robustesse (section suivante), constitueraient une stratégie familiale permettant d'économiser des réserves vivrières, d'améliorer des conditions de vie (éducation, santé, emploi...) des migrants et de diversifier les sources de revenus dans les régions de départ via les transferts de fonds (Each-For, 2009 ; Cissé et *al.*, 2010 ; Lalou et Delauney, 2015 ; Bonnassieux et Gangneron, 2015 ; Gastineau et *al.*, 2015). Cette situation a été observée dans le bassin arachidier (Kaolack, Fatick et Diourbel) où, d'après Léricollais (1999), les migrations saisonnières entreprises seraient expliquées par la dégradation progressive des conditions socio-économiques des populations sous l'effet du climat. Erigées en institution (*ibid*), les migrants mettent davantage en avant les facteurs économiques (illiquidité, baisse des rendements) et démographique (natalité forte et colonisation foncière) comme étant les plus significatifs.

Nos résultats sur les taux migratoires nets interrégionaux montrent une sensibilité de ses derniers par rapport aux seules variables d'ordre socio-économique. Les revenus, à travers les dépenses de consommation, expliquent positivement le solde migratoire interrégional (0,428\*\*\* pour IPS, 0,419\*\*\* pour températures maximales et 0,473\*\*\* pour températures minimales). Ainsi, plus les opportunités économiques sont importantes dans une région, plus la migration devrait s'y déployer. Ce résultat économétrique vient corroborer les théories. Par contre, l'espérance de revenu joue négativement sur la migration totale (-0,346\*\*\*, -0,324\*\*\* et -0,391\*\*\* respectivement pour IPS, températures maximales et minimales). Ce résultat peut s'avérer contradictoire mais, en le liant à l'augmentation de la vulnérabilité multidimensionnelle dans le pays, nous pouvons interpréter l'impact significatif négatif de l'espérance de revenu comme un frein vers l'émigration. En effet, les dégradations progressives des conditions de vie des migrants ainsi que les perceptions négatives de l'évolution des conditions de vie sur l'étendue du territoire -symbolisé notamment par le chômage massif dans les centres urbains, péri-urbains et plus particulièrement à Dakar depuis les années 1990 (BM, 2010 ; ANSD, 2013 ; Camara et *al.*, 2013 ; Gaye et *al.*, 2015)-favoriseraient l'adoption d'autres moyens d'adaptation et d'atténuation *in situ* (Scoones et *al.*, 2002 ; Sultan et *al.*, 2015)<sup>267</sup>. Au Sénégal depuis le milieu des années 2000, plusieurs campagnes de redéploiement des populations vers le monde rural ont été entreprises à travers

---

<sup>267</sup> Dans l'ouvrage collectif : « Les Sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest » édité par l'IRD sous la direction de Benjamin Sultan, Richard Lalou, Mouftaou Amadou Sanni, Amadou Oumarou et Mame Arame Soumaré, différentes stratégies d'adaptation et d'atténuation sur place sont mises en évidence dans différentes études de cas. Certes les auteurs placent la migration comme un des plus puissants moyens d'adaptation (souvent en dernier ressort) face au climat mais, d'autres stratégies sont également observées.

la relance de l'activité agricole par des politiques publiques volontaristes (Retour vers l'agriculture (REVA), la grande offensive agricole pour la nourriture et l'abondance (GOANA) et, plus récemment, le plan Sénégal émergent (PSE)<sup>268</sup> avec un important volet agricole). Quant au taux d'activité, ses effets sont non significatifs sur le taux de migration nette interne. Le chômage important dans le pays (plus de 22%) et la difficile réinsertion des ruraux en milieu urbain (économie de la débrouille) (Fall, 2008), font que, dans un contexte marqué par une forte variabilité pluviométrique interannuelle et une dégradation générale des conditions de vie (effets des IRVM significatifs et négatifs sur les taux de migration nette respectivement -0,68\*\*, -0,69\*\* et -0,801\*\* pour IPS, températures maximales et minimales), les populations envisagent à court terme de plus en plus l'adaptation sur place.

Par ailleurs, étant donné que nous n'avons pas étudié la migration internationale pour plusieurs raisons justifiées plus haut, signalons néanmoins que la dégradation globale des conditions de vie des populations ainsi que les perceptions négatives sur ces dernières des populations pourraient enclencher des migrations vers l'étranger, particulièrement les pays occidentaux. Nous pouvons nous appuyer sur deux études empiriques sur le Sénégal, mettant en relation changement climatique et migrations, qui vont dans ce sens. Mbaye (2013), dans ses travaux de recherche, met en relation migration illégale et changement climatique. Dans un contexte de variabilité climatique et ses conséquences négatives, l'auteur parle de la préférence pour le risque en évoquant la migration illégale sénégalaise vers les pays occidentaux dans des embarcations de fortune. Les intentions de s'exiler vers l'Europe seraient grandissantes avec le temps et l'augmentation de la vulnérabilité systémique. De ce fait, la migration interne deviendrait de plus en plus une migration de transit dans le but de constituer le capital financier et humain (réseau) nécessaires. Diop (2008), dans une série de recherches empiriques sur les migrations (mobilités, identités et société) au Sénégal depuis les années 1970, souligne ce qu'il appelle « la fin de l'espérance de développement et la logique de survie »<sup>269</sup> comme explication à la transition entre migrations internes (exode rural massif et explosion du secteur informel) et la migration internationale (les jeunes qui montent dans des pirogues avec pour seul objectif de rejoindre Barca (Barcelone) ou Barzakh (le cimetière).

Cette transition entre migration interne et internationale (Diop, 2008 et M'Baye, 2013) et

---

<sup>268</sup> Voir : <https://www.sec.gouv.sn/IMG/pdf/PSE.pdf>

<sup>269</sup> L'auteur constate l'effritement graduel du modèle postcolonial de promotion sociale basée sur l'éducation ayant débouché sur la construction et la reproduction d'une classe sociale moyenne sénégalaise. Et depuis, aucune réponse probante pour apporter des solutions durables aux questions de fond tels que l'accroissement de la vulnérabilité, le futur de l'université proie aux grèves et saturée (fonctionnement et effectif), n'a été apportée par les politiques. La jeunesse se sent abandonner et rêve d'ailleurs (la puissance de l'imaginaire) (M'Baye, 2013)..



l'adaptation des stratégies *in situ* (Scoones et al., 2002 ; Sultan et al., 2015) pourraient expliquer en partie les effets non significatifs du climat sur le taux de migration nette interne. Toutefois, en décomposant la migration interne entre émigration et immigration, nos estimations montrent des effets climatiques significatifs sur les flux interrégionaux de départ et d'arrivée.

#### ❖ Les effets de la pluviométrie (IPS) sur l'émigration et l'immigration interrégionales

Les résultats de nos estimations sont donnés par la colonne (1) (coef. log (émi) et coef log (immi)). Selon la nature de la déviation ou de la variabilité pluvieuse par rapport à la tendance sur la période 1970-2013, nos résultats montrent que la pluviométrie de l'année en cours,  $t$ , impacte négativement l'émigration et l'immigration ( $-0.253^*$  et  $-0.402^{***}$ ) contrairement à l'année précédente,  $t-1$ , dont l'impact est non significatif. La pluviométrie de l'année  $t-2$  enregistre l'effet le plus significatif sur les émigrations de la période ( $0.461^{***}$  et  $0.379^{***}$ ). Celui-ci est positif. Ce résultat peut sembler contradictoire mais, si nous regardons nos différentes années empilées ( $t = 1976, 1988, 1993, 2001, 2011$  et  $2013$ ), les IPS dans les différentes régions correspondent sur les périodes  $t$  et  $t-1$  à des années soit de déficit ou d'excédent pluvieux marquées. Les années  $t-2$  marquent généralement les périodes de début des ruptures pluviométriques (voir chap. 4, section 4.2, graphique 7 des IPS). Ce qui explique les effets contrastés de la pluviométrie sur l'émigration d'une année sur l'autre. Pour mieux comprendre l'émigration et l'immigration qui généralement ne s'ajustent pas instantanément dans un tel contexte, nous devons observer les effets des autres variables de contrôle du modèle. Nos résultats montrent que dans un contexte de variabilité climatique, seules les espérances de revenus et le niveau de l'activité ont un effet significatif positif sur l'émigration. Le taux de scolarité et la démographie ont des effets négatifs sur l'immigration. Le niveau d'instruction (scolarité) devrait contribuer à faciliter l'adaptation alors qu'une démographie importante, avec toutes ses contraintes sur le milieu, devrait favoriser des migrations vers d'autres régions. Ainsi, dans un contexte de vulnérabilités croissantes conjugué aux perceptions négatives des populations sur l'évolution du climat, la migration est déployée de plus en plus comme stratégie d'adaptation. Cette situation est davantage observée dans le monde rural sénégalais avec l'exode rural vers la région de Dakar. En effet, les PAS des années 1980, marquées par un retrait massif de l'Etat des secteurs agricoles, éducatifs et sanitaires, et la grande sécheresse qui s'en est suivie ont largement contribué à la misère observée dans le monde rural agricole (Kassé, 1993). Ce qui s'est traduit par une migration vers les centres urbains à la recherche de meilleures conditions de vie.

Sur les différentes périodes, la pluviométrie a des effets mixtes sur les émigrations et immigrations. Elle est à la fois un *push* mais également un *pull factors* qui dépend fortement des vulnérabilités systémiques. En dépit du fait que la relation entre climat et revenu n'est pas linéaire (annexe 17), la pluviométrie transite principalement par le canal socio-économique pour influencer sur les décisions de migrer des populations (Afifi, 2011).

#### ❖ Les effets des températures maximales sur l'émigration et l'immigration interrégionales

Nos estimations sont données par la colonne (2) (coef. log (emi) et coef log (immi)). L'émigration et l'immigration sont impactées positivement par les températures maximales de la période actuelle (respectivement 0.379\*\* et 0.377\*\*) et négativement par celles de l'année d'avant (-0.412\*\* et -0.507\*\*\*). Ce qui signifie que l'augmentation importante des températures dans cette partie du Sahel, qui d'ailleurs est supérieure à la moyenne mondiale (2° contre 1,25 selon le GIEC (2013)), influence fortement les déplacements de populations. Car un climat plus chaud a des effets négatifs sur les conditions socio-économiques et sanitaires (Sultan et *al.*, 2015). Pour des populations agricoles, les températures extrêmes peuvent se traduire par une perte de revenus et une dégradation des conditions culturelles, notamment un assèchement des sols (l'agriculture est fluviale et l'irrigation n'est pas développée (-2% des terres sont irriguées (FAO, 2013 ; CSAO, 2013)). Ainsi, l'augmentation des vulnérabilités socio-écologiques (8.198\*\*) pousseraient les populations à partir dans le but de diversifier leur source de revenu. A contrario de l'estimation avec la pluviométrie comme variable expliquée, nos résultats montrent une sensibilité significative des revenus actuels (-4,514\*\*) et futurs (4,335\*\*\*) sur l'émigration. L'augmentation des températures maximales, en détériorant les conditions de vie des populations (effets négatifs sur les revenus) et les perceptions négatives quant à son évolution dans des économies agricoles pluviales, poussent les populations à migrer. Le taux d'activité est également significatif sur l'émigration (0,034\*\*). Quant à l'immigration, seule l'espérance de revenu est significative (3.074\*).

#### ❖ Les effets des températures minimales sur l'émigration et l'immigration interrégionales

Concernant les températures minimales, seules les déviations retardées ont des effets significatifs sur l'émigration (t-1 avec -0,112\*\*) et l'immigration (t-1 et t-2 avec respectivement -0,259\*\* et 0,388\*\*). Nos estimations montrent une plus grande sensibilité de l'immigration aux déviations de températures minimales. Ainsi, les températures minimales

de t-1 ont un effet significatif négatif sur les flux entrant de personnes (-0.259\*\*) alors que celles de t-2 ont un effet opposé (0.388\*\*). L'émigration par contre est peu sensible aux températures minimales. Nos résultats montrent que seules les déviations de températures minimales de t-2 sont significatives (0.295\*\*) et dans ce cas, le taux d'activité de la région aura un effet significatif positif (0,046\*\*\*).

Il ressort de nos estimations que des effets climatiques mixtes et leurs directions ne sont pas toujours conformes aux attentes entre la période courante (t) et les deux périodes retardées (t-1 et t-2). La non significativité des variables revenus (actuels et espérés) et IRVM peut être expliquée par l'épuisement de l'ensemble des stratégies lorsque la migration est adoptée dans un contexte de changement climatique (voir chap. 2, section 2.3). Comme le soulignent Thiede et Gray (2016), les populations agricoles d'une période sur l'autre ont le temps de s'ajuster en exerçant des activités moins dépendantes de la pluviométrie. Ce qui fait que les impacts du climat sur la migration pourraient varier d'une période à une autre. Ainsi, l'IPS et les indices de Lamb des températures maximales et minimales ont des effets significatifs contrastés sur l'émigration et l'immigration en fonction du retard. Une meilleure compréhension des effets nécessitent une lecture de la représentation des variables climat durant les périodes considérées (t, t-1 et t-2) pour chaque année (voir chap. 4, graphiques 7 et 8) conjointement à une enquête sur les stratégies adaptatives des populations pour faire face aux variations climatiques interannuelles. Par conséquent, le climat non significatif dans les estimations du taux de migration nette interrégionale pourrait être justifié par 3 raisons principalement. Premièrement, les effets opposés entre pluviométrie déficitaire et excédentaire d'une année sur l'autre s'annulent. Deuxièmement, une latence peut être observée entre la variabilité du climat et sa diffusion en termes d'impacts négatifs sur les conditions de vie des populations. Troisièmement, le fait que les populations prennent une autonomie par rapport aux causes originelles, climatiques, qui ont engendré les migrations (Lalou et Delaunay, 2015). Les différentes enquêtes sur les migrations internes au Sénégal de l'ANSD (2006, 2011, 2013) et les études de cas de l'OIM (2011), de la BM (2010) et de Thiam et Crowley (2014) montrent une prédominance des variables socio-économiques. Le climat est souvent considéré comme un facteur accélérateur qui sape les moyens d'existence des populations dans leur lieu de résidence habituelle (BM, 2013 et 2015). Les populations migrantes enquêtées évoquent la recherche de conditions de vie plus favorables comme principale explication des migrations internes. Les effets du climat transiteraient par les autres variables socio-économiques, politico-institutionnels, environnementaux...pour impacter les

migrations internes dans le monde en développement (Each-For, 2009, Foresight, 2010, Ionesco et *al.*, 2016). Ces derniers facteurs transitoires ont souvent été mis en avant dans l'analyse de la migration interne au Sénégal (ANSD, 2011 ; BM, 2010 et 2013 ; DPEE, 2015). Car, comme le montrent Thiam et Crowley (2014) à travers des études de cas dans certaines zones du Sénégal sur la relation climat-environnement-migrations, la pluviométrie, de par ses impacts agro-hydrologiques déterminants, renforce les vulnérabilités des populations notamment celles rurales. Ce résultat a été confirmé par nos estimations à travers la significativité des variables revenus actuels, espérance de revenu, IRVM et taux de scolarité sur le taux de migration nette interrégionale dans un contexte de variabilité climatique. En effet, le revenu est étroitement dépendant du climat notamment dans les pays en développement où plus de 60% des populations s'adonnent à une activité primaire pluviale (CSAO-CILS, 2008 ; FAO, 2013, BM, 2013). Le climat impacte la productivité agricole corolairement à la pression foncière accentuée par la croissance démographique (Gaye et *al.*, 2015).

Par ailleurs, allant plus loin dans l'analyse, Fall (1991) considère que les réseaux migratoires seraient également une variable explicative déterminante. Cependant, à cause du manque de données disponibles sur les réseaux migratoires interrégionaux, cette variable n'est pas testée.

En résumé, estimé avec les différentes régions du Sénégal sur nos différentes périodes, le climat (variabilité de la pluviométrie et des températures maximales et minimales) n'est pas significatif sur le taux de migration nette. Seules les variables socio-économiques de contrôle sont significatives. En effet, les migrations internes tendent à s'inscrire dans un continuum. Cependant, nos résultats empiriques montrent une certaine sensibilité significative des migrations, décomposées en termes d'émigration et d'immigration, par rapports aux variations climatiques selon le retard observé.

**Tableau 36: Estimation MCO des effets du climat (pluviométrie et températures maximales et minimales) sur la migration interrégionale au Sénégal**

|                | (1)                  |                     |                        | (2)                  |                      |                        | (3)                   |                     |                        |
|----------------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
|                | lnemigration         | lnimmigration       | txmigr                 | lnemigration         | lnimmigration        | txmigr                 | lnemigration          | lnimmigration       | txmigr                 |
| ips_pluvio     | -0.235<br>(0.128)    | -0.402**<br>(0.139) | -0.00958<br>(0.0130)   |                      |                      |                        |                       |                     |                        |
| L.ips_pluvio   | 0.0586<br>(0.121)    | 0.204<br>(0.131)    | -0.00331<br>(0.0107)   |                      |                      |                        |                       |                     |                        |
| L2.ips_plu-o   | 0.462***<br>(0.109)  | 0.379**<br>(0.118)  | -0.00533<br>(0.0109)   |                      |                      |                        |                       |                     |                        |
| temp_max       |                      |                     |                        | 0.339**<br>(0.138)   | 0.377**<br>(0.148)   | 0.000152<br>(0.0105)   |                       |                     |                        |
| L.temp_max     |                      |                     |                        | -0.412**<br>(0.152)  | -0.508***<br>(0.163) | -0.00887<br>(0.0115)   |                       |                     |                        |
| L2.temp_max    |                      |                     |                        | 0.0700<br>(0.125)    | 0.128<br>(0.134)     | 0.00896<br>(0.0101)    |                       |                     |                        |
| temp_min       |                      |                     |                        |                      |                      |                        | -0.189<br>(0.137)     | -0.132<br>(0.144)   | -0.00106<br>(0.0100)   |
| L.temp_min     |                      |                     |                        |                      |                      |                        | -0.112<br>(0.107)     | -0.259**<br>(0.113) | -0.0100<br>(0.00802)   |
| L2.temp_min    |                      |                     |                        |                      |                      |                        | 0.296**<br>(0.143)    | 0.388**<br>(0.150)  | 0.0115<br>(0.0110)     |
| lndmam         | -1.928<br>(1.481)    | -0.547<br>(1.605)   | 0.428***<br>(0.148)    | -4.514**<br>(1.758)  | -2.793<br>(1.890)    | 0.419***<br>(0.143)    | -2.883<br>(1.852)     | -0.670<br>(1.941)   | 0.477***<br>(0.143)    |
| lnesprev       | 2.127*<br>(1.251)    | 0.908<br>(1.356)    | -0.348***<br>(0.126)   | 4.335***<br>(1.596)  | 3.074*<br>(1.716)    | -0.324**<br>(0.127)    | 2.122<br>(1.654)      | 0.400<br>(1.733)    | -0.391***<br>(0.125)   |
| txact          | 0.0294**<br>(0.0120) | 0.00398<br>(0.0131) | -0.000647<br>(0.00121) | 0.0340**<br>(0.0151) | 0.00844<br>(0.0162)  | -0.000883<br>(0.00123) | 0.0463***<br>(0.0150) | 0.0230<br>(0.0158)  | -0.000700<br>(0.00116) |
| txscol         | -0.625<br>(0.872)    | -2.109**<br>(0.945) | -0.128*<br>(0.0727)    | 0.283<br>(1.036)     | -0.656<br>(1.114)    | -0.129*<br>(0.0737)    | -0.112<br>(1.072)     | -1.066<br>(1.124)   | -0.127<br>(0.0735)     |
| lnpop_reg      | 0.425<br>(0.560)     | 1.232**<br>(0.607)  |                        | -0.319<br>(0.672)    | 0.0914<br>(0.722)    |                        | 0.563<br>(0.685)      | 0.872<br>(0.718)    |                        |
| irvm           | 2.918<br>(2.608)     | -0.516<br>(2.826)   | -0.680**<br>(0.255)    | 8.198**<br>(3.209)   | 4.838<br>(3.450)     | -0.697***<br>(0.247)   | 3.679<br>(3.441)      | -0.286<br>(3.607)   | -0.801***<br>(0.252)   |
| _cons          | 2.707<br>(7.930)     | -9.203<br>(8.593)   | -1.022<br>(0.728)      | 16.90*<br>(9.739)    | 5.715<br>(10.47)     | -1.225*<br>(0.716)     | 14.35<br>(9.913)      | 4.106<br>(10.39)    | -1.088<br>(0.700)      |
| N              | 58                   | 58                  | 58                     | 58                   | 58                   | 58                     | 58                    | 58                  | 58                     |
| R <sup>2</sup> | 0.61                 | 0.55                | 0.30                   | 0.41                 | 0.32                 | 0.30                   | 0.36                  | 0.31                | 0.31                   |

Les valeurs entre-parenthèses correspondent aux écarts-type des coefficients et \*p<0.05, \*\*p<0.01 et \*\*\*p<0.001 sont les seuils de significativité. Le climat est capté par trois proxys- qui eux-mêmes sont exprimés par leur valeur sur la période courante (t) et celles retardées sur les deux dernières années respectivement L. et L2.)- que sont : l'indice de pluviométrie standardisé (IPS, l'indice de Lamb des températures maximales (temp. max) et l'indice de Lamb des températures minimales (temp. min). Les regroupements de colonnes (1), (2) et (3) correspondent respectivement aux différentes régressions de la pluviométrie (IPS), des températures maximales (indice de Lamb) et des températures minimales (indice de Lamb) sur les différentes modalités de la variable expliquée respectivement l'émigration, l'immigration et le taux de migration.

Source: Calcul de l'auteur sur Stata 11

### 6.5.3. Test de robustesse des résultats de base

Nous allons procéder à la vérification de la robustesse de nos résultats en isolant les régions de Dakar et Thiès (la zone des Niayes) de nos estimations. Par ailleurs, signalons qu'il aurait été intéressant de tester la robustesse de nos résultats en regroupant les différentes régions au sein des zones agro-écologiques auxquelles elles appartiennent. Toutefois, le nombre d'observation est limité pour procéder à ce genre de test.

#### ❖ Vérification de la robustesse des résultats sans les régions de Dakar et Thiès

Si les migrations dans un contexte de changement climatique touchent davantage les populations rurales agricoles, il serait intéressant de regarder leurs effets dans les régions à dominance économique primaire (agriculture), soupape de l'exode rural massif observé au Sénégal depuis les années 1980 (Diop, 2008 ; BM, 2010 ; ANSD, 2001, 2011 et 2013 ; Gaye et *al.*, 2015). Ainsi, nous allons enlever les deux régions les moins agricoles et les moins dépendantes du secteur primaire pluvial au Sénégal : Dakar et Thiès. Ceci est d'autant plus vrai que Dakar, capitale administrative et économique, est la principale région d'accueil des migrants pour des raisons économiques (opportunités notamment dans le secteur informel) (ANSD, 2013). Thiès, du fait de sa position géographique (la seule région frontalière de Dakar), constitue un centre important d'immigration d'après les données de l'ANSD (2001, 2011 et 2013) (voir chap. 4, section 4.3). Et d'autre part, rapportées à la création de richesse du pays, les deux régions sont les principales contributrices au PIB du pays. Les conditions de vie des populations dans ces régions restent largement supérieures à celles qui prévalent dans les autres régions du pays (Gaye et *al.*, 2015)<sup>270</sup>. C'est ce qui explique l'immigration importante, en particulier dans la région de Dakar qui offre plus d'opportunités économiques moins dépendantes du climat (économie informelle ou de la débrouille (Camara et *al.*, 2013)).

La spécification (1) est reprise sans les données de Dakar et Thiès. A priori les effets des *pull factors* socio-économiques explicatifs devraient s'atténuer, voire disparaître, dans l'explication des taux de migration nette interrégionale car les deux régions les plus attractives sur le plan socio-économique ont été enlevées des estimations. Les effets des *push factors* des régions de départ devraient être plus significatifs dans l'explication de l'émigration et de l'immigration interrégionales. Autrement dit, nos résultats devraient mettre en évidence non

---

<sup>270</sup> L'enquête suivie de la pauvreté au Sénégal (ESPS, 2011) montre une incidence de pauvreté de 26,1% à Dakar. Alors que ce score est de 57,1% en milieu rural contre 41,2% dans les autres centres urbains. Les niveaux de pauvreté régionale les plus élevés étaient enregistrés à Kolda (76,6%), Kédougou (71,3%), Sédhiou (68,3%), Fatick (67,8%) et Ziguinchor (66,8%). Dans le dernier recensement, RGPHAE de 2013, les données de l'ANSD montrent des conditions de vie largement supérieures à Dakar que dans les autres régions du pays. Et Thiès, de par sa proximité de Dakar, constitue une région d'immigration.

pas les principales incitations socio-économiques des populations à émigrer vers principalement Dakar et Thiès (donc à partir des autres régions) mais, plutôt les effets répulsifs systémiques dans les régions de Départ. Et à cet effet, nous espérons que les estimations du taux de migration nette interrégionale, en plus du climat, les variables revenu (actuel et espérés) et l'IRVM ne devraient plus être significatives. Par contre, nous nous attendons aux mêmes résultats des effets du climat sur l'émigration et l'immigration interrégionale.

Les résultats du tableau 37 montrent des effets climatiques significatifs sur l'émigration (-0.301\*\*\* et 0.467\*\*\*) et l'immigration (-0.436\*\* et 0.344\*\*\*). Avec, un effet significatif négatif de la pluviométrie de l'année en cours sur l'émigration et l'immigration, ces deux dernières sont impactées positivement par les conditions pluvieuses de t-2 (0.468\*\* et 0.245\*\*). Comme dans nos résultats de base, nous pouvons supposer que les populations s'affranchissent par rapport aux causes originelles notamment climatiques des migrations en développent des capacités adaptatives. La différence majeure par rapport à nos résultats précédents est que les variables de contrôle socio-économique de nos estimations ne déterminent plus significativement le taux de migration nette interrégional. En enlevant Dakar et Thiès, les variables économiques (dépense de consommation et revenus espérés) et de vulnérabilités (IRVM) ne sont plus significatives sur les taux de migration nette interrégionale. Ce résultat est conforme à notre hypothèse car les deux principales régions de migration (accueil des migrants) mais également socio-économiques du pays, Dakar et Thiès, ont été enlevées des estimations. Ce qui fait que les résultats de nos estimations montrent davantage les facteurs systémiques répulsifs. Ainsi, il ressort plus nettement que la pluviométrie est à la fois un facteur d'émigration et d'immigration en fonction du taux d'activité et de scolarisation dans les régions autres que Dakar et Thiès. Le taux d'activité impacte positivement (0.047\*\*) l'émigration alors que la scolarisation a un effet négatif sur l'immigration (-1,775\*). Nous interprétons ce résultat par le fait face au faible degré de diversification économique, les populations les plus scolarisées partent vers Dakar, capitale économique et administrative, pour aspirer à de meilleures conditions de vie (le chapitre 5 met en évidence une tendance à l'augmentation de la vulnérabilité multidimensionnelle dans les différentes régions du pays depuis années 1970-1980). En effet, avec des conditions pluvieuses défavorables, la main d'œuvre pléthorique dans l'agriculture pour l'essentiel pluviale se libère et profite au secteur informel important à Dakar et sa banlieue (BM, 2007 et 2014 ; ANSD, 2013). S'agissant des températures maximales, elles sont significatives sur

l'émigration (0.523\*\*\* et -0.640\*\*\*) et l'immigration (0.581\*\*\* et -0.696\*\*\*) sur l'année en cours et celle précédente. Toutefois, contrairement aux estimations avec la pluviométrie, leurs effets sont dépendants des conditions socio-économiques (variables revenus actuels et espérés des populations et IRVM sont significatifs) dans les différentes régions. En effet, les températures maximales demeurent déterminantes dans la productivité agricole (sécheresse, aridité des terres). Cette conjonction de facteurs explicatifs conforte nos résultats de base. Contrairement aux effets significatifs des températures maximales sur l'émigration et l'immigration, la variabilité des températures minimales a des impacts moindres sur la migration.

En résumé, nous pouvons conclure que le climat (pluviométrie et températures maximales) accélérerait la migration mais, cette dernière est principalement orientée vers Dakar et Thiès pour des raisons socio-économiques. Les migrations dans un contexte de changement climatique vers Dakar constitueraient une stratégie de diversification (opportunités économiques plus importantes et moins dépendantes du climat) et de renforcement des capacités adaptatives dans les régions de départ notamment par les remises de fonds des membres migrants.



**Tableau 37: Estimation MCO des effets du climat (pluviométrie et températures maximales et minimales) sur la migration interrégionale au Sénégal, Exception faite de Dakar et Thiès**

|                | (1)          |               |           | (2)          |               |           | (3)          |               |           |
|----------------|--------------|---------------|-----------|--------------|---------------|-----------|--------------|---------------|-----------|
|                | lnemigration | lnimmigration | txmigr    | lnemigration | lnimmigration | txmigr    | lnemigration | lnimmigration | txmigr    |
| ips_pluvio     | -0.302*      | -0.436**      | -0.00354  |              |               |           |              |               |           |
|                | (0.155)      | (0.160)       | (0.0140)  |              |               |           |              |               |           |
| L.ips_pluvio   | -0.00167     | 0.162         | 0.00388   |              |               |           |              |               |           |
|                | (0.148)      | (0.152)       | (0.0133)  |              |               |           |              |               |           |
| L2.ips_pluvio  | 0.468**      | 0.345**       | -0.0164   |              |               |           |              |               |           |
|                | (0.128)      | (0.132)       | (0.0116)  |              |               |           |              |               |           |
| temp_max       |              |               |           | 0.524***     | 0.582***      | -0.00742  |              |               |           |
|                |              |               |           | (0.146)      | (0.142)       | (0.0123)  |              |               |           |
| L.temp_max     |              |               |           | -0.640***    | -0.696***     | -0.00539  |              |               |           |
|                |              |               |           | (0.174)      | (0.170)       | (0.0147)  |              |               |           |
| L2.temp_max    |              |               |           | 0.110        | 0.106         | 0.0125    |              |               |           |
|                |              |               |           | (0.149)      | (0.145)       | (0.0126)  |              |               |           |
| temp_min       |              |               |           |              |               |           | -0.241       | -0.143        | -0.00167  |
|                |              |               |           |              |               |           | (0.166)      | (0.167)       | (0.0122)  |
| L.temp_min     |              |               |           |              |               |           | -0.182       | -0.285**      | -0.00160  |
|                |              |               |           |              |               |           | (0.133)      | (0.133)       | (0.00970) |
| L2.temp_min    |              |               |           |              |               |           | 0.421*       | 0.424*        | 0.00278   |
|                |              |               |           |              |               |           | (0.213)      | (0.214)       | (0.0156)  |
| lndmam         | -1.174       | -1.804        | 0.0180    | -5.464**     | -5.592**      | 0.0516    | -2.241       | -2.057        | 0.108     |
|                | (1.994)      | (2.057)       | (0.180)   | (2.083)      | (2.034)       | (0.176)   | (2.700)      | (2.711)       | (0.197)   |
| lnesprev       | 1.509        | 2.220         | 0.00903   | 5.371**      | 5.878***      | 0.0103    | 1.375        | 1.715         | -0.0575   |
|                | (1.776)      | (1.832)       | (0.160)   | (1.981)      | (1.935)       | (0.168)   | (2.550)      | (2.561)       | (0.187)   |
| txact          | 0.0474*      | -0.00505      | -0.00139  | 0.0676**     | 0.0136        | -0.00125  | 0.0927***    | 0.0423        | -0.00189  |
|                | (0.0254)     | (0.0262)      | (0.00229) | (0.0278)     | (0.0272)      | (0.00236) | (0.0322)     | (0.0324)      | (0.00236) |
| txscol         | -0.706       | -1.776*       | -0.121    | 0.363        | -0.0370       | -0.0992   | -0.580       | -1.047        | -0.100    |
|                | (0.996)      | (1.028)       | (0.0898)  | (1.028)      | (1.004)       | (0.0871)  | (1.209)      | (1.214)       | (0.0884)  |
| lnpop_reg      | 0.175        | 0.932         | 0.0871    | -0.154       | 0.213         | 0.0794    | 1.000        | 1.207         | 0.0729    |
|                | (0.660)      | (0.680)       | (0.0595)  | (0.660)      | (0.645)       | (0.0559)  | (0.781)      | (0.785)       | (0.0571)  |
| irvm           | 2.070        | 2.619         | -0.0451   | 9.682**      | 10.22**       | -0.0949   | 1.572        | 1.974         | -0.190    |
|                | (3.621)      | (3.735)       | (0.326)   | (3.831)      | (3.741)       | (0.324)   | (5.205)      | (5.227)       | (0.381)   |
| _cons          | 4.047        | -6.642        | -1.481*   | 13.06        | 2.796**       | -1.870*   | 10.66        | 0.469         | -1.618**  |
|                | (8.612)      | (8.882)       | (0.776)   | (9.491)      | (9.269)       | (0.804)   | (10.75)      | (10.80)       | (0.786)   |
| N              | 46           | 46            | 46        | 46           | 46            | 46        | 46           | 46            | 46        |
| R <sup>2</sup> | 0.59         | 0.56          | 0.26      | 0.53         | 0.55          | 0.25      | 0.33         | 0.34          | 0.22      |

Les valeurs entre-parenthèses correspondent aux écarts-type des coefficients et \*p<0.05, \*\*p<0.01 et \*\*\*p<0.001 sont les seuils de significativité. Le climat est capté par trois proxys- qui eux-mêmes sont exprimés par leur valeur sur la période courante (t) et celles retardées sur les deux dernières années respectivement L. et L2.)- que sont : l'indice de pluviométrie standardisé (IPS), l'indice de Lamb des températures maximales (temp. max) et l'indice de Lamb des températures minimales (temp. min). Les regroupements de colonnes (1), (2) et (3) correspondent respectivement aux différentes régressions de la pluviométrie (IPS), des températures maximales (indice de Lamb) et des températures minimales (indice de Lamb) sur les différentes modalités de la variable expliquée respectivement l'émigration, l'immigration et le taux de migration.

Source: Auteur calculs effectuées sur Stata 11

## 6.6. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'évaluer les interactions complexes entre la variabilité climatique (précipitations et températures maximales et minimales) et la migration interne au Sénégal, en examinant les taux de migration nette interrégionale, l'émigration et l'immigration. Pour ce faire, la méthode d'empilement de coupes transversales de périodes différentes (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) a été utilisée avec un estimateur à effets fixes.

Dans les pays en développement comme le Sénégal marqués par une croissance démographique rapide et une forte vulnérabilité systémique, les interactions complexes climat-migrations internes constituent un défi de taille. Le changement climatique et ses effets négatifs pourraient saper les efforts de lutte contre la pauvreté en exacerbant les vulnérabilités socio-économiques des populations et de ce fait contraindre les populations à migrer. Les politiques devraient aller dans le sens d'une réduction des vulnérabilités socio-économiques en renforçant les capacités adaptatives in situ des populations mais, également, des résiliences du milieu face au changement climatique.

Nos estimations MCO font ressortir quatre points importants. Premièrement, le taux de migration nette interrégionale est davantage expliqué par les variables socio-économiques. Le climat, certes important dans la constitution du revenu des populations majoritairement rurales, n'est pas significatif. Cependant, ce résultat est fortement nuancé lorsque nous décomposons la migration entre émigration et immigration interrégionales. Deuxièmement, s'agissant de l'émigration et l'immigration interrégionale, les effets du climat sont mixtes et ce en fonction du retard. En effet, les populations apprennent à s'affranchir des causes originelles migratoires notamment climatiques d'une période sur l'autre grâce aux capacités adaptatives. Troisièmement, Les effets du climat sur la migration sont d'autant plus importants que les régions sont vulnérables. La région de Dakar constitue le principal bassin migratoire en raison des opportunités économiques qu'elle offre notamment dans le secteur informel. Et quatrièmement, le climat devient de plus en plus une variable significative mais, il n'en demeure pas moins que les vulnérabilités socio-économiques restent les variables les plus déterminantes (IRVM, revenu disponible et espéré, taux de scolarité...). Le climat aurait un effet accélérateur sur la migration interrégionale en fonction du contexte local.

Cependant, nos résultats méritent d'être confirmés par des enquêtes d'envergure nationale qui prennent davantage en compte l'ensemble des capacités adaptatives des populations.

## Conclusion de la partie 2

Si la première partie de cette thèse, dans son objectif de compréhension et d'explication des migrations dans un contexte de changement, pose notre cadre d'analyse et construit un ensemble d'hypothèses systémiques respectivement au Sahel et au Sénégal des zones agro-écologiques, la seconde partie a permis de préciser la nature des relations systémiques (climat, vulnérabilité et migrations) ainsi que la significativité des effets du climat sur les migrations interrégionales au Sénégal.

Dans un premier temps, par la construction d'indicateurs régionaux de vulnérabilité multidimensionnelle, nous montrons une relation croissante entre migrations humaines et vulnérabilité régionale dans un contexte de changement climatique. Plus le niveau de vulnérabilité régionale est élevé, plus la migration vers les autres régions y est importante dans un contexte marqué par un changement climatique. En effet, dans les régions à dominance agricole, jadis d'immigration nette, la tendance s'est renversée à partir des années 1980 sous les impacts négatifs du climat sur l'agriculture, principale source de revenu des populations. Dans un second temps, nos tests économétriques viennent corroborer nos résultats. En effet, le climat, à travers la pluviométrie et les températures maximales, a un effet significatif sur l'émigration et l'immigration mais, il est non significatif sur le solde migratoire net interrégional. Ce dernier est expliqué significativement par les variables socio-économiques et la vulnérabilité qui, à leur tour, sont expliquées significativement par le climat.

Ainsi le climat, en exacerbant les vulnérabilités socio-économiques des populations dans une région, accélère les migrations principalement des régions à dominance agricole vers Dakar, capitale économique et politique, où l'activité économique (économie informelle) est moins dépendante du climat. Ce qui permet de diversifier les sources de revenus et de subvenir aux besoins des membres restés sur place (envois de fonds). Ce processus de migration qui s'est accru significativement à partir des années 1980 explique en partie le phénomène d'urbanisation rapide dans les centres urbains et péri-urbains du pays.

En conclusion, le climat n'est pas la principale cause des migrations internes (interrégionales) observées au Sénégal mais, depuis les premières perturbations climatiques, des années 1970-1980 à nos jours, son rôle est de plus en plus significatif.

## Conclusion générale

---

Cette thèse a montré que le changement climatique impacte effectivement les dynamiques migratoires humaines, même s'il n'en est pas le premier déterminant. Toutefois, contre un discours simpliste liant directement changement climatique et accroissement des flux migratoires, ce travail de recherches montre le caractère complexe, multidimensionnel et dynamique de la corrélation entre changement climatique et migrations.

Exception faite des chocs soudains dont l'ampleur excède les capacités locales de résilience instantanée, le climat ne suffit pas, à lui seul, à expliquer les migrations que nous avons analysées. Le facteur climat est amplificateur des flux migratoires selon le contexte local et, comme l'ont aussi montré plusieurs études de cas (dont Findlay, 2011 ; Afifi, 2011 ; ; Afifi, 2011 ; Cissé et *al.*, 2009 EACH-FOR, 2009 ), ses effets sont médiatisés/amortis par diverses interactions dynamiques et complexes entre des facteurs d'ordre socio-économique, environnemental, démographique, géographique, culturel, politico-institutionnel... avant de se traduire sous la forme des migrations observées dans les régions sahéliennes. Ainsi, il convient de prendre en compte dans l'analyse, de façon intégrée, l'ensemble des facteurs affectant les conditions de maintien des populations sur leurs lieux de résidence. Ceci constituait aussi un défi méthodologique pour dépasser le cloisonnement disciplinaire, notamment entre sciences sociales et sciences de la nature aux interfaces desquelles se situe la problématique contemporaine majeure des relations climat-migrations.

Partant de ce constat, cette thèse s'était donnée pour objectif de produire de nouvelles connaissances pour une meilleure compréhension et estimation des effets du changement climatique sur les migrations humaines dans la région sahélienne – notamment dans la perspective d'éclairer la décision politique publique des Etats concernés ou des organisations interétatiques.

A cette fin, nous avons développé le concept de *vulnérabilité du système socio-écologique* à l'aide d'une approche conceptuelle et d'une démarche méthodologique pluridisciplinaire, mobilisant complémentirement à l'économie, les connaissances indispensables de la géographie, la sociologie, la climatologie, l'environnement, l'histoire, océanographie, droit international, la science politique... Cette grille de lecture systémique nous aide à analyser les migrations climatiques dans une configuration couplant les deux sous-systèmes « société » et « nature », condition indispensable au traitement de notre problématique.

En particulier, cette thèse articule économie du développement et analyse du changement climatique pour définir une contextualisation spatiale et temporelle. Dans un premier temps, la thèse construit des faits stylisés et une caractérisation du climat pour l'ensemble sahélien à l'aide de notre concept systémique de vulnérabilité ; et, dans un second temps, une analyse instrumentée, quand à la nature et la significativité, des interactions systémiques climat-migration au Sénégal, une partie significative de la zone ouest sahélienne, est proposée. Nous avons ainsi montré (partie 1) que les évolutions des dynamiques migratoires à partir des premières perturbations climatiques des années 1970 dans l'ensemble sahélien sont mal prises en compte dans les débats de politique publique sur la problématique climat-migrations – d'où, par exemple, l'absence d'un cadre juridique adéquat pour les populations migrantes concernées. Un second résultat de cette partie est la nécessité d'analyser les interactions climat-migrations à des échelles plus fines que l'ensemble sahélien, trop hétérogène : nous avons donc resserré la focale d'analyse sur le Sénégal des zones agro-écologiques. L'étude empirique menée à ce niveau (partie 2 de la thèse) a nécessité un travail important de collecte de données, puis de traitement (normalisation des données climatiques - IPS et indice de Lamb des températures maximales et minimales- et empilement données migratoires) pour construire deux bases de données climatiques et démographiques opératoires à l'échelle des différentes régions administratives du Sénégal. Ce travail nous a alors permis un traitement économétrique sur le rôle accélérateur des migrations du climat en exacerbant la vulnérabilité des populations.

Dans son élaboration, cette thèse apporte un ensemble d'éléments nouveaux dans la compréhension et l'explication des relations entre climat et migrations humaines internes qui peut être situé en termes de : renouvellement terminologique et méthodologique, un ordonnancement analytique des variables et interactions dans les migrations en termes de vulnérabilités induites par le changement climatique et une instrumentation de ces dernières vers des politiques plus efficaces. Avec ce travail, nous considérons avoir apporté trois contributions à la compréhension et l'explication des relations climat-migration notamment dans le monde en développement.

Premièrement, *un renouvellement de l'approche de la problématique entre changement climatique et migrations*. Cette réflexion renouvelée a permis de mettre en évidence les limites d'une analyse fondée sur les seuls outils des sciences sociales ou encore environnementales qui dominent actuellement le débat fragmenté. Il devient impératif de coproduire de nouvelles connaissances essentielles à travers l'interdisciplinarité. Cette

dernière, entre sciences sociales et sciences naturelles, permet de répondre aux enjeux analytiques mais également politiques et géoéconomiques posés par cette question qui se trouve à la confluence de deux défis contemporains majeurs, les migrations et le changement climatique. C'est ainsi que nous avons tenté de « réinscrire » la thématique des « migrations climatiques » à l'agenda des économistes du développement. Cette méthodologie a montré des résultats pertinents. Partant de notre approche en termes de vulnérabilité du système socio-écologique, il apparaît que les migrations naissent généralement d'un ensemble de vulnérabilités initiales exacerbées par le changement climatique. Ce dernier, notamment dans le cas d'évènement progressif, est observé comme un facteur accélérateur des migrations humaines. Il n'est pas la cause principale. En effet, dans la région sahélienne, nous constatons une production de vulnérabilités qui, sous l'effet du climat, joue sur les décisions de migrer des populations. Cette production de vulnérabilités peut être analysée comme :

- (i) *to outcome*, c'est-à-dire une vulnérabilité initiale issue d'un ensemble de facteurs structurels politico-socio-économiques intrinsèques au système. Dans ce cas la vulnérabilité est indépendante des évènements climatiques. Ces derniers traduiront vraisemblablement par des endommagements manifestes. C'est cette forme de vulnérabilité que Brooks (2003) et Adger (2006) appellent par « vulnérabilité sociale ». Les populations les plus vulnérables, avec des capacités adaptatives *in situ* limitées, emploient les migrations comme stratégie d'ajustement face au changement climatique. Ainsi, les migrations sont la conséquence des interactions entre l'évènement climatique (dénommé risque par Downing et *al.*, 2001) et la vulnérabilité sociale préexistante. Par conséquent, les politiques devraient agir sur de manière extensive sur les acteurs en améliorant significativement les capacités d'adaptation des populations à travers : la lutte contre la pauvreté, les inégalités et la marginalisation ; l'accès à l'alimentation, la santé et l'éducation et le renforcement des droits politiques ;

- (ii) *as outcome*, c'est-à-dire que cette vulnérabilité provient de facteurs inhérents au système social ou tout autre sous système pour lequel le terme social n'est pas approprié. La vulnérabilité provient donc du sous-système écologique. C'est une vulnérabilité fonction du danger (évènement climatique) de l'exposition et de la sensibilité des populations. Brooks (2004) affirme : « The term "biophysical" will be used here, as it suggests both a physical component associated with the nature of the hazard and its first-order physical impacts, and a biological or social component associated with the properties of the affected system that act to amplify or reduce the damage resulting from these first-order impacts ». Les

migrations sont analysées comme une conséquence des interactions entre l'évènement climatique qui a rendu les populations particulièrement vulnérables en exacerbant (ou produisant) la vulnérabilité. Par conséquent, les politiques devraient agir sur l'environnement d'action et de manière cohérente au sein des bassins migratoires à travers la modernisation des systèmes de production et pratiques agricoles, la diversification économique, la protection de certaines filières (arachidière exemple dans le bassin arachidier) et la régulation des secteurs.

Comme nous pouvons le constater, dans les régions étudiées du Sénégal, cette vulnérabilité socio-écologique (multidimensionnelle) déterminante sur les migrations dans un contexte de changement climatique, relève, en grande partie, des questions de développement économique (*économie du développement*). De ce fait, les politiques publiques devraient viser la réduction de la pauvreté et des inégalités de développement entre bassins migratoires (régions).

Deuxièmement, *la construction d'un cadre heuristique novateur des interactions climat-migration et d'une base de données singulière* (couplant des données climatiques, migratoires et socio-écologiques selon des échelles spatiales et temporelles originales) afin de vérifier les relations mises en évidence. Empiriquement, nous confirmons la corrélation positive et significative entre vulnérabilité et migrations dans les régions du Sénégal. Les variables socio-économiques expliqueraient de façon significative le solde migratoire net moyen régional sur nos différentes sous période. Le climat joue un effet accélérateur significatif sur l'émigration et l'immigration. Ainsi, le caractère multidimensionnel des migrations est conforté. Nos résultats nous ont conduit à parler de migrations éco-climatiques afin d'explicitier le fait que les migrations dans un contexte de vulnérabilité induite par le changement climatique s'inscrivent dans un continuum. Toutefois, ce genre de données, à une échelle désagrégée dans les pays en développement, ne va pas sans poser quelques difficultés liées en grande partie à la disponibilité de série longue –pour une analyse plus complète– mais, également, à la fiabilité des données. L'un des intérêts de notre travail serait de contribuer à un renouveau des recherches de terrain sur une problématique majeure peu étudiée au Sénégal et plus généralement dans les pays sahéliens. Ce qui nécessite auparavant un travail de collecte et d'élaboration de bases de données migratoires, socio-écologiques et climatiques fiables à des échelles spatiales originales (régions, département, zones agro-écologiques...).

Troisièmement, *la conception et le calcul d'un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (systémique) explicatif des migrations dans un contexte de vulnérabilité*. De nos résultats il ressort une nécessité de renforcer la résilience du milieu (forte vulnérabilité climato-environnementale des zones) en outre de celle des populations. Les perturbations climatiques ont un effet significatif robuste sur l'émigration et l'immigration interrégionales. Les régions agricoles et pauvres, les plus exposées, sont les principales localités de départ vers principalement Dakar. De ce fait, l'absence de politiques d'adaptation (technologique, socio-politico-institutionnel, économique...) et celles d'atténuation efficaces (*greening* local, PANA) au changement climatique, joueraient positivement sur les flux migratoires. Cet aspect des migrations éco-climatiques mis en évidence relève quant à lui à des questions d'*économie du climat*.

Par ailleurs, au terme de cette thèse, plusieurs perspectives de recherche, allant dans le sens d'un prolongement des connaissances et/ou de leur approfondissement, sont engageables.

Tout d'abord, notre méthodologie d'analyse des interactions complexes entre climat et migrations, en termes de vulnérabilité systémique, est mobilisable dans le cadre de recherche de terrain. L'approche permet de représenter les informations complexes de manière à la fois complète et concrète en prenant en compte les dynamiques spatiales (résultats à différents niveaux d'échelle) temporelles (évolution dans le temps) et les connaissances qui proviennent des interactions de différentes données. Autrement dit, cela permettra de l'éprouver et de préciser aussi les modes d'interactions possibles (horizontales et verticales) selon le contexte et ainsi mieux comprendre et expliquer les processus migratoires en gestation dans un contexte de changement climatique. Par conséquent, l'interdisciplinarité dans des effets du changement climatique sur les migrations humaines, d'une part, apparaît comme une nécessité pour une compréhension et explication complètes des mécanismes en jeu. Et, d'autre part contrairement à ce que nous craignons au départ, un décontenancement pouvant découler de la multitude d'informations et la complexité de leur représentation (tableaux 7 et 8) influe sur la rigueur scientifique et se traduit par une capacité limitée à produire des connaissances équilibrées et pertinentes. Bien au contraire, lorsque la problématique de recherche est bien explicitée et les informations bien organisées autour d'une démarche d'analyse rigoureuse, nous pouvons en ressortir des résultats robustes.

Ensuite, que ce soit dans la région sahélienne mais également au Sénégal, il existe des dynamiques migratoires isolées sur lesquelles, a priori, le changement et la variabilité



climatiques à méso échelle joueraient. En effet, comme le montrent Vischel et *al.*, (2009 et 2015), la méso échelle est l'échelle la plus pertinente pour repérer les impacts de la variabilité hydro-climatique. Cette échelle est à l'interface des instances régionales gouvernantes de la pluviométrie et leurs impacts locaux hydrologiques et agronomiques. Cette redéfinition des échelles permettra une meilleure satisfaction des considérations d'ordre conceptuel et méthodologique (vulnérabilité des systèmes socio-écologiques et capacités adaptatives des populations).

Enfin, la perspective principale à notre avis est la collecte et l'élaboration de base de données robustes (disponibilité, qualité et chronologie) dans toute la région sahélienne. Les données doivent incorporer l'ensemble des facteurs systémiques identifiés dans les dynamiques migratoires climatiques. Cela permettra de mener des travaux empiriques dans le but de confronter les connaissances nouvelles produites avec la réalité du terrain. Pour ce faire, des enquêtes qualitatives et quantitatives d'envergure nationale et désagrégée (par exemple annexer aux recensements et enquêtes nationaux) doivent être conduites sur les migrations éco-climatiques

- Achen, C. H. (1982). *Interpreting and using regression* (Vol. 29). Sage Publication, Beverly Hills, Calif., p.82-83.
- Adamo, S. B. (2008). Addressing environmentally induced population displacements: a delicate task. *Background Paper for the Population-Environment Research Network Cyberseminar "Environmentally Induced Population Displacements*, p.18-29.
- Adger, W. N. (1996). Approaches to vulnerability to climate change. *CSERGE GEC working paper*.
- Adger, W. N. (1998). Indicators of social and economic vulnerability to climate change in Vietnam. *CSERGE GEC WORKING PAPER*.
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), p.268-281.
- Adger, W. N. (2010). Climate change, human well-being and insecurity. *New Political Economy*, 15(2), p.275-292.
- Adger, W. N., & Brown, K. (2009). *Vulnerability and resilience to environmental change: ecological and social perspectives*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, p.109-122
- Adler, S. (1977). International migration and dependence.
- Afifi, T. (2011). Economic or environmental migration? The push factors in Niger. *International Migration*, 49(s1), p.95-124.
- Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD). (2006). « Sénégal – Troisième Recensement Général de la Population et de l’Habitat , Rapport Final.
- Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD). (2009). « Sénégal – Enquête – Suivi de Stratégie et de la Pauvreté (2006), Ministère de l’Economie et des Finances (MEF), Cellule de suivi des programmes de lutte contre la pauvreté (CSPLP).
- Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD). (2011) : « Situation économique et sociale du Sénégal en 2011 » , Ministère de l’économie et des finances, Février.
- Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD). (2013). Recensement général de la population et de l’habitat, de l’agriculture et de l’élevage (RGPHAE) , Rapport définitif, UNFPA, USAID, septembre.
- Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD). (2014) : « Situation économique et sociale du Sénégal en 2011 » ; Ministère de l’économie et des finances, Décembre 2014.
- Aguilar, E., Aziz Barry, A., Brunet, M., Ekan, L., Fernandes, A., Massoukina, M., ... & Thamba Umba, O. (2009). Changes in temperature and precipitation extremes in western central Africa, Guinea Conakry, and Zimbabwe, 1955–2006. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114(D2).
- Aid, C. (2007). Human tide: The real migration crisis. London. *Online in Internet: www.christianaid.org* (Stand: Dez).
- Alesina, A., & Spolaore, E. (2005). *The size of nations*. Mit Press.
- Ali, A. (2010). La variabilité et les changements climatiques au Sahel: Comprendre la situation actuelle de par l’observation. In : *Le Sahel face aux changements climatiques: Enjeux pour un développement durable*, Bulletin mensuel du centre régional Aghrymet, Numéro spécial, p.14-17.
- Ali, A., & Lebel, T. (2009). The Sahelian standardized rainfall index revisited. *International Journal of Climatology*, 29(12), p.1705-1714.

- Anthoff, D., Nicholls, R. J., Tol, R. S., & Vafeidis, A. T. (2006). Global and regional exposure to large rises in sea-level: a sensitivity analysis.
- Araujo, C., Brun, J. F., & Combes, J. L. (2004). Econométrie: repères, cours et application. *Amphi économie*, p.286-294.
- Ardoin, S., Niel, H., Servat, E., Dezetter, A. L. A. I. N., Boyer, J. F., Mahe, G., & Paturel, J. E. (2003). Analyse de la persistance de la sécheresse en Afrique de l'ouest: caractérisation de la situation de la décennie 1999. In : *Hydrology of the Mediterranean and Semiarid Regions* (colloque IAHS, Montpellier), É. SERVAT, W. NAJEM, C. LEDUC et S. AHMED édit., IAHS Publication 278, p.223-228.
- Asian Development Bank ADB). (2012). *Addressing climate change and migration in Asia and the Pacific*. Mandaluyong City: Asian Development Bank.
- Atkins, J., Mazzi, S., & Ramlogan, C. (1998). A study of the vulnerability of developing and island states: a composite index. London: Commonwealth Secretariat.
- Attané, A., A., Oumarou, P., & Soumaré, M. A., (2015). « Quand la nature nous parle. Une analyse comparée des représentations des changements climatiques et environnementaux ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.111-128.
- Ayittey, G. (2002). Why Africa Is Poor in Julian Morris, ed. *Sustainable Development: Promoting Progress or Perpetuating Poverty*. Profile Books, London.
- Ayittey, G. B. (2011). *Defeating dictators: fighting tyranny in Africa and around the world*. Macmillan.
- Ba, A. H. (2007). *Acteurs et territoires du Sahel: rôle des mises en relation dans la recomposition des territoires*. ENS éditions.
- Ba, B. (2008). *Agriculture et sécurité alimentaire au Sénégal*. Editions L'Harmattan, Paris.
- Ba, C. (1986). *Les Peul du Sénégal: étude géographique*. Nouvelles Editions africaines.
- Badie, B., Brauman, R., Decaux, E., Devin, G., & Wihl de Wenden, C. (2008). Pour un autre regard sur les migrations. *Construire une gouvernance mondiale*.
- Baillat, A. (2015). « Du discours sur les migrations climatiques au legs de l'histoire ». In : *Mobilité humaine et environnement*. Editions Quæ, p. 109-122.
- Balme, M., Lebel T., Amani A. (2006). Années sèches et années humides au Sahel : *quo vadimus ?* *Hydrological Sciences – Journal–des Sciences Hydrologiques*, 51 (2), p.254-271
- Banque Mondiale (2006). « Gestion des risques en milieu rural au Sénégal : revue multisectorielle des initiatives en matière de réduction de la vulnérabilité », Développement Humain II(AFTH2), Région Afrique, Rapport N°33435-SN, 30 mars.
- Banque Mondiale (BM) (2013). "Migration and Remittances data. Bilateral Remittance Matrix 2013", Washington.
- Banque Mondiale (BM) (Mearns, R., & Norton, A. Eds.). (2009). *Social dimensions of climate change: equity and vulnerability in a warming world*. World Bank Publications.
- Banque Mondiale (BM) . (2010). « Développement Local, Institutions et Changement Climatique au Sénégal, Analyse de la situation et recommandations opérationnelles », Département du développement social, Institutions sociales et changement climatique, Rapport, janvier.
- Banque Mondiale (BM). (2010). "Development and Climate Change". World Development Report 2010: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington, DC, USA.

- Banque Mondiale (BM). (2012b). “*Turn Down the Heat: Why a 4oC Warmer World Must be Avoided*”. A Report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics, The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington, DC, USA.
- Banque Mondiale (BM). (2013). “*Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience. Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience*”, Schellnhuber, H. J., Hare, B., Serdeczny, O., Schaeffer, M., Adams, S., Baarsch, F. & Piontek, F.. World Bank Publications.
- Banque Mondiale (BM). (2014). *The World Development Report*, Washington.
- Banque Mondiale (BM). (2015). “Shock Waves: Managing the impacts of climate change on Poverty”, Fay, M., Hallegatte, S., Bangalore, M., Kane, T., Rozenberg, J., Adrien, V. S., & Narloch, U. . World Bank Publications.
- Banque Mondiale (BM). (2015). Olsson, L., M. Opondo, P. Tschakert, A. Agrawal, S.H. Eriksen, S. Ma, L.N. Perch, AND S.A. Zakieldean. “Livelihoods and poverty”. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 793-832.
- Barnett, J., Lambert, S., & Fry, I. (2008). The hazards of indicators: insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), p.102-119.
- Barr, R., Fankhauser, S., & Hamilton, K. (2010). Adaptation investments: a resource allocation framework. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15(8), 8, p.43-858.
- Barrios, S., Bertinelli, L., & Strobl, E. (2006). Climatic change and rural–urban migration: The case of sub-Saharan Africa. *Journal of Urban Economics*, 60(3), p.357-371.
- Barry, B. (1988). *La Sénégalie du XVe au XIXe siècle: traite négrière, Islam et conquête coloniale*. Editions L'Harmattan.
- Barry, J. (2005). *The state and the global ecological crisis*. MIT Press.
- Bassett, T. et M. Turner. (2007), “Sudden shift or migratory drift?”, *Human Ecology*, 35, p. 33–49.
- Bates, D. C. (2002). Environmental refugees? Classifying human migrations caused by environmental change. *Population & Environment*, 23(5), p.465-477.
- Baxter, B. (2004). *A theory of ecological justice*. Routledge.
- Beauchemin, C. (2011), Rural–urban migration in West Africa, *Population Space and Place*, 17 (1), p. 47–72.
- Beauchemin, C., Flavaux, M. et Schoumaker, B. (2010), Partir, revenir : Tendances et facteurs des migrations africaines intra et extra-continentales , *MAFE Working Paper 7*.
- Beauchemin, C., Schoumaker, B., & Henry, S. (2004, September). Côte d’Ivoire-Burkina Faso (1970-2000): Une étude rétrospective des déterminants individuels et contextuels du retour. In *AIDELF congress on international migration, Budapest*.
- Becker, C., & Mbodj, M. (1994). Dynamiques régionales au XXème siècle. *La population du Sénégal, Paris, DPS-CERPAA*, p.467-486.
- Beine, M., & Pearsons, C. (2015). Climatic factors as determinants of international migration. *The Scandinavian Journal of Economics*, 117(2), p.723-767.

- Bell, M. A., & Lamb, P. J. (2006). Integration of weather system variability to multidecadal regional climate change: the West African Sudan–Sahel Zone, 1951–98. *Journal of Climate*, 19(20), p.5343-5365.
- Ben Saad M (2016), « Vulnérabilité économique et structurelle : une mesure multidimensionnelle », communication, Colloque, Toulon, avril.
- Benjaminsen, T. A., Alinon, K., Buhaug, H., & Buseth, J. T. (2012). Does climate change drive land-use conflicts in the Sahel?. *Journal of peace research*, 49(1), p.97-111.
- Berkes, F., & Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*, 1, p.13-20.
- Bettini, G. (2014). Climate migration as an adaptation strategy: de-securitizing climate-induced migration or making the unruly governable?. *Critical Studies on Security*, 2(2), p.180-195.
- Biermann, F., & Boas, I. (2010). Preparing for a warmer world: Towards a global governance system to protect climate refugees. *Global environmental politics*, 10(1), p.60-88.
- Bignebat, C., & Sakho-Jimbira, M. S. (2013). Migrations et diversification des activités économiques locales: étude du Bassin arachidier du Sénégal. *Mondes en développement*, (4), p.93-114.
- Bilsborrow, R. E. (1992). *Rural poverty, migration, and the environment in developing countries: three case studies* (1017). World Bank Publications.
- Birkmann, J., & Birkmann, J. (2006). *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies* (No. Sirsi) i9789280811353).
- Birkmann, J., & Wisner, B. (2006). *Measuring the unmeasurable: the challenge of vulnerability*. UNU-EHS.. New York: United Nations University.
- Black, R. (2001). *Environmental refugees: myth or reality?* (34). Geneva: UNHCR.
- Black, R. (2006). Migration and development in Africa. An overview, Cape Town: IDASA.
- Black, R., Bennett, S. R., Thomas, S. M., & Beddington, J. R. (2011). Climate change: Migration as adaptation. *Nature*, 478 (7370), p.447-449.
- Black, R., Kniveton, D., Skeldon, R., Coppard, D., Murata, A., & Schmidt-Verkerk, K. (2008). Demographics and climate change: Future trends and their policy implications for migration. *Development Research Centre on Migration, Globalisation and Poverty*. Brighton: University of Sussex.
- Blanchard, O. J., (1976). Comment, *Journal of Business and Economic Statistics*, (6), p.449-451.
- Bodian, A. (2014). Caractérisation de la variabilité temporelle récente des précipitations annuelles au Sénégal (Afrique de l'Ouest). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (8), p.297-312.
- Bohra-Mishra, P., Oppenheimer, M., & Hsiang, S. M. (2014). Nonlinear permanent migration response to climatic variations but minimal response to disasters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(27), p.9780-9785.
- Bonnassieux, A. et Gangneron, F. (2015). « Rôle des migrations saisonnières et pluriannuelles dans la réduction de la vulnérabilité. Les communes de Hombori et Djougou ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p. 269-313.
- Borjas, G. J. (1989). Economic theory and international migration. *International migration review*, p. 457-485.
- Boudia, S., & Demortain, D. (2014). La production d'un instrument générique de gouvernement. *Gouvernement et action publique*, (3), p.33-53.
- Bourdieu, P. (1984). *Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste*. London, Routledge

- Bresson, M., Géronimi, V., & Pottier, N. (Eds.). (2013). *La vulnérabilité: questions de recherche en sciences sociales*. Academic Press.
- Briguglio, L. (1995). Small island developing states and their economic vulnerabilities. *World development*, 23(9), p.1615-1632.
- Briguglio, L. (1997). Alternative economic vulnerability indices for developing countries. *Report prepared for the United Nations Department of Economic and Social Affairs*.
- Briguglio, L. (2003). "The vulnerability index and small island developing states: A review of conceptual and methodological issues". In : *AIMS Regional Preparatory Meeting on the Ten Year Review of the Barbados Programme of Action: Praia, Cape Verde*.
- Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., & Vella, S. (2008). Profiling economic vulnerability and resilience in small states: conceptual underpinnings. *Islands and Small States Institute of the University of Malta*. Islands and Small States Institute and London: Commonwealth Secretariat.
- Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., & Vella, S. (2009). Economic vulnerability and resilience: concepts and measurements. *Oxford development studies*, 37(3), p.229-247.
- Brooks, N., & Winkels, A. (2013). *Moving On: Towards a Policy Framework for Addressing Climate Change and Migration*.
- Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global environmental change*, 15(2), p.151-163.
- Brown, L. R. (2008). *Plan B 3.0: Mobilizing to save civilization (substantially revised)*. WW Norton & Company.
- Brown, O. (2008). The numbers game. *Forced Migration Review*, 31(8), p.8-9.
- Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. *Environmental Conservation*, 14(4), p.291-294.
- Brunel, S. (2014). *L'Afrique est-elle si bien partie?*. Editions Sciences Humaines.
- Burawoy, M. (1976). The functions and reproduction of migrant labor: comparative material from Southern Africa and the United States. *American journal of Sociology*, 81(5), p.1050-1087.
- Buys, P., Deichmann, U., Meisner, C., That, T. T., & Wheeler, D. (2009). Country stakes in climate change negotiations: Two dimensions of vulnerability. *Climate Policy*, 9(3), p.288-305.
- Cadwallader, M. T. (1992). *Migration and residential mobility: Macro and micro approaches*. Univ of Wisconsin Press.
- Cahuzac, E., & Bontemps, C. (2008). *Stata par la pratique: statistiques, graphiques et éléments de programmation*. Stata Press.
- Calvet, L., & Marical, F. (2011). Consommation de carburant: effets des prix à court et à long terme par type de population. *Economie et statistique*, 446(1), p.25-44.
- Camara, E. H. A., Dramani, L., & Thiam, I. (2013). *Structure et dynamique de l'économie sénégalaise*. L'Harmattan, Sénégal.
- Cariolle J. and Goujon M. (2013). The retrospective economic vulnerability index, 2012 update, *Ferdi Working Paper*, November.
- Castles, S. (2002). *Environmental change and forced migration: making sense of the debate*. UNHCR.
- Chander, R. (1996). *Measurement of the Vulnerability of Small States*. Washington.
- Charney, J. G. (1975). Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 101(428), 193-202.
- Chatterjee, S. & Price B. (1991). *Regression Analysis by Example*, 2nd edn. New York: Wiley.

- Christensen, J. H., Carter, T. R., Rummukainen, M., & Amanatidis, G. (2007). Evaluating the performance and utility of regional climate models: the PRUDENCE project. *Climatic Change*, p.81, 1-6.
- Christiansen, S. M. (2016). Introduction. In *Climate Conflicts-A Case of International Environmental and Humanitarian Law*, p.1-17. Springer, Cham.
- CILSS/Agrhymet. (2011). La variabilité et les changements climatiques au Sahel: Comprendre la situation actuelle de par l'observation. Le Sahel face aux changements climatiques: Enjeux pour un développement durable. Numéro spécial, *Sécheresse*, p.14-17.
- Cissé, B., Sokhna, C., Boulanger, D., Milet, J., Bâ, E. H., Richardson, K., ... & Alexander, N. (2006). Seasonal intermittent preventive treatment with artesunate and sulfadoxine-pyrimethamine for prevention of malaria in Senegalese children: a randomised, placebo-controlled, double-blind trial. *The Lancet*, 367(9511), p.659-667.
- Cissé, P., (2009), «Migration malienne au Cameroun: à la conquête du secteur informel », *Hommes et Migrations* 1279, p.38-51, Paris.
- Cissé, P., Zorom, M., Barbier, B., & Maiga, A. Y. (2010). Les migrations, une stratégie d'adaptation à la variabilité climatique en zones sahéliennes. *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi*.
- Cometti, G. (2011). *Réchauffement climatique et migrations forcées: le cas de Tuvalu*. Graduate Institute Publications.
- Coniglio, N. D., & Pesce, G. (2015). Climate variability and international migration: an empirical analysis. *Environment and Development Economics*, 20(04), p.434-468.
- Conlisk, J. (1971). When collinearity is desirable. *Western Economic Journal*, 9(4), p.393-407.
- Cook, K. H., & Vizy, E. K. (2006). Coupled model simulations of the West African monsoon system: twentieth-and twenty-first-century simulations. *Journal of climate*, 19(15), p.3681-3703.
- Coulibaly, S., & Vaugelade, J. (1981). « Impact de la sécheresse 1969-1974 sur les migrations en Haute Volta ». In : *Congrès général de Manilles*. Liège : UIESP.
- Cournil, C., & Mayer, B. (2014). *Les migrations environnementales: enjeux et gouvernance*. Presses de Sciences Po.
- Cournil, C., & Mazzega, P. (2007). Réflexions prospectives sur une protection juridique des réfugiés écologiques. *Revue européenne des migrations internationales*, 23(1), p.7-34.
- Coussy, J. (2006). Etats africains, programmes d'ajustement et consensus de Washington. *L'Économie politique*, (4), 29-40.
- CSAO-CILSS (2008). *Profil sécurité alimentaire Sénégal*, Dakar, MEF/UE, p.1-31.
- Cutter, S. L. (1996). Vulnerability to environmental hazards. *Progress in human geography*, 20(4), p.529-539.
- Czaika, M. (2009). The political economy of refugee migration. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 229(6), p.803-824..
- Daffé, G. (2009), « Les transferts d'argent des migrants sénégalais : Entre gains de bien-être et risques de dépendance », Communication présentée à la Conférence internationale « *Croissance inclusive par l'innovation et le changement technologique, pour l'éducation, le capital social et le développement durable* », 6-8 octobre, Dakar, Sénégal.
- Dai, A., Trenberth, K. E., & Qian, T. (2004). A global dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming. *Journal of Hydrometeorology*, 5(6), p.1117-1130.
- Daily, G. (Ed.). (1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press.
- Dayton-Johnson, J. (2006). Catastrophes naturelles et vulnérabilité. Etude, Centre de Développement

- OCDE, Paris.
- de Haas, H. (2008), "The Myth of Invasion: The inconvenient realities of African migration to Europe", *Third World Quarterly* 29(7), p.1305-22.
- de Haas, H. (2010). Migration and development: a theoretical perspective. *International migration review*, 44(1), p.227-264.
- De León, V., & Carlos, J. (2006). *Vulnerability: a conceptual and methodological review*. UNU-EHS.
- Deaton, A. (1985). Panel data from time series of cross-sections. *Journal of econometrics*, 30(1), p.109-126.
- Denhez, F. (2010). *La fabrique de nos peurs: pollutions, nanotechnologies, changement climatique, nucléaire, clonage...: Vrais risques et faux dangers d'un monde qui change*. F. Bourin.
- d'Ercole, R., Thouret, J. C., Dollfus, O., & Asté, J. P. (1994). Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. *Revue de géographie alpine*, 82(4), p.87-96.
- Descroix, L., Diongue Niang, A., Panthou, G., Bodian, A., Sane, Y., Dacosta, H., ... & Quantin, G. (2015). Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions: la Sénégalie et le Bassin du Niger Moyen, (12).
- Dhimal, M., Aryal, K. K., Dhimal, M. L., Gautam, I., Singh, S. P., Bhusal, C. L., & Kuch, U. (2014). Knowledge, attitude and practice regarding dengue fever among the healthy population of highland and lowland communities in central Nepal. *PLoS One*, 9(7).
- Diallo, A., & Renou, Y. (2015). Changement climatique et migrations: qualification d'un problème, structuration d'un champ scientifique et activation de politiques publiques. *Mondes en développement*, (4), p.87-107.
- Dilley, M. (2005). *Natural disaster hotspots: a global risk analysis* (Vol. 5). World Bank Publications.
- Diop, M. C. (2008). *Le Sénégal des migrations: mobilités, identités et sociétés*. KARTHALA Editions.
- Direction de la Prévision et des Etudes Economiques (DPEE). (2011) : « Etude de la migration interne au Sénégal : Déterminants et impacts sur la pauvreté » , Document d'étude numéro 3, Ministère de l'économie et des finances, Septembre.
- Docherty, B., & Giannini, T. (2009). Confronting a rising tide: a proposal for a convention on climate change refugees. *Harv. Envtl. L. Rev.*, 33, 349.
- Dorsouma, A. H., & Requier-Desjardins, M. (2008). Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique: s'adapter, une approche intégrée. *Vertigo*, 8(1).
- Downing, T. E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., & Stephen, L. (2001). Vulnerability indices: climate change impacts and adaptation. *UNEP Policy Series*, UNEP, Nairobi.
- Downing, T. E., Patwardhan, A., Klein, R. J., Mukhala, E., Stephen, L., Winograd, M., & Ziervogel, G. (2005). Assessing vulnerability for climate adaptation. *Cambridge University Press*.
- Downing, T. E., Watts, M. J., & Bohle, H. G. (1996). Climate change and food insecurity: toward a sociology and geography of vulnerability. In: *Climate change and world food security* . Springer Berlin Heidelberg, p. 183-206
- Drabo, A., & Mbaye, L. M. (2015). Natural disasters, migration and education: an empirical analysis in developing countries. *Environment and Development Economics*, 20(06), p.767-796.
- Dubois, J. P. (1974). *Les Serer et la question des Terres Neuves au Sénégal*. Centre ORSTOM de Dakar.
- Dubreuil, P., & Lérique, J. (1996). Carte des types de climats «en Afrique Noire à l'ouest du Congo».



- Rappels, et extension aux régimes hydrologiques. In *L'hydrologie tropicale: géoscience et outil pour le développement: tropical hydrology: a geoscience and a tool for sustainability: mélanges à la mémoire de Jean Rodier: dedicated to the memory of Jean Rodier: actes de la conférence de Paris, 2-4 mai 1995, organisée au Ministère de l'Environnement avec le soutien de l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (Orstom)...* (No. 238, p. 55). IAHS Press.
- Duhautois, R. (2001). Le ralentissement de l'investissement est plutôt le fait des petites entreprises tertiaires. *Économie et statistique*, 341(1), p.47-66.
- Dustmann, C., & Okatenko, A. (2014). Out-migration, wealth constraints, and the quality of local amenities. *Journal of Development Economics*, 110, p.52-63.
- Dyer, G. (2010). *Climate wars: The fight for survival as the world overheats*. Oneworld Publications.
- EACH-FOR. (2009). *Environmental Change and Forced Migration Scenarios*, final activity report, FP6 disponible à l'adresse : [www.each-for.eu](http://www.each-for.eu)
- Eakin, H., & Luers, A. L. (2006). Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 31, p.365-394.
- Easterling, D. R., Horton, B., Jones, P. D., Peterson, T. C., Karl, T. R., Parker, D. E., ... & Folland, C. K. (1997). Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science*, 277(5324), p.364-367.
- Ehrlich, P. R., & Ehrlich, A. H. (1991). *Healing the planet: strategies for resolving the environmental crisis. Our life-support systems--Energy and the environment--Global warming: the beginning of the end--Ozone: a cautionary tale--Pollution: dead trees and poisoned water--Use and abuse of land and water--Unsustainable agriculture--Risks, costs, and benefits--Escaping the human predicament--Influencing policy*.
- EL-Hinnawi, E. (1985). "Environmental Refugees". United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- EM-DAT. (2016). The OFDA/CRED International Disaster Database, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium ([www.emdat.net](http://www.emdat.net)).
- Fall, A. S. (2008). *Bricoler pour survivre: perceptions de la pauvreté dans l'agglomération urbaine de Dakar*. KARTHALA Editions.
- Fall, A., M'Baye, B.B. et Sy, H. (2013). Politique Agricole, Productivité et Croissance Economique à Long terme au Sénégal. *Direction de la Prévision et des Etudes Economiques/Ministère de l'Economie et des Finances*. Document d'Etude n°25, août.
- FAO. (2010). *Evaluation of Certain Food Additives: Seventy-first Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, (71). World Health Organization.
- FAO. (2013). *Statistical Yearbook*. World food and agriculture, FAO, Rome.
- Federal Environment Agency (2008). "Analysis of the Yale Environmental Performance Index (EPI)", Research Report 363 01 136 UBA-FB 001104/E, Ecologic, Institute for International and European Environmental Policy, Berlin, February.
- Feindouno S. and Goujon M. (2016) "The retrospective economic vulnerability index, 2015 update" *Ferdi Working Paper* 147, March 2016. Données accessibles sur <http://byind.ferdi.fr/>
- Felli, R. (2008). Justice globale pour les réfugiés climatiques?. *Revue Asylon (s)*, (6).
- Feng, S., Krueger, A. B., & Oppenheimer, M. (2010). Linkages among climate change, crop yields and Mexico–US cross-border migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(32), p.14257-14262.

- Findlay, A. M. (2011). Migrant destinations in an era of environmental change. *Global Environmental Change*, 21, p.50-58.
- Findlay, A., & Geddes, A. (2011). Critical views on the relationship between climate change and migration: some insights from the experience of Bangladesh. *Migration and climate change*, p.138-159.
- Findley, S. E. (1994). Does drought increase migration? A study of migration from rural Mali during the 1983-1985 drought. *International Migration Review*, p.539-553.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16(3), p.253-267.
- FORESIGHT. (2011). *Migration and Global Environmental Change: Future Challenge and Opportunities*. Final Project Report, London: The Government Office for Science.
- Friends Of the Earth. (2005). A Citizen’s Guide to Climate Refugees. *Friends of the Earth, Australia*, p.226-241.
- Frisch, R. (1934). *Statistical confluence analysis by means of complete regression system*, (5). Universitetets Økonomiske Institut.
- Füssel, H. M. (2007). Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global environmental change*, 17(2), p.155-167.
- Füssel, H. M. (2009). Review and quantitative analysis of indices of climate change exposure, adaptive capacity, sensitivity, and impacts, World Bank, Washington, DC.
- Füssel, H. M. (2010). How inequitable is the global distribution of responsibility, capability, and vulnerability to climate change: A comprehensive indicator-based assessment. *Global Environmental Change*, 20(4), p.597-611.
- Fussell, E., Hunter, L. M., & Gray, C. L. (2014). Measuring the environmental dimensions of human migration: The demographer's toolkit. *Global Environmental Change*, 28, p.182-191.
- Gall, M. (2007). *Indices of social vulnerability to natural hazards: a comparative evaluation*. University of South Carolina Phd Dissertation. ProQuest.
- Gallabè, L., L. (2015). Changement Climatque : Un autre regard sur les migrations. *Observatoire européen de l'Espace de Liberté, de Sécurité et de Justice au service des Citoyens*. UE-Logos Athena.
- Gallais, J. (1984). *Hommes du Sahel*. Flammarion.
- Gardes, F. (1999). L'apport de l'économétrie des panels et des pseudo-panels à l'analyse de la consommation. *Economie et statistique*, 324(1), p.157-162.
- Gardes, F., Duncan, G. J., Gaubert, P., Gurgand, M., & Starzec, C. (2005). Panel and pseudo-panel estimation of cross-sectional and time series elasticities of food consumption: The case of us and polish data. *Journal of Business & Economic Statistics*, 23(2), p.242-253.
- Garenne, M. (2016). *La pression de la population dans les Pays Sahéliens Francophones: Analyse des estimations et projections de population 1950-2100* (No. P168). FERDI.
- Garenne, M., & Lombard, J. (1988). « La migration: changements sociaux et développement: projets de développement et politiques migratoires ». Communication aux Journées de démographie de l'ORSTOM Migrations, changements sociaux et développement, Paris, septembre.
- Garenne, M., & Lombard, J. (1988). La migration dirigée des Sereer vers les Terres Neuves (Sénégal). A. Quesnel, P. Vimard (éds.), *Migration, changements sociaux et développement*, p.317-332.
- Gastineau, B., Gibigaye, M., Kosmowski, F., Adjmagbo, A., & Houngbégnon, T. (2015). « Populations rurales face aux aléas environnementaux: expériences africaines ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.233-248.

- Gastineau, B., Gibigaye, M., Kosmowski, F., Adjamagbo, A., & Houngbégnon, T. (2015). « Populations rurales face aux aléas environnementaux: expériences africaines ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.233-248.
- Gaye, A.T., Lô, H. M., Sakho-Djimbira, S., Fall, M. S. et N'Diaye A. (2015). Sénégal, revue du contexte socio-économique, politique et environnemental. *Rapport de l'ied Afrique*. Disponible sur : <file:///C:/Users/diallala/Desktop/senegal-country-situation-assessment.pdf> consulté le 03/02/2017
- Geddes, A., Adger, W. N., Arnell, N. W., Black, R., & Thomas, D. S. (2012). Migration, environmental change, and the 'challenges of governance'. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 30(6), p.951-967.
- Gemenne, F. (2009). « L'environnement, nouveau facteur de migration? ». In : *L'enjeu mondial*, Presses de Sciences Po (PFNSP), p.137-145.
- Gemenne, F. (2009). *Environmental Changes and Migration Flows. Normative Frameworks and Policy Responses* (Doctoral dissertation, Université de Liège/Institut d'Etudes Politiques de Paris, Belgium/France).
- Gemenne, F. (2009). *Géopolitique du changement climatique*. Armand Colin.
- Gemenne, F. (2010), « Migrations et environnement », Numéro spécial de la revue « *Hommes et migrations* », (1284), Paris.
- Gemenne, F. (2011). Why the numbers don't add up: A review of estimates and predictions of people displaced by environmental changes. *Global Environmental Change*, 21, p.41-49.
- Gemenne, F., Brucker, P., et Glasser, J. (2011), "The State of Environmental Migration 2010", Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI) / International Organization for Migration (IOM), Paris/Geneva.
- Giannini, A., Saravanan, R., & Chang, P. (2003). Oceanic forcing of Sahel rainfall on interannual to interdecadal time scales. *Science*, 302(5647), 1027-1030.
- GIEC (2013a). The physical science basis. contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [stocker, t. f., d. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- GIEC. (2007b). Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Sous la direction de Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., & Hanson, C. E.
- GIEC. (1991). The Seven Steps to the Vulnerability Assessment of Coastal Areas to Sea-Level Rise—A Common Methodology. IPCC, Response Strategies Working Group, 20.
- GIEC. (2001), The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by JT Houghton, Y. Ding, DJ Griggs, M. Noguer, PJ van der Linden, X. Dai, K. Maskell and CA Johnson (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA, 2001.
- GIEC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor et H. L. Miller (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique.

- GIEC. (2007a). IPCC fourth assessment report, Edited by Pachauri, RK and Reisinger, A. IPCC Chairman, Andy Resinger, Head of Technical Support Unit, The Core Writing Team.
- GIEC. (2013a). Annexe III: Glossaire [Planton, S. (dir. publ.)], Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. M. Midgley (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, p.1447–1466, doi:10.1017/CBO9781107415324.031.
- GIEC. (2013b). Climate Change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Sous la direction de Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., & Midgley, B. M.
- GIEC. (2013b). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. M. Midgley (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York,
- GIEC. (2014). Climate Change 2014: synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (p. 151). IPCC. Sous la direction de Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., & Dubash, N. K.
- GIEC. (2014a). Annex II: Glossary [Agard, J., E. L. F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, M. J. Prather, M. G. Rivera-Ferre, O. C. Ruppel, A. Sallenger, K. R. Smith, A. L. St. Clair, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea et T. E. Bilir (dir. publ.)], Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V. R., C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea et L. L. White (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, p.757–1776.
- GIEC. (2014b). Annex I: Glossary, Acronyms and Chemical Symbols [Allwood, J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri et C. von Stechow (dir. publ.)], Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel et J. C. Minx (dir. publ.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, p.1251–1274.
- Global Humanitarian Forum. (2009). “Human impact report on climate change: the anatomy of a silent crisis”. Geneva: In: *Global Humanitarian Forum*, p.116.
- Graves, P. E. (1979). A life-cycle empirical analysis of migration and climate, by race. *Journal of urban Economics*, 6(2), p.135-147.
- Graves, P. E. (1980). Migration and climate. *Journal of regional Science*, 20(2), 227-237.
- Gray, C. L. (2009). Environment, land, and rural out-migration in the southern Ecuadorian Andes. *World Development*, 37(2), p.457-468.

- Gray, C. L. (2011). Soil quality and human migration in Kenya and Uganda. *Global Environmental Change*, 21(2), p.421-430.
- Gray, C. L., & Mueller, V. (2012a). Natural disasters and population mobility in Bangladesh. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(16), p.6000-6005.
- Gray, C., & Mueller, V. (2012b). Drought and population mobility in rural Ethiopia. *World development*, 40(1), p.134-145.
- Gray, C., & Wise, E. (2016). Country-specific effects of climate variability on human migration. *Climatic change*, 135(3-4), p.555-568.
- Greenwood, B. (1999). Malaria mortality and morbidity in Africa. *Bulletin of the World Health Organization*, 77(8), p.617.
- Greenwood, M. J. (1997). Internal migration in developed countries. *Handbook of population and family economics*, 1, p.647-720.
- Grillo, R., & Mazzucato, V. (2008). Africa<> Europe: A double engagement. *Journal of ethnic and migration studies*, 34(2), p.175-198.
- Gubert, F. (2010). « Pourquoi migrer ? Le regard de la théorie économique », *Regards croisés sur l'économie*, 2(8), p.96-105.
- Guha-Sapir, D., Below, R., & Hoyois, P. (2015). EM-DAT: International disaster database. *Catholic University of Louvain: Brussels, Belgium*.
- Guichard, F., Kergoat, L., Mougin, E., Timouk, F., Baup, F., Hiernaux, P., & Lavenue, F. (2009). Surface thermodynamics and radiative budget in the Sahelian Gourma: seasonal and diurnal cycles. *Journal of Hydrology*, 375(1), p.161-177.
- Guillaumont, P. (2008). *An economic vulnerability index: its design and use for international development policy* (2008.99). Research paper/UNU-WIDER.
- Guillaumont, P. (2009). An economic vulnerability index: its design and use for international development policy. *Oxford Development Studies*, 37(3), p.193-228.
- Guillaumont, P. (2013). Measuring structural vulnerability to allocate development assistance and adaptation resources. *Development Policies Working Paper*, (68).
- Guillaumont, P. (2015b). Vulnerability Indicators for Aid Allocation. E15Initiative. Geneva: International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) and World Economic Forum. [www.e15initiative.org/](http://www.e15initiative.org/)
- Guillaumont, P., & Simonet, C. (2011a). Designing an index of structural vulnerability to climate change. *FERDI-Fondation pour les études et recherches sur le Développement International, France*, (42).
- Guillaumont, P., & Simonet, C. (2011b). To what extent are African Countries Vulnerable to climate change? Lessons from a new indicator of Physical Vulnerability to Climate Change. *Development*, 6, p.1-8.
- Guilmoto, C. Z. (1997). *Migrations et institutions au Sénégal: effets d'échelle et déterminants*,(46). Centre français sur la population et le développement.
- Gujarati, D. N. (2004). *Econométrie*. De Boeck Supérieur.
- Gunning, J. W. (2005). Why Give Aid?. *Development Aid: Why and How? Towards strategies for effectiveness*.
- Gupta, S., Powell, R., & Yang, Y. (2006). Les défis macroéconomiques de l'expansion de l'aide à l'Afrique. *Repères à l'intention des praticiens, FMI. Washington*.
- Gusfield, J. R. (1984). *The culture of public problems: Drinking-driving and the symbolic order*. University of Chicago Press.

- Haggblade, S., Hazell, P. B., & Reardon, T. (Eds.). (2007). *Transforming the rural nonfarm economy: Opportunities and threats in the developing world*. Intl Food Policy Res Inst.
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. & Black, W. C. (1995). *Multivariate Data Analysis*. (3rd ed). New York: Macmillan.
- Hammer, T. (2000). Sécurité alimentaire et gestion des ressources dans les pays du Sahel. *La sécurité alimentaire en questions: dilemmes, constats et controverses*.
- Hammond, A., & World Resources Institute. (1995). *Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Harouna, M. (2008), "Changement climatique, démographie et migration au Niger", *Magazine trimestriel d'informations générales* n° 007.
- Harrington, R., Anton, C., Dawson, T. P., de Bello, F., Feld, C. K., Haslett, J. R., ... & Rounsevell, M. D. (2010). Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), p.2773-2790.
- Harris, J. R., & Todaro, M. P. (1970). Migration, unemployment and development: a two-sector analysis. *The American economic review*, 60(1), p.126-142.
- Hatton, T. J., & Williamson, J. G. (2003). Demographic and economic pressure on emigration out of Africa. *The Scandinavian Journal of Economics*, 105(3), p.465-486.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.1251-1271.
- Hausman, J. A., & Taylor, W. E. (1981). Panel data and unobservable individual effects. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.1377-1398.
- HCR with NRC (Norwegian Refugee Council), the Representative of the Secretary General on the Human Rights of Internally Displaced Persons and the United Nations University, (2009a), *Forced Displacement in the Context of Climate Change: Challenges for States under International Law*.
- HCR, soutenu par l'OIM et le Norwegian Refugee Council (NRC) (2009b), Note Climate Change and Statelessness: an Overview, 6e session du Groupe de travail ad hoc Groupe à long terme sur l'action coopérative dans le cadre de la Convention (AWG-LCA 6) (1-12 juin, Bonn), disponible sur <http://www.unhcr.org/refworld/docid/4a2d189d3.html>
- HCR, soutenu par l'OIM et le Norwegian Refugee Council (NRC) (2009c), Climate change, migration and displacement: impacts, vulnerability and adaptation options, Submission by the IOM, UNHCR and UNU, in cooperation with NRC and the RSG on the Human Rights of IDPs, 6 February. Disponible sur <http://unfccc.int/resource/docs/2008/smsn/igo/031.pdf>
- Hegel, T. M., Mysterud, A., Ergon, T., Loe, L. E., Huettmann, F., & Stenseth, N. C. (2010). Seasonal effects of Pacific-based climate on recruitment in a predator-limited large herbivore. *Journal of Animal Ecology*, 79(2), p.471-482.
- Henderson, J. V., Storeygard, A., & Deichmann, U. (2014). 50 years of urbanization in Africa: Examining the role of climate change.
- Hendrix, C., & Brinkman, H. J. (2013). Food insecurity and conflict dynamics: Causal linkages and complex feedbacks. *Stability: International Journal of Security and Development*, 2(2).
- Henry, S., Boyle, P., & Lambin, E. F. (2003). Modelling inter-provincial migration in Burkina Faso, West Africa: the role of socio-demographic and environmental factors. *Applied Geography*, 23(2), p.115-136.

- Henry, S., Schoumaker, B., & Beauchemin, C. (2004). The impact of rainfall on the first out-migration: A multi-level event-history analysis in Burkina Faso. *Population & Environment*, 25(5), p.423-460.
- Hodgkinson, D., Burton, T., Dawkins, S., Young, L., & Coram, A. (2009, February). Towards a convention for persons displaced by climate change: Key issues and preliminary responses. In *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 6, p.562014).
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, p.1-23.
- Homer-Dixon, T. F. (1991). On the threshold: environmental changes as causes of acute conflict. *International security*, 16(2), p.76-116.
- Homer-Dixon, T. F. (1994). Environmental scarcities and violent conflict: evidence from cases. *International security*, 19(1), p.5-40.
- Houtart, F. (1994). *Les Effets sociaux des programmes d'ajustement structurel dans les sociétés du sud* (2). Editions L'Harmattan.
- [http://publications.iom.int/system/files/pdf/compendium\\_of\\_ioms\\_activities.pdf](http://publications.iom.int/system/files/pdf/compendium_of_ioms_activities.pdf)
- [http://publications.iom.int/system/files/pdf/hsn\\_quadilingual\\_report.pdf](http://publications.iom.int/system/files/pdf/hsn_quadilingual_report.pdf)
- Hugo, G. (2008). *Migration, development and environment*. Geneva: International Organization for Migration.
- Hulme, M. (2001). Climatic perspectives on Sahelian desiccation: 1973–1998. *Global Environmental Change*, 11(1), p.19-29.
- Hunter, L. M., & Nawrotzki, R. J. (2016). Migration and the environment. Ch 21, p.465-484. In *Handbook of Migration and Population Distribution*. M. J. White (Ed.). Dordrecht, Netherlands: Springer. DOI: 10.1007/978-94-017-7282-2\_21
- IDMC (Internal Displacement Monitoring Centre) & Council, N. R. (2014). Global Estimates 2013: People displaced by disasters. Geneva: IDMC. Retrieved online from <http://www.internal-displacement.org/assets/publications/2014/201409--global-estimates2.pdf>.
- IDMC (Internal Displacement Monitoring Centre). (2013). People displaced by disasters. *Genève, Internal Displacement Monitoring Centre*.
- IDMC (Internal Displacement Monitoring Centre). (2015b). Global Estimates 2015: people displaced by disasters. Genève (IDMC)
- Institut Sénégalais pour la Recherche Agricole (ISRA). (2006). Processus de concertation pour l'élaboration d'une politique publique : La loi d'orientation agro-sylvo-pastorale du Sénégal, *Réflexions et perspectives*, 6(2).
- Institut Sénégalais pour la Recherche Agricole (ISRA). (2008). Caractérisation et typologie des exploitations agricoles familiales du Sénégal, Tome 1, Vallée du fleuve Sénégal. *Etudes et documents*, 8(1). By Oumar, D., Moussa, B., & Amadou, A.
- Institut Sénégalais pour la Recherche Agricole (ISRA). (2008). Caractérisation et typologie des exploitations agricoles familiales du Sénégal : Bassin arachidier, Tome 3. By Oumar, D., Moussa, B., & Amadou, A.
- Institut Sénégalais pour la Recherche Agricole (ISRA). (2008). Caractérisation et typologie des exploitations agricoles familiales du Sénégal : Sénégal Oriental et Haute Casamance, Tome 2. By Oumar, D., Moussa, B., & Amadou, A.
- Institut Sénégalais pour la Recherche Agricole (ISRA). (2008). Culture durable et réduction de la pauvreté dans le Bassin arachidier du Sénégal : Résultats du Modèle Analyse Tradeoffs. *Réflexions et perspectives*, 6(5).

- Internal Displacement Monitoring Centre (2015a). *Global Overview 2015: people internally displaced by conflict and violence*. IDMC 2015. Published May, Norway Research Council.
- Ionesco, D., Gemenne, F. & Mokhnacheva, D (2016). *Atlas des migrations environnementales*. Presses de Sciences Po, (1) hors collection, 17 mars, Paris.
- Jacobson, J. L. (1988). Environmental refugees: a yardstick of habitability. Washington D.C, World Watch Institute.
- Janin, P. (2010). La lutte contre l'insécurité alimentaire au Sahel: permanence des questionnements et évolution des approches. *Cahiers agricultures*, 19(3), p.177-184.
- Jha, R., & Murthy, K. V. (2003). A critique of the Environmental Sustainability Index. Australian National University Division of Economics Working Paper.
- Jonsson, G. (2009). Comparative report: African migration trends. *African Perspectives on Human Mobility Programme*. International Migration Institute, Oxford.
- Jónsson, G. (2010). The environmental factor in migration dynamics: a review of African case studies. International Migration Institute Working Papers, Oxford, University
- Kaly, U., & Pratt, C. (2000). Environmental vulnerability index: development and provisional indices and profiles for Fiji, Samoa, Tuvalu and Vanuatu. *Phase II Report for NZODA. SOPAC Technical Report*, 306.
- Kaly, U., Briguglio, L., McLeod, H., Schmall, S., Pratt, C., & Pal, R. (1999). Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles. *SOPAC Tech. Rep.*, (275).
- Kaly, U., C. Pratt. And J. Mitchell. 2004. *The Environmental Vulnerability Index (EVI) 2004*. SOPAC Technical Report 384. Suva: South Pacific Applied Geoscience Commission.
- Kaly, U., Pratt, C., Mitchell, J., & Howorth, R. (2003). *The demonstration environmental vulnerability index (EVI)*. Pacific Islands Applied Geoscience Commission (SOPAC). Technical Report.
- Karl, T. R., Kukla, G., Razuvayev, V. N., Changery, M. J., Quayle, R. G., Heim, R. R., ... & Fu, C. B. (1991). Global warming: Evidence for asymmetric diurnal temperature change. *Geophysical Research Letters*, 18(12), p.2253-2256.
- Kasperson, R. E., & Kasperson, J. X. (2001). *Climate change, vulnerability, and social justice*. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Kassé, M. (1996). *L'état, le technicien et le banquier face aux défis du monde rural sénégalais*. Nouvelles Editions Africaines Du Senegal.
- Kassé, M. (2015). *L'économie du Sénégal: les 5 défis d'un demi-siècle de croissance atone*. L'Harmattan.
- Kennedy, P. (2003). *A guide to econometrics*. MIT press, Cambridge, Mass.
- Kergoat, L. (2015). « Introduction ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.131-133.
- Kergoat, L., C., Dardel, P., Hiernaux, G., & Grippa, M. (2015). « Entre désertification et reverdissement du Sahel. Que se passe-t-il vraiment ? ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.135-151.
- Ki-Zerbo, J. (1978). Histoire de l'Afrique noire, d'hier à demain.
- Klein, R. J., & Nicholls, R. J. (1999). Assessment of coastal vulnerability to climate change. *Ambio*, p.182-187.
- Kmenta, J. (1986). *Elements of econometrics*, 2<sup>o</sup> éd., Macmillan, New-York.
- Knerr, B. (2004). Desertification and human migration. In *Biological Resources and Migration*. Springer Berlin Heidelberg, p.317-337



- Kniveton, D. (2009), "2nd expert workshop on climate change environment and migration. 2nd expert workshop on climate change environment and migration", UNUEHS, IOM, UNEP, Munich Re Foundation.
- Kniveton, D., Schmidt-Verkerk, K., Smith, C., & Black, R. (2008). Climate change and migration: improving methodologies to estimate flows. Geneva, *International Organization for Migration Migration Research Series 33*.
- Kniveton, D., Smith, C., & Wood, S. (2011). Agent-based model simulations of future changes in migration flows for Burkina Faso. *Global Environmental Change, 21*, S34-S40.
- Kolmannskog, V. (2008). Climates of displacement. *Nordisk Tidsskrift for Menneskerettigheter*, 26.
- Koser, K. (2011). Climate change and internal displacement: challenges to the normative framework. *Migration and climate change*, p.289-305.
- Kosmowski, F., Lalou, R., Sultan, B., Ndiaye, O., Muller, B., Galle, Sylvie., & Segis, T. (2015). « Observations et perceptions des changements climatiques. Analyse comparée dans trois pays d'Afrique de l'Ouest ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.89-110.
- Koubi, M. (2003). Les carrières salariales par cohorte de 1967 à 2000. *Economie et statistique*, 369(1), p.149-170.
- Kritz, M. M. (1990). Climate change and migration adaptations. [Unpublished] 1991. Revision of a paper presented at the Annual Meeting of the Population Association of America Washington DC March 21-23.
- Kuh, R. H. (1963). A Prosecutor Considers the Model Penal Code. *Columbia Law Review*, 63(4), p.608-631.
- La Documentation française (2012). « Le Sahel en crises », Questions Internationales, n° 58, novembre-décembre, Paris.
- Lalou, R., & Delaunay, V. (2015). « Migrations saisonnières et changement climatique en milieu rural sénégalais: forme ou échec de l'adaptation? » In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.287-313.
- Lam, A. M. (1993). *De l'origine égyptienne des Peuls*. Présence africaine.
- Lamb, P. J. (1983). Sub-saharan rainfall update for 1982; continued drought. *Journal of Climatology*, 3(4), p.419-422
- Laurent, É. (2011). *Social-écologie*. Flammarion.
- Le Barbé, L., & Lebel, T. (1997). Rainfall climatology of the HAPEX-Sahel region during the years 1950–1990. *Journal of Hydrology*, 188, p.43-73.
- Le Barbé, L., Lebel, T., & Tapsoba, D. (2002). Rainfall variability in West Africa during the years 1950–90. *Journal of climate*, 15(2), p.187-202.
- Leamer, E. E. (1983). Model choice and specification analysis. *Handbook of econometrics*, 1, p.285-330.
- Lebel, T., & Ali, A. (2009). Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990–2007). *Journal of Hydrology*, 375(1), p.52-64.
- Lee, E. S. (1966). A theory of migration. *Demography*, 3(1), p.47-57.
- Legoux, L. (2010). Les migrants climatiques et l'accueil des réfugiés en France et en Europe. *Revue Tiers Monde*, 204(4), p.55-67.
- Lelièvre, M., Sautory, O., & Pujol, J. (2010). Niveau de vie par âge et génération entre 1996 et 2005. *Les revenus et le patrimoine des ménages*.

- Lericollais, A. (1999). La dégradation de l'aménagement agricole. In Lericollais A. (ed.). *Paysan Sereer dynamiques agricoles et mobilités au Sénégal*. IRD, Paris, France, p.200-211.
- Lewis, W. A. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour. *The manchester school*, 22(2), p.139-191.
- L'hote, Y., Mahé, G., Somé, B., & Triboulet, J. P. (2002). Analysis of a Sahelian annual rainfall index from 1896 to 2000; the drought continues. *Hydrological Sciences Journal*, 47(4), p.563-572.
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Folke, C., Alberti, M., Redman, C. L., & Taylor, W. W. (2007). Coupled human and natural systems. *AMBIO: a journal of the human environment*, 36(8), p.639-649.
- Lô, M., Kâ, O, Dia, I, Diop, O. et Diouf, A (2014). *Présentation de la stratégie nationale de promotion sociale au Sénégal. Etat d'avancement et perspectives*. Dakar, Sénégal.
- Lodoun, T., Giannini, A., Traoré, P. S., Somé, L., Sanon, M., Vaksman, M., & Rasolodimby, J. M. (2013). Changes in seasonal descriptors of precipitation in Burkina Faso associated with late 20th century drought and recovery in West Africa. *Environmental Development*, 5, p.96-108.
- Lonergan, S. (1998). The role of environmental degradation in population displacement. *Environmental change and security project report*, 4(6), p.5-15.
- Lonergan, S., Gustavson, K., & Harrower, M. (1999). Mapping human insecurity. In *Environmental Change, Adaptation, and Security*. Springer Netherlands, p.397-413.
- Lucas, R. E. (2006). Migration and economic development in Africa: A review of evidence. *Journal of African Economies*, 15(suppl 2), p.337-395.
- Luers, A. L., Lobell, D. B., Sklar, L. S., Addams, C. L., & Matson, P. A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 13(4), p.255-267.
- M'baye, L. (2013). *Essays on the Economics of Migration from Developing Countries* (Doctoral dissertation, Université d'Auvergne).
- Maertens, L. (2015). Changement climatique au Conseil de sécurité: reconfigurations du débat Nord-Sud. *Informations et commentaires*, (172), 17-24.
- Maertens, L. (2016). Menace climatique: qu'en dit-on à l'ONU?. *Diplomatie: Les Grands Dossiers*, (30), 53-55.
- Maggi, J., Sarr, D., Amadei, N., Cattacin, S., De Guchteneire, P., & Pécoud, A. (2008). Louga, Sénégal: Représentations autour de la migration auprès d'une communauté d'origine, Département de sociologie, Université de Genève (Rapport de recherche).
- Mahé, G., & Paturel, J. E. (2009). 1896–2006 Sahelian annual rainfall variability and runoff increase of Sahelian Rivers. *Comptes Rendus Geoscience*, 341(7), p.538-546.
- MAPLECROFT. (2013), "The Climate Change and Environmental Risk Atlas 2014", press release, <http://maplecroft.com/portfolio/new-analysis/2013/10/30/31-global-economic-output-forecast-face-high-or-extreme-climate-change-risks-2025-maplecroft-risk-atlas/>. Consulté le 24 mars 2016.
- Marchiori, L., Maystadt, J. F., & Schumacher, I. (2012). The impact of weather anomalies on migration in sub-Saharan Africa. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63(3), p.355-374.
- Marquardt, D. W. (1970). Generalized inverses, ridge regression, biased linear estimation, and nonlinear estimation. *Technometrics*, 12(3), p.591-612.
- Marx, E. (1990). The social world of refugees: A conceptual framework. *J. Refugee Stud.*, 3, 189.

- Massey, D. (1990), "Social structure, household strategies, and the cumulative causation of migration", *Population Index*, 56(1), p. 3-26.
- Massey, D. S. (1987). The ethnosurvey in theory and practice. *International Migration Review*, p.1498-1522.
- Massey, D. S. (1988). Economic development and international migration in comparative perspective. *The Population and Development Review*, p.383-413.
- Massey, D. S. (1999). International migration at the dawn of the twenty-first century: The role of the state. *Population and development review*, 25(2), p.303-322.
- Massey, D. S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., & Taylor, J. E. (1993). Theories of international migration: A review and appraisal. *Population and development review*, p.431-466.
- Mastrorillo, M., Licker, R., Bohra-Mishra, P., Fagiolo, G., Estes, L. D., & Oppenheimer, M. (2016). The influence of climate variability on internal migration flows in South Africa. *Global Environmental Change*, 39, p.155-169.
- Mathon, V., Laurent, H., & Lebel, T. (2002). Mesoscale convective system rainfall in the Sahel. *Journal of applied meteorology*, 41(11), p.1081-1092.
- Mayer, B. (2013). Constructing 'Climate Migration' as a Global Governance Issue: Essential Flaws in the Contemporary Literature. *McGill International Journal of Sustainable Development Law & Policy*, (1).
- McAdam, J. (Ed.). (2010). *Climate change and displacement: Multidisciplinary perspectives*. Bloomsbury Publishing.
- McGranahan, G., Balk, D., & Anderson, B. (2007). The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and urbanization*, 19(1), p.17-37.
- McGranahan, G., Balk, D., & Anderson, B. (2007). The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and urbanization*, 19(1), p.17-37.
- McLeman, R. A. (2013). *Climate and human migration: Past experiences, future challenges*. Cambridge University Press.
- McLeman, R. A., & Hunter, L. M. (2010). Migration in the context of vulnerability and adaptation to climate change: insights from analogues. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(3), p.450-461..
- McLeman, R., & Smit, B. (2006). Migration as an adaptation to climate change. *Climatic change*, 76(1-2), p.31-53.
- McSweeney, C., New, M., Lizcano, G., & Lu, X. (2010). The UNDP Climate Change Country Profiles: Improving the accessibility of observed and projected climate information for studies of climate change in developing countries. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(2), p.157-166.
- MEA. (2005). Millennium ecosystem assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*, Published by World Resources Institute, Washington, DC.
- Mertz, O., Halsnæs, K., Olesen, J. E., & Rasmussen, K. (2009). Adaptation to climate change in developing countries. *Environmental management*, 43(5), p.743-752.
- Metz, B., Davidson, O., Bosch, P., Dave, R., & Meyer, L. (2007). Climate Change Mitigation. *Contribution of Working Group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

- Metzger, M. J., Schröter, D., Leemans, R., & Cramer, W. (2008). A spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of ecosystem service change in Europe. *Regional Environmental Change*, 8(3), p.91-107.
- Meze-Hausken, E. (2000). Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas?. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 5(4), p.379-406.
- Miguel, E., Satyanath, S., & Sergenti, E. (2004). Economic shocks and civil conflict: An instrumental variables approach. *Journal of political Economy*, 112(4), 7p.25-753.
- Montgomery, D. C., & Peck, E. A. (1982). Introduction to linear regression analysis, 1992.
- Morin, E. (2015). *Introduction à la pensée complexe*. Le Seuil.
- Morrissey, J. (2012a). Contextualizing links between migration and environmental change in northern Ethiopia. *Climate Change and Human Mobility*. In *Climate Change and Human Mobility: Challenges to the Social Sciences*, (Hastrup, K. and K. Vog Olwig, eds), 110, Cambridge University Press, Cambridge.
- Morrissey, J. (2012b). Rethinking the ‘debate on environmental refugees’: from ‘maximalists and minimalists’ to ‘proponents and critics’. *Journal of Political Ecology*, 19, p.36-49.
- Moss, R. H., Brenkert, A. L., & Malone, E. L. (2001). Vulnerability to climate change: a quantitative approach. *Pacific Northwest National Laboratory (PNNL-SA-33642)*. Prepared for the US Department of Energy, p.155-167.
- Mueller, V., Gray, C., & Kosec, K. (2014). Heat stress increases long-term human migration in rural Pakistan. *Nature climate change*, 4(3), p.182-185.
- Myers, N. (1993). Environmental refugees in a globally warmed world. *Bioscience*, 43(11), 752-761.
- Myers, N. (1997). Environmental refugees. *Population & Environment*, 19(2), p.167-182.
- Myers, N. (2002). Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 357(1420).
- Myers, N. (2005). *Environmental Refugees: An Emergent Security Issue*. 13th Economic Forum. Prague, 23-27 May.
- Myers, N., & Kent, J. (1995). *Environmental exodus: an emergent crisis in the global arena*. Washington D.C.: Climate Institute.
- Myrdal, G. (1957). *Rich Lands and Poor*. New York: Harper and Row.
- Naude, W., Santos-Paulino, A. U., & McGillivray, M. (2014). *Measuring vulnerability in developing countries: New analytical approaches*. Routledge.
- Ndione, J. A., Diop, M., Lacaux, J. P., & Gaye, A. T. (2008). Variabilité intra-saisonnière de la pluviométrie et émergence de la fièvre de la vallée du Rift dans la vallée du fleuve Sénégal: nouvelles considérations. *Climatologie*, 5, p.83-97.
- Néron, P. Y. (2012). Penser la justice climatique. *Éthique publique. Revue internationale d'éthique sociétale et gouvernementale*, 14(1).
- Neter, J., Wasserman, W., & Kutner, M. H. (1989). Applied linear regression models . Burr Ridge, IL: Richard D. Irwin.
- New, M., Hewitson, B., Stephenson, D. B., Tsiga, A., Kruger, A., Manhique, A., ... & Mbambalala, E. (2006). Evidence of trends in daily climate extremes over southern and west Africa. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D14).
- Nicholls, R. J., & Lowe, J. A. (2004). Benefits of mitigation of climate change for coastal areas. *Global environmental change*, 14(3), p.229-244.
- Nicholson, S. E. (2005). On the question of the “recovery” of the rains in the West African Sahel. *Journal of arid environments*, 63(3), p.615-641.

- Nicholson, S. E. (2013). The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *ISRN Meteorology*.
- Nicholson, S. E. (2014). Climate change and the politics of causal reasoning: the case of climate change and migration. *The Geographical Journal*, 180(2), p.151-160.
- Nielsen, J. Ø., & Reenberg, A. (2010). Cultural barriers to climate change adaptation: A case study from Northern Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 20(1), p.142-152.
- Nordhaus, W. D. (2006). Geography and macroeconomics: New data and new findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(10), p.3510-3517.
- O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., ... & West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global environmental change*, 14(4), p.303-313.
- O'brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & Quantity*, 41(5), p.673-690.
- O'Brien, K. L., & Leichenko, R. M. (2000). Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. *Global environmental change*, 10(3), p.221-232.
- OCDE/CSAO. (2013). Incidences sécuritaires du changement climatique au Sahel: perspectives politiques. *Projet d'étude cofinancé par le ministère français des affaires étrangères et européennes et par le ministère britannique des affaires étrangères et du Commonwealth et coordonné par le CSAO/OCDE*.
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2007), "Migration and the Environment", IOM (International Organization for Migration), Technical report, International Organization for Migration, Geneva.
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2009). *Migration, environment and climate change: Assessing the evidence* (pp. 7-40). Geneva: International Organization for Migration. By Laczko, F., & Aghazarm, C. (Eds.).
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2009/c), Climate Change, Environmental Degradation and Migration: Addressing Vulnerabilities and Harnessing Opportunities. [http://publications.iom.int/bookstore/free/HSN\\_Quadrilingual\\_Report.pdf](http://publications.iom.int/bookstore/free/HSN_Quadrilingual_Report.pdf)
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2009b). Compendium of IOM's Activities in Migration, Climate Change and the Environment. *International Organization for Migration*. By Quesada, P., & Malanca, M. L. Geneva.
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2012). *Changement climatique, dégradation de l'environnement et migration*, Dialogue international sur la migration n° 18 Genève, Organisation Internationale pour les Migrations.
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2014). *Migration, Environnement et Changement climatique : données à l'usage des politiques (MECLEP, Glossaire* , Genève, Organisation Internationale pour les Migrations
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2015). *Défis, enjeux et politique: migrations, environnement et changement climatique en Haïti*, Genève, Organisation Internationale pour les Migrations.
- Organisation internationale pour les migrations (OIM). (2008). "World migration 2008: Managing labour mobility in the evolving global economy", (Vol. 4). Hammersmith Press.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), p.419-422.

- Ostrom, V., & Ostrom, E. (1977). Public goods and public choices. In *Alternatives for Delivering Public Services: Toward Improved Performance*, Boulder, CO: Westview Press, p.7-49.
- Oumaro, A.. (2004). « Représentations socioculturelles des agro-éleveurs peuls du Dallol Bosso (Niger) ». In Dambo, L., Reynard, E. (éd.) : *vivre dans les milieux fragiles : Alpes et sahel*, Université Abdou Moumouni, Département de géographie et Université de Lausanne , Institut de géographie, Travaux et recherches , 31, p.282-294.
- Ozer, P., Erpicum, M., Demarée, G., & Vandiepenbeeck, M. (2003). The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal*, 48(3), p.489-492.
- Ozer, P., Hountondji, Y., & Laminou Manzo, O. (2009). Evolution des caractéristiques pluviométriques dans l'est du Niger de 1940 à 2007. *Geo-Eco-Trop*, 33, p.11-30.
- Pagney, P. (1994). *Les climats de la terre*. 2<sup>e</sup> éd.
- Pan, Y., & Jackson, R. T. (2008). Ethnic difference in the relationship between acute inflammation and serum ferritin in US adult males. *Epidemiology and Infection*, 136(03), p.421-431.
- Panthou, G. (2013). *Analyse des extrêmes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et de leurs évolutions au cours des 60 dernières années* (Doctoral dissertation, Université de Grenoble).
- Panthou, G., Vischel, T., Lebel, T., Blanchet, J., Quantin, G., & Ali, A. (2012). Extreme rainfall in West Africa: A regional modeling. *Water Resources Research*, 48(8).
- Pantin, D. (1997). Alternative ecological vulnerability indicators for developing countries with special reference to AIDS. *Report Prepared for the Expert Group on Vulnerability Indices, UN-DESA*, p.17-19.
- Paterson, S. K., Pelling, M., Nunes, L. H., de Arajo Moreira, F., Guida, K., and Marengo, J. A. (2017). Size does matter: City scale and the asymmetries of climate change adaptation in three coastal towns. *Geoforum*, p.109–119.
- Peng, S., Huang, J., Sheehy, J. E., Laza, R. C., Visperas, R. M., Zhong, X., ... & Cassman, K. G. (2004). Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(27), p.9971-9975.
- Petersen, W. (1958). A general typology of migration. *American Sociological Review*, 23(3), p.56-266.
- Piché, V. (2013). Les théories migratoires contemporaines au prisme des textes fondateurs. *Population*, 68(1), p.153-178.
- Piguet, E. (2008)., Migrations et changement climatique. *Futuribles Analyses et Prospectives*, Mai (341), p.31-43.
- Piguet, E. (2009). Linking climate and migration: a methodological overview. *Climate Change*, Paris.
- Piguet, E. (2010). "Climate and migration: A synthesis". In: *Environment, Forced Migration and Social Vulnerability*" (Afifi, T. et al., eds). Springer, Bonn, p.73–86.
- Piguet, E. (2010). Linking climate change, environmental degradation, and migration: a methodological overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(4), p.517-524.
- Piguet, E., Pécoud, A., & De Guchteneire, P. (2011). Migration and climate change: An overview. *Refugee Survey Quarterly*, 30(3), p.1-23.
- Pirlot, V. (2015). Justice climatique et migration environnementale. *Analyse & Etudes Migrations*, Siréas asbl, 17, 16p.
- Pison, G. (1997). *Les changements démographiques au Sénégal*, (138). Ined.
- PNUD. (2010). Rapport sur le développement humain 2010-La vraie richesse des nations: Les chemins du développement humain. Rapport PNUD, New York, États-Unis.
- PNUE (2013). "The Emissions Gap Report 2013." Nairobi.

- Portes, A., & Walton, J. (1981). *Labor, Class, and the International System*. New York Academic Press.
- Pöyhönen, P. (1963). A tentative model for the volume of trade between countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, p.93-100.
- Programme des Nations unies pour le développement (PNUD). (2007). *Rapport mondial sur le développement humain 2007-2008: la lutte contre le changement climatique: un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé*. New-York. Disponible sur : [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_20072008\\_fr.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_20072008_fr.pdf)
- Programme des Nations unies pour le développement (PNUD). (2014). “Human Development Report”, New-York.
- Programme des Nations unies pour le développement (PNUD). (2014). “Climate Change Adaptation and Low Emission Development Strategy for Bosnia and Herzegovina.” United Nations Development Programme, Ministry of Foreign Trade and Economic Relations of Bosnia and Herzegovina.
- Qaisrani, A. (2014). Strengthening Human Capital by Reducing Climate Change Vulnerabilities. *PRISE Thematic Review*, draft, December.
- Ragazzi, P. (2012). *Climate Change and Migration: A Gravity Model Approach* (2012031).. University of Ferrara, Department of Economics.
- Raleigh, C., & Jordan, L. (2010). Climate change and migration: emerging patterns in the developing world. *Social dimensions of climate change*, 103.
- Ramey, G., & Ramey, V. A. (1994). *Cross-country evidence on the link between volatility and growth* (No. w4959). National bureau of economic research.
- Ramlogan, R. (1996). Environmental refugees: a review. *Environmental conservation*, 23(01), p.81-88.
- Raspail, J. (1977). *The camp of the saints*. Sphere.
- Ratha, D., Eigen-Zucchi, C., & Plaza, S. (2016). *Migration and remittances Factbook 2016*. World Bank Publications.
- Ravenstein, E. G. (1885). The laws of migration. *Journal of the Statistical Society of London*, 48(2), p.167-235.
- Ravenstein, E. G. (1889). The laws of migration. *Journal of the royal statistical society*, 52(2), p.241-305.
- Raynaut, C. (1997). *Sahels: diversité et dynamiques des relations sociétés-nature*. KARTHALA Editions.
- Reghezza, M. (2008). *Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine: la métropole parisienne face au risque de crue centennale* (Doctoral dissertation, Atelier national de Reproduction des Thèses). Géographie. Université de Nanterre - Paris X.
- Renaud, F. G., Dun, O., Warner, K., & Bogardi, J. (2011). A decision framework for environmentally induced migration. *International Migration*, 49(s1).
- Ribot, J. (2010). Vulnerability does not fall from the sky: toward multiscale, pro-poor climate policy. *Social dimensions of climate change: Equity and vulnerability in a warming world*, 2, p.47-74.
- Ribot, J. C., Magalhães, A. R., & Panagides, S. (Eds.). (2005). *Climate variability, climate change and social vulnerability in the semi-arid tropics*. Cambridge University Press.
- Robalino, J., Jimenez, J., & Chacón, A. (2015). The effect of hydro-meteorological emergencies on internal migration. *World Development*, 67, p.438-448.

- Robin, N. (2006). Le déracinement des populations en Casamance. Un défi pour l'état de droit. *Revue européenne des migrations internationales*, 22(1), p.153-181.
- Robin, N. (2013). Les circulations nouvelles au Sahel. in Perouse, M.A. ; Petit, V. ; Robin N. (dir.) *Crises et migrations dans les pays du sud*, Paris, L'Harmattan, p. 133-146. (collection Populations).
- Robin, N., & Ndione, B. (2006). L'accès au foncier en Casamance. L'enjeu d'une paix durable. *IRD/Handicap International*.
- Rodrik, D. (1998). Why do more open economies have bigger governments?. *Journal of political economy*, 106(5), p.997-1032.
- Rogerson, P. (2001). *Statistical methods for geography*. Sage.
- Roquet, D. (2008). Partir pour mieux durer: la migration comme réponse à la sécheresse au Sénégal?. *Espace populations sociétés. Space populations societies*, (1), p.37-53.
- Rosenzweig, M. (2007). Education and migration: A global perspective. *Yale University, New Haven, CT*.
- Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., & Berg, A. (2011). The impact of future climate change on West African crop yields: What does the recent literature say?. *Global Environmental Change*, 21(3), 1073-1083.
- Rye J.F. (2006). Leaving the countryside: An analysis of rural-to-urban migration and long-term capital accumulation. *Acta Sociologica*, 49, p.47-65.
- Sagna, P. (2007). Caractéristiques climatiques. *Atlas du Sénégal*, 66-69. Paris, Les éditions J.A., p.66-69.
- Sagna, P., Ndiaye, O., Diop, C., Niang, A. D., & Sambou, P. C. (2016). Les variations récentes du climat constatées au Sénégal sont-elles en phase avec les descriptions données par les scénarios du GIEC? p.2268-3798.
- Salack, S., & Traore, S. (2006). Impacts des changements climatiques sur la production du mil et du sorgho dans les sites pilotes du plateau central, de Tahoua et de Fakara. *Internship report. AGRHYMET/CILSS, Niamey, Niger*.
- Sala-i-Martin, X., & Pinkovskiy, M. (2010). *African poverty is falling... much faster than you think!* (No. w15775). National Bureau of Economic Research.
- Sall, M., Tall, S., Tandian, A., & Samb, A. (2011). *Changements climatiques, stratégies d'adaptation et mobilités. Evidence à partir de quatre sites au Sénégal*. Human settlements working paper series : international institute for environment and development (IIED).
- Samuelson, P. A. (1954). The pure theory of public expenditure. *The review of economics and statistics*, 36(4), 387-389.
- Sanogo, S., Fink, A. H., Omotosho, J. A., Ba, A., Redl, R., & Ermert, V. (2015). Spatio-temporal characteristics of the recent rainfall recovery in West Africa. *International Journal of Climatology*, 35(15), p.4589-4605.
- Sarr, M. A., Zoromé, M., Seidou, O., Bryant, C. R., & Gachon, P. (2013). Recent trends in selected extreme precipitation indices in Senegal—a change point approach. *Journal of Hydrology*, 505, p.326-334.
- Saunders, P. L. (2000). Environmental refugees: the origins of a construct. In *Political ecology: Science, myth and power*, ed. P. Stott and S. Sullivan, London: Arnold, p.218-46.
- Schade, J. (2012). Les migrants des politiques climatiques: nouveaux défis face aux déplacements générés par le changement climatique. *Cultures & Conflits*, (4), p.85-110.



- Scheffran, J., Marmer, E., & Sow, P. (2012). Migration as a contribution to resilience and innovation in climate adaptation: Social networks and co-development in Northwest Africa. *Applied Geography*, 33, p.119-127.
- Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, 5(1).
- Scoones, I., & Wolmer, W. (2002). *Pathways of change in Africa: crops, livestock & livelihoods in Mali, Ethiopia & Zimbabwe*. James Currey Ltd.
- Sample, E. C. (1911). *Influences of Geographic Environment, on the Basis of Ratzel's System of Anthro-geography*. H. Holt.
- Sen, A. (1970). The impossibility of a paretian liberal , *Journal of Political Economy*, n° 72.
- Sen, A. (1979). Equality of what? tanner lecture on human values. tanner lectures. Salt Lake City, University of Utah Press, p.195-220.
- Sen, A. (1982). Rights and agency , *Philosophy and Public Affairs*, n° 11, printemps, p.113-132.
- Sen, A. (1985). *Commodities and Capabilities*, Oxford, Elsevier Science Publishers.
- Sen, A. (1993). Positional objectivity , *Philosophy and Public Affairs*, 22 (2), p.83-135, reproduit et traduit dans Sen (2005). *Rationalité et liberté en économie*, Paris, Odile Jacob.
- Sen, A. (1993). Capability and Well-Being73. *The quality of life*, 30.
- Sen, A. (1999). Freedom as development. Oxford, *Oxford University Press*.
- Sen, A. (2009). Ethique et économie. *Quadrige, PUF*.
- Sen, A. (1979b). Utilitarianism and welfarism , *The Journal of Philosophy*, 76 (9), p.463-489.
- Sen, A. (1983). Liberty and Social Choice , *Journal of Philosophy*, 80, janvier, p.5-28.
- Sen, A. (1984). Well-being, agency and freedom : the dewey lecture 1984 , *Journal of Philosophy*, 82, avril, p.169-221.
- Sen, A. (1992). *Inequality Re-examined*, Oxford, Clarendon Press.
- Sen, A., (2003). *L'économie est une science morale*, Paris, La Découverte.
- Sene, S., & Ozer, P. (2002). Evolution pluviométrique et relation inondations–événements pluvieux au Sénégal. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 42, p.27-33.
- Severino, J. M., & Ray, O. (2010). *Le temps de l'Afrique*. Odile Jacob.
- Sidibé, I. (2013), « Un territoire littoral dans l'espace politique, économique et religieux du Sénégal », *Espace populations sociétés*, mis en ligne le 31 octobre 2015, consulté le 29 août 2016. URL : <http://eps.revues.org/5415> ; DOI : 10.4000/eps.5415
- Simard, A. (2012). « Modèle de probabilité de défaut des prêts d'une banque canadienne », projet supervisé, HEC Montréal.
- Simonet, C. (2012). Changement climatique, chocs pluviométriques et sécurité alimentaire: essais sur l'usage de l'information climatique en économie du développement, (Doctoral dissertation, Clermont-Ferrand 1).
- Sivakumar, M. V. K., Konaté, M., & Virmani, S. M. (1984). *Agroclimatologie de l'Afrique de l'Ouest: le Mali*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT).
- Sjaastad, L., A. (1962). The costs and returns of human migration. *Journal of political Economy*, 70 (5, 2), p.80-93.
- Skeldon, R. (1990). *Population mobility in developing countries*. Belhaven Press.
- Smith, P. J. (2007). Climate change, mass migration and the military response. *Orbis*, 51(4), p.617-633.
- Stark, O. & Bloom, D. E. (1985). The new economics of labor migration. *The american Economic review*, 75(2), p.173-178.

- Stark, O. (1991). *The migration of labor.*, Oxford, Basil Blackwell Publishing Ltd.
- Stark, O., & Levhari, D. (1982). On migration and risk in LDCs. *Economic development and cultural change*, 31(1), p.191-196.
- Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge University press.
- Stiglitz, J. E. (2002). *La grande désillusion* (108). Paris: Fayard.
- Stillwell, J., & Congdon, P. (1991). Migration modelling: concepts and contents. *Migration models: macro and micro approaches*, Belhaven, London-New York, p.1-16.
- Suhrke, A. (1992). *Pressure points: environmental degradation, migration and conflict*. Cambridge, Mass.: American Academy of Arts and Sciences.
- Suhrke, A. (1994). Environmental degradation and population flows. *Journal of International Affairs*, p.473-496.
- Suhrke, A., & Visentin, A. (1991). The environmental refugee: a new approach. *Ecodecision*, 2, p.73-74.
- Sukhdev, P. (2008). The economics of ecosystems and biodiversity. *European Communities*, 3.
- Sultan, B., Roudier, P., Traoré, S. (2015). « Les impacts du changement climatique sur les rendements agricoles en Afrique de l'Ouest ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.233-248.
- Sultan, B. (2011). L'étude des variations et du changement climatique en Afrique de l'Ouest et ses retombées sociétales. *Habilitation à diriger des recherches*, Université Pierre et Marie Curie.
- Sultan, B., & Gaetani, M. (2016). Agriculture in West Africa in the Twenty-first Century: climate change and impacts scenarios, and potential for adaptation. *Frontiers in Plant Science*, 7.
- Sultan, B., & Janicot, S. (2003). The West African monsoon dynamics. Part II: The "preonset" and "onset" of the summer monsoon. *Journal of climate*, 16(21), p.3407-3427.
- Sultan, B., Lalou, R., Amadou Sanni, M., Oumarou, A., & Soumaré, M. A. (2015). *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*. Editions IRD, Coll. Synthèses.
- Sultan, B., Roudier, P., Quirion, P., Alhassane, A., Muller, B., Dingkuhn, M., ... & Baron, C. (2013). Assessing climate change impacts on sorghum and millet yields in the Sudanian and Sahelian savannas of West Africa. *Environmental Research Letters*, 8 (1).
- Tacoli, C. (2009). Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility. *Environment and urbanization*, 21(2), p.513-525.
- Tacoli, C. (2011). *Not only climate change: mobility, vulnerability and socio-economic transformations in environmentally fragile areas in Bolivia, Senegal and Tanzania* (No. 28). IIED.Human Settlements Working Paper 28, International Institute for Environment and Development, London.
- Tamondong-Helin, S. and Helin, W. (1991). *Migration and the Environment: Interrelationship in Sub-Saharan Africa. Field Staff Report No. 22. Environmental Change in the West African Sahel*. Natural Heritage Institute and National Academy Press.
- Tertrais, B. (2016). *Les guerres du climat. Contre-enquête sur un mythe moderne*. CNRS Editions. Paris.
- The World Bank. (2016). *World development indicators 2016*. Oxford University Press, USA.
- Thiam, M. T., & Crowley, J. (Eds.). (2014). *Impact des changements environnementaux sur les migrations humaines: étude de cas: Sénégal et Côte d'Ivoire*. UNESCO, Secteur des sciences humaines et sociales (SHS).

- Thiede, B. C., & Gray, C. L. Heterogeneous climate effects on human migration in Indonesia. *Population and Environment*, p.1-26.
- Thomas, H. (2008). Vulnérabilité, fragilité, précarité, résilience, etc. *Recueil Alexandries*.
- Todaro, M. P. (1969). A model of labor migration and urban unemployment in less developed countries. *The American economic review*, 59(1), p.138-148.
- Toupet, C. (1992). *Le Sahel*. Nathan.
- Trenberth, K. E. (1990). Recent observed interdecadal climate changes in the Northern Hemisphere. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 71(7), p.988-993.
- Tuchman, J. M. (1989). Redefining security. *Foreign affairs*, 68(2), p.162-177.
- Turner, B. L., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., ... & Martello, M. L. (2003). Illustrating the coupled human–environment system for vulnerability analysis: three case studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), p.8080-8085.
- UNCDP, LDC information: The criteria for identifying least developed countries [http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc\\_criteria.shtml](http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc/ldc_criteria.shtml)
- US-LTER by Redman, C. L., Grove, J. M., & Kuby, L. H. (2007). Integrating social science into the long-term ecological research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems*, 7(2), 161-171.
- Venturini, T., Gemenne, F., & Severo, M. (2012). Des migrants et des mots: Une analyse numérique des débats médiatiques sur les migrations et l'environnement. *Cultures & Conflits*, (4), 133-156.
- Vigil, S. (2016). Migrations environnementales? Ramener le politique au cœur du débat. *Cités*, (4), p.61-76.
- Vincent, K. (2004). Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa. *Tyndall Center for Climate Change Research. Working Paper*, 56, 41.
- Vincent, L. A., Peterson, T. C., Barros, V. R., Marino, M. B., Rusticucci, M., Carrasco, G., ... & Grimm, A. M. (2005). Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960–2000. *Journal of climate*, 18(23), p.5011-5023.
- Vischel, T. (2015). « Introduction ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.19-22.
- Vischel, T., Lebel, T., Massuel, S., & Cappelaere, B. (2009). Conditional simulation schemes of rain fields and their application to rainfall–runoff modeling studies in the Sahel. *Journal of Hydrology*, 375(1), p.273-286.
- Vischel, T., Lebel, T., Panthou, G., Quantin, G., Rossi, A., & Martinet, M. (2015). « Le retour d'une période humide au Sahel?: observations et perspectives ». In : *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*, IRD, p.43-60.
- Vlassopoulos C. (dir) (2013), Migrations, Environnement et climat. Définitions et enjeux autour d'un problème public , numéro spécial *Cultures & Conflit*, 1.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and society*, 9(2).
- Warner, K. (2011). Migration and displacement in the context of adaptation to climate change: developments in the UNFCCC climate negotiations and potential for action. *Background Paper PD23, UK Government's Foresight Project on Migration and Global Environmental Change. London: The Government Office for Science.*

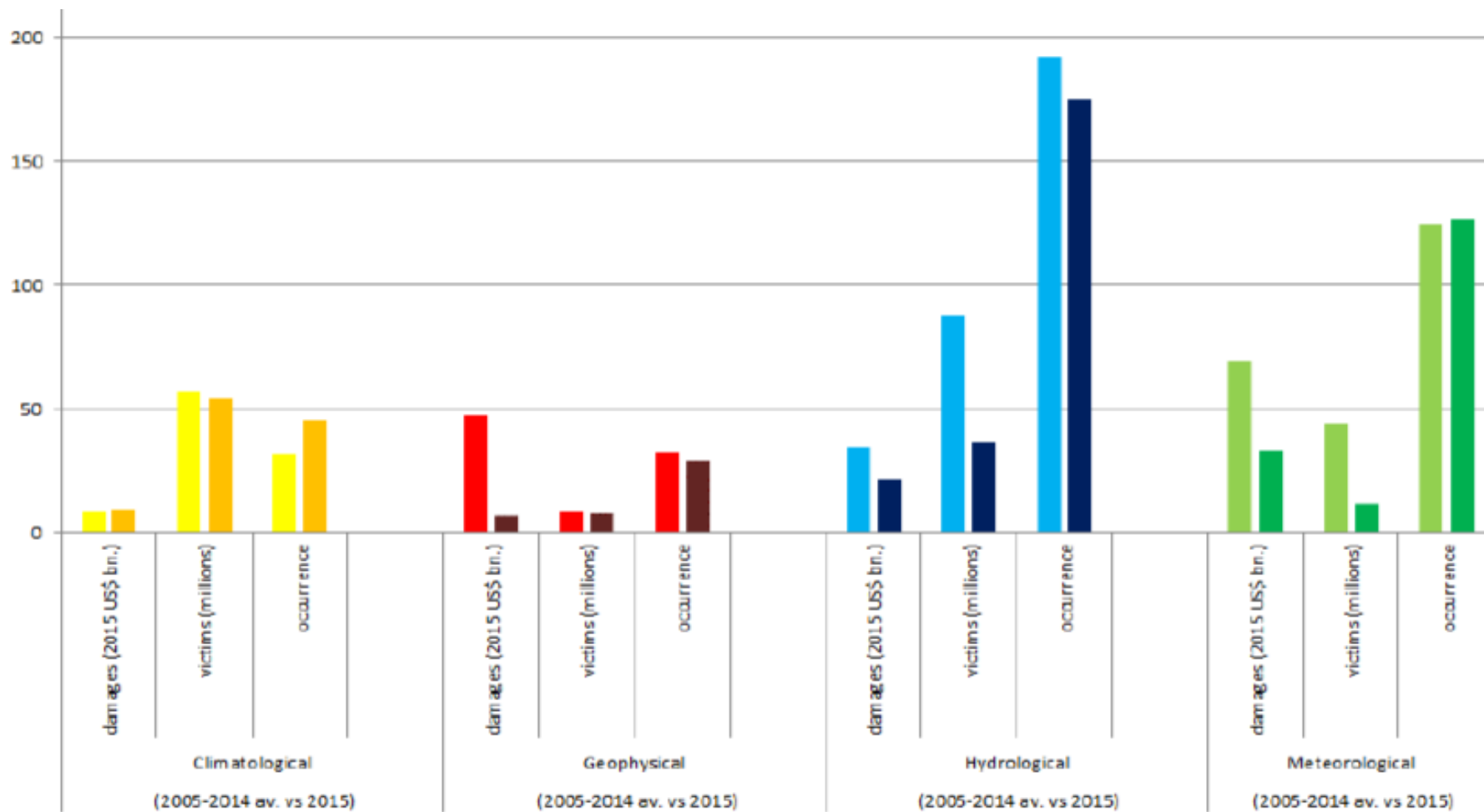
- Warner, K., & Afifi, T. (2014). Where the rain falls: Evidence from 8 countries on how vulnerable households use migration to manage the risk of rainfall variability and food insecurity. *Climate and Development*, 6(1), p.1-17.
- WDI (WB) (2015). World development indicators 2015. Oxford University Press, USA.
- Welzer, H. (2009). Les guerres du climat. *Pourquoi on tue au XXIe siècle*, Gallimard.
- Werz, M., & Hoffman, M. (2016). Europe's twenty-first century challenge: climate change, migration and security. *European View*, 15(1), p.145-154.
- White, R. (2013). *Crimes against nature: Environmental criminology and ecological justice*. Routledge.
- Williams, A. (2008). Turning the tide: recognizing climate change refugees in international law. *Law & Policy*, 30(4), p.502-529.
- Winters, L. A., & Martins, P. M. (2004). When comparative advantage is not enough: business costs in small remote economies. *World Trade Review*, 3(03), p.347-383.
- Wooldridge, J. (2015). *Introduction à l'économétrie. Une approche moderne*. Uitgeverij De Boeck.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.
- Wouterse, F. S. (2008). *Migration, poverty, and inequality: Evidence from Burkina Faso*, (786). Intl Food Policy Res Inst.
- Yohe, G. W., Malone, E., Brenkert, A., Schlesinger, M., Meij, H., & Xing, X. (2006). Global distributions of vulnerability to climate change. *Integrated Assessment*, 6(3).
- Zelinsky, W. (1971). The hypothesis of the mobility transition. *Geographical review*, 219-249.
- Zetter, R. (2011). Protecting environmentally displaced people: Developing the capacity of legal and normative frameworks. *Refugee Studies Centre: Oxford University*.
- Zlotnik, H. (2003). Théories sur les migrations internationales. *Traité de démographie: analyse et synthèse*, 4, p.55-78.

Annexe 1: Les grandes familles méthodologiques en recherche climat-migrations

| Approches méthodologiques  | Unité d'observation  | Variables comme proxy climat   | Variables comme proxy migration                          | Avantages méthodes  | Limite des méthodes  | Exemples études empiriques   |
|--|--|--|--|---|--|--|
| <b>Inférence écologique basée sur les caractéristiques des zones</b> | Groupe d'individus   | Pluviométrie, pluviométrie, inondation, températures, cyclones...  | Emigration<br>Immigration<br>Migration                   | Approche simple ; variables écologiques plus faciles à collecter que celle individuelle | Manque des variables climatiques utilisées ; L'exposition et les réponses sont étudiées à un niveau agrégé et non individuel | Naudé (2008) en Afrique subsaharienne ; Henry et al., (2003) au Burkina Faso ; Barrios (2006) en Afrique subsaharienne ; Reuveny (2009) dans les Ped ; Afiifi et Warner (2008) sur 172 pays. |
|  |  | Les données sont regroupées sur différentes périodes de temps.   |  |   |  |  |
| <b>Sondage individuel</b>  | Individu ou le ménage  | Centaines ou milliers de variables climat environnement jouant sur la pression<br>Cette méthode d'interview a été utilisée particulièrement au Sahel pour comprendre l'évolution de la migration par rapport aux deux grandes sécheresses. | Reconstruction des migrations passées (données de panel) | Certes coûteux mais pertinent   | Le climat ou l'environnement est mal appréhendé (capté) ; toutes les erreurs inhérentes à un sondage ;                       | Haliday (2006) au Salvador ; Findley (2006) au Népal ; Findley (1994) sur le Mali ;  |
| <b>Les séries temporelles</b>  | Comportement individuels                                     | Pluviométrie, températures, dégradation environnementale sur une période longue  | Emigration, immigration, migration                       | Simplicité  | Disponibilité et fiabilité des données à différentes échelles spatio-temporelles   | Van Der Geest (2008) au Ghana ; Kiniveton et al., (2009)   |
| <b>Analyse multi-niveaux</b>   | Données individuelles des ménages ou séries temporelles      | Données écologiques satellitaire ou imagerie   | Emigration, immigration, migration                       | Précision et disponibilité de l'imagerie géographique                                   | Utilisation d'une unité géographique prédéfinie  | Henry et al., (2004) au Burkina Faso.  |
| <b>la modélisation basée sur l'agent</b>                             | Comportement individuels                                     | Pluviométrie, températures, dégradation environnementale sur une période longue ; Données écologiques satellitaire ou imagerie   | Emigration, immigration, migration                       | Il prend facilement en compte les différentes hétérogénéités individuelles observées.   | De moins en moins utilisée dans la migration ; la modélisation est trop prédéfinie.  | Kniveton et al., (2009) au Burkina Faso.   |
| <b>Méthodes qualitatives et ethnographiques</b>                      | Comportement individuel et collectif. Etudes contextualisée. | Pluviométrie, températures, dégradation environnementale sur une période longue  | Emigration, immigration, migration                       | Sa souplesse et ses analyses plus fines que les autres méthodologies quantitatives      | Problème de multi-colinéarité et ne permet pas une quantification du poids du climat dans la migration                       | EACH-FOR (2009).   |

Source: Auteur à partir de Piguet (2010).

Annexe 2: Quelques statistiques (dommages moyens en millions de dollars US, victimes et occurrences) sur les quatre sous-groupes de désastres naturels : 2015 contre 2005-2014



Source: Guha-Sapir et al., CRED-EMDAT, 2016

### Annexe 3: Translation des isohyètes



Source: IRD (2013)

### Annexe 4: Migration interrégionale au cours des 5 années selon l'ESP (1993).

Tableau 11: Répartition de la population âgée de 10 et plus selon la provenance et la région de résidence (non compris les mouvements au sein d'une même région)

| RÉGION D'ACCUEIL | Région de provenance |       |            |          |             |       |         |       |       |        |       |        | TOTAL  |
|------------------|----------------------|-------|------------|----------|-------------|-------|---------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
|                  | Etranger             | Dakar | Ziguinchor | Diourbel | Saint Louis | Tamba | Kaolack | Thiès | Louga | Fatick | Kolda | ND     |        |
| Dakar.....       | 61899                |       | 57384      | 35248    | 63037       | 8794  | 34784   | 69417 | 29328 | 21342  | 7908  | 13646  | 402787 |
| Ziguinchor...    | 16420                | 16829 |            | 3190     | 3843        | 1473  | 4018    | 3236  | 612   | 968    | 15562 | 5330   | 71483  |
| Diourbel.....    | 669                  | 10018 | 570        |          | 1574        | 733   | 9496    | 11895 | 11947 | 3713   |       | 1023   | 51638  |
| Saint-Louis..    | 27913                | 11581 | 2258       | 541      |             | 1058  | 2036    | 3055  | 3810  | 1365   | 1122  | 6310   | 61051  |
| Tambacounda..    | 19625                | 1641  | 516        | 2519     | 4117        |       | 6964    | 846   | 1382  | 3270   | 614   | 1889   | 43385  |
| Kaolack.....     | 10964                | 4618  | 2309       | 10573    | 3893        | 2390  |         | 4246  | 7483  | 11042  | 1065  | 3804   | 62386  |
| Thiès.....       | 1460                 | 4300  | 403        | 1385     | 1946        | 74    | 894     |       | 2363  | 1067   | 219   | 86211  | 100324 |
| Louga.....       | 185                  | 1896  | 191        | 1432     | 1626        |       | 723     | 1197  |       |        | 379   | 3207   | 10836  |
| Fatick.....      | 2353                 | 4703  | 1694       | 7898     | 513         | 520   | 5905    | 2134  | 3848  |        | 283   | 3337   | 33189  |
| Kolda.....       | 27873                | 4763  | 7600       | 636      | 3240        | 3120  | 10377   | 1663  |       | 314    |       | 923    | 60509  |
| TOTAL.....       | 169362               | 60349 | 72926      | 63422    | 83791       | 18162 | 75198   | 97690 | 60773 | 43082  | 27153 | 125681 | 897588 |

**Annexe 5: Calcul intensité des échanges migratoires interrégionaux de 19993.**

| Région d'accueil   | Région de provenance |            |          |             |        |         |        |        |        |        |         | Ensemble |
|--------------------|----------------------|------------|----------|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
|                    | Dakar                | Ziguinchor | Diourbel | Saint-Louis | Tamba  | Kaolack | Thiès  | Louga  | Fatick | Kolda  | ND      |          |
| <b>Dakar</b>       |                      | 57 384     | 35 248   | 63 037      | 8 794  | 34 784  | 69 417 | 29 328 | 21 342 | 7 908  | 13 646  | 340 888  |
| <b>Ziguinchor</b>  | 16 829               |            | 3 190    | 3 843       | 1 473  | 4 018   | 3 236  | 612    | 968    | 15 562 | 5 330   | 55 063   |
| <b>Diourbel</b>    | 10 018               | 570        |          | 1574        | 733    | 9 496   | 11 895 | 11 947 | 3 713  |        | 1 023   | 50 969   |
| <b>Saint-Louis</b> | 11 581               | 2 258      | 541      |             | 1 058  | 2 036   | 3 055  | 3 810  | 1 365  | 1 122  | 6 310   | 33 138   |
| <b>Tamba</b>       | 1 641                | 516        | 2 519    | 4 117       |        | 6 964   | 846    | 1 382  | 3 270  | 614    | 1 889   | 23 760   |
| <b>Kaolack</b>     | 4 618                | 2 309      | 10 573   | 3 893       | 2 390  |         | 4 246  | 7 483  | 11 042 | 1 065  | 3 804   | 51 422   |
| <b>Thiès</b>       | 4 300                | 403        | 1 385    | 1 946       | 74     | 894     |        | 2 363  | 1 067  | 219    | 86 211  | 98 864   |
| <b>Louga</b>       | 1 896                | 191        | 1 432    | 1 626       |        | 723     | 1 197  |        |        | 379    | 3 207   | 10 651   |
| <b>Fatick</b>      | 4 703                | 1 694      | 7 898    | 513         | 520    | 5 905   | 2 134  | 3 848  |        | 283    | 3337    | 30 836   |
| <b>Kolda</b>       | 4 763                | 7 600      | 636      | 3 240       | 3 120  | 10 377  | 1 663  |        | 314    |        | 923     | 32 636   |
| <b>Ensemble</b>    | 60 349               | 72 926     | 63 422   | 83 791      | 18 162 | 75 198  | 97 690 | 60 773 | 43 082 | 23 153 | 126 691 | 728 227  |



Annexe 6: Migration interrégionale au cours des 5 dernières années selon l'ESP-II de 2011

| Région       | Emigrants        |              | Immigrants       |              | Solde migratoire |
|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
|              | Nombre           | %            | Nombre           | %            |                  |
| Dakar        | 232 399          | 18,0         | 473 634          | 36,6         | 241 235          |
| Ziguinchor   | 102 845          | 8,0          | 79 237           | 6,1          | -23 609          |
| Diourbel     | 154 709          | 12,0         | 153 973          | 11,9         | -736             |
| Saint-Louis  | 79 986           | 6,2          | 45 173           | 3,5          | -34 813          |
| Tambacounda  | 43 455           | 3,4          | 46 260           | 3,6          | 2805             |
| Kaolack      | 152 719          | 11,8         | 62 682           | 4,8          | -90 037          |
| Thiès        | 167 457          | 13,0         | 163 748          | 12,7         | -3 709           |
| Louga        | 123 192          | 9,5          | 67 276           | 5,2          | -55 916          |
| Fatick       | 71 273           | 5,5          | 58 561           | 4,5          | -12 712          |
| Kolda        | 35 048           | 2,7          | 34 687           | 2,7          | -361             |
| Matam        | 65 035           | 5,0          | 29 419           | 2,3          | -35 616          |
| Kaffrine     | 31 553           | 2,4          | 38 328           | 3,0          | 6 775            |
| Kédougou     | 9 736            | ,8           | 3 935            | ,3           | -5 801           |
| Sédhiou      | 23 372           | 1,8          | 35 865           | 2,8          | 12 493           |
| <b>Total</b> | <b>1 292 779</b> | <b>100,0</b> | <b>1 292 779</b> | <b>100,0</b> | <b>0</b>         |

**Annexe 7: Regroupement des données ayant servi au calcul de l'IVM régional sous forme d'appendices**

**Appendice 1: Récapitulation des désastres dits naturels/environnementaux entre 1975-2013 au Sénégal selon les régions, leur types et le coût**

| Régions du Sénégal | Années                | Localités touchées                    | Natures désastres  |                         |                    |  | Nombre de décès | Nombre personnes affectées, y compris sans-abri. |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--|-----------------|--|
|                    |                       |                                       | Types de désastres | Sous types de désastres | Désastres associés | Remarques  |                 |  |
| Dakar              | 08/1988-08/1988       | Dakar                                 | Inondation         |                         |                    | Diourbel, Thiès et Tamba touchés                           | –               | 10.000   |
|                    | 20/08/2005-10/09/2005 | Dakar, Pikine, Guédiawaye et Rufisque | Inondation         | Inondation riveraine    |                    | Thiès, Matam, Tamba, Dakar, Saint-Louis et Kaolack touchés | –               | 50.000   |
|                    | 09/08/2007-20/09/2007 | Dakar                                 | Inondation         | Inondation riveraine    |                    | Thiès, Diourbel, Saint-Louis et Kaolack                    | 8               | 5.300  |
|                    | 15/08/2008-09/2008    | Dakar                                 | Inondation         | Inondation rapide       |                    | Diourbel et Dakar touchés                                  | 1               | 23.600   |
|                    | 15/08/2012-31/08/2012 | Dakar                                 | Inondation         | Inondation riveraine    |                    | Fatick, Kaolack et Thiès touchés                           | 19              | 57.000   |
|                    | 13/09/2013-13/09/2013 | Dakar                                 | inondation         | Inondation riveraine    |                    |  | 8               | 163.306  |
| Diourbel           | 08/1988-08/1988       | Dakar                                 | Inondation         |                         |                    | Dakar, Thiès et Tamba touchés                              | –               | 10.000   |
|                    | 09/08/2007-20/09/2007 | Diourbel                              | Inondation         | Inondation riveraine    |                    | Thiès, Matam, Tamba, Dakar, Saint-Louis et Kaolack touchés | 8               | 5.300  |
|                    | 15/08/2008-09/2008    | Diourbel                              | Inondation         | Inondation rapide       |                    | Thiès, Dakar, Saint-Louis et Kaolack touchés               | 1               | 23.600   |

|         |                       |                                   |            |                      |  |   |     |         |
|---------|-----------------------|-----------------------------------|------------|----------------------|--|---|-----|---------|
|         | 15/08/2012-31/08/2012 | Touba                             | inondation | Inondation riveraine |  | Fatick et Dakar touchés                                     | 19  | 57.000  |
| Fatick  | 15/08/2012-31/08/2012 | Diaoulé village                   | Inondation | Inondation riveraine |  | Diourbel et Dakar touchés                                   | 19  | 57.000  |
|         | 13/09/2013-13/09/2013 | Fatick                            | inondation | Inondation riveraine |  | Kaolack, Dakar et Thiès                                     | 8   | 163.306 |
| Kaolack | 07/1993-07/1993       | Kaolack                           | Inondation |                      |  | Saint-Louis touché  | –   | 5.000   |
|         | 08/1999-08/1999       | Kaolack                           | Orage      | Orage convectif      |  | Thiès et Ziguinchor Touchés                                 | 22  | –       |
|         | 08/08/2003-10/08/2003 | Nioro du rip, Kaffrine et Kaolack | Inondation | Inondation riveraine |  | Kolda, Tamba et Matam touchés                               | 8   | 7.769   |
|         | 09/08/2007-20/09/2007 | Kaolack                           | Inondation | Inondation riveraine |  | Thiès, Matam, Tamba, Dakar, Saint-Louis et Diourbel touchés | 8   | 5.300   |
|         | 15/08/2008-09/2008    | Kaolack                           | Inondation | Inondation rapide    |  | Thiès, Dakar, Saint-Louis et Diourbel touchés               | 1   | 23.600  |
|         | 13/09/2013-13/09/2013 | Kaolack                           | inondation | Inondation riveraine |  | Fatick, Dakar et Thiès                                      | 8   | 163.306 |
| Kolda   | 21/08/1999-21/08/1999 | Casamance                         | Orage      | Orage convectif      |  | La Casamance comprenait Ziguinchor et Kolda                 | 165 | –       |
|         | 08/08/2003-10/08/2003 | Kolda                             | Inondation | Inondation riveraine |  | Kaolack, Tamba et Matam touchés                             | 8   | 7.769   |
|         | 25/05/2004-25/05/2004 | Medina Gounass                    | Orage      |                      |  |   | 2   | 1.000   |

|             |                       |                 |            |                      |                     |   |    |         |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------|----------------------|---------------------|---|----|---------|
|             | 12/08/2010-23/08/2010 | Kolda           | inondation | Inondation riveraine |                     |   | 2  | 22.145  |
| Louga       | 1979-1980             | Louga           | Sécheresse | Sécheresse           |                     | Tambacounda touché aussi                                      | -  | 950.000 |
|             | 28/07/2000-28/07/2000 | Linguère        | Inondation |                      |                     |   | -  | -       |
|             | 09/01/2002-12/01/2002 | Louga           | Inondation | Inondation riveraine | Pluies diluviennes  | Saint-Louis et Matam Touchés                                  | 28 | 179.000 |
| Matam       | 09/01/2002-12/01/2002 | Matam           | Inondation | Inondation riveraine | Pluies diluviennes  | Saint-Louis et Louga Touchés                                  | 28 | 179.000 |
|             | 08/08/2003-10/08/2003 | Kanel et Matam  | Inondation | Inondation riveraine |                     | Kaolack, Tamba et Kolda touchés                               | 8  | 7.769   |
|             | 09/08/2007-20/09/2007 | Matam           | Inondation | Inondation riveraine |                     | Thiès, Kaolack, Tamba, Dakar, Saint-Louis et Diourbel touchés | 8  | 5.300   |
|             | 09/2014-04/2015       | Kanel           | Sécheresse | Sécheresse           | Pénurie alimentaire | Saint-Louis, Fatick et Sédhiou touchés.                       | -  | 639.702 |
| Saint-Louis | 18/06/1983-18/06/1983 | Matam           | Inondation |                      |                     | Bakel touché  | -  | 5.000   |
|             | 11/1985-11/1985       | Lacs de Guiers  | Inondation |                      |                     |   | -  | 3.000   |
|             | 07/1993-07/1993       | Saint-Louis     | Inondation |                      |                     | Kaolack touché  | -  | 5.000   |
|             | 28/10/1994-28/10/1994 | Saint-Louis     |            |                      |                     |   | -  | 17.500  |
|             | 07/1998-07/1998       | Saint-Louis     | Inondation |                      |                     | Tamba, Kaolack et Kolda touchés                               | -  | 300.000 |
|             | 09/01/2002-           | Podor et Dagana | Inondation | Inondation           | Pluies              | Matam et Louga  | 28 | 179.000 |

|             |                       |                  |            |                      |                     |   |   |         |
|-------------|-----------------------|------------------|------------|----------------------|---------------------|---|---|---------|
|             | 12/01/2002            |                  |            | riveraine            | diluviennes         | Touchés   |   |         |
|             | 09/08/2007-20/09/2007 | Saint-Louis      | Inondation | Inondation riveraine |                     | Matam, Kaolack, Tamba, Dakar, Thiès et Diourbel touchés       | 8 | 5.300   |
|             | 15/08/2008-09/2008    | Saint-Louis      | Inondation | Inondation rapide    |                     | Thiès, Dakar, Kaolack et Diourbel touchés                     | 1 | 23.600  |
|             | 17/10/2010-18/10/2010 | Saint-Louis      | Inondation | Inondation riveraine |                     |   | – | 80.311  |
|             | 09/2014-04/2015       | Podor            | Sécheresse | Sécheresse           | Pénurie alimentaire | Matam, Fatick et Sédhiou touchés                              | – | 639.702 |
| Tambacounda | 1979-1980             | Senegal oriental | Sécheresse | Sécheresse           |                     | Louga également touché  | – | 950.000 |
|             | 18/06/1983-18/06/1983 | Bakel            | Inondation |                      |                     | Matam touché  | – | 5.000   |
|             | 08/1988-08/1988       | Tamba            | Inondation |                      |                     | Dakar, Diourbel et Thiès touchés                              | – | 10.000  |
|             | 07/1998-07/1998       | Tamba            | Inondation |                      |                     | Saint-Louis, Kaolack et Kolda touchés                         | – | 30.000  |
|             | 08/08/2003-10/08/2003 | Tamba            | Inondation | Inondation riveraine |                     | Kaolack, Matam et Kolda touchés                               | 8 | 7.769   |
|             | 09/08/2007-20/09/2007 | Tamba            | Inondation | Inondation riveraine |                     | Matam, Kaolack, Thiès, Dakar, Saint-Louis et Diourbel touchés | 8 | 5.300   |
| Thiès       | 08/1988-08/1988       | Thiès            | Inondation |                      |                     | Diourbel, Dakar et Tamba touchés                              | – | 10.000  |

|            |                       |            |            |                      |                     |   |     |         |
|------------|-----------------------|------------|------------|----------------------|---------------------|---|-----|---------|
|            | 08/1999-08/1999       | Thiès      | Orage      | Orage convectif      |                     | Kaolack et Ziguinchor touchés                                 | 22  | –       |
|            | 09/08/2007-20/09/2007 | Thiès      | Inondation | Inondation riveraine |                     | Matam, Kaolack, Tamba, Dakar, Saint-Louis et Diourbel touchés | 8   | 5.300   |
|            | 15/08/2008-09/2008    | Thiès      | Inondation | Inondation rapide    |                     | Saint-Louis, Dakar, Kaolack et Diourbel touchés               | 1   | 23.600  |
|            | 01/08/2011-01/08/2011 | Thiès      | Inondation | Inondation riveraine |                     | Kaolack, Fatick et Dakar                                      | –   | 5.220   |
|            | 13/09/2013-13/09/2013 | Thiès      | inondation | Inondation riveraine |                     |   | 8   | 163.306 |
| Ziguinchor | 21/08/1999-21/08/1999 | Casamance  | Orage      | Orage convectif      |                     | La Casamance comprenait Ziguinchor et Kolda                   | 165 | –       |
|            | 08/1999-08/1999       | Ziguinchor | orage      | Orage convectif      |                     | Kaolack et Thiès touchés                                      | 22  | –       |
| Sédhiou    | 09/2014-04/2015       | Goudomp    | Sécheresse | sécheresse           | Pénurie alimentaire | Matam, Saint-Louis et Fatick touchés                          | –   | 639.702 |
| Kaffrine   |                       |            |            |                      |                     |   |     |         |
| Kédougou   |                       |            |            |                      |                     |   |     |         |

|         |                       |  |            |                      |                     |                               |   |           |
|---------|-----------------------|--|------------|----------------------|---------------------|-------------------------------|---|-----------|
| Sénégal | 1977-1978             | Tout le pays   | Sécheresse | Sécheresse           | -                   | La grande sécheresse au Sahel | - | 3.715.000 |
|         | 12/1978-12/1978       | Tout le Sénégal  | Inondation | -                    | -                   | -                             | - | -         |
|         | 1982-1985             | -  | Sécheresse | Sécheresse           | -                   | -                             | - | 1.200.000 |
|         | 08/2002-08/2002       | Tout le pays   | Sécheresse | Sécheresse           | -                   | -                             | - | 284.000   |
|         | 24/08/2009-25/08/2009 | Dakar, Saint-Louis, Kaffrine, Kaolack, Thiès, Sédhiou, Fatick, Matam, Tamba, Kédougou et kolda | Inondation | Inondation riveraine |                     |                               | 6 | 264.000   |
|         | 12/2011-2013          | Kaffrine, Kédougou, Tamba, Matam, Saint-Louis, Diourbel, Kaolack, Kolda, Fatick et Louga       | Sécheresse | Sécheresse           | Pénurie alimentaire |                               | - | 850.000   |

Source: Synthèse de l'auteur à partir d'EM-DAT/CRED, 2016.

Entre 1970 et 2015, 28 événements de nature climatiques, géophysiques, hydrologiques et météorologiques ont été répertoriés au Sénégal. Les régions de Saint-Louis, Kaolack, Dakar, Tamba, Thiès et Diourbel sont les plus touchées avec respectivement 16, 12, 11, 11, 10 et 9 sur le total (sachant que ce chiffre par région prend en compte le fait qu'une ou plusieurs régions puissent être touchées à la fois par le même événement).

### Appendice 2: Taux d'inactivité en % (pourcentage de la population inactive totale)

|                     | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|---------------------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1976                |       |          |        |         |       |       |       |             |             |       |            | -        | -        | -       |
| 1988                | 58    | 56,5     | 47,2   | 47,8    |       | 44,5  | -     | 67,6        | 46          | 54,2  | 44,2       | -        | -        | -       |
| 1993 <sup>271</sup> | 49,5  | 50,8     | 50,8   | 50,8    |       | 50,8  | -     | 50,8        | 50,8        | 50,8  | 50,8       | -        | -        | -       |
| 2001                | 48,9  | 54,8     | 53,8   | 53,8    |       | 53,8  |       | 52          | 53,8        | 52    | 53,8       | -        | -        | -       |
| 2013                | 45,3  | 50,2     | 48,8   | 50,60   |       | 53,1  |       | 47          | 54,9        | 44,3  | 43,5       | -        | 51,8     | -       |

### Appendice 3: Espérance de vie à la naissance

|                     | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|---------------------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1976                | 44,64 | 44,64    | 44,64  | 44,64   | 44,64 | 44,64 |       | 44,64       | 44,64       | 44,64 | 44,64      | -        | -        | -       |
| 1988                | 56,27 | 56,27    | 56,27  | 56,27   | 56,27 | 56,27 |       | 56,27       | 56,27       | 56,27 | 56,27      | -        | -        | -       |
| 1993                | 57,46 | 57,46    | 57,46  | 57,46   | 57,46 | 57,46 |       | 57,46       | 57,46       | 57,46 | 57,46      | -        | -        | -       |
| 2001                | 58,14 | 58,14    | 58,14  | 58,14   | 58,14 | 58,14 | 58,14 | 58,14       | 58,14       | 58,14 | 58,14      | -        | -        | -       |
| 2013 <sup>272</sup> | 69,6  | 62,8     | 65,1   | 64,6    | 54,7  | 66,2  | 60,4  | 64,5        | 57,8        | 68,2  | 62,9       | 62,9     | 55       | 57,1    |

Selon la définition de l'Insee, L'espérance de vie à la naissance (ou à l'âge 0) représente la durée de vie moyenne - autrement dit l'âge moyen au décès - d'une génération fictive soumise aux conditions de mortalité de l'année. Elle caractérise la mortalité indépendamment de la structure par âge. C'est l'indicateur le plus global de l'état de santé d'une population en prenant en compte l'ensemble des déterminants de la longévité d'une personne.

Exception faite de 2013, dans les différents recensements et enquêtes du Sénégal, l'espérance de vie à la naissance est donnée à un niveau national. Ainsi, nous allons retenir pour les périodes 1976, 1988 et 2001 une espérance de vie à la naissance nationale (données officielles de la BM, 2016).

<sup>271</sup> Les données sur la part de la population non agricole ou urbaine sur l'année 1993 ne sont pas disponibles par région alors, les données ainsi obtenues sont une moyenne arithmétique sur deux périodes, à savoir 1988 et 2001. Autrement dit, données 1993 =  $\frac{\text{données 1988} + \text{donnée 2001}}{2}$ .

<sup>272</sup> RGPFA (2013).



#### Appendice 4: Distance physique en Km entre la région de Dakar, capitale économique et politique, et les autres régions du Sénégal

| Régions | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|---------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| Dakar   | 146      | 155    | 192     | 670   | 203   | 693   | 264         | 467         | 70    | 454        | 249      | 702      | 342     |

*La distance des régions par rapport à Dakar, capitale socio-économiques et administrative, principale zone d'immigration et d'émigration du pays.*

En effet, l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) du Sénégal a mis en place un outil<sup>273</sup> de calcul et de visualiser des distances physiques entre les différentes régions et villes du Sénégal. Le calcul des distances ce faisant sur la base d'une ligne droite entre les différentes localités du pays, donne des mesures assez nettes et précises.

#### Appendice 5: Le nombre de marchés

| Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 160   | 52       | 50     | 115     | 22    | 72    | 106   | 87          | 37          | 105   | 43         | 40       | 12       | 23      |

Les informations sont disponibles à partir de 2002. Ainsi, le calcul se fera sur la base des données collectées à partir de cette période. Les périodes antérieures à 2002 ne sont pas disponibles

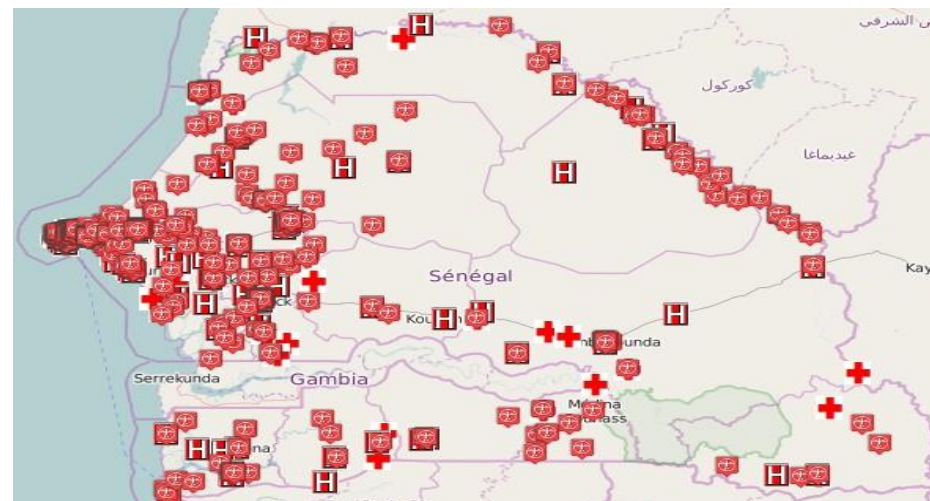
<sup>273</sup> <http://sigstat.ansd.sn/>

## La qualité des infrastructures

Ici il est pris en compte le nombre et à cet effet, l'ANSD propose les cartes ci-dessous :



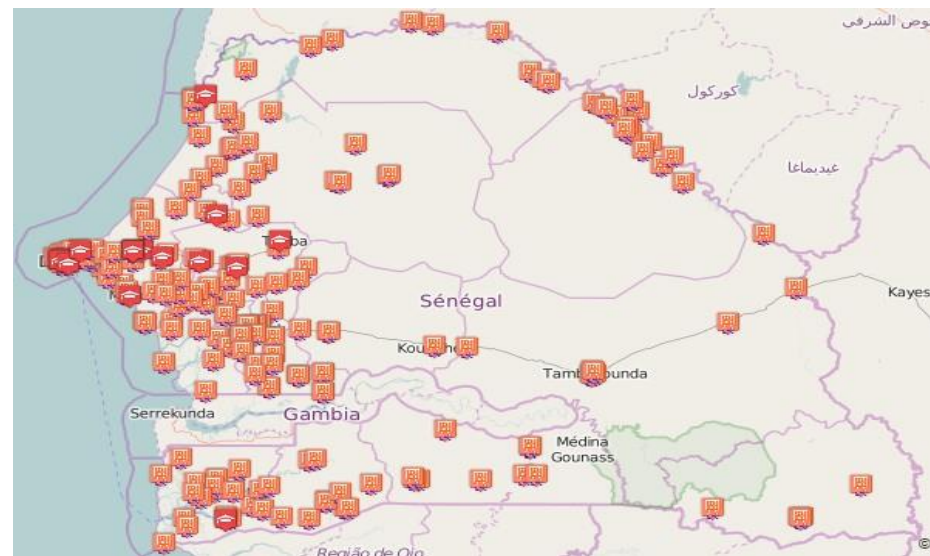
Carte : infrastructure de communication  
Source: ANSD, sigstat.ansd.sn.



Carte : infrastructure de santé  
Source: ANSD, sigstat.ansd.sn.



Carte : écoles élémentaires par région  
Source: ANSD, sigstat.ansd.sn.



Carte : Universités et lycées par région  
Source: ANSD, sigstat.ansd.sn.

Sur la base des métadonnées de l'ANSD, cette classification des régions en termes de qualité des infrastructures peut être proposée, Avec 10 le meilleur score et 1 le pire (une infrastructure correspond à un point de score. La région de Dakar enregistre le meilleur score). Signalons qu'au niveau national, la qualité des infrastructures et services de base est relativement moyenne.

#### Appendice 6: La qualité des infrastructures de base

| Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 9,001 | 6,28     | 5,6    | 5,1     | 4,1   | 4,6   | 4,2   | 5,4         | 2,9         | 7,08  | 6,2        | 4,2      | 3,4      | 3,4     |

Ses résultats en termes d'infrastructure de base par région sont confirmés dans les différents recensements et enquêtes<sup>274</sup>. La région de Dakar reste largement la référence, les nouvelles régions, le centre et le Sénégal oriental reste largement sous équipées comme le montre le tableau ci-après :

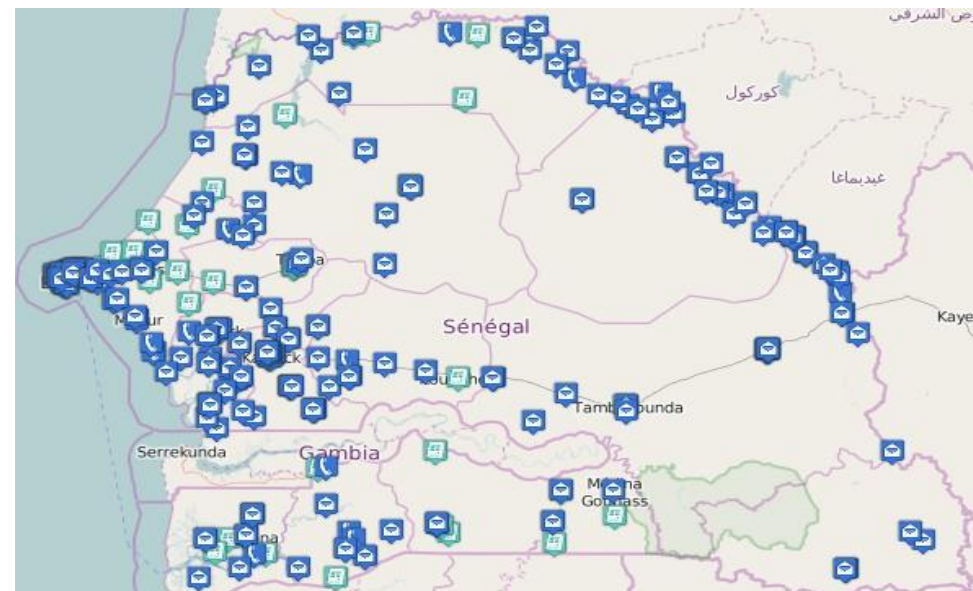
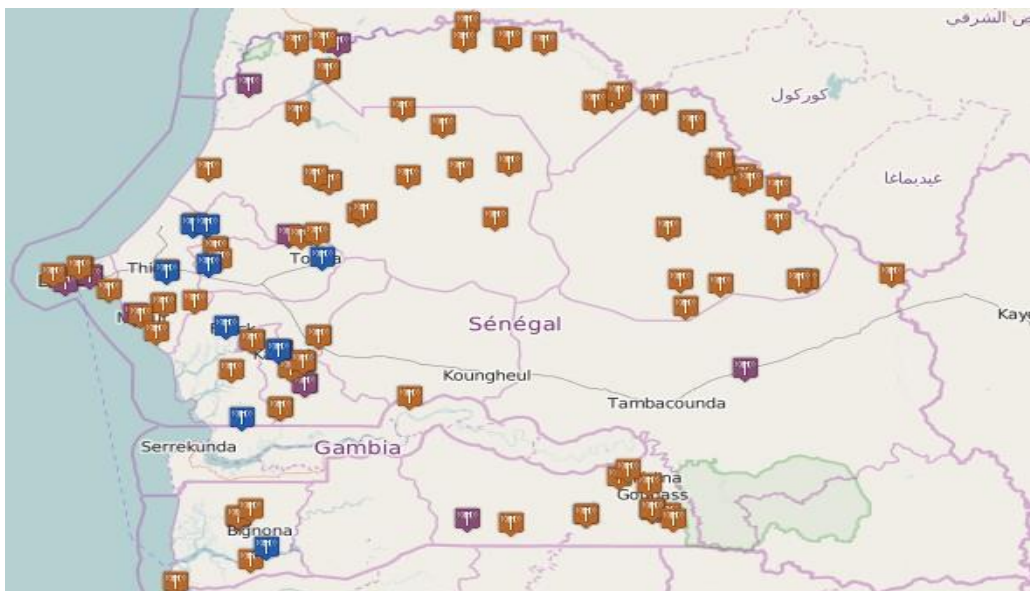
#### Appendice 7: Taux d'accès à un service selon la région

|             | Robinet | Poste de Santé | Précolaire | Primaire | Moulin | Route bitumée | Route latéritique | Marché hebdomadaire | Electricité | Réseau mobile |
|-------------|---------|----------------|------------|----------|--------|---------------|-------------------|---------------------|-------------|---------------|
| DAKAR       | 90      | 100            | 69         | 79       | 98     | 98            | 98                | 98                  | 86          | 100           |
| ZIGUINCHOR  | 38      | 68             | 70         | 77       | 83     | 35            | 72                | 72                  | 23          | 78            |
| DIOURBEL    | 85      | 64             | 52         | 65       | 83     | 36            | 70                | 70                  | 14          | 99            |
| SAINT-LOUIS | 56      | 49             | 50         | 57       | 66     | 44            | 52                | 52                  | 19          | 91            |
| TAMBACOUNDA | 14      | 20             | 29         | 36       | 49     | 17            | 32                | 32                  | 4           | 58            |
| KAOLACK     | 72      | 48             | 44         | 60       | 84     | 35            | 48                | 48                  | 8           | 99            |
| THIES       | 86      | 67             | 69         | 82       | 95     | 58            | 68                | 68                  | 16          | 99            |
| LOUGA       | 73      | 33             | 42         | 53       | 70     | 39            | 25                | 25                  | 8           | 90            |
| FATICK      | 69      | 69             | 51         | 64       | 80     | 52            | 43                | 43                  | 47          | 99            |
| KOLDA       | 14      | 29             | 43         | 54       | 70     | 22            | 53                | 53                  | 2           | 70            |
| MATAM       | 41      | 49             | 36         | 40       | 47     | 28            | 45                | 45                  | 23          | 69            |
| KAFFRINE    | 56      | 33             | 36         | 46       | 68     | 19            | 36                | 36                  | 6           | 86            |
| KEDOUGOU    | 9       | 23             | 40         | 50       | 58     | 12            | 38                | 38                  | 5           | 70            |
| SEDHIOU     | 12      | 32             | 29         | 38       | 56     | 36            | 31                | 31                  | 4           | 77            |
| SENEGAL     | 53      | 43             | 45         | 56       | 72     | 35            | 46                | 46                  | 12          | 85            |

Source: ANSD et ASER, 2014

<sup>274</sup> Sur la base d'une enquête portant sur 370 communautés rurales du Sénégal, l'ANSD a fourni en 2009 puis en 2012 une cartographie des services sociaux de bases au Sénégal dans le but d'une meilleure atteinte des OMD d'ici 2021. Le dernier rapport (2012) est disponible :

<http://www.cepod.gouv.sn/sites/default/files/Etude%20sur%20la%20cartographie%20des%20services%20sociaux%20de%20base.pdf> consulté le 18/08/16.



Carte : Internet et communication mobile par région  
 Source: ANSD. sigstat.ansd.sn.

Carte : Connectivité par région  
 Source: ANSD. sigstat.ansd.sn.

En matière de connectivité numérique, des disparités persistantes sont notées en dépit du rôle important que joue le facteur numérique dans les transferts de fonds des migrants mais, également, sur la connaissance des zones potentielles d'émigration. Ce facteur permettrait de réduire le coût global de la migration. Et, de plus en plus les institutions internationales (BM, FMI et PNUD) prennent en compte la connectivité dans les déterminants des conditions sociales des populations, notamment dans les pays en développement. Pour les agriculteurs, le numérique permet, d'une part, de réduire l'asymétrie d'information sur les prix nationaux et cours mondiaux des matières premières et, d'autre, il permet une meilleure maîtrise du calendrier agricole avec la connaissance en temps réel des conditions climatiques.

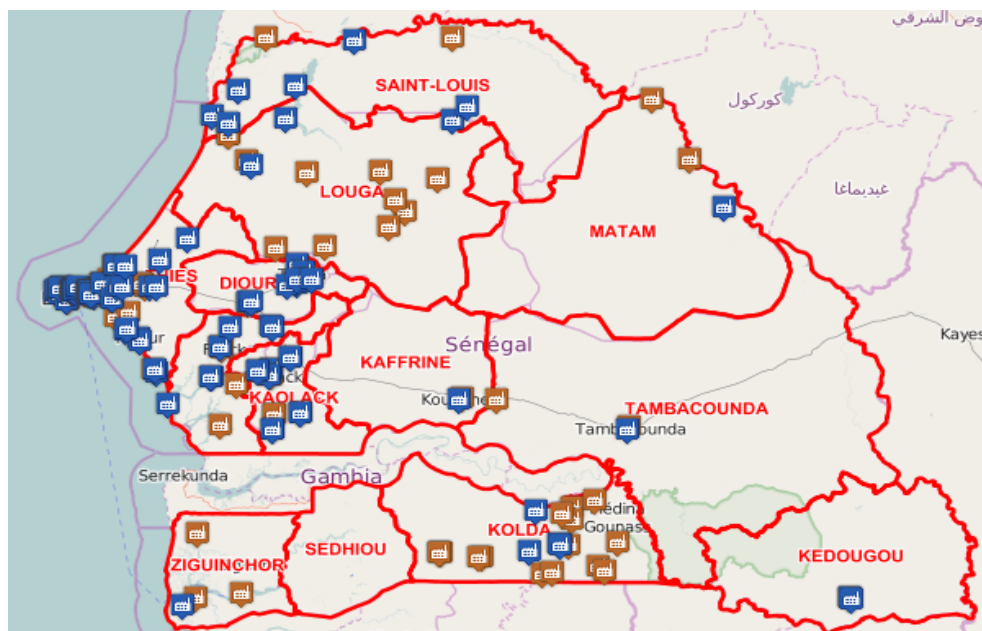
Sur la base des métadonnées sur la période 2000-2014, les scores suivant par région sont retenus :

**Appendice 8: score accès NTIC**

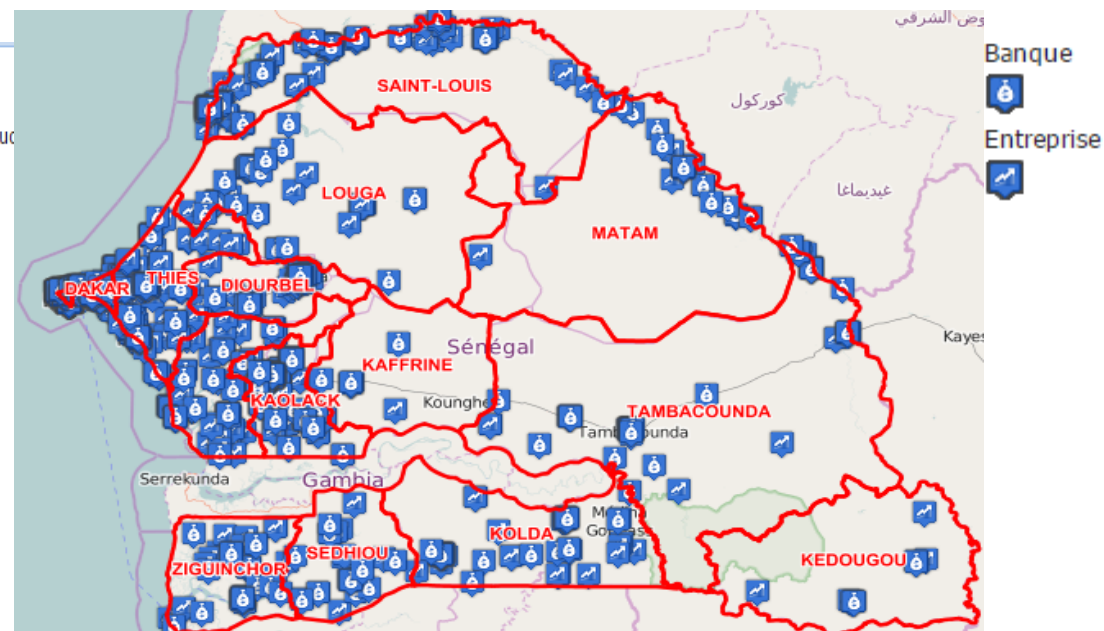
| Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 10    | 7        | 8      | 8,5     | 5,7   | 8     | 5     | 9           | 4           | 9,1   | 8          | 6        | 4        | 4,5     |

## La diversification économique

Cette variable nous renseigne sur les secteurs d'activité régionaux autres que l'agriculture. La diversification est un substitut parfait de la part de la population non agricole dans la région. Dans une situation de déséquilibre, notamment climatique, le manque de diversification peut constituer un facteur de vulnérabilité supplémentaire. Si l'économie de la région est diversifiée, le choc climatique pourrait être absorbé par la substitution de l'activité agricole fortement exposée par une autre (mobilité intersectorielle) au lieu de recourir à la migration comme facteur d'ajustement. Ainsi, nous supposons que le degré de diversification économique régional est égal à l'inverse de la population agricole. Autrement dit, la diversification est égale à  $1 - \text{pourcentage de la population rurale agricole}$ . En effet, dans les pays en développement, l'agriculture occupe plus de 60% de la population active avec une contribution au PIB qui reste faible comparativement à la part de la population occupée. Ainsi, la ruralité ou la part importante du secteur primaire au PIB reflète un faible degré de diversification.



Carte : Industries par région  
Source: ANSD, sigstat.ansd.sn.



Carte : Entreprenariat et services financiers par région  
Source: ANSD, sigstat.ansd.sn.

Ainsi, on peut établir le tableau suivant l'indice de diversification intercensitaire :

### Appendice 9: Indice de diversification intercentraire

|                     | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|---------------------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1976                | 0,96  | 0,26     | 0,125  | 0,125   | 0,17  | 0,08  | -     | 0,25        | 0,089       | 0,25  | 0,17       | -        | -        | -       |
| 1988                | 0,964 | 0,38     | 0,163  | 0,163   | 0,21  | 0,108 | -     | 0,257       | 0,138       | 0,32  | 0,21       | -        | -        | -       |
| 1993 <sup>275</sup> | 0,96  | 0,266    | 0,26   | 0,19    | 0,17  | 0,14  | --    | 0,3         | 0,14        | 0,37  | 0,67       | -        | -        | -       |
| 2001                | 0,97  | 0,159    | 0,12   | 0,23    | 0,13  | 0,18  | 0,13  | 0,36        | 0,16        | 0,42  | 0,46       | -        | -        | -       |
| 2013                | 0,97  | 0,16     | 0,15   | 0,35    | 0,26  | 0,21  | 0,21  | 0,45        | 0,23        | 0,48  | 0,54       | 0,15     | 0,24     | 0,19    |

#### Part agriculture ou productivité agricole

Elle permet de déterminer la contribution du secteur agricole dans la valeur ajoutée totale de l'économie. Pour chaque région, nous allons ramener cette VA agricole à la population agricole ou rurale de la région. Autrement dit, la part agricole régionale sera égale :

$$Part\ agricole_{régionale} = \frac{VA\ agricole_{pib\ total} * population\ rurale_{région}}{population\ rurale_{sénégal}}$$

Pour les différentes périodes, les résultats suivant sont obtenus :

#### Appendice 10: Part agriculture ou productivité agricole

|      | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1976 | 0,35% | 3,62%    | 4%     | 5,1%    | 4,33% | 4%    | -     | 2,85%       | 2,7%        | 5%    | 2,25%      | -        | -        | -       |
| 1988 | 0,27% | 2,5%     | 2,36%  | 3,2%    | 2,74% | 2,25% | -     | 1,7%        | 2,2%        | 3,2%  | 1,1%       | -        | -        | -       |
| 1993 |       |          |        |         |       |       |       |             |             |       |            |          |          |         |
| 2001 | 0,23% | 3,33%    | 2%     | 3,1%    | 2,7%  | 2,08% | 1,38% | 1,66%       | 1,92%       | 2,86  | 0,82%      | -        | -        | -       |
| 2013 |       |          |        |         |       |       |       |             |             |       |            |          |          |         |

La population rurale totale du Sénégal s'élevait à 3 175 471, 4 101 425, 4 906 748 et 7 380 538 personnes respectivement en 1976, 1988, 2001 et 2013 selon les statistiques de la BM (WDI, 2015) et de l'ANSD. Alors que la population rurale augmentée, la valeur ajoutée agricole par rapport au PIB diminuée. Celles-ci représentaient 34,2, 21,2, 20,6, 18,5 et 15,6% du PIB respectivement en 1976, 1988, 1993, 2001 et 2013.

<sup>275</sup> Les données sur la part de la population non agricole ou urbaine pour l'année 1993 ne sont pas disponibles par région alors, les données ainsi les données obtenues sont une moyenne arithmétique sur deux périodes, à savoir 1988 et 2001. Autrement dit, données 1993 =  $\frac{\text{données 1988} + \text{donnée 2001}}{2}$ .

### ***Pourcentage de population sur la côte menacée***

Le pays a six (6) régions côtières (Dakar, Thiès, Kaolack, Saint-Louis, Louga et Ziguinchor) et la moitié de la population du pays est littorale (Sidibé, 2013). Tout en enregistrant les taux démographiques les plus élevés, ses régions littorales sont menacées par les effets du changement climatique notamment la montée du niveau de la mer<sup>276</sup>.

Ce tableau donne la part de la population vivant dans des zones côtières peu élevées

#### **Appendice 11: Pourcentage de population sur la côte menacée**

| années | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| % pop. | 29,50 | 29,55 | 29,61 | 29,66 | 29,71 | 29,76 | 29,82 | 29,87 | 29,92 | 29,98 | 30,08 | 29,92 | 29,76 | 29,60 | 29,44 | 29,28 | 29,12 | 28,96 | 28,80 | 28,64 | 28,32 | 28,16 | 28,00 | 27,83 |

Source : Ferdi, 2016. A partir données SEDAC/NASA.

### ***Pourcentage de population pauvre***

Les seuils de populations pauvres<sup>277</sup> par région du Sénégal sont donnés par les différentes enquêtes sur les ménages réalisés par l'ANSD et la BM. Et, parmi celles-ci, on peut retenir les deux Enquête Sénégalaise Auprès des Ménages (ESAMI, 1995 et ESAM II, 2001-2002) et les deux Enquêtes suivies de la Pauvreté au Sénégal (ESPI, 2005-206 et ESP, 2011) et l'Enquête Sur les Priorités (ESP, 1993).

La pauvreté est un phénomène multidimensionnel avec plusieurs approches et définitions (les approches fondées sur le bien-être, les besoins de base et les capacités). Dans les différentes enquêtes le seuil ou ligne de pauvreté est utilisée comme référence. Dans sa conception, le seuil de pauvreté, à travers la méthode du coût des besoins essentiels (CBE), permet la satisfaction à minima des besoins de base des populations dites non pauvres. Comme le souligne l'ANSD dans ses différentes enquêtes, au travers de la méthode des CBE, une ligne de pauvreté alimentaire est désignée dans un premier temps. C'est-à-dire toutes les personnes au-dessus de la ligne pouvant, grâce à leur revenu de consommation, acheter une alimentation riche en nombre de calories pour vivre en bonne santé (1800-3000 kilocalories par adulte/jour) En ce qui concerne la non alimentation, la ligne non alimentaire est déterminée par rapport à celle alimentaire comme il n'existe pas de norme. Ainsi la somme des lignes alimentaires et non alimentaires donne le seuil de pauvreté.

<sup>276</sup> Selon l'Association des diplômés de l'institut des sciences de l'environnement (ISE) de l'Université de Dakar, le pays avec 700 km de littoral, est le 8<sup>e</sup> pays le plus vulnérable à l'échelle mondiale face à la montée du niveau de la mer à cause notamment de la morphologie des côtes et de l'absence de politique publique de lutte contre l'érosion côtière. Ce constat vient confirmer, les résultats du cabinet britannique Maplecroft et les prévisions du GIEC sur la forte vulnérabilité qui menace les villes côtières du pays. Pour plus de détails voir l'article de [Maureen Grisot](#) paru dans Le Monde datant du 11.12.2013 à 12h33 • Mis à jour le 03.09.2015 à 11h47 En savoir plus sur : [http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/12/11/pres-de-saint-louis-du-senegal-la-mer-engloutit-les-villages\\_3529136\\_3244.html#LbFPeSV1cAburedX.99](http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/12/11/pres-de-saint-louis-du-senegal-la-mer-engloutit-les-villages_3529136_3244.html#LbFPeSV1cAburedX.99) consulté le 29/08 :2016.

<sup>277</sup> Le seuil de pauvreté permet d'évaluer l'incidence, la profondeur et la sévérité de la pauvreté.

Concernant l'ESAM de 1993 sur la pauvreté des personnes, nous disposant de ce tableau qui permet de reconstituer les taux de pauvreté régionaux :

**Appendice 12: taux de pauvreté, profondeur et sévérité par type de localité au Sénégal selon les ESAM I et II.**

|                                       | Taux de pauvreté (%) |                      | Profondeur de pauvreté |                      | Sévérité de la pauvreté |                      |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
|                                       | ESAM I<br>1994/1995  | ESAM II<br>2001/2002 | ESAM I<br>1994/1995    | ESAM II<br>2001/2002 | ESAM I<br>1994/1995     | ESAM II<br>2001/2002 |
| <b>Estimations pour les personnes</b> |                      |                      |                        |                      |                         |                      |
| <b>Dakar</b>                          | 56                   | 42                   | 0,177                  | 0,120                | 0,074                   | 0,047                |
| <b>Autres zones urbaines</b>          | 71                   | 50                   | 0,244                  | 0,161                | 0,108                   | 0,069                |
| <b>Zones rurales</b>                  | 71                   | 65                   | 0,253                  | 0,214                | 0,117                   | 0,094                |
| <b>Toutes zones</b>                   | 68                   | 57                   | 0,236                  | 0,183                | 0,106                   | 0,079                |
| <b>Estimations pour les ménages</b>   |                      |                      |                        |                      |                         |                      |
| <b>Dakar</b>                          | 50                   | 33                   | 0,154                  | 0,095                | 0,064                   | 0,037                |
| <b>Autres zones urbaines</b>          | 63                   | 43                   | 0,214                  | 0,134                | 0,095                   | 0,057                |
| <b>Zones rurales</b>                  | 66                   | 58                   | 0,223                  | 0,178                | 0,100                   | 0,075                |
| <b>Toutes zones</b>                   | 61                   | 49                   | 0,205                  | 0,148                | 0,091                   | 0,062                |

Pour les années 1976 et 1988, nous ne disposons pas de données sur la ligne de pauvreté au Sénégal et par région. Les recensements généraux ne fournissent aucune information sur la pauvreté. Les seules données disponibles restent celles agrégées de la BM (WDI, 2016) et ces dernières commencent à partir de 1991.

**Appendice 13: Seuils de pauvreté en % selon les différentes enquêtes**

| Région                   | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|--------------------------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1975                     |       |          |        |         |       |       |       |             |             |       |            |          |          |         |
| 1988                     |       |          |        |         |       |       |       |             |             |       |            |          |          |         |
| ESAM 1993 <sup>278</sup> | 58    | 64,5     | 64,5   | 64,5    | 64,5  | 64,5  | -     | 64,5        | 64,5        | 64,5  | 64,5       | -        | -        | -       |

<sup>278</sup> Données sur la base d'estimation à partir du document de la Division statistique des Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales « Profil de pauvreté dans les pays de la CEDEAO », disponible en ligne : [http://unstats.un.org/unsd/publication/ecowas\\_poverty\\_profile\\_f.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/ecowas_poverty_profile_f.pdf)



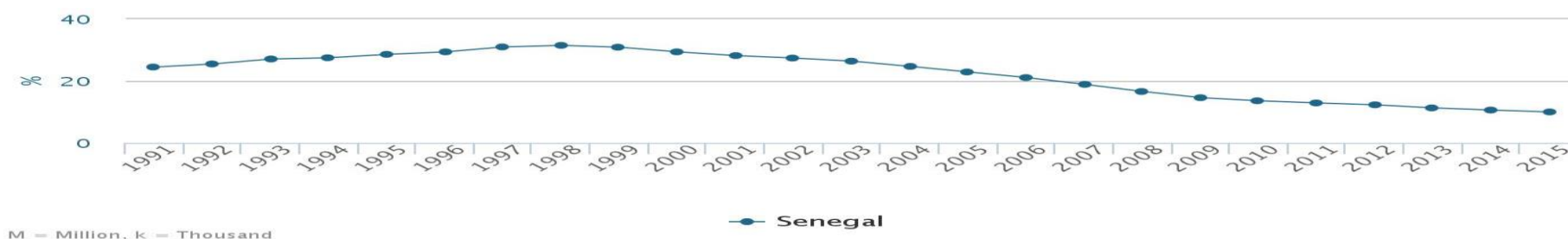
|                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ESAM<br>2001 <sup>279</sup> | 33,6 | 61,5 | 46,3 | 65,3 | 66,5 | 36,2 | -    | 41,2 | 56,2 | 48,6 | 67,1 | -    | -    | -    |
| ESP<br>2006                 | 27,7 | 73,4 | 66,1 | 52,0 | 60,9 | 66,8 | 49,5 | 34,9 | 76,9 | 48,4 | 73,4 | -    | -    | -    |
| ESP<br>2011                 | 26,1 | 47,8 | 67,8 | 61,7 | 76,6 | 26,8 | 45,2 | 39,5 | 62,5 | 41,3 | 66,8 | 63,8 | 71,3 | 68,3 |

### *La sécurité alimentaire (prévalence de la sous-alimentation)*

Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la prévalence de la sous-alimentation (en % de la population totale) représente le pourcentage de la population souffrant d'insécurité alimentaire. Autrement dit, la proportion de la population sous-alimentée. Et allant dans ce sens, la FAO propose une grille de classification des pays par rapport à la gravité de l'insécurité alimentaire. Ainsi si le taux de prévalence est  $\leq 2,5\%$  alors la gravité de l'insécurité alimentaire est faible, à contrario si le taux de prévalence est  $\leq 35\%$  alors l'insécurité alimentaire est forte.

Pour le Sénégal, les chiffres suivants ont été enregistrés par la FAO :

Appendice 14: Taux moyen sur « ans de la prévalence de l'insécurité alimentaire au Sénégal



Source : statsfao, 2016.

<sup>279</sup> Voir [http://www.ansd.sn/ressources/publications/Pauvrete\\_Senegal\\_1994\\_2002.pdf](http://www.ansd.sn/ressources/publications/Pauvrete_Senegal_1994_2002.pdf)

Voir également <http://www.gcsenegal.gouv.sn/docs/GC2014-012%20-%20Note%20-%20Evaluation%20quantitative%20du%20DSRP-II.pdf>

Le taux de prévalence de l'insécurité alimentaire est disparate selon les régions. Toutefois, suivant les différentes enquêtes et recensements, il n'existe pas de données désagrégées à un niveau régional du taux de prévalence de l'insécurité alimentaire durant les périodes 1976, 1988 et 2001. De ce fait, les taux de prévalence nationale donnée par la FAO (FaoStat, 2016) seront retenus pour chaque région exceptée l'année 2013. En effet, à partir de 2005, avec l'élaboration des situations économiques régionales (SER), l'insécurité alimentaire est analysée à un niveau régional. En dépit, de la désagrégation l'approche est restée la même.

Ainsi, le tableau suivant, combinant les taux de prévalence de l'insécurité alimentaire en moyenne nationale sur 3 ans sur les périodes 1988, 1993 et 2001 ainsi que les taux régionaux de 2013, résume la situation de l'insécurité alimentaire au Sénégal

#### Appendice 15: la situation de l'insécurité alimentaire

|                     | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|---------------------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1976 <sup>280</sup> |       |          |        |         |       |       |       |             |             |       |            | -        | -        | -       |
| 1988                | 24,5  | 24,5     | 24,5   | 24,5    | 24,5  | 24,5  |       | 24,5        | 24,5        | 24,5  | 24,5       | -        | -        | -       |
| 1993                | 27,1  | 27,1     | 27,1   | 27,1    | 27,1  | 27,1  |       | 27,1        | 27,1        | 27,1  | 27,1       | -        | -        | -       |
| 2001                | 28,2  | 28,2     | 28,2   | 28,2    | 28,2  | 28,2  | 28,2  | 28,2        | 28,2        | 28,2  | 28,2       |          |          |         |
| 2013 <sup>281</sup> | 7     | 12       | 13     | 8       | 42    | 15    | 38    | 10          | 22          | 5     | 39         | 10       | 33       | 58      |

#### Appendice 16: Populations rurales par région

|      | Dakar   | Diourbel  | Fatick  | Kaolack | Kolda   | Louga   | Matam   | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès   | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|-------------|---------|------------|----------|----------|---------|
| 1976 | 33 007  | 335 839   | 371 878 | 473 818 | 402 169 | 376 142 | -       | 263 834     | 249 675     | 464 372 | 204 434    | -        | -        | -       |
| 1988 | 52 113  | 486 107   | 455 674 | 624 668 | 530 282 | 435 177 | -       | 317 122     | 325 383     | 621 159 | 253 740    | -        | -        | -       |
| 1993 |         |           |         |         |         |         | -       |             |             |         |            | -        | -        | -       |
| 2001 | 61 513  | 884 485   | 532 468 | 820 444 | 707 472 | 552 819 | 365 683 | 439 453     | 509 382     | 758 396 | 217 402    | -        | -        | -       |
| 2013 | 112 939 | 1 257 862 | 606 516 | 619 764 | 490 217 | 681 870 | 438 217 | 493 554     | 518 477     | 912 320 | 296 542    | 477 407  | 112 458  | 362 395 |

<sup>280</sup> Pour l'année 1976 les données sur la prévalence de l'insécurité alimentaire ne sont pas disponibles au Sénégal.

<sup>281</sup> FAO, FIDA et PAM [2013] : « L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2013. Les multiples dimensions de la sécurité alimentaire ». Rome. FAO. 59p.

Voir également rapport sur le Sénégal : FAO, FIDA et PAM [2014] : «Analyse Globale de la Vulnérabilité, de la Sécurité Alimentaire et de la Nutrition ». Rome. FAO. 59p, disponible en ligne : <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp266798.pdf> consulté le 31/08/16.

### Appendice 17: Pourcentage de population rurale

|      | Dakar | Diourbel | Fatick | Kaolack | Kolda | Louga | Matam | Saint-Louis | Tambacounda | Thiès | Ziguinchor | Kaffrine | Kédougou | Sédhiou |
|------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|-------------|-------------|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1976 | 3,69% | 79%      | 91%    | 79%     | -     | 89%   |       | 77%         | 87%         | 71%   | 70%        | -        | -        | -       |
| 1988 | 3,5%  | 78%      | 89%    | 77%     | -     | 85%   |       | 73%         | 84%         | 66%   | 64%        | -        | -        | -       |
| 1993 |       |          |        |         | -     | -     |       |             |             |       |            | -        | -        | -       |
| 2001 | 2,92% | 87%      | 87%    | 78%     | -     | 81%   | 92%   | 65%         | 88%         | 61%   | 39%        | -        | -        | -       |
| 2013 | 3,6%  | 84%      | 85%    | 64%     | -     | 78%   | 77%   | 54%         | 76%         | 51%   | 54%        | 84,2%    | 75,3%    | 80%     |

### Appendice 18: Calcul des IRVM

Nous prenons l'exemple de la région de Dakar en 2013. L'EVI est une agrégation de six sous-indices qui, à l'intérieur du sous-indice, prennent en compte deux ou plusieurs composantes.

#### Sous-indice démographie (SID)

Deux composantes, donc facteur= 0,0625

L'espérance de vie à la naissance (EVN) est plafonnée à 100 ans (100% : correspondant à 0 vulnérabilité). Ainsi, la vulnérabilité est donnée par (1- EVN). La population inactive renvoie à une forme de vulnérabilité via la prise en charge de cette population.

$$\begin{aligned} \text{VSID} &= (1-0,696)*0.0625 + 0,423*0,625 \\ &= 0,0473 \end{aligned}$$

#### Sous-indice localisation (SIL)

4 facteurs, donc facteur= 0,03125

La distance pour Dakar par rapport à Dakar est égale à 0.  
Pour la qualité des infrastructures (QI), le score 1 est considéré comme l'absence de vulnérabilité. Par conséquent, la vulnérabilité= 1- QI. Cette logique est aussi valable dans le calcul du degré de connectivité (Connect)

$$\begin{aligned} \text{VSIL} &= 0*0,3125 + (1-0,173)*0,03125 + (1-0,9)*0,03125 + (1-1)*0,03125 \\ &= 0,029 \end{aligned}$$

#### Sous-indice structure économie (SISE)

Deux composantes, donc facteur= 0,0625

La diversité économique (div. eco.) diminue ou montre l'absence d'une forme de vulnérabilité. Dans le calcul de la vulnérabilité, on prend en compte 1- div. Eco. Ici la faiblesse de la productivité (prod. Agr.) de la population agricole met en évidence une vulnérabilité des populations à tout déséquilibre (1- prod.agr). Ainsi,

$$\begin{aligned} \text{VSISE} &= (1-0,97)*0,0625 + (\text{NA}) \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

NA : renvoie à donner manquante ou non renseignée.

#### Sous-indice environnement (SIE)

Deux composantes, donc facteur= 0,0625

La population menacée par l'élévation du niveau de la mer, on prend en compte l'indice national qu'on affecte aux six différentes régions côtières du pays. Les désastres naturels constituent un stock entre deux périodes. Pour l'indice de 2013, on a pris en compte les événements naturels de Dakar (en chiffre) entre 2002 et 2013.

$$\begin{aligned} \text{VSIE} &= 0,2783*0,0625 + 8*0,0625 \\ &= 0,513 \end{aligned}$$

#### Sous-indice choc niveau vie (SICNV)

Deux composantes, donc facteur= 0,0625

Deux facteurs renforçant la vulnérabilité d'une zone sont choisis le niveau de pauvreté de la région (l'ensemble des populations en dessous de la ligne de pauvreté monétaire) et l'insécurité alimentaire.

$$\begin{aligned} \text{VSCNV} &= 0,261*0,0625 + 0,07*0,0625 \\ &= 0,021 \end{aligned}$$

#### Sous-indice chocs naturels (SICN)

Deux composantes, donc facteur= 0,0625

Il est pris en compte, nombre de personnes victimes des chocs naturels durant une période (2002-2013) sur celui national durant la même période et le pourcentage de population rurale. En effet, plusieurs études montrent que les populations rurales et agricoles sont celles qui souffrent désavantage des désastres naturels.

$$\begin{aligned} \text{VSCNV} &= 0,814*0,0625 + 0,036*0,0625 \\ &= 0,503 \end{aligned}$$

#### L'IVE de Dakar en 2013

**Il est égal à la somme des six sous-indices de vulnérabilité calculés.**

$$\begin{aligned} \text{IVE}_{2013} &= 0,0473 + 0,029 + 0,002 + 0,513 + 0,021 + 0,503 \\ &= 0,669 \end{aligned}$$

Table 1: Calcul des IRVM 1976

| composantes | EVN | facteur | pop. inac | facteur | ss indice démo | dist/dak | facteur | Nbre m. | facteur | qual inf. | facteur | connect | facteur | ss indice localisation | * div. Eco. | facteur | prod. Agr. | facteur | ss indice structure |
|-------------|-----|---------|-----------|---------|----------------|----------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|------------------------|-------------|---------|------------|---------|---------------------|
| Dakar       |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,00     | 0,03    |         |         | 0,90      | 0,03    |         |         | 0,00                   | 0,96        | 0,06    | 0,00       | 0,06    | 0,06                |
| Diourbel    |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,06     | 0,03    |         |         | 0,63      | 0,03    |         |         | 0,01                   | 0,26        | 0,06    | 0,04       | 0,06    | 0,11                |
| Fatick      |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,06     | 0,03    |         |         | 0,56      | 0,03    |         |         | 0,02                   | 0,13        | 0,06    | 0,04       | 0,06    | 0,11                |
| Kaolack     |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,07     | 0,03    |         |         | 0,51      | 0,03    |         |         | 0,02                   | 0,13        | 0,06    | 0,05       | 0,06    | 0,11                |
| Kolda       |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,26     | 0,03    |         |         | 0,41      | 0,03    |         |         | 0,03                   | 0,17        | 0,06    | 0,04       | 0,06    | 0,11                |
| Louga       |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,08     | 0,03    |         |         | 0,46      | 0,03    |         |         | 0,02                   | 0,80        | 0,06    | 0,04       | 0,06    | 0,07                |
| Saint-Louis |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,10     | 0,03    |         |         | 0,54      | 0,03    |         |         | 0,02                   | 0,25        | 0,06    | 0,03       | 0,06    | 0,11                |
| Tamba       |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,18     | 0,03    |         |         | 0,29      | 0,03    |         |         | 0,03                   | 0,09        | 0,06    | 0,03       | 0,06    | 0,12                |
| Thiès       |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 0,03     | 0,03    |         |         | 0,71      | 0,03    |         |         | 0,01                   | 0,25        | 0,06    | 0,05       | 0,06    | 0,11                |
| Ziguinchor  |     | 0,45    | 0,06      |         | 0,03           | 4,54     | 0,03    |         |         | 0,62      | 0,03    |         |         | 0,15                   | 0,17        | 0,06    | 0,02       | 0,06    | 0,11                |

| pop. Men. | facteur | Nbre des | facteur | ss indice environn | % pauv | facteur | secu. Ali. | facteur | ss indice choc niv vi | vict des n | facteur | % pop. Ru | facteur | ss choc naturels | EVI  |
|-----------|---------|----------|---------|--------------------|--------|---------|------------|---------|-----------------------|------------|---------|-----------|---------|------------------|------|
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,04      | 0,06    | 0,00             | 0,10 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,79      | 0,06    | 0,05             | 0,20 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,91      | 0,06    | 0,06             | 0,22 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,79      | 0,06    | 0,05             | 0,22 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    |           | 0,06    | 0,00             | 0,17 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,89      | 0,06    | 0,06             | 0,18 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,77      | 0,06    | 0,05             | 0,21 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,87      | 0,06    | 0,05             | 0,23 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,71      | 0,06    | 0,04             | 0,20 |
| 0,00      | 0,06    | 0,00     | 0,06    | 0,00               |        |         |            |         | 0,00                  | 0,00       | 0,06    | 0,70      | 0,06    | 0,04             | 0,35 |

Table 2: Calcul des IRVM 1988

| composan   | EVN | facteur | pop. inac | facteur | ss indice démo | dist/dak | facteur | Nbre m. | facteur | qual inf. | facteur | connect | facteur | ss indice locali | * div. Eco. | facteur | prod. Agr. | facteur | ss indice struc |
|------------|-----|---------|-----------|---------|----------------|----------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|------------------|-------------|---------|------------|---------|-----------------|
| Dakar      |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,58    | 0,0625         | 0        | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,9001    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,003121875      | 0,964       | 0,0625  | 0,0027     | 0,0625  | 0,06458125      |
| Diourbel   |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,565   | 0,0625         | 0,055    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,628     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01334375       | 0,38        | 0,0625  | 0,025      | 0,0625  | 0,0996875       |
| Fatick     |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,472   | 0,0625         | 0,059    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,56      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01559375       | 0,163       | 0,0625  | 0,0236     | 0,0625  | 0,1133375       |
| Kaolack    |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,478   | 0,0625         | 0,073    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,51      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01759375       | 0,163       | 0,0625  | 0,032      | 0,0625  | 0,1128125       |
| Kolda      |     | 0,5627  | 0,0625    |         | 0,0625         | 0,255    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,41      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,02640625       | 0,21        | 0,0625  | 0,0274     | 0,0625  | 0,1101625       |
| Louga      |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,445   | 0,0625         | 0,077    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,46      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01928125       | 0,108       | 0,0625  | 0,0225     | 0,0625  | 0,11684375      |
| Saint-Loui |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,676   | 0,0625         | 0,1      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,54      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,0175           | 0,257       | 0,0625  | 0,017      | 0,0625  | 0,107875        |
| Tamba      |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,46    | 0,0625         | 0,178    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,29      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,02775          | 0,138       | 0,0625  | 0,022      | 0,0625  | 0,115           |
| Thiès      |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,542   | 0,0625         | 0,027    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,708     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,00996875       | 0,32        | 0,0625  | 0,032      | 0,0625  | 0,103           |
| Ziguincho  |     | 0,5627  | 0,0625    | 0,442   | 0,0625         | 4,54     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,62      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,15375          | 0,21        | 0,0625  | 0,011      | 0,0625  | 0,1111875       |

| pop. Men. | facteur | Nbre des | facteur | ss indice env | % pauv | facteur | insecu. Al | facteur | ss indice choc | vict des n | facteur | % pop. Ru | facteur | ss choc nature | EVI        |
|-----------|---------|----------|---------|---------------|--------|---------|------------|---------|----------------|------------|---------|-----------|---------|----------------|------------|
| 0         | 0,0625  | 1        | 0,0625  | 0,0625        |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0,01       | 0,0625  | 0,035     | 0,0625  | 0,0028125      | 0,21190938 |
| 0         | 0,0625  | 1        | 0,0625  | 0,0625        |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0,01       | 0,0625  | 0,78      | 0,0625  | 0,049375       | 0,3028625  |
| 0         | 0,0625  | 0        | 0,0625  | 0             |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0          | 0,0625  | 0,89      | 0,0625  | 0,055625       | 0,2567     |
| 0         | 0,0625  | 0        | 0,0625  | 0             |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0          | 0,0625  | 0,77      | 0,0625  | 0,048125       | 0,25105    |
| 0         | 0,0625  | 0        | 0,0625  | 0             |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0          | 0,0625  |           | 0,0625  | 0              | 0,1792125  |
| 0         | 0,0625  | 1        | 0,0625  | 0,0625        |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0          | 0,0625  | 0,85      | 0,0625  | 0,053125       | 0,32220625 |
| 0         | 0,0625  | 2        | 0,0625  | 0,125         |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0,005      | 0,0625  | 0,73      | 0,0625  | 0,0459375      | 0,38120625 |
| 0         | 0,0625  | 4        | 0,0625  | 0,25          |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 1          | 0,0625  | 0,84      | 0,0625  | 0,115          | 0,57914375 |
| 0         | 0,0625  | 1        | 0,0625  | 0,0625        |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0,01       | 0,0625  | 0,66      | 0,0625  | 0,041875       | 0,2938625  |
| 0         | 0,0625  | 0        | 0,0625  | 0             |        | 0,0625  | 0,245      | 0,0625  | 0,0153125      | 0          | 0,0625  | 0,64      | 0,0625  | 0,04           | 0,37520625 |

Table 3: Calcul des IRVM 1993

| composantes | EVN    | facteur | pop. inac | facteur | ss indice dém | dist/dak | facteur | Nbre m. | facteur | qual inf. | facteur | connect | facteur | ss indice local | div. Eco. | facteur | prod. Agr. | facteur | ss indice struc |
|-------------|--------|---------|-----------|---------|---------------|----------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------------|-----------|---------|------------|---------|-----------------|
| Dakar       | 0,5746 | 0,0625  | 0,495     | 0,0625  | 0,057525      | 0        | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,9001    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,003121875     | 0,96      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,0025          |
| Diourbel    | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,055    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,628     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01334375      | 0,226     | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,048375        |
| Fatick      | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,059    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,56      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01559375      | 0,26      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,04625         |
| Kaolack     | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,073    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,51      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01759375      | 0,19      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,050625        |
| Kolda       | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,255    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,41      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,02640625      | 0,17      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,051875        |
| Louga       | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,077    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,46      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,01928125      | 0,14      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,05375         |
| Saint-Louis | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,1      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,54      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,0175          | 0,3       | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,04375         |
| Tamba       | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,178    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,29      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,02775         | 0,14      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,05375         |
| Thiès       | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 0,027    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,708     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,00996875      | 0,37      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,039375        |
| Ziguinchor  | 0,5746 | 0,0625  | 0,508     | 0,0625  | 0,0583375     | 4,54     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,62      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,15375         | 0,67      | 0,0625  |            | 0,0625  | 0,020625        |

| pop. Men. | facteur | Nbre des i | facteur | ss indice envii | % pauv | facteur | insecu. Al | facteur | ss indice cho | vict des n | facteur | % pop. Ru | facteur | ss choc natur | EVI         |
|-----------|---------|------------|---------|-----------------|--------|---------|------------|---------|---------------|------------|---------|-----------|---------|---------------|-------------|
| 0,2966    | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0,0185375       | 0,58   | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,0531875     | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,081684375 |
| 0         | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0               | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,12005625  |
| 0         | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0               | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,12018125  |
| 0,2966    | 0,0625  | 1          | 0,0625  | 0,0810375       | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 1          | 0,0625  |           |         | 0,0625        | 0,27009375  |
| 0         | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0               | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,13661875  |
| 0,2966    | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0,0185375       | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,14990625  |
| 0,2966    | 0,0625  | 1          | 0,0625  | 0,0810375       | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 1          | 0,0625  |           |         | 0,0625        | 0,263125    |
| 0,2966    | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0,0185375       | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,158375    |
| 0,2966    | 0,0625  | 1          | 0,0625  | 0,0810375       | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,18871875  |
| 0         | 0,0625  | 0          | 0,0625  | 0               | 0,645  | 0,0625  | 0,271      | 0,0625  | 0,05725       | 0          | 0,0625  |           |         | 0             | 0,2327125   |

Table 4: Calcul des IRVM 2001

| composante  | EVN    | facteur | pop. inac | facteur | ss indice démo | dist/dak | facteur | Nbre m. | facteur | qual inf. | facteur | connect | facteur | ss indice local | div. Eco. | facteur | prod. Agr. | facteur | ss indice struc |
|-------------|--------|---------|-----------|---------|----------------|----------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------------|-----------|---------|------------|---------|-----------------|
| Dakar       | 0,5814 | 0,0625  | 0,489     | 0,0625  | 0,056725       | 0        | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,9001    | 0,03125 | 1       | 0,03125 | 0,003121875     | 0,97      | 0,0625  | 0,0023     | 0,0625  | 0,06423125      |
| Diourbel    | 0,5814 | 0,0625  | 0,548     | 0,0625  | 0,0604125      | 0,055    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,628     | 0,03125 | 0,7     | 0,03125 | 0,02271875      | 0,159     | 0,0625  | 0,0333     | 0,0625  | 0,11298125      |
| Fatick      | 0,5814 | 0,0625  | 0,538     | 0,0625  | 0,0597875      | 0,059    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,56      | 0,03125 | 0,8     | 0,03125 | 0,02184375      | 0,12      | 0,0625  | 0,02       | 0,0625  | 0,11625         |
| Kaolack     | 0,5814 | 0,0625  | 0,538     | 0,0625  | 0,0597875      | 0,073    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,51      | 0,03125 | 0,85    | 0,03125 | 0,02228125      | 0,23      | 0,0625  | 0,031      | 0,0625  | 0,1086875       |
| Kolda       | 0,5814 | 0,0625  | 0,538     | 0,0625  | 0,0597875      | 0,255    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,41      | 0,03125 | 0,57    | 0,03125 | 0,03984375      | 0,13      | 0,0625  | 0,027      | 0,0625  | 0,1151875       |
| Louga       | 0,5814 | 0,0625  | 0,538     | 0,0625  | 0,0597875      | 0,077    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,46      | 0,03125 | 0,8     | 0,03125 | 0,02553125      | 0,18      | 0,0625  | 0,0208     | 0,0625  | 0,11245         |
| Saint-Louis | 0,5814 | 0,0625  | 0,52      | 0,0625  | 0,0586625      | 0,1      | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,54      | 0,03125 | 0,9     | 0,03125 | 0,020625        | 0,36      | 0,0625  | 0,0166     | 0,0625  | 0,1014625       |
| Tamba       | 0,5814 | 0,0625  | 0,538     | 0,0625  | 0,0597875      | 0,178    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,29      | 0,03125 | 0,4     | 0,03125 | 0,0465          | 0,16      | 0,0625  | 0,0192     | 0,0625  | 0,1138          |
| Thiès       | 0,5814 | 0,0625  | 0,52      | 0,0625  | 0,0586625      | 0,027    | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,708     | 0,03125 | 0,91    | 0,03125 | 0,01278125      | 0,42      | 0,0625  | 0,0286     | 0,0625  | 0,0969625       |
| Ziguinchor  | 0,5814 | 0,0625  | 0,538     | 0,0625  | 0,0597875      | 4,54     | 0,03125 |         | 0,03125 | 0,62      | 0,03125 | 0,8     | 0,03125 | 0,16            | 0,46      | 0,0625  | 0,0082     | 0,0625  | 0,0957375       |

| pop. Men. | M      | facteur | Nbre des nat | facteur | ss indice environne | % pauv | facteur | insecu. Ali. | facteur | ss indice choc ni | vict des nat | facteur | % pop. Ru | facteur | ss choc nature | EVI        |
|-----------|--------|---------|--------------|---------|---------------------|--------|---------|--------------|---------|-------------------|--------------|---------|-----------|---------|----------------|------------|
| 0,2992    | 0,0625 |         | 0            | 0,0625  | 0,0187              | 0,336  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,038625          | 0            | 0,0625  | 0,036     | 0,0625  | 0,00225        | 0,18365313 |
| 0         | 0,0625 |         | 0            | 0,0625  | 0                   | 0,615  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,0560625         | 0            | 0,0625  | 0,84      | 0,0625  | 0,0525         | 0,304675   |
| 0         | 0,0625 |         | 0            | 0,0625  | 0                   | 0,463  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,0465625         | 0            | 0,0625  | 0,85      | 0,0625  | 0,053125       | 0,29756875 |
| 0,2992    | 0,0625 |         | 3            | 0,0625  | 0,2062              | 0,653  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,0584375         | 0,023        | 0,0625  | 0,64      | 0,0625  | 0,0414375      | 0,49683125 |
| 0         | 0,0625 |         | 4            | 0,0625  | 0,25                | 0,665  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,0591875         | 0,93         | 0,0625  |           | 0,0625  | 0,058125       | 0,58213125 |
| 0,2992    | 0,0625 |         | 2            | 0,0625  | 0,1437              | 0,362  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,04025           | 0,0008       | 0,0625  | 0,78      | 0,0625  | 0,0488         | 0,43051875 |
| 0,2992    | 0,0625 |         | 3            | 0,0625  | 0,2062              | 0,412  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,043375          | 0,96         | 0,0625  | 0,54      | 0,0625  | 0,09375        | 0,524075   |
| 0,2992    | 0,0625 |         | 1            | 0,0625  | 0,0812              | 0,562  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,05275           | 0,93         | 0,0625  | 0,76      | 0,0625  | 0,105625       | 0,4596625  |
| 0,2992    | 0,0625 |         | 1            | 0,0625  | 0,0812              | 0,486  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,048             | 0            | 0,0625  | 0,51      | 0,0625  | 0,031875       | 0,32948125 |
| 0         | 0,0625 |         | 2            | 0,0625  | 0,125               | 0,671  | 0,0625  | 0,282        | 0,0625  | 0,0595625         | 0            | 0,0625  | 0,54      | 0,0625  | 0,03375        | 0,5338375  |

Table 5: Calcul des IRVM 2013

| composante EVN | facteur | pop. inac | facteur | ss indice déme | dist/dak  | facteur | Nbre m. | facteur | qual inf. | facteur | connect | facteur | ss indice localis | ° div. Eco. | facteur | prod. Agr. | facteur | ss indice strcut |
|----------------|---------|-----------|---------|----------------|-----------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|-------------------|-------------|---------|------------|---------|------------------|
| Dakar          | 0,696   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0473125 | 0       | 0,03125 | 0,173   | 0,03125   | 0,9001  | 0,03125 | 1       | 0,03125           | 0,028965625 | 0,97    | 0,0625     | 0,0625  | 0,001875         |
| Diourbel       | 0,628   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0515625 | 0,032   | 0,03125 | 0,056   | 0,03125   | 0,628   | 0,03125 | 0,7     | 0,03125           | 0,0515      | 0,16    | 0,0625     | 0,0625  | 0,0525           |
| Fatick         | 0,651   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,050125  | 0,034   | 0,03125 | 0,056   | 0,03125   | 0,56    | 0,03125 | 0,8     | 0,03125           | 0,0505625   | 0,15    | 0,0625     | 0,0625  | 0,053125         |
| Kaolack        | 0,646   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0504375 | 0,041   | 0,03125 | 0,125   | 0,03125   | 0,51    | 0,03125 | 0,85    | 0,03125           | 0,048625    | 0,35    | 0,0625     | 0,0625  | 0,040625         |
| Kolda          | 0,547   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,056625  | 0,0145  | 0,03125 | 0,024   | 0,03125   | 0,41    | 0,03125 | 0,57    | 0,03125           | 0,062828125 | 0,26    | 0,0625     | 0,0625  | 0,04625          |
| Louga          | 0,662   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0494375 | 0,044   | 0,03125 | 0,078   | 0,03125   | 0,46    | 0,03125 | 0,8     | 0,03125           | 0,0533125   | 0,21    | 0,0625     | 0,0625  | 0,049375         |
| Matam          | 0,604   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0530625 | 0,15    | 0,03125 | 0,113   | 0,03125   | 0,42    | 0,03125 | 0,5     | 0,03125           | 0,06615625  | 0,21    | 0,0625     | 0,0625  | 0,049375         |
| Saint-Louis    | 0,645   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0505    | 0,057   | 0,03125 | 0,094   | 0,03125   | 0,54    | 0,03125 | 0,9     | 0,03125           | 0,04759375  | 0,45    | 0,0625     | 0,0625  | 0,034375         |
| Tamba          | 0,578   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0546875 | 0,11    | 0,03125 | 0,04    | 0,03125   | 0,29    | 0,03125 | 0,4     | 0,03125           | 0,074375    | 0,23    | 0,0625     | 0,0625  | 0,048125         |
| Thiès          | 0,682   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0481875 | 0,015   | 0,03125 | 0,114   | 0,03125   | 0,708   | 0,03125 | 0,91    | 0,03125           | 0,04009375  | 0,48    | 0,0625     | 0,0625  | 0,0325           |
| Ziguinchor     | 0,629   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0515    | 0,098   | 0,03125 | 0,047   | 0,03125   | 0,62    | 0,03125 | 0,8     | 0,03125           | 0,05096875  | 0,54    | 0,0625     | 0,0625  | 0,02875          |
| Kaffrine       | 0,629   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0515    | 0,05    | 0,03125 | 0,043   | 0,03125   | 0,42    | 0,03125 | 0,6     | 0,03125           | 0,06209375  | 0,15    | 0,0625     | 0,0625  | 0,053125         |
| Kédougou       | 0,55    | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,0564375 | 0,15    | 0,03125 | 0,013   | 0,03125   | 0,34    | 0,03125 | 0,4     | 0,03125           | 0,07490625  | 0,24    | 0,0625     | 0,0625  | 0,0475           |
| Sédhiou        | 0,571   | 0,0625    | 0,453   | 0,0625         | 0,055125  | 0,07    | 0,03125 | 0,025   | 0,03125   | 0,34    | 0,03125 | 0,45    | 0,03125           | 0,07046875  | 0,19    | 0,0625     | 0,0625  | 0,050625         |

| pop. Men. M | facteur | Nbre des nat | facteur | ss indice enviro | % pauv | facteur | insecu. Ali. | facteur | ss indice choc niv | vict des nat | facteur | % pop. Ru | facteur | ss choc nature | EVI        |
|-------------|---------|--------------|---------|------------------|--------|---------|--------------|---------|--------------------|--------------|---------|-----------|---------|----------------|------------|
| 0,2783      | 0,0625  | 8            | 0,0625  | 0,51739375       | 0,261  | 0,0625  | 0,07         | 0,0625  | 0,0206875          | 0,814        | 0,0625  | 0,036     | 0,0625  | 0,053125       | 0,66935938 |
| 0           | 0,0625  | 7            | 0,0625  | 0,4375           | 0,478  | 0,0625  | 0,12         | 0,0625  | 0,037375           | 0,71         | 0,0625  | 0,84      | 0,0625  | 0,096875       | 0,7273125  |
| 0           | 0,0625  | 5            | 0,0625  | 0,3125           | 0,678  | 0,0625  | 0,13         | 0,0625  | 0,0505             | 0,8          | 0,0625  | 0,85      | 0,0625  | 0,103125       | 0,6199375  |
| 0,2783      | 0,0625  | 7            | 0,0625  | 0,45489375       | 0,617  | 0,0625  | 0,08         | 0,0625  | 0,0435625          | 0,9          | 0,0625  | 0,64      | 0,0625  | 0,09625        | 0,73439375 |
| 0           | 0,0625  | 6            | 0,0625  | 0,375            | 0,766  | 0,0625  | 0,42         | 0,0625  | 0,074125           | 0,71         | 0,0625  |           | 0,0625  | 0,044375       | 0,65920313 |
| 0,2783      | 0,0625  | 4            | 0,0625  | 0,26739375       | 0,268  | 0,0625  | 0,15         | 0,0625  | 0,026125           | 0,78         | 0,0625  | 0,78      | 0,0625  | 0,0975         | 0,54314375 |
| 0           | 0,0625  | 7            | 0,0625  | 0,4375           | 0,452  | 0,0625  | 0,38         | 0,0625  | 0,052              | 0,79         | 0,0625  | 0,77      | 0,0625  | 0,0975         | 0,75559375 |
| 0,2783      | 0,0625  | 8            | 0,0625  | 0,51739375       | 0,395  | 0,0625  | 0,1          | 0,0625  | 0,0309375          | 0,84         | 0,0625  | 0,54      | 0,0625  | 0,08625        | 0,76705    |
| 0           | 0,0625  | 5            | 0,0625  | 0,3125           | 0,625  | 0,0625  | 0,22         | 0,0625  | 0,0528125          | 0,7          | 0,0625  | 0,76      | 0,0625  | 0,09125        | 0,63375    |
| 0,2783      | 0,0625  | 7            | 0,0625  | 0,45489375       | 0,413  | 0,0625  | 0,05         | 0,0625  | 0,0289375          | 0,79         | 0,0625  | 0,51      | 0,0625  | 0,08125        | 0,6858625  |
| 0,2783      | 0,0625  | 3            | 0,0625  | 0,20489375       | 0,668  | 0,0625  | 0,39         | 0,0625  | 0,066125           | 0,69         | 0,0625  | 0,54      | 0,0625  | 0,076875       | 0,4791125  |
| 0           | 0,0625  | 3            | 0,0625  | 0,1875           | 0,638  | 0,0625  | 0,1          | 0,0625  | 0,046125           | 0,69         | 0,0625  | 0,842     | 0,0625  | 0,09575        | 0,49609375 |
| 0           | 0,0625  | 3            | 0,0625  | 0,1875           | 0,713  | 0,0625  | 0,33         | 0,0625  | 0,0651875          | 0,69         | 0,0625  | 0,753     | 0,0625  | 0,0901875      | 0,52171875 |
| 0           | 0,0625  | 3            | 0,0625  | 0,1875           | 0,683  | 0,0625  | 0,58         | 0,0625  | 0,0789375          | 0,69         | 0,0625  | 0,8       | 0,0625  | 0,093125       | 0,53578125 |

**Annexe 8: Récapitulation des différentes études sur le triptyque climat-environnement-migration à travers le monde : auteurs et années, méthode employée, méthode de calcul de la migration et du climat, temporalité de l'étude, espace géographique et principaux résultats**

| <b>Auteurs et années</b> | <b>Méthode employée</b>   | <b>Méthodes de calcul variable expliqué (migration)</b>   | <b>Méthodes calcul variable explicative (climat/environnement)</b>   | <b>Temporalité</b>  | <b>Espace</b>   | <b>Résultats</b>   |
|--------------------------|---|---|--|---|---|--|
| Thiede et Gray (2016)    | Econométrie sur données de panel (effets fixes provinciales)                                      | Individu rester plus de 6 mois en dehors de sa localité de naissance ou d'origine. 2 catégories : les migrants à l'intérieur de la province d'origine et ceux en dehors de leur province d'origine.   | Ecarts de températures et de pluies moyennes sur 4 ans sur la période longue 1984-2011. Les périodes de retards de la mousson (nombre de jours après le 1 aout sans pluie) | 4 années de la période inter enquêtes allant de 2000 à 2007-2008 pour avoir une cohérence d'ensemble. | Indonésie. La migration intra et inter migration des provinces            | Seuls la température et le démarrage/retard hivernal (mousson) ont des effets sur la migration en fonction notamment des caractéristiques individuelles (genre, population agricole, localisation)<br>La variabilité climatique a des effets pays spécifiques sur la migration. Les anomalies de températures augmentent la migration en Ouganda alors que le contraire est observé au Kenya et au Burkina. Aucune relation robuste entre température et migration au Sénégal et Nigeria. La relation entre précipitation et migration inter pays est faible et incohérente. |
| Gray et Wise (2016)      | Econométrie sur données de panel avec une régression binomiale négative (effets spécifiques pays) | Migration interne et internationale de 9812 ménages d'origine. Ils prennent en compte la migration au cours des 5 dernières années. Les migrants sont les personnes âgées de 10 ans et plus envoyé par un ménage à l'année t. ils distinguent les migrants selon la destination, le genre et les motivations. | Les précipitations et températures mensuelles. Mais également, les relevés de températures et de surface de précipitations moyennes sur la surface de la terre de la NASA  | 6 ans sur la période 2004-2009 ;  | Afrique subsaharienne (Kenya, Nigeria, Ouganda, Burkina Faso, et Sénégal) |  |



|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| Goniglio et Pesce (2015)                   | Econométrie sur données de panel (avec des effets fixes)   | Flux migratoire d'un pays d'origine $i$ vers un pays de destination $j$ . Les données migratoires internationales de l'OCDE. 128 pays d'origine pour 29 pays de destination sont retenus.  | Les anomalies climatiques à travers les chocs. Les niveaux de précipitation et de températures moyennes mensuelles sur la période longue 1901-2000. Ils définissent des déficits, des excédents et des standards de déviation du climat  | 1990-2001                                      | Ped et pays OCDE                                       | L'occurrence des chocs climatiques dans les pays en développement joue fortement sur l'émigration internationale vers les pays développés.   |
| Mbaye et Drabo (2015)                      | Économétrie sur données de panel (effets fixes)  | La migration internationale avec la migration nette qui est la différence entre le nombre d'immigrants moins le nombre d'émigrants sur la période, divisé par les personnes-années ayant vécu dans la population du pays d'accueil au cours de cette période. Elle est exprimée en termes de nombre net de migrant pour mille. | Les désastres naturels en lien avec le changement climatique. Ils retiennent les nombres de désastres naturels, de désastres météorologiques, de désastres climatologiques et de désastres hydrologiques.  | 1975-2000                                      | Des Ped vers les principaux pays de l'OCDE             | Les effets des désastres naturels sur la migration vers les pays de l'OCDE varient selon la distance géographique et la localisation du pays d'origine. Toutefois, tout cela doit être nuancé par la nature du désastre naturel en face. |
| Mueller, Gray et Kosec (2014)              | Econométrie sur données de panel individuel de membre de ménages migrants et non migrants sur une période 21 ans. Le modèle multinomial de l'histoire des événements estimé comme un logit multinomial | La migration individuelle des membres d'un ménage à long terme. Les personnes âgées de plus de 15 et moins de 39 constituent une cohorte de 4 428 migrants répartis dans 583 ménages.  | Les températures et pluviométries extrêmes. Cumul de la pluviométrie durant la période la mousson (juin-septembre), température durant la période de Rabi (novembre-avril) ; l'intensité des inondations (nombre annuel de décès causés par les inondations) et un indice d'évapotranspiration standardisés sur l'année. | 1991-2012                                      | Enquête longitudinale dans le milieu rural pakistanais | Ils montrent que les conditions climatiques extrêmes affectent les décisions de migration sur longue période. Les femmes et les hommes sont touchés toutefois les hommes migrent davantage sur longue distance                           |
| Bohra-Mishra, Oppenheimer et Hsiang (2014) | Etude basée sur une simulation multiniveau.  | La migration inter province. Il distingue la migration permanente de celle temporaire. Dans l'incapacité de distinguer la  | Température et précipitation en même temps que les désastres naturels soudains. Les désastres naturels sont issus de la base de données  | 7 185 ménages suivis sur une période de 15 ans | Indonésie.   | Les variations de la température et du climat ont un impact sur la migration permanente alors que  |

|                                |   |   |   |                                |                 |   |
|--------------------------------|---|---|---|--------------------------------|-----------------|---|
|                                |   | <p>migration permanente de celle A partir de la base de données migratoire interprovinciale indonésienne (13 provinces sur 27 en 1993), les auteurs interrogent les migrants sur la fréquence de leur migration (définitive ou va et vient) et calculent une probabilité de migrer sur l'ensemble de la migration des membre des différents ménages sondés.</p>   | <p>Deslnvantar et l'auteur en retient trois types de manifestations possibles sur les migrations : l'intensité (nombre de morts, de blessés et de destructions au sens large), pertes financières énormes se traduisant par une menace et la robustesse des deux premiers. Pour la température et la pluviométrie, les auteurs calculent une moyenne provinciale durant la période d'observation.</p> |                                |                 | <p>les désastres naturels ont un impact faible voir nul sur cette migration. Toutefois, la température a un effet non linéaire. Une augmentation des températures se traduit par plus d'émigration et les auteurs pensent que ce résultat est dû à l'impact négatif sur les conditions économiques.</p> |
|                                |   | <p>Dans un article les auteurs essayent de répertorier l'ensemble des méthodes utilisées pour calculer les migrations et le climat d'une part, et, d'autre part, la combinaison des deux dans un modèle afin de regarder la sensibilité de la migration face au climat changeant. Ils nous présentent un ensemble d'études empiriques et les méthodes appliquées.</p>   |   |                                |                 |   |
|                                |   | <p>Le but de cette recherche était d'insister sur l'importance de la recherche interdisciplinaire afin de promouvoir des études de qualité sur l'environnement et la migration.</p>   |   |                                |                 |   |
|                                |   | <p>Ils soulignent notamment l'importance des méthodes démographiques combinées aux données environnementales. Ainsi, les auteurs promeuvent les recherches sur le changement climatiques avec les données et méthodes démographiques.</p>   |   |                                |                 |   |
| Fussell, Hunter et Gray (2014) |   | <p>Ils renseignent un tableaux de différentes études empiriques sur les mesures environnementales, la géographie, les comportements migratoires, le modèle, la temporalité et les méthodes statistiques. En somme, ils font une méta-analyse des différentes méthodes utilisées.</p>  |   |                                |                 |   |
|                                |   | <p>Parallèlement, ils revisitent les études empiriques dans plusieurs zones géographiques avec des méthodes diverses et variées :</p>   |   |                                |                 |   |
|                                |   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Burkina Faso rural: Fusion des sources de données longitudinales (Henry, Schoumaker et Beauchemin (2004)</li> <li>2. L'ouragan Katrina et la Nouvelle-Orléans: étude rétrospective d'un échantillon représentatif (Fussel, Sandry et VanLandingham, 2010)</li> <li>3. Provinces rurales du Bengladesh : Utilisation innovante des données de panel (Gray et Muller, 2012b)</li> <li>4. Provinces rurales sud-africaines : utilisation du potentiel de la surveillance spatiale démographique (Hunter et <i>al.</i>, 2013).</li> </ol> |   |                                |                 |   |
| Gray et Mueller (2012a)        | Modèle multinomial (une série de modèles d'évènement à temps discret) | Toutes les personnes âgées entre 15 et 40 ans, déplacés de façon permanente sur longue ou courte distance .Les migrants sont issus d'échantillon de ménages non choisis au hasard.  | Ils calculent un indicateur d'intensité de la sécheresse. Les périodes de sécheresse sont données par la base de données d'EM-DAT. L'indicateur est égal : Proportion de ménages de la  | 1994, 1995, 1999, 2004 et 2009 | Rurale Ethiopie | Ils montrent que la migration des ruraux agricoles (hommes) augmente avec la sécheresse et les ménages pauvres sont plus vulnérables.   |

|  |   |  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|--|---|---|
|  |   | 1500 ménages de 15 zones rurales étudiés.  | communauté ayant déclaré avoir été exposés à une sécheresse au cours de l'année précédente (t-1) multipliée par dix pour avoir un score allant de 0 à 10. La valeur de 1,41 est interprété comme la moyenne de 14,1% des ménages déclarant une exposition à la sécheresse |  |   | Toutefois les migrations (des femmes) par alliance (mariage) diminuent avec la sécheresse   |
| Gray et Mueller (2012b)                  | Econométrie de données de panel (Analyse de risques avec un effet fixe)             | Toutes les personnes âgées entre 15 et 40 ans, déplacés de façon permanente sur longue ou courte distance. Les migrants sont issus d'échantillon de ménages non choisis au hasard. | Situation d'inondation et les mauvaises récoltes non liées aux inondations (sécheresse) à l'échelle du ménage ou bien encore du sous-district   | . Les données vont de 1994-2010 et représentent 1680 ménages dans 102 communes au sein de 14 districts | Bengladesh (14 provinces rurales)   | Les auteurs mettent en avant deux résultats importants. En effet, contre toute idée de migration la forte vulnérabilité pousse les ménages à se retrouver dans une forme de trappe à non migration (immobilité) d'une part. Et, d'autre part, les populations font preuve d'une capacité d'adaptation extraordinaire face aux risques naturels et climatiques. Les inondations ont un impact faible sur la migration et l'impact est davantage visible chez les femmes et les populations pauvres |
| Marchiori, Maystadt et Schumacher (2012) | Econométrie de données de panel. Ils posent deux hypothèses de transmission climat- | Le taux de migration nette est utilisé. Ils utilisent les données migration internationales subsahariennes du <i>US</i>  | Les anomalies de température et de pluviométrie sur la période longue 1960-2000 sont utilisées. Les auteurs vont utiliser la déviation  | 1960-2000  | Afrique subsaharienne (la migration rurale vers les centres urbains déclencheurs de | Ils concluent que le climat a occasionné le déplacement de plus de 5 millions de personnes durant la période et que   |

|                                     |  |   |   |   |  |  |
|-------------------------------------|--|---|---|---|--|--|
|                                     | migration : les aménités et la géographie économique   | <i>Census Bureau</i> dont une partie est issue des recensements observés et une autres estimés à partir de plusieurs hypothèses jugées plausibles   | moyenne par rapport à une moyenne de longue période rapportée à l'écart type de la longue période.  |   | migration internationale)              | si les tendances annoncées par le GIEC se confirmaient le climat allait engendrer 11 millions de nouveaux migrants.<br>En cherchant à estimer la sensibilité de l'émigration par rapport au climat, les auteurs trouvent une sensibilité des rendements agricoles sur l'émigration égale à approximativement - 0,2. Autrement dit, une réduction de 10% des rendements agricoles dus au changement climatique se traduisent par une augmentation de l'émigration de 20%, <i>ceteris paribus</i> . Leur résultats sont robustes dans plusieurs Etats mexicains. |
| Feng, krueger et Oppenheimer (2010) | Estimateur statistique(MCO) à travers des données des différentes provinces mexicaines. Ainsi, ils cherchent à déterminer les semi-élasticités de l'émigration par rapport à l'évolution des rendements agricoles. | L'émigration est captée au cours des 5 années de la période par le pourcentage de population de l'Etat ayant migrant vers un autres Etat durant la dite période   | Pour le climat, les auteurs utilisent les prédictions de rendement agricoles dans les différents Etats mexicains en fonctions des scénarios climatiques envisagés. Ils ne prennent pas en compte les autres variables déterminantes de l'émigration (socio-économiques, démographiques...) dans leur équation de semi-élasticité. | Ils prennent deux périodes de 5ans sous étudiés au Mexique : 1995-2000 et 2000-2005 | L'émigration dans les Etats mexicains. |  |
| Gray (2009)                         | Un modèle statistique d'estimation obtenu à travers la combinaison de données d'enquête et un modèle des événements historiques  | L'émigration (personne partie durant une période supérieure ou égale à 6 mois) dans 18 secteurs ruraux composés de 36 communautés.<br>Sondage auprès des ménages sur le nombre de personne ayant migré en interne (dans le pays) ou internationalement depuis 1995.<br>Il interroge également sur | La qualité des terre à travers : terrain plat, pente, précipitation moyenne, fluctuation des récoltes et récolte inhabituelle. Les questionnaires ont été définis en collaboration avec les populations locale afin de trouver les proxy des différentes variables.   | 1995-2006<br>Enquête personnelle menée en 2006 en deux phases.                      | Andes méridionales (Equateur)          | Il montre que l'effet de la propriété foncière et des autres facteurs varient fortement selon les flux migratoires. Contrairement à tout attente, l'auteur trouve que les effets environnementaux négatifs et l'absence de terre ne se traduisent pas par un exode rural massif.   |

|  |   |  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|---|--|
|  |   |  |   |  |   | l'historique des conditions de vie sur la même période.  |
| Barrios, Bertinelli et Strobl (2006)   | Econométrie de données de panel   | Ils considèrent la migration rurale vers les centres urbains comme principalement un facteur de l'urbanisation rapide dans plusieurs pays subsaharien. Ils utilisent les taux d'urbanisation annuels sur la période. | Ils utilisent les données pluviométriques de Mitchell <i>et al.</i> , (2002) couvrant une période longue allant de 1901-1998.   | 78 pays sur une période de 30 : 1960-1990. | Afrique subsaharienne (comparaison de son urbanisation avec le reste du monde). | Ils montrent que le changement climatique, capté par la pluviométrie, a fortement impacté l'urbanisation en ASS. Et ce, nul égal ailleurs dans le monde en développement. Ce lien s'est accentué avec la décolonisation, ce qui est probablement dû à la levée de certaines législations sur la mobilité interne (loi anti exode rural).   |
| Henry, Schoumaker et Beauchemin (2004) | Un modèle statistique simple (Une analyse multiniveau des événements historiques : régression logistique multinomiale et binaire) | Les populations rurales âgées de 15 ans et plus. La migration est définie comme étant tout changement de résidence d'un village à un autre. Ce changement doit durer 3 mois ou plus.                                 | Les données pluviométriques, couvrant une longue période 1960-1998, sont issues de la base de données de New <i>et al.</i> , (2000). Les données sont mensuelles et les auteurs vont considérer deux variables pluviométriques à un niveau départemental grâce au recours au SIG. | 1970-1998                                  | Burkina Faso (émigration des zones rurales)                                     | Ils mettent en évidence que les populations des zones rurales sèches sont plus enclines à migrer temporairement ou définitivement que celles des zones humides suite à une perturbation (négative) de la pluviométrie. De plus, ils ajoutent que les déficit pluvieux à court terme augmentent les décisions de migrer sur longue distance et diminuent les migrations temporaires des ruraux. |
| Findley (1994)                         | Une étude de données de panel longitudinale sur   | Les données migratoires sont issues des enquêtes post sécheresse 1883-1985   | Les années de sécheresse au Sahel (variable muette : si sécheresse 1 sinon 0)   | Deux années (périodes) : 1982 et 1989      | Rural Mali (première région du pays)  | L'auteur montre que la migration ne s'est pas accrue durant ses deux   |

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| deux périodes | menées par le CERPOD<br>(Centre d'Etudes et de<br>Recherche sur la<br>Population pour le<br>Développement, Institut du<br>Sahel, Bamako, Mali). | années de sécheresse.<br>Toutefois, le cycle de la<br>migration a changé<br>avec une augmentation<br>drastique des migrants<br>de sexe féminin et des<br>enfants. |
|---------------|---|---|

Source : Synthèse de l'auteur

#### **Annexe 9: Estimations MCO des effets du climat (pluviométrie et températures maximales et minimales) sur les différentes modalités des migrations interrégionales (taux migratoire, émigration, immigration) au Sénégal selon les différentes années retenues (coupes transversales).**

Les résultats de nos estimations en coupe transversale des effets du climat (pluviométrie, températures maximales et minimales) sur les migrations interrégionales au Sénégal ne sont significatifs que sur les soldes migratoires interrégionaux sur certaines années. Par exemple, en 1993, les résultats montrent un rôle significatif de la pluviométrie et des températures maximales sur le solde migratoire total interrégional. Sur les autres années, la pluviométrie et les températures maximales ne sont plus significatif. Les températures maximales ont un rôle significatif sur le solde migratoire interrégional sur les deux années 2001 et 2013.

Nous constatons une certaine ambiguïté dans l'interprétation de nos résultats des effets du climat sur les migrations interrégionales au Sénégal. Cette ambiguïté peut être expliquée sur deux plans :

- Sur le plan statistique : La faible taille de nos populations en coupe transversale. En effet, malgré les pouvoirs explicatifs de nos modèles sont grand (voir différents  $R^2$ ) et nos écarts types faible (sensiblement égaux à 0), les variables d'intérêt et de contrôle sont peu significatives dans l'ensemble notamment sur l'émigration et l'immigration ;
- Sur le plan théorico-empirique : Les études sur les effets du climat sur les migrations montrent un effet causal (sensibilité) progressif dans le temps. Généralement, le climat agit de façon progressive sur les flux de déplacement humains en interaction avec d'autres facteurs d'ordre socio-écologique déterminants dans les conditions de vie. Par conséquent, capter les effets du climat sur une seule période donnée est peu pertinent si l'événement climatique n'est pas soudain.

L'ambiguïté de nos résultats en coupe transversale des effets du climat sur les migrations interrégionales au Sénégal justifierait une analyse empirique sur plusieurs périodes cumulées. L'empilement de plusieurs coupes transversales permettra d'augmenter la taille de nos estimations et, d'autre, part, prendre en compte la nature progressive des migrations associées au processus climatique.

Toutefois, nous allons d'abord analyser nos différents résultats en coupe transversale.

**1976**

---

|           | (1)           | (2)           | (3)                | (4)           | (5)            | (6)                 | (7)           | (8)           | (9)               |
|-----------|---------------|---------------|--------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------|---------------|-------------------|
|           | lnemigration  | lnimmigration | txmigr             | lnemigration  | lnimmigration  | txmigr              | lnemigration  | lnimmigration | txmigr            |
| IPS       | 0.102<br>(.)  | 0.366<br>(.)  | 0.0956<br>(0.0544) |               |                |                     |               |               |                   |
| IPS_-1    | -0.629<br>(.) | 0.0230<br>(.) | 0.0875<br>(0.0363) |               |                |                     |               |               |                   |
| IPS_-2    | 1.024<br>(.)  | -0.279<br>(.) | -0.158<br>(0.0547) |               |                |                     |               |               |                   |
| temp_max  |               |               |                    | 0.908<br>(.)  | 0.698<br>(.)   | -0.0421<br>(0.0617) |               |               |                   |
| temp_max1 |               |               |                    | -1.083<br>(.) | 0.00866<br>(.) | 0.163<br>(0.0486)   |               |               |                   |
| temp_max2 |               |               |                    | 0.171<br>(.)  | -0.712<br>(.)  | -0.122<br>(0.0494)  |               |               |                   |
| temp_min  |               |               |                    |               |                |                     | 2.874<br>(.)  | -0.862<br>(.) | -0.447<br>(0.385) |
| temp_min1 |               |               |                    |               |                |                     | -0.127<br>(.) | -0.739<br>(.) | -0.157<br>(0.303) |
| temp_min2 |               |               |                    |               |                |                     | -2.742<br>(.) | 1.578<br>(.)  | 0.598<br>(0.618)  |
| Indmam    | -8.005<br>(.) | 3.477<br>(.)  | 1.626<br>(0.359)   | -2.132<br>(.) | 5.596<br>(.)   | 1.478<br>(0.318)    | -9.027<br>(.) | 8.745<br>(.)  | 3.171<br>(1.745)  |
| Inesprev  | 6.832<br>(.)  | -2.866<br>(.) | -1.386<br>(0.369)  | 2.256<br>(.)  | -5.149<br>(.)  | -1.455<br>(0.349)   | 9.403<br>(.)  | -8.854<br>(.) | -3.247<br>(1.867) |

---

|                    |               |               |                   |               |               |                   |               |               |                   |
|--------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------------|
| txact              | 124.3<br>(.)  | -65.12<br>(.) | -23.35<br>(6.448) | -37.63<br>(.) | -56.96<br>(.) | 1.391<br>(6.000)  | -75.05<br>(.) | -16.04<br>(.) | 4.695<br>(16.02)  |
| lnpop_reg          | 2.976<br>(.)  | 1.339<br>(.)  |                   | 1.075<br>(.)  | 0.179<br>(.)  |                   | 0.225<br>(.)  | 1.440<br>(.)  |                   |
| ivm                | 17.00<br>(.)  | -0.173<br>(.) | -1.395<br>(0.430) | 9.574<br>(.)  | -3.080<br>(.) | -1.456<br>(0.440) | 10.73<br>(.)  | -5.028<br>(.) | -3.302<br>(2.424) |
| _cons              | -67.92<br>(.) | 13.46<br>(.)  | 6.931<br>(2.574)  | 10.42<br>(.)  | 26.90<br>(.)  | -1.014<br>(2.377) | 36.34<br>(.)  | -0.621<br>(.) | -1.273<br>(6.221) |
| R <sup>2</sup> (%) | 100           | 100           | 98                | 100           | 100           | 98                | 100           | 100           | 91                |
| N                  | 9             | 9             | 9                 | 9             | 9             | 9                 | 9             | 9             | 9                 |

Standard errors in parentheses  
 \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

## 1988

|           | (1)<br>lnemigration | (2)<br>lnimmigration | (3)<br>txmigr       | (4)<br>lnemigration | (5)<br>lnimmigration | (6)<br>txmigr       | (7)<br>lnemigration | (8)<br>lnimmigration | (9)<br>txmigr |
|-----------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| ips_      | 0.527<br>(.)        | 0.645<br>(.)         | -0.0156<br>(0.0402) |                     |                      |                     |                     |                      |               |
| ips_1     | -0.00759<br>(.)     | -0.195<br>(.)        | -0.0293<br>(0.0326) |                     |                      |                     |                     |                      |               |
| ips_2     | -0.0447<br>(.)      | -0.897<br>(.)        | -0.0310<br>(0.0353) |                     |                      |                     |                     |                      |               |
| temp_max  |                     |                      |                     | -0.466<br>(.)       | 0.972<br>(.)         | 0.0819<br>(0.0546)  |                     |                      |               |
| temp_max1 |                     |                      |                     | 0.570<br>(.)        | 0.395<br>(.)         | -0.0363<br>(0.0442) |                     |                      |               |



|                    |               |               |                   |                |               |                     |               |               |                     |  |
|--------------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------|--|
| temp_max2          |               |               |                   | -0.0978<br>(.) | -1.387<br>(.) | -0.0463<br>(0.0263) |               |               |                     |  |
| temp_min           |               |               |                   |                |               |                     | -1.775<br>(.) | -0.994<br>(.) | 0.108<br>(0.0765)   |  |
| temp_min1          |               |               |                   |                |               |                     | 1.443<br>(.)  | 1.442<br>(.)  | -0.0500<br>(0.0630) |  |
| temp_min2          |               |               |                   |                |               |                     | 0.346<br>(.)  | -0.419<br>(.) | -0.0579<br>(0.0209) |  |
| lndmam             | 0<br>(.)      | 0<br>(.)      | 0<br>(.)          | 0<br>(.)       | 0<br>(.)      | 0<br>(.)            | 0<br>(.)      | 0<br>(.)      | 0<br>(.)            |  |
| lnesprev           | 8.170<br>(.)  | -29.94<br>(.) | -1.672<br>(1.036) | 25.92<br>(.)   | 39.76<br>(.)  | -1.786<br>(1.105)   | -20.81<br>(.) | -35.34<br>(.) | 0.404<br>(0.670)    |  |
| txact              | -0.109<br>(.) | -6.607<br>(.) | -0.135<br>(0.311) | 3.111<br>(.)   | -10.94<br>(.) | -0.771<br>(0.507)   | 3.132<br>(.)  | -2.582<br>(.) | -0.417<br>(0.247)   |  |
| txscol             | 1.667<br>(.)  | 2.491<br>(.)  | 0.0579<br>(0.123) | -0.0108<br>(.) | 0.390<br>(.)  | 0.124<br>(0.0804)   | 3.037<br>(.)  | 3.955<br>(.)  | -0.00658<br>(0.113) |  |
| lnpop_reg          | 0.758<br>(.)  | -0.237<br>(.) |                   | 1.788<br>(.)   | 5.066<br>(.)  |                     | -0.338<br>(.) | -1.274<br>(.) |                     |  |
| ivm                | 12.02<br>(.)  | -55.84<br>(.) | -2.794<br>(1.743) | 43.92<br>(.)   | 78.61<br>(.)  | -2.898<br>(1.825)   | -41.47<br>(.) | -68.04<br>(.) | 0.797<br>(1.163)    |  |
| _cons              | -120.0<br>(.) | 458.5<br>(.)  | 24.67<br>(15.26)  | -396.0<br>(.)  | -640.7<br>(.) | 26.59<br>(16.43)    | 321.3<br>(.)  | 551.9<br>(.)  | -5.733<br>(9.832)   |  |
| -----              |               |               |                   |                |               |                     |               |               |                     |  |
| R <sup>2</sup> (%) | 100           | 100           | 88                | 100            | 100           | 88                  | 100           | 100           | 94                  |  |
| N                  | 9             | 9             | 9                 | 9              | 9             | 9                   | 9             | 9             | 9                   |  |

Standard errors in parentheses  
 \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Les estimations en coupe transversale sur chacune des deux premières années (1976 et 1988) mettent en évidence une non significativité de nos résultats. En effet, malgré des R<sup>2</sup> relativement élevés pour chacune de nos estimations (1...9), aucune des variables n'est significative. Donc, au différent seuil fixé 1%, 5% et 10%, les effets du climat ne sont pas significatifs ni sur l'émigration, l'immigration et encore moins le solde migratoire. Ce résultat de non significativité de nos estimateurs est élégamment observé sur nos variables de contrôle du modèle à savoir : les dépenses de consommation, le revenu espéré, les taux d'activité et de scolarité ainsi que le degré de vulnérabilité de la région.

### 1993

|            | (1)           | (2)           | (3)                       | (4)           | (5)           | (6)                    | (7)           | (8)           | (9)                  |
|------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------|------------------------|---------------|---------------|----------------------|
|            | lnemigration  | lnimmigrat~n  | txmigr                    | lnemigration  | lnimmigration | txmigr                 | lnemigration  | lnimmigration | txmigr               |
| IPS        | 1.706<br>(.)  | 1.822<br>(.)  | -0.0392***<br>(0.0000986) |               |               |                        |               |               |                      |
| IPS_-1     | -2.921<br>(.) | -4.197<br>(.) | 0.0354***<br>(0.000121)   |               |               |                        |               |               |                      |
| IPS_-2     | 0.929<br>(.)  | 2.021<br>(.)  | 0.0253***<br>(0.000118)   |               |               |                        |               |               |                      |
| temp_max   |               |               |                           | -0.463<br>(.) | -0.630<br>(.) | 0.0388**<br>(0.000680) |               |               |                      |
| temp_max-1 |               |               |                           | -0.688<br>(.) | -0.150<br>(.) | 0.0113*<br>(0.00109)   |               |               |                      |
| temp_max-2 |               |               |                           | 1.147<br>(.)  | 1.669<br>(.)  | -0.0486**<br>(0.00101) |               |               |                      |
| temp_min   |               |               |                           |               |               |                        | -0.589<br>(.) | -0.174<br>(.) | 0.0206<br>(0.00993)  |
| temp_min-1 |               |               |                           |               |               |                        | 0.353<br>(.)  | 0.314<br>(.)  | -0.00416<br>(0.0110) |

|                    |               |                |                       |               |               |                      |               |               |                    |
|--------------------|---------------|----------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|--------------------|
| temp_min-2         |               |                |                       |               |               |                      | -0.551<br>(.) | -0.241<br>(.) | 0.0373<br>(0.0189) |
| lndmam             | -815.5<br>(.) | -1239.9<br>(.) | 1.499**<br>(0.0452)   | -59.37<br>(.) | -90.97<br>(.) | -5.540**<br>(0.148)  | -1.972<br>(.) | -88.20<br>(.) | -7.685<br>(3.058)  |
| lnesprev           | 831.7<br>(.)  | 1271.1<br>(.)  | -1.078**<br>(0.0458)  | 58.38<br>(.)  | 97.74<br>(.)  | 6.013**<br>(0.149)   | 1.611<br>(.)  | 92.15<br>(.)  | 8.193<br>(3.098)   |
| txact              | 77.40<br>(.)  | 148.4<br>(.)   | 1.269***<br>(0.00648) | 15.89<br>(.)  | 79.00<br>(.)  | 1.646***<br>(0.0316) | -6.954<br>(.) | 55.62<br>(.)  | 3.192*<br>(0.453)  |
| txscol             | 0<br>(.)      | 0<br>(.)       | 0<br>(.)              | 0<br>(.)      | 0<br>(.)      | 0<br>(.)             | 0<br>(.)      | 0<br>(.)      | 0<br>(.)           |
| lnpop_reg          | -2.218<br>(.) | -4.550<br>(.)  |                       | 0.639<br>(.)  | -0.972<br>(.) |                      | 0.101<br>(.)  | 0.110<br>(.)  |                    |
| ivm                | 1045.6<br>(.) | 1599.5<br>(.)  | -1.332**<br>(0.0571)  | 71.95<br>(.)  | 118.6<br>(.)  | 7.636**<br>(0.185)   | 6.021<br>(.)  | 117.3<br>(.)  | 10.05<br>(3.865)   |
| _cons              | -248.8<br>(.) | -478.2<br>(.)  | -6.557***<br>(0.0121) | 7.703<br>(.)  | -112.5<br>(.) | -7.728**<br>(0.0402) | 17.81<br>(.)  | -76.27<br>(.) | -8.967*<br>(0.869) |
| R <sup>2</sup> (%) | 100           | 100            | 100                   | 100           | 100           | 100                  | 100           | 100           | 99                 |
| N                  | 9             | 9              | 9                     | 9             | 9             | 9                    | 9             | 9             | 9                  |

Standard errors in parentheses

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

En 1993, la pluviométrie est significative sur le solde migratoire. La pluviométrie de l'année en cours expliquerait négativement la migration interrégionale (-0.0392\*\*\*) alors que celles des deux années précédentes jouent positivement sur le solde migratoire (0.0354\*\*\* et 0.0253\*\*\*). Par contre, si nous décomposons la migration totale en migration et immigration, nos résultats sont non significatifs. Nous intéressant toujours aux soldes migratoires interrégionaux, nous observons que le revenu et le taux d'activité ont un effet positif (respectivement 1.499\*\* et 1.269\*\*\*) alors que le revenu espéré sur place ainsi que la vulnérabilité multidimensionnelle ont un effet significatif négatif avec respectivement -1.078\*\* et -1.332\*\*. Les températures maximales expliqueraient significativement le solde migratoire interrégional au Sénégal. Les températures maximales de l'année en cours jouent positivement sur la migration interrégionale (0.0388\*\*)

alors que celle des deux dernières années ont un rôle contrasté respectivement selon le retard (0.0113\* et -0.0486\*\*). Parallèlement aux effets des températures maximales, les résultats montrent le rôle significatif et positif joué par les espérances de revenu, le taux d'activité et la vulnérabilité dans la répartition totale des populations selon les régions au niveau national (avec respectivement : 6.013\*\*, 1.646\*\*\*, 7.636\*\*). Par contre, un rôle négatif (-5.540\*\*) est attribué au revenu sur la migration totale en lien avec des températures maximales.

## 2001

|            | (1)<br>lnmigration | (2)<br>lnimmigration | (3)<br>txmigr  | (4)<br>lnmigration | (5)<br>lnimmigration | (6)<br>txmigr  | (7)<br>lnmigration | (8)<br>lnimmigration | (9)<br>txmigr  |
|------------|--------------------|----------------------|----------------|--------------------|----------------------|----------------|--------------------|----------------------|----------------|
| IPS        | 0.457<br>(.)       | 0.229<br>(.)         | 0.0140<br>(.)  |                    |                      |                |                    |                      |                |
| IPS_-1     | 0.215<br>(.)       | -0.0485<br>(.)       | -0.0449<br>(.) |                    |                      |                |                    |                      |                |
| IPS_-2     | 0.0420<br>(.)      | -0.138<br>(.)        | -0.0516<br>(.) |                    |                      |                |                    |                      |                |
| temp_max   |                    |                      |                | -0.0635<br>(.)     | 0.238<br>(.)         | 0.0950<br>(.)  |                    |                      |                |
| temp_max-1 |                    |                      |                | 0.199<br>(.)       | 0.114<br>(.)         | -0.0116<br>(.) |                    |                      |                |
| temp_max-2 |                    |                      |                | -0.394<br>(.)      | -0.240<br>(.)        | 0.0130<br>(.)  |                    |                      |                |
| temp_min   |                    |                      |                |                    |                      |                | 0.199<br>(.)       | 0.00847<br>(.)       | 0.0944<br>(.)  |
| temp_min-1 |                    |                      |                |                    |                      |                | -0.335<br>(.)      | -0.115<br>(.)        | -0.196<br>(.)  |
| temp_min-2 |                    |                      |                |                    |                      |                | -0.110<br>(.)      | -0.0567<br>(.)       | -0.0809<br>(.) |
| lndmam     | 0<br>(.)           | 0<br>(.)             | -11.03<br>(.)  | 0<br>(.)           | 0<br>(.)             | 0.899<br>(.)   | 0<br>(.)           | 0<br>(.)             | -83.56<br>(.)  |

|                    |                |               |               |               |               |                 |               |               |                |
|--------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| lnesprev           | -0.0702<br>(.) | -9.180<br>(.) | -0.255<br>(.) | -13.93<br>(.) | -12.79<br>(.) | -0.335<br>(.)   | 16.92<br>(.)  | -14.45<br>(.) | 20.07<br>(.)   |
| txact              | 0.0367<br>(.)  | 0.0942<br>(.) | 0.104<br>(.)  | 0.123<br>(.)  | 0.110<br>(.)  | -0.00576<br>(.) | -0.138<br>(.) | 0.135<br>(.)  | 0.603<br>(.)   |
| txscol             | -1.176<br>(.)  | -1.088<br>(.) | -0.187<br>(.) | -0.397<br>(.) | -0.809<br>(.) | -0.132<br>(.)   | 0.803<br>(.)  | -1.030<br>(.) | -0.0737<br>(.) |
| lnpop_reg          | 0.367<br>(.)   | 1.047<br>(.)  |               | 0.888<br>(.)  | 1.017<br>(.)  |                 | 1.924<br>(.)  | 1.300<br>(.)  |                |
| ivm                | 0.733<br>(.)   | -15.19<br>(.) | -0.598<br>(.) | -22.91<br>(.) | -22.00<br>(.) | -0.926<br>(.)   | 31.94<br>(.)  | -23.43<br>(.) | 35.30<br>(.)   |
| _cons              | 8.084<br>(.)   | 132.9<br>(.)  | 163.8<br>(.)  | 203.9<br>(.)  | 186.0<br>(.)  | -7.963<br>(.)   | -263.3<br>(.) | 206.1<br>(.)  | 916.2<br>(.)   |
| R <sup>2</sup> (%) | 95             | 99            | 95            | 99            | 98            | 63              | 96            | 96            | 99             |
| N                  | 9              | 9             | 9             | 9             | 9             | 9               | 9             | 9             | 9              |

Standard errors in parentheses

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Aux différents seuils de significativité, 1%, 5% et 10%, nos différentes estimations ne sont pas significatives.

## 2011

|          | (1)<br>lnmigration | (2)<br>lnimmigration | (3)<br>txmigr        | (4)<br>lnmigration | (5)<br>lnimmigration | (6)<br>txmigr       | (7)<br>lnmigration | (8)<br>lnimmigration | (9)<br>txmigr |
|----------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------|
| IPS      | -0.171<br>(0.730)  | 0.0880<br>(0.143)    | 0.0141<br>(0.0116)   |                    |                      |                     |                    |                      |               |
| IPS_-1   | 1.773<br>(0.990)   | 0.0860<br>(0.194)    | -0.0385<br>(0.0157)  |                    |                      |                     |                    |                      |               |
| IPS_-2   | 0.673<br>(0.581)   | 0.409<br>(0.114)     | 0.00302<br>(0.00896) |                    |                      |                     |                    |                      |               |
| temp_max |                    |                      |                      | -0.0741<br>(1.818) | 0.791<br>(0.398)     | 0.00966<br>(0.0273) |                    |                      |               |

|                    |                   |                   |                    |                   |                    |                     |                   |                   |                        |
|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| temp_max-1         |                   |                   |                    | 0.133<br>(1.578)  | -0.0882<br>(0.345) | -0.0118<br>(0.0312) |                   |                   |                        |
| temp_max-2         |                   |                   |                    | -0.452<br>(1.157) | 0.0121<br>(0.253)  | 0.0256<br>(0.0221)  |                   |                   |                        |
| temp_min           |                   |                   |                    |                   |                    |                     | 0.734<br>(0.696)  | 0.227<br>(0.551)  | -0.00309<br>(0.00824)  |
| temp_min-1         |                   |                   |                    |                   |                    |                     | -2.428<br>(1.042) | 0.0254<br>(0.825) | 0.0493**<br>(0.0107)   |
| temp_min2          |                   |                   |                    |                   |                    |                     | 1.041<br>(0.462)  | -0.394<br>(0.366) | -0.0409**<br>(0.00479) |
| lndmam             | -14.36<br>(12.53) | -7.002<br>(2.457) | 0.00540<br>(0.169) | 3.187<br>(28.62)  | -5.505<br>(6.261)  | -0.661<br>(0.534)   | -8.173<br>(11.36) | 1.200<br>(8.995)  | 0.373*<br>(0.124)      |
| lnesprev           | 16.11<br>(12.82)  | 8.379<br>(2.515)  | -0.0171<br>(0.160) | -1.258<br>(29.02) | 2.587<br>(6.349)   | 0.607<br>(0.477)    | 8.476<br>(11.00)  | -0.332<br>(8.706) | -0.406*<br>(0.114)     |
| txact              | 0.0174<br>(12.71) | 12.41<br>(2.494)  | 0.696**<br>(0.157) | 3.709<br>(40.79)  | 0.512<br>(8.923)   | 0.301<br>(0.715)    | -23.53<br>(15.09) | 6.092<br>(11.94)  | 0.641**<br>(0.135)     |
| txscol             | -1.701<br>(5.330) | -5.524<br>(1.045) | -0.232<br>(0.0804) | -1.039<br>(10.62) | 0.191<br>(2.323)   | -0.0780<br>(0.169)  | 6.616<br>(6.701)  | 0.695<br>(5.305)  | -0.0288<br>(0.0759)    |
| lnpop_reg          | 0.574<br>(0.801)  | 0.598<br>(0.157)  |                    | 0.757<br>(2.463)  | 1.996<br>(0.539)   |                     | 1.547<br>(0.703)  | 0.687<br>(0.556)  |                        |
| ivm                | 47.28<br>(37.91)  | 22.41<br>(7.436)  | -0.181<br>(0.464)  | -9.206<br>(91.17) | 6.478<br>(19.94)   | 2.012<br>(1.480)    | 24.81<br>(31.65)  | 0.561<br>(25.05)  | -1.124*<br>(0.324)     |
| _cons              | -36.12<br>(28.21) | -27.45<br>(5.533) | 0.0277<br>(0.341)  | -25.05<br>(97.92) | 22.95<br>(21.42)   | 0.0214<br>(0.955)   | -14.50<br>(26.59) | -16.36<br>(21.05) | 0.459<br>(0.286)       |
| R <sup>2</sup> (%) | 95                | 99                | 89                 | 99                | 98                 | 64                  | 96                | 96                | 99                     |
| N                  | 11                | 11                | 11                 | 11                | 11                 | 11                  | 11                | 11                | 11                     |

Standard errors in parentheses

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Par rapport à 2001, en 2011 quelques estimations avec l'équation températures minimales, indicatrice du climat, sur le solde migratoire interrégional, sont significatives. Les températures minimales ont un effet retardé contrasté sur les flux migratoires interrégionaux./ En effet, les température de l'année en cours ne sont pas significative avec que celle de l'année précédente jouerait un rôle positif sur la migration totale (0.0493\*\*). A contrario, si nous intéressons aux températures de t-2, nous observons que son effet est négatif sur la migration totale (-0.0409\*\*). Les variables de contrôle du modèle sont également significatifs. Le revenu et le taux d'activité jouent positivement avec respectivement 0.373\* et 0.641\*\* ; l'espérance de revenu et la vulnérabilité ont un effet significatif négatif sur la migration de respectivement -0.406\* et -1.124\*.

## 2013

|            | (1)               | (2)               | (3)                  | (4)                | (5)                | (6)                 | (7)               | (8)               | (9)                    |
|------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
|            | lnemigration      | lnimmigration     | txmigr               | lnemigration       | lnimmigration      | txmigr              | lnemigration      | lnimmigration     | txmigr                 |
| IPS        | -0.171<br>(0.730) | 0.0880<br>(0.143) | 0.0141<br>(0.0116)   |                    |                    |                     |                   |                   |                        |
| IPS_-1     | 1.773<br>(0.990)  | 0.0860<br>(0.194) | -0.0385<br>(0.0157)  |                    |                    |                     |                   |                   |                        |
| IPS_-2     | 0.673<br>(0.581)  | 0.409<br>(0.114)  | 0.00302<br>(0.00896) |                    |                    |                     |                   |                   |                        |
| temp_max   |                   |                   |                      | -0.0741<br>(1.818) | 0.791<br>(0.398)   | 0.00966<br>(0.0273) |                   |                   |                        |
| temp_max-1 |                   |                   |                      | 0.133<br>(1.578)   | -0.0882<br>(0.345) | -0.0118<br>(0.0312) |                   |                   |                        |
| temp_max-2 |                   |                   |                      | -0.452<br>(1.157)  | 0.0121<br>(0.253)  | 0.0256<br>(0.0221)  |                   |                   |                        |
| temp_min   |                   |                   |                      |                    |                    |                     | 0.734<br>(0.696)  | 0.227<br>(0.551)  | -0.00309<br>(0.00824)  |
| temp_min-1 |                   |                   |                      |                    |                    |                     | -2.428<br>(1.042) | 0.0254<br>(0.825) | 0.0493**<br>(0.0107)   |
| temp_min2  |                   |                   |                      |                    |                    |                     | 1.041<br>(0.462)  | -0.394<br>(0.366) | -0.0409**<br>(0.00479) |
| Indmam     | -14.36            | -7.002            | 0.00540              | 3.187              | -5.505             | -0.661              | -8.173            | 1.200             | 0.373*                 |

|                    |                   |                   |                    |                   |                  |                    |                   |                   |                     |
|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
|                    | (12.53)           | (2.457)           | (0.169)            | (28.62)           | (6.261)          | (0.534)            | (11.36)           | (8.995)           | (0.124)             |
| lnesprev           | 16.11<br>(12.82)  | 8.379<br>(2.515)  | -0.0171<br>(0.160) | -1.258<br>(29.02) | 2.587<br>(6.349) | 0.607<br>(0.477)   | 8.476<br>(11.00)  | -0.332<br>(8.706) | -0.406*<br>(0.114)  |
| txact              | 0.0174<br>(12.71) | 12.41<br>(2.494)  | 0.696**<br>(0.157) | 3.709<br>(40.79)  | 0.512<br>(8.923) | 0.301<br>(0.715)   | -23.53<br>(15.09) | 6.092<br>(11.94)  | 0.641**<br>(0.135)  |
| txscol             | -1.701<br>(5.330) | -5.524<br>(1.045) | -0.232<br>(0.0804) | -1.039<br>(10.62) | 0.191<br>(2.323) | -0.0780<br>(0.169) | 6.616<br>(6.701)  | 0.695<br>(5.305)  | -0.0288<br>(0.0759) |
| lnpop_reg          | 0.574<br>(0.801)  | 0.598<br>(0.157)  |                    | 0.757<br>(2.463)  | 1.996<br>(0.539) |                    | 1.547<br>(0.703)  | 0.687<br>(0.556)  |                     |
| ivm                | 47.28<br>(37.91)  | 22.41<br>(7.436)  | -0.181<br>(0.464)  | -9.206<br>(91.17) | 6.478<br>(19.94) | 2.012<br>(1.480)   | 24.81<br>(31.65)  | 0.561<br>(25.05)  | -1.124*<br>(0.324)  |
| _cons              | -36.12<br>(28.21) | -27.45<br>(5.533) | 0.0277<br>(0.341)  | -25.05<br>(97.92) | 22.95<br>(21.42) | 0.0214<br>(0.955)  | -14.50<br>(26.59) | -16.36<br>(21.05) | 0.459<br>(0.286)    |
| R <sup>2</sup> (%) | 93                | 99                | 97                 | 82                | 99               | 88                 | 95                | 98                | 99                  |
| N                  | 11                | 11                | 11                 | 11                | 11               | 11                 | 11                | 11                | 11                  |

Standard errors in parentheses

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

Sur cette année, 2013, les résultats de nos estimations sont identiques à celles de 2011. Nous observons donc une continuité sur les effets des températures minimales sur les soldes migratoires. Les équations avec les températures maximales et la pluviométrie comme variables indicatrices du climat, ne sont pas significatives



Annexe 10: Test d'homoscédasticité de Breusch Pagan

| Source   | SS         | df | MS         |
|----------|------------|----|------------|
| Model    | 25.9940794 | 11 | 2.36309813 |
| Residual | 29.4007374 | 46 | .639146464 |
| Total    | 55.3948167 | 57 | .97183889  |

Number of obs = 58  
 F( 11, 46) = 3.70  
 Prob > F = 0.0008  
 R-squared = 0.4693  
 Adj R-squared = 0.3423  
 Root MSE = .79947

| Source   | SS         | df | MS         |
|----------|------------|----|------------|
| Model    | 28.0130573 | 11 | 2.54664157 |
| Residual | 27.3817595 | 46 | .595255641 |
| Total    | 55.3948167 | 57 | .97183889  |

Number of obs = 58  
 F( 11, 46) = 4.28  
 Prob > F = 0.0002  
 R-squared = 0.5057  
 Adj R-squared = 0.3875  
 Root MSE = .77153

| Inmigration | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|-------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| temp_max    |           |           |       |       |                      |
| --          | .1186302  | .1240816  | 0.96  | 0.344 | -.1311331 .3683935   |
| L1.         | -.1461339 | .1438768  | -1.02 | 0.315 | -.4357429 .143475    |
| L2.         | .0171406  | .135408   | 0.13  | 0.900 | -.2554216 .2897027   |
| L3.         | .0845887  | .1031792  | 0.82  | 0.417 | -.1231003 .2922777   |
| L4.         | -.077714  | .1043162  | -0.74 | 0.460 | -.2876916 .1322636   |
| Indmam      | -4.46037  | 1.53932   | -2.90 | 0.006 | -7.55886 -1.36188    |
| Inesprev    | 3.817562  | 1.382231  | 2.76  | 0.008 | 1.035275 6.599849    |
| txact       | .0260481  | .014523   | 1.79  | 0.079 | -.0031852 .0552814   |
| txscol      | -.1866641 | .6786591  | -0.28 | 0.785 | -1.552734 1.179406   |
| Inpop_reg   | 1.088803  | .2148834  | 5.07  | 0.000 | .6562647 1.52134     |
| ivm         | 6.079852  | 2.704843  | 2.25  | 0.029 | .6352856 11.52442    |
| _cons       | 5.562492  | 6.740497  | 0.83  | 0.413 | -8.005425 19.13041   |

| Inmigration | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|-------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| temp_min    |           |           |       |       |                      |
| --          | -.19945   | .1294424  | -1.54 | 0.130 | -.460004 .061104     |
| L1.         | -.1056891 | .1102967  | -0.96 | 0.343 | -.3277048 .1163266   |
| L2.         | .2981052  | .1431184  | 2.08  | 0.043 | -.0100228 .5861877   |
| L3.         | -.1920521 | .1469184  | -1.31 | 0.198 | -.4877835 .1036792   |
| L4.         | .1953275  | .1477415  | 1.32  | 0.193 | -.1020608 .4927158   |
| Indmam      | -3.192565 | 1.546595  | -2.06 | 0.045 | -6.3057 -.07943      |
| Inesprev    | 2.316153  | 1.390776  | 1.67  | 0.103 | -.4833341 5.11564    |
| txact       | .0300894  | .0133916  | 2.25  | 0.029 | -.0031335 .0570453   |
| txscol      | .2781575  | .6838655  | 0.41  | 0.686 | -1.098392 1.654707   |
| Inpop_reg   | .9957467  | .2170697  | 4.59  | 0.000 | .5588081 1.432685    |
| ivm         | 3.420558  | 2.726225  | 1.25  | 0.216 | -2.067048 8.908164   |
| _cons       | 10.34244  | 6.527822  | 1.58  | 0.120 | -2.797388 23.48226   |

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of Inmigration

chi2(1) = 0.83  
 Prob > chi2 = 0.3636

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of Inmigration

chi2(1) = 3.02  
 Prob > chi2 = 0.0823

| Source   | SS         | df | MS         |
|----------|------------|----|------------|
| Model    | 39.9389819 | 11 | 3.63081654 |
| Residual | 15.4558348 | 46 | .335996408 |
| Total    | 55.3948167 | 57 | .97183889  |

Number of obs = 58  
 F( 11, 46) = 10.81  
 Prob > F = 0.0000  
 R-squared = 0.7210  
 Adj R-squared = 0.6543  
 Root MSE = .57965

| Inmigration | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|-------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| ips_pluvio  |           |           |       |       |                      |
| --          | -.1042394 | .1186055  | -0.88 | 0.384 | -.3429798 .1345011   |
| L1.         | -.0259856 | .1083835  | 0.24  | 0.812 | -.1921792 .1441503   |
| L2.         | -.3342902 | .107514   | 3.11  | 0.003 | -.1178758 .5507046   |
| L3.         | -.2961229 | .1044878  | -2.83 | 0.007 | -.5064459 -.0858     |
| L4.         | -.2223523 | .1108269  | -2.01 | 0.051 | -.4454353 .0007307   |
| Indmam      | -2.572804 | 1.236316  | -2.08 | 0.043 | -5.061379 -.0842295  |
| Inesprev    | 2.089681  | 1.081583  | 1.93  | 0.060 | -.087434 4.266795    |
| txact       | .0161228  | .010398   | 1.55  | 0.128 | -.0048072 .0370528   |
| txscol      | .1897099  | .5242046  | 0.36  | 0.719 | -.8654592 1.244879   |
| Inpop_reg   | 1.128459  | .1766549  | 6.39  | 0.000 | .7728712 1.484047    |
| ivm         | 3.541565  | 2.082758  | 1.70  | 0.096 | -.6508084 7.733939   |
| _cons       | 2.542053  | 5.036631  | 0.50  | 0.616 | -7.59616 12.68027    |

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of Inmigration

chi2(1) = 2.80  
 Prob > chi2 = 0.0944

### *Commentaire des résultats sur l'homoscédasticité*

L'une des hypothèses importantes lors d'une régression est celle de la constance de la variance des écarts aléatoires (Homoscédasticité). Si cette hypothèse n'est pas respectée, les estimateurs ne sont pas biaisés, mais leurs variances ne sont plus minimales. Sous des hypothèses raisonnables, les estimations demeurent convergentes et asymptotiquement normales, mais leur matrice de covariance asymptotique diffère de la matrice habituelle.

Les hypothèses du test sont les suivantes:

$$\begin{cases} H_0: \text{Homoscédasticité des écarts aléatoires} \\ H_1: \text{hétéroscédasticité des écarts aléatoires} \end{cases}$$

Les résultats du test de Breuch Pagan sur nos différentes estimations montrent une homoscédasticité des écarts aléatoires au seuil de 1% et 5% (les probabilités supérieures au seuil).

Cependant, dans la pratique, le non-respect de cette l'hypothèse d'homoscédasticité n'est pas préjudiciable notamment lorsque les données sont relatives à des coupes instantanées comme le démontrent Russel et Mackinnon (1986)<sup>282</sup>.

---

<sup>282</sup> Davidson, R., MacKinnon, J. G., & Davidson, R. (1985, July). Heteroskedasticity-robust tests in regressions directions. In *Annales de l'INSEE* (pp. 183-218). Institut national de la statistique et des études économiques.

Le chapitre d'ouvrage est consultable sur le lien :

[https://www.researchgate.net/profile/James\\_Mackinnon/publication/24119026\\_Heteroskedasticity-Robust\\_Tests\\_in\\_Regression\\_Directions/links/0912f507420e26e1ff000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/James_Mackinnon/publication/24119026_Heteroskedasticity-Robust_Tests_in_Regression_Directions/links/0912f507420e26e1ff000000.pdf)

Annexe 11: Test d'homoscédasticité de Breuch Pagan

| Source   | SS         | df | MS         |
|----------|------------|----|------------|
| Model    | 25.9940794 | 11 | 2.36309813 |
| Residual | 29.4007374 | 46 | .639146464 |
| Total    | 55.3948167 | 57 | .97183889  |

Number of obs = 58  
 F( 11, 46) = 3.70  
 Prob > F = 0.0008  
 R-squared = 0.4693  
 Adj R-squared = 0.3423  
 Root MSE = .79947

| Source   | SS         | df | MS         |
|----------|------------|----|------------|
| Model    | 28.0130573 | 11 | 2.54664157 |
| Residual | 27.3817595 | 46 | .595255641 |
| Total    | 55.3948167 | 57 | .97183889  |

Number of obs = 58  
 F( 11, 46) = 4.28  
 Prob > F = 0.0002  
 R-squared = 0.5057  
 Adj R-squared = 0.3875  
 Root MSE = .77153

| lnemigration | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| temp_max     |           |           |       |       |                      |
| --           | .1186302  | .1240816  | 0.96  | 0.344 | -.1311331 .3683935   |
| L1.          | -.1461339 | .1438768  | -1.02 | 0.315 | -.4357429 .143475    |
| L2.          | .0171406  | .135408   | 0.13  | 0.900 | -.2554216 .2897027   |
| L3.          | .0845887  | .1031792  | 0.82  | 0.417 | -.1231003 .2922777   |
| L4.          | -.077714  | .1043162  | -0.74 | 0.460 | -.2876916 .1322636   |
| lndmam       | -4.46037  | 1.53932   | -2.90 | 0.006 | -7.55886 -1.36188    |
| lnesprev     | 3.817562  | 1.382231  | 2.76  | 0.008 | 1.035275 6.599849    |
| txact        | .0260481  | .014523   | 1.79  | 0.079 | -.0031852 .0552814   |
| txscol       | -.1866641 | .6786591  | -0.28 | 0.785 | -1.552734 1.179406   |
| lnpop_reg    | 1.088803  | .2148834  | 5.07  | 0.000 | .6562647 1.52134     |
| ivm          | 6.079852  | 2.704843  | 2.25  | 0.029 | .6352856 11.52442    |
| _cons        | 5.562492  | 6.740497  | 0.83  | 0.413 | -8.005425 19.13041   |

| lnemigration | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| temp_min     |           |           |       |       |                      |
| --           | -.19945   | .1294424  | -1.54 | 0.130 | -.460004 .061104     |
| L1.          | -.1056891 | .1102967  | -0.96 | 0.343 | -.3277048 .1163266   |
| L2.          | .2981052  | .1431184  | 2.08  | 0.043 | .0100228 .5861877    |
| L3.          | -.1920521 | .1469184  | -1.31 | 0.198 | -.4877835 .1036792   |
| L4.          | -.1953275 | .1477415  | 1.32  | 0.193 | -.1020608 .4927158   |
| lndmam       | -3.192565 | 1.546595  | -2.06 | 0.045 | -6.3057 -.07943      |
| lnesprev     | 2.316153  | 1.390776  | 1.67  | 0.103 | -.4833341 5.11564    |
| txact        | .0300894  | .0133916  | 2.25  | 0.029 | .0031335 .0570453    |
| txscol       | .2781575  | .6838655  | 0.41  | 0.686 | -1.098392 1.654707   |
| lnpop_reg    | .9957467  | .2170697  | 4.59  | 0.000 | .5588081 1.432685    |
| ivm          | 3.420558  | 2.726225  | 1.25  | 0.216 | -2.067048 8.908164   |
| _cons        | 10.34244  | 6.527822  | 1.58  | 0.120 | -2.797388 23.48226   |

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: constant variance  
 Variables: fitted values of lnemigration  
 chi2(1) = 0.83  
 Prob > chi2 = 0.3636

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: constant variance  
 Variables: fitted values of lnemigration  
 chi2(1) = 3.02  
 Prob > chi2 = 0.0823

| Source   | SS         | df | MS         |
|----------|------------|----|------------|
| Model    | 39.9389819 | 11 | 3.63081654 |
| Residual | 15.4558348 | 46 | .335996408 |
| Total    | 55.3948167 | 57 | .97183889  |

Number of obs = 58  
 F( 11, 46) = 10.81  
 Prob > F = 0.0000  
 R-squared = 0.7210  
 Adj R-squared = 0.6543  
 Root MSE = .57965

| lnemigration | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|--------------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| ips_pluvio   |           |           |       |       |                      |
| --           | -.1042394 | .1186055  | -0.88 | 0.384 | -.3429798 .1345011   |
| L1.          | .0259856  | .1083835  | 0.24  | 0.812 | -.1921792 .2441503   |
| L2.          | .3342902  | .107514   | 3.11  | 0.003 | .1178758 .5507046    |
| L3.          | -.2961229 | .1044878  | -2.83 | 0.007 | -.5064459 -.0858     |
| L4.          | -.2223523 | .1108269  | -2.01 | 0.051 | -.4454353 .0007307   |
| lndmam       | -2.572804 | 1.236316  | -2.08 | 0.043 | -5.061379 -.0842295  |
| lnesprev     | 2.089681  | 1.081583  | 1.93  | 0.060 | -.087434 4.266795    |
| txact        | .0161228  | .010398   | 1.55  | 0.128 | -.0048072 .0370528   |
| txscol       | .1897099  | .5242046  | 0.36  | 0.719 | -.8654592 1.244879   |
| lnpop_reg    | 1.128459  | .1766549  | 6.39  | 0.000 | .7728712 1.484047    |
| ivm          | 3.541565  | 2.082758  | 1.70  | 0.096 | -.6508084 7.733939   |
| _cons        | 2.542053  | 5.036631  | 0.50  | 0.616 | -7.59616 12.68027    |

. hettest

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: constant variance  
 Variables: fitted values of lnemigration  
 chi2(1) = 2.80  
 Prob > chi2 = 0.0944

**Annexe 12: Tests de corrélation partielle entre les variables explicatives du modèle**

**pwcorr lndmam txact txscol lnpop\_reg ivm, obs sig star(10)**

|           | lndmam  | txact  | txscol  | lnpop_reg | ivm    |
|-----------|---------|--------|---------|-----------|--------|
| lndmam    | 1.0000  |        |         |           |        |
|           | 58      |        |         |           |        |
| txact     | 0.2013  | 1.0000 |         |           |        |
|           | 0.1298  | 58     |         |           |        |
| txscol    | 0.2580* | 0.1398 | 1.0000  |           |        |
|           | 0.0506  | 0.2952 | 58      |           |        |
| lnpop_reg | 0.4625* | 0.1719 | 0.1872  | 1.0000    |        |
|           | 0.0003  | 0.1970 | 0.1593  | 58        |        |
| ivm       | 0.3638* | 0.0029 | 0.3452* | 0.2201*   | 1.0000 |
|           | 0.0050  | 0.9826 | 0.0080  | 0.0969    | 58     |

**pwcorr ips\_pluvio lndmam txact txscol lnpop\_reg ivm, obs sig star(10)**

|            | ips_pluvio | lndmam  | txact  | txscol  | lnpop_reg | ivm    |
|------------|------------|---------|--------|---------|-----------|--------|
| ips_pluvio | 1.0000     |         |        |         |           |        |
|            | 257        |         |        |         |           |        |
| lndmam     | 0.2341*    | 1.0000  |        |         |           |        |
|            | 0.0769     | 58      |        |         |           |        |
| txact      | -0.2283*   | 0.2013  | 1.0000 |         |           |        |
|            | 0.0847     | 0.1298  | 58     |         |           |        |
| txscol     | 0.0255     | 0.2580* | 0.1398 | 1.0000  |           |        |
|            | 0.8491     | 0.0506  | 0.2952 | 58      |           |        |
| lnpop_reg  | -0.0280    | 0.4625* | 0.1719 | 0.1872  | 1.0000    |        |
|            | 0.8349     | 0.0003  | 0.1970 | 0.1593  | 58        |        |
| ivm        | 0.2449*    | 0.3638* | 0.0029 | 0.3452* | 0.2201*   | 1.0000 |
|            | 0.0639     | 0.0050  | 0.9826 | 0.0080  | 0.0969    | 58     |

**pwcorr temp\_max lndmam txact txscol lnpop\_reg ivm, obs sig star(10)**

|           | temp_max | lndmam  | txact  | txscol  | lnpop_reg | ivm    |
|-----------|----------|---------|--------|---------|-----------|--------|
| temp_max  | 1.0000   |         |        |         |           |        |
|           | 257      |         |        |         |           |        |
| lndmam    | -0.0166  | 1.0000  |        |         |           |        |
|           | 0.9016   | 58      |        |         |           |        |
| txact     | 0.0571   | 0.2013  | 1.0000 |         |           |        |
|           | 0.6705   | 0.1298  | 58     |         |           |        |
| txscol    | 0.2136   | 0.2580* | 0.1398 | 1.0000  |           |        |
|           | 0.1075   | 0.0506  | 0.2952 | 58      |           |        |
| lnpop_reg | 0.1305   | 0.4625* | 0.1719 | 0.1872  | 1.0000    |        |
|           | 0.3289   | 0.0003  | 0.1970 | 0.1593  | 58        |        |
| ivm       | 0.2215*  | 0.3638* | 0.0029 | 0.3452* | 0.2201*   | 1.0000 |
|           | 0.0948   | 0.0050  | 0.9826 | 0.0080  | 0.0969    | 58     |

**pwcorr temp\_min lndmam txact txscol lnpop\_reg ivm, obs sig star(10)**

|           | temp_min | lndmam  | txact  | txscol  | lnpop_reg | ivm    |
|-----------|----------|---------|--------|---------|-----------|--------|
| temp_min  | 1.0000   |         |        |         |           |        |
|           | 257      |         |        |         |           |        |
| lndmam    | -0.0452  | 1.0000  |        |         |           |        |
|           | 0.7360   | 58      |        |         |           |        |
| txact     | 0.0526   | 0.2013  | 1.0000 |         |           |        |
|           | 0.6950   | 0.1298  | 58     |         |           |        |
| txscol    | 0.2203*  | 0.2580* | 0.1398 | 1.0000  |           |        |
|           | 0.0966   | 0.0506  | 0.2952 | 58      |           |        |
| lnpop_reg | 0.1438   | 0.4625* | 0.1719 | 0.1872  | 1.0000    |        |
|           | 0.2815   | 0.0003  | 0.1970 | 0.1593  | 58        |        |
| ivm       | 0.2209*  | 0.3638* | 0.0029 | 0.3452* | 0.2201*   | 1.0000 |
|           | 0.0956   | 0.0050  | 0.9826 | 0.0080  | 0.0969    | 58     |

### Annexe 13: la multi-colinéarité, problème de corrélation des régresseurs ou variables explicatives

Ragnar Frisch ((1934) introduit le terme de multi-colinéarité dans l'analyse statistique. Elle renvoie à l'existence de deux formes de relation de corrélation entre les régresseurs :

- Une corrélation parfaite ou exacte (relation linéaire) entre une certaines ou la totalité des variables explicatives d'un modèle. Dans ce cas, la relation linéaire est satisfaite :

$$\gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \dots + \gamma_k X_k = 0 \quad (1)$$

- Comme le souligne Gujarati (2004), l'entendement de la multi-colinéarité a changé dans le temps et actuellement elle incorpore aussi bien la relation linéaire (1) que celle avec des régresseurs intercorrélés, mais de façon imparfaite comme suit :

$$\gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \dots + \gamma_k X_k + \vartheta_i = 0 \quad (2)$$

Avec  $X_i$ , les variables explicatives du modèles,  $i$  allant de 1 à  $k$  ;  $\gamma_i$ , les constantes de notre modèles non nulles simultanément et enfin  $\vartheta_i$ , est un terme d'erreur stochastique.

Si la relation (1) est observée alors les coefficients des variables explicatives sont indéterminés et les écarts types définis. Alors que dans le cas (2), en dépit de la détermination des coefficients estimés, les écarts types restent forts. Gujarati (2004) montrent que les coefficients peuvent donc être estimés avec une grande précision.

S'intéressant aux sources principales de la multicollinéarité, Montgomery et Peck (1982) [cité par Gujarati (2004)], en fournissent quatre :

- une mauvaise méthode de collecte des données ;
- une mauvaise spécification du modèle ;
- une mise en place de contrainte sur le modèle ou encore dans la population échantillonnée ;
- une surdétermination du modèle

#### Annexe 14: Détection de la multicollinéarité par le calcul de la variance inflation factor (VIF)

Comme son nom l'indique, la VIF permet d'apprécier la rapidité avec laquelle les variances et covariances grossissent par la présence de la corrélation de variables explicatives suivant le calcul ci-dessous :

$$VIF_k = \frac{1}{(1 - R_k^2)}$$

Avec, est la valeur de  $R^2$  obtenu en régressant la  $K^e$  variable explicative sur les autres variables explicatives du modèle. Signalons qu'une VIF concerne l'ensemble des régresseurs d'un modèle à régression multiple.

Plus la valeur calculée de cette FIV est importante, plus colinéaire est la variable explicative  $k$  avec les autres variables de l'équation, *ceteris paribus*. Chatterjee et Price (1991)\*\*\* ont donné deux règles de décision quant aux valeurs prises par la VIF : une VIF proche de 1 indique une absence de corrélation entre la variable  $K$  et les autres variables alors qu'une VIF proche de 10 (et/ou la moyenne des VIF est égale à 2) serait le signe d'une forte corrélation comme l'illustre la règle suivante :

| VIF calculée   | Etat des régresseurs |
|----------------|----------------------|
| VIF = 1        | Pas de colinéarité   |
| $1 < VIF < 5$  | Modérément corrélé   |
| $VIF > 5$ à 10 | Fortement corrélés   |

Une VIF supérieure à 4 justifie une enquête statistique poussée sur la colinéarité des variables et évidemment, il est possible d'utiliser la tolérance ( $tol$ ) qui est l'inverse de la FIV. Cette tolérance correspond à la part de la variance d'une variable indépendante inexplicée par les autres variables explicatives de l'équation. Elle est définie par :

$$Tol_k = \frac{1}{VIF_k} = (1 - R_k^2)$$

Elle doit être la plus grande possible. Comme le soulignent Chatterjee, Hadi et Price (2000), la  $tol$  inférieure à 10 nécessite une investigation de la colinéarité alors qu'une  $tol$  inférieure à 0.1 pose un réel problème de multicollinéarité.

\*\*\* Cependant, il convient de signaler que les règles de décision quant aux valeurs prises par la VIF n'est pas toujours identique parmi les chercheurs. En effet, la recommandation d'une VIF de 1 à correspond à la recommandation d'une tolérance de 10 obtenu par  $(1/0.1)$ . Rogerson (2001) contrairement à Chatterjee et *al.*, (2000) recommande une valeur maximale souhaitable de 5 de la VIF alors que Pan et Jackson (2008) recommande une VIF maximale de 4. Ainsi, dans la littérature économétrique, les chercheurs ne sont pas toujours alignés sur un critère unique d'interprétation de la VIF même si le tableau basé sur les recommandations de Chatterjee et Price (1991) fait office de référence en termes de nombre de citations.

Annexe 15: Relation non linéaire entre climat et respectivement revenu et espérance de revenu

|              | Pluviométrie         |                       | Températures maximales |                       | Températures minimales |                      |
|--------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
|              | Revenu t             | lnesprev              | Revenu t               | lnesprev              | Revenu t               | lnesprev             |
| ips_pluvio   | 0.0617<br>(0.0436)   | -0.0437<br>(0.0617)   |                        |                       |                        |                      |
| L.ips_pluvio | 0.0726*<br>(0.0320)  | -0.143***<br>(0.0453) |                        |                       |                        |                      |
| L2.ips_plu~o | -0.0241<br>(0.0368)  | -0.0600<br>(0.0520)   |                        |                       |                        |                      |
| temp_max     |                      |                       | 0.00459<br>(0.0378)    | 0.0166<br>(0.0494)    |                        |                      |
| L.temp_max   |                      |                       | -0.00624<br>(0.0373)   | 0.166***<br>(0.0488)  |                        |                      |
| L2.temp_max  |                      |                       | 0.00128<br>(0.0336)    | -0.187***<br>(0.0439) |                        |                      |
| temp_min     |                      |                       |                        |                       | -0.0664*<br>(0.0356)   | -0.0308<br>(0.0543)  |
| L.temp_min   |                      |                       |                        |                       | 0.0153<br>(0.0306)     | 0.00569<br>(0.0467)  |
| L2.temp_min  |                      |                       |                        |                       | 0.0502<br>(0.0394)     | 0.0151<br>(0.0603)   |
| _cons        | 14.43***<br>(0.0341) | 13.96***<br>(0.0482)  | 14.47***<br>(0.0528)   | 13.80***<br>(0.0689)  | 14.49***<br>(0.0508)   | 13.80***<br>(0.0968) |
| N            | 58                   | 58                    | 58                     | 58                    | 58                     | 58                   |

Standard errors in parentheses  
 \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

## Table des figures et graphiques

|  |     |
|--|-----|
| FIGURE 1: QUANTIFICATIONS DU NOMBRE DE « MIGRANTS/REFUGIES CLIMATIQUES » TOTAUX DE 1985 A NOS JOURS, AUTEURS, THEORIES ET CHIFFRES .....                 | 8   |
| FIGURE 2: REPRESENTATION « MAXIMALISTE » DE LA CAUSALITE ENTRE CLIMAT ET MIGRATIONS .....  | 16  |
| FIGURE 3: REPRESENTATION « MINIMALISTE » DES CAUSALITES DES MIGRATIONS DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUES .....                                  | 17  |
| FIGURE 4: LA TRAPPE A NON MIGRATION DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE.....   | 36  |
| FIGURE 5: L'EXPOSITION DES POPULATIONS AUX DESASTRES CLIMATIQUES ET NATURELS EN 2015 ET LE COUT GLOBAL ESTIME DEPUIS 1960 DANS LE MONDE .....            | 40  |
| FIGURE 6: DEPLACEMENTS LIES AUX CATASTROPHES CLIMATIQUES ET NATURELLES ET TYPE D'EVENEMENT ASSOCIE DANS LE MONDE ENTRE 2008 ET 2014.....                 | 42  |
| FIGURE 7: REPARTITION REGIONALE DES DEPLACES LIES AUX DESASTRES DANS LE MONDE, ENTRE 2008-2014....   | 43  |
| FIGURE 8: TRAVAIL SCIENTIFIQUE DES ORGANISATIONS INTERNATIONALES SUR LA MIGRATION, L'ENVIRONNEMENT ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE.....                      | 48  |
| FIGURE 9: DATES CLES POUR LA MIGRATION ET MIGRATION INDUITE PAR LE CLIMAT DANS LES PROCESSUS POLITIQUES INTERNATIONAUX DEPUIS 1998, ANNEE DE DEPART..... | 53  |
| FIGURE 10: REPRESENTATION SIMPLIFIEE DE DIFFERENTES TRAJECTOIRES (DISTANCES) ET TEMPORALITES DE LA MIGRATION SUITE A UN EVENEMENT CLIMATIQUE.....        | 57  |
| FIGURE 11: EVOLUTION DE L'INDICE STANDARDISE DE LA PLUVIOMETRIE AU SAHEL DE 1950 A 20005 .....   | 80  |
| FIGURE 12: EVOLUTION DE L'INDICE PLUVIOMETRIQUE ENTRE LES PAYS DE L'EST ET DE L'OUEST DU SAHEL DE 1950 A 2006.....                                       | 81  |
| FIGURE 13 : TENDANCE GLOBALE DE LA DUREE DES SAISONS DES PLUIES AU SAHEL .....   | 83  |
| FIGURE 14: TENDANCE MOYENNE DES DATES DE DEBUT ET DE FIN DE SAISON DANS LES DIFFERENTES ZONES DU SAHEL .....   | 84  |
| FIGURE 15: TENDANCE MOYENNE DES DUREES DE SAISONS PLUVIEUSES DANS LES DIFFERENTES ZONES DU SAHEL .....   | 85  |
| FIGURE 16: INDICE REGIONAL DES TEMPERATURES ANNUELLES MINIMALES (1960-2010) DANS LES PAYS DU CILSS .....   | 87  |
| FIGURE 17: INDICE REGIONAL DES TEMPERATURES ANNUELLES MAXIMALES (1960-2010) DANS LES PAYS DU CILSS .....   | 87  |
| FIGURE 18: INDICE REGIONAL DES TEMPERATURES ANNUELLES MOYENNES (1960-2010) DANS LES PAYS DU CILSS.....   | 88  |
| FIGURE 19: LES MOTEURS DE LA HAUSSE DES PRIX DES ALIMENTS EN 2007/2008. ....   | 91  |
| FIGURE 20: PAUVRETE DES POPULATIONS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE, AUGMENTATION DE LA VULNERABILITE SOURCE POTENTIELLES DE MIGRATIONS .....                   | 95  |
| FIGURE 21: DIFFERENTS TYPES D'AJUSTEMENT DES MENAGES EN SITUATION DE CHANGEMENT CLIMATIQUE.....  | 96  |
| FIGURE 22: LES DIFFERENTS TYPES DE CAUSES DE VULNERABILITES BIOPHYSIQUE ET SOCIALE .....   | 98  |
| FIGURE 23: CONCEPTUALISATION DE LA MIGRATION ECO-CLIMATIQUE AVEC LES DIFFERENTES COMPOSANTES DE LA VULNERABILITE SOCIO-ECOLOGIQUE .....                  | 103 |
| FIGURE 24: EVOLUTION DU PIB EN DOLLARS US COURANT DEPUIS 1960.....   | 159 |
| FIGURE 25: POURCENTAGE DE LA POPULATION AFFECTEE PAR LE CLIMAT, PAR SECTEURS ET SOURCES DE REVENU .....  | 163 |
| FIGURE 26: POPULATIONS PAUVRES PLUS EXPOSEES AUX CHOCS CLIMATIQUES .....   | 164 |
| FIGURE 27: LOCALISATIONS ADMINISTRATIVE ET CLIMATIQUE DES 16 STATIONS SYNOPTIQUES DU SENEGAL....   | 182 |
| FIGURE 28: COMPOSANTES DE L'EVI VERSION 2005 ET 2011.....  | 215 |
| FIGURE 29: LES COMPOSANTES DU PVCCI.....   | 220 |



|  |     |
|--|-----|
| FIGURE 30: REPRESENTATION COMPARATIVE DES SCORES DE VULNERABILITE DES SOUS-INDICES PAR REGION EN 2013.....   | 236 |
| FIGURE 31: TAUX DE MIGRATION NETTE ET INDICATEUR REGIONAL DE VULNERABILITE MULTIDIMENSIONNELLE.....  | 240 |
|  |     |
| GRAPHIQUE 1: EVOLUTION INTERCENSITAIRE DES MIGRATIONS DUREES DE VIE DANS LA ZONE BASSIN ARACHIDIER (A PARTIR DES TENDANCES DES DIFFERENTES REGIONS DANS LES ZONES) .....       | 144 |
| GRAPHIQUE 2: EVOLUTION INTERCENSITAIRE DES MIGRATIONS DUREES DE VIE DANS LA ZONE SENEGAL ORIENTAL (A PARTIR DES TENDANCES DES DIFFERENTES REGIONS DANS LES ZONES) .....        | 145 |
| GRAPHIQUE 3: EVOLUTION INTERCENSITAIRE DES MIGRATIONS DUREES DE VIE DANS LA ZONE CASAMANCE (A PARTIR DES TENDANCES DES DIFFERENTES REGIONS DANS LES ZONES).....                | 146 |
| GRAPHIQUE 4: EVOLUTION INTERCENSITAIRE DES MIGRATIONS DUREES DE VIE DANS LA ZONE VALLEE DU FLEUVE SENEGAL (A PARTIR DES TENDANCES DES DIFFERENTES REGIONS DANS LES ZONES)..... | 146 |
| GRAPHIQUE 5: EVOLUTION INTERCENSITAIRE DES MIGRATIONS DUREES DE VIE DANS LA ZONE SYLVO AGRO-PASTORALE (A PARTIR DES TENDANCES DES DIFFERENTES REGIONS DANS LES ZONES) .....    | 147 |
| GRAPHIQUE 6: EVOLUTION INTERCENSITAIRE DES MIGRATIONS DUREES DE VIE DANS LA ZONE DES NIAYES (A PARTIR DES TENDANCES DE LA SEULE REGION DE DAKAR) .....                         | 148 |
| GRAPHIQUE 7: IPS SUR LA PERIODE 1970-2013 DE NOS DIFFERENTES STATIONS REGIONALES AU SENEGAL. ....  | 188 |
| GRAPHIQUE 8: ANOMALIES INTER-HIVERNALES DES TEMPERATURES SUR LA PERIODE 1970-2012 SELON LES STATIONS REGIONALES DU SENEGAL.....  | 193 |

## Liste des tableaux

---

|  |     |
|--|-----|
| TABLEAU 1: RECHERCHE SUR GOOGLE SUR LE TRIPTYQUE MIGRATION, ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE.....  | 10  |
| TABLEAU 2: COUT TOTAL DES DOMMAGES EN \$ U.S DUS PAR LES INONDATIONS DE 2007-2008 DANS LES QUELQUES PAYS DU CILLS ET L'UEMOA.....                            | 90  |
| TABLEAU 3: QUELQUES INDICATEURS SOCIO-ECONOMIQUES SUR LES PAYS SAHELIENS EN 2014. ....   | 92  |
| TABLEAU 4: LES DIFFERENTS CONCEPTS DE LA VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....   | 98  |
| TABLEAU 5: EVOLUTION TAUX D'ACTIVITE ET DE CHOMAGE (DAKAR ET MOYENNE NATIONALE) ENTRE 1976 ET 2013.....  | 111 |
| TABLEAU 6: STRATEGIES D'AJUSTEMENT ADOPTEES PAR LES POPULATIONS SENEGALAISES FACE AUX SITUATIONS DE CRISE.....   | 117 |
| TABLEAU 7: DETERMINANTS DE LA MIGRATION AU SENEGAL SELON LA VULNERABILITE DES SYSTEMES SOCIO-ECOLOGIQUES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE.....      | 127 |
| TABLEAU 8: SCHEMA DES INTERACTIONS DES FACTEURS EXPLICATIFS SOCIO-ECOLOGIQUES DES MIGRATIONS PARTANT D'UN CHOC CLIMATIQUE OU ENVIRONNEMENTAL .....           | 136 |
| TABLEAU 9: EVOLUTION DE LA CONTRIBUTION DES TROIS SECTEURS ECONOMIQUES AU PIB SUR LA PERIODE 1980-2014.....  | 137 |
| TABLEAU 10: COMPOSANTES (ET RELATIONS) DE LA VULNERABILITE MULTIDIMENSIONNELLE. ....   | 149 |
| TABLEAU 11: EVOLUTION DU CLIMAT (PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE).....   | 151 |
| TABLEAU 12: CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CLIMATIQUES ET NIVEAU DE VULNERABILITE DES DIFFERENTES ZONES AGRO-ECOLOGIQUES OU CLIMATIQUES DU SENEGAL .....      | 154 |
| TABLEAU 13: POURCENTAGE DE LA POPULATION AFFECTEE PAR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE SELON SES DIFFERENTES MANIFESTATIONS PAR ZONE AGRO-ECOLOGIQUE DU SENEGAL..... | 158 |

|  |     |
|--|-----|
| TABLEAU 14: EVOLUTION PRINCIPAUX INDICATEURS MACROECONOMIQUES ENTRE 2009 ET 2014 .....   | 159 |
| TABLEAU 15: QUELQUES INDICATEURS SOCIAUX DEMOGRAPHIQUES ENTRE 2009 ET 2014 AU SENEGAL .....  | 160 |
| TABLEAU 16: EVOLUTION DE LA PAUVRETE ENTRE 1995 ET 2013 .....  | 161 |
| TABLEAU 17: LA VULNERABILITE SOCIO-ECONOMIQUE DANS LES DIFFERENTES ZONES AGRO-CLIMATIQUES DU SENEGAL .....   | 165 |
| TABLEAU 18: VULNERABILITE DES SYSTEMES SOCIO-ECOLOGIQUES DES DIFFERENTES ZONES ET MIGRATIONS AU SENEGAL .....  | 169 |
| TABLEAU 19: CARACTERISTIQUES DES DONNEES CLIMATIQUES (TEMPERATURES ET PLUVIOMETRIE .....   | 182 |
| TABLEAU 20: QUELQUES STATISTIQUES DESCRIPTIVES SUR L'HIVERNAGE DES STATIONS SUR LA PERIODE 1970-2013 .....   | 185 |
| TABLEAU 21: QUELQUES STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES TEMPERATURES MINIMALES SUR L'HIVERNAGE SELON STATIONS SUR LA PERIODE 1970-2013 .....                        | 191 |
| TABLEAU 22: QUELQUES STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES TEMPERATURES MAXIMALES DURANT L'HIVERNAGE (SAISON DES PLUIES) SELON STATIONS SUR LA PERIODE 1970-2013 ..... | 191 |
| TABLEAU 23: EFFECTIFS DES MIGRATIONS INTERREGIONALES 'DUREE DE VIE' AU SENEGAL SELON LES DIFFERENTS RECENSEMENTS .....   | 196 |
| TABLEAU 24: SOLDES MIGRATOIRES INTERREGIONAUX SELON LES DIFFERENTS RECENSEMENTS AU SENEGAL...  | 196 |
| TABLEAU 25: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 DERNIERES ANNEES SELON LE RPG DE 1976.....   | 197 |
| TABLEAU 26: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 DERNIERES ANNEES SELON LE RPGH DE 1988....   | 199 |
| TABLEAU 27: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 DERNIERES ANNEES SELON L'ESP DE 1993.....  | 200 |
| TABLEAU 28: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 DERNIERES ANNEES SELON LE RGPHE DE 2001.   | 201 |
| TABLEAU 29: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 DERNIERES ANNEES SELON LE RGPHE DE 2013 .  | 203 |
| TABLEAU 30: DIFFERENTS INDICES PRESENTES: FORCES ET FAIBLESSES .....   | 220 |
| TABLEAU 31: COMPOSANTES DE L'EVI .....   | 223 |
| TABLEAU 32: PRESENTATION SYNTHETIQUE DES SOUS-INDICES ET COMPOSANTES DE L'IRVM ET SOURCES DE DONNEES .....   | 228 |
| TABLEAU 33: RESULTATS IRVM PAR REGION SUR LES DIFFERENTES PERIODES .....   | 235 |
| TABLEAU 34: LES VARIABLES EXPLICATIVES ET CORRELATIONS ATTENDUES .....   | 253 |
| TABLEAU 35: VARIATION INFLATION FACTOR (VIF) .....   | 268 |
| TABLEAU 36: ESTIMATION MCO DES EFFETS DU CLIMAT (PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES) SUR LA MIGRATION INTERREGIONALE AU SENEGAL .....         | 279 |
| TABLEAU 37: ESTIMATION MCO DES EFFETS DU CLIMAT (PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES) SUR LA MIGRATION INTERREGIONALE AU SENEGAL, .....        | 283 |

## Listes des cartes, schémas, appendices, tables et annexes

---

|   |     |
|---|-----|
| CARTE 1: SAHEL, COMPRIS ENTRE 12°N ET 20°N, ZONES CLIMATIQUES, PRINCIPAUX PAYS ET CAPITALES.....      | 31  |
| CARTE 2: ZONES AGRO-CLIMATIQUES DU SAHEL.....   | 78  |
| CARTE 3: LE SENEGAL, POSITIONNEMENT ET DIFFERENTS CLIMATS .....                                       | 138 |
| CARTE 4: LE SENEGAL, DIFFERENTES REGIONS ET ZONES AGRO-ECOLOGIQUES.....                               | 141 |
| CARTE 5: NIVEAU DE PAUVRETE PAR REGIONS ET PAR ZONES AGRO-ECOLOGIQUES DU SENEGAL .....                | 162 |
| <br>  |     |
| SCHEMA 1: CHANGEMENT CLIMATIQUE, SYSTEME SOCIO-ECOLOGIQUE ET MIGRATIONS HUMAINES .....                | 24  |
| SCHEMA 2: RECAPITULATIF DE LA PROBLEMATIQUE DE THESE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE POUR Y REPENDRE ..... | 28  |
| SCHEMA 3 : COMPLEXITE DES RELATIONS CLIMAT-MIGRATION : DE LA MIGRATION A L'IMMOBILITE .....           | 35  |

|   |     |
|---|-----|
| SCHEMA 4: ADAPTATION IRVM REGIONAL PARTANT DU TABLEAU 9 DES VARIABLES EXPLICATIVES DE LA<br>MIGRATION INTERNE AU SENEGAL .....  | 226 |
| APPENDICE 1: RECAPITULATION DES DESASTRES DITS NATURELS/ENVIRONNEMENTAUX ENTRE 1975-2013 AU<br>SENEGAL SELON LES REGIONS, LEUR TYPES ET LE COUT .....   | 324 |
| APPENDICE 2: TAUX D'INACTIVITE EN % (POURCENTAGE DE LA POPULATION INACTIVE TOTALE).....   | 330 |
| APPENDICE 3: ESPERANCE DE VIE A LA NAISSANCE .....  | 330 |
| APPENDICE 4: DISTANCE PHYSIQUE EN KM ENTRE LA REGION DE DAKAR, CAPITALE ECONOMIQUE ET POLITIQUE,<br>ET LES AUTRES REGIONS DU SENEGAL.....   | 331 |
| APPENDICE 5: LE NOMBRE DE MARCHES.....  | 331 |
| APPENDICE 6: LA QUALITE DES INFRASTRUCTURES DE BASE .....   | 333 |
| APPENDICE 7: TAUX D'ACCES A UN SERVICE SELON LA REGION .....  | 333 |
| APPENDICE 8: SCORE ACCES NTIC .....   | 334 |
| APPENDICE 9: INDICE DE DIVERSIFICATION INTERCENSITAIRE.....   | 336 |
| APPENDICE 10: PART AGRICULTURE OU PRODUCTIVITE AGRICOLE.....  | 336 |
| APPENDICE 11: POURCENTAGE DE POPULATION SUR LA COTE MENACEE .....   | 337 |
| APPENDICE 12: TAUX DE PAUVRETE, PROFONDEUR ET SEVERITE PAR TYPE DE LOCALITE AU SENEGAL SELON LES<br>ESAM I ET II. ....  | 338 |
| APPENDICE 13: SEUILS DE PAUVRETE EN % SELON LES DIFFERENTES ENQUETES .....  | 338 |
| APPENDICE 14: TAUX MOYEN SUR « ANS DE LA PREVALENCE DE L'INSECURITE ALIMENTAIRE AU SENEGAL.....   | 339 |
| APPENDICE 15: LA SITUATION DE L'INSECURITE ALIMENTAIRE.....   | 340 |
| APPENDICE 16: POPULATIONS RURALES PAR REGION.....   | 340 |
| APPENDICE 17: POURCENTAGE DE POPULATION RURALE.....   | 341 |
| APPENDICE 18: CALCUL DES IRVM.....  | 341 |
| TABLE 1: CALCUL DES IRVM 1976 .....   | 343 |
| TABLE 2: CALCUL DES IRVM 1988 .....   | 343 |
| TABLE 3: CALCUL DES IRVM 1993 .....   | 344 |
| TABLE 4: CALCUL DES IRVM 2001 .....   | 344 |
| TABLE 5: CALCUL DES IRVM 2013 .....   | 345 |
| ANNEXE 1: LES GRANDES FAMILLES METHODOLOGIQUES EN RECHERCHE CLIMAT-MIGRATIONS .....   | 319 |
| ANNEXE 2: QUELQUES STATISTIQUES (DOMMAGES MOYENS EN MILLIONS DE DOLLARS US, VICTIMES ET<br>OCCURRENCES) SUR LES QUATRE SOUS-GROUPES DE DESASTRES NATURELS : 2015 CONTRE 2005-2014 ....  | 320 |
| ANNEXE 3: TRANSLATION DES ISOHYETES.....  | 321 |
| ANNEXE 4: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 ANNEES SELON L'ESP (1993). ....   | 321 |
| ANNEXE 5: CALCUL INTENSITE DES ECHANGES MIGRATOIRES INTERREGIONAUX DE 19993. ....   | 322 |
| ANNEXE 6: MIGRATION INTERREGIONALE AU COURS DES 5 DERNIERES ANNEES SELON L'ESP-II DE 2011 .....   | 323 |
| ANNEXE 7: REGROUPEMENT DES DONNEES AYANT SERVI AU CALCUL DE L'IVM REGIONAL SOUS FORME<br>D'APPENDICES .....   | 324 |
| ANNEXE 8: RECAPITULATION DES DIFFERENTES ETUDES SUR LE TRIPTYQUE CLIMAT-ENVIRONNEMENT-MIGRATION<br>A TRAVERS LE MONDE : AUTEURS ET ANNEES, METHODE EMPLOYEE, METHODE DE CALCUL DE LA MIGRATION<br>ET DU CLIMAT, TEMPORALITE DE L'ETUDE, ESPACE GEOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX RESULTATS.....            | 346 |
| ANNEXE 9: ESTIMATIONS MCO DES EFFETS DU CLIMAT (PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURES MAXIMALES ET<br>MINIMALES) SUR LES DIFFERENTES MODALITES DES MIGRATIONS INTERREGIONALES (TAUX MIGRATOIRE,<br>EMIGRATION, IMMIGRATION) AU SENEGAL SELON LES DIFFERENTES ANNEES RETENUES (COUPES<br>TRANSVERSALES). .... | 352 |

|   |     |
|---|-----|
| ANNEXE 10: TEST D'HOMOSCEDASTICITE DE BREUCH PAGAN .....  | 363 |
| ANNEXE 11: TEST D'HOMOSCEDASTICITE DE BREUCH PAGAN .....  | 365 |
| ANNEXE 12: TESTS DE CORRELATION PARTIELLE ENTRE LES VARIABLES EXPLICATIVES DU MODELE.....                   | 366 |
| ANNEXE 13: LA MULTI-COLINEARITE, PROBLEME DE CORRELATION DES REGRESSEURS OU VARIABLES<br>EXPLICATIVES ..... | 367 |
| ANNEXE 14: DETECTION DE LA MULTICOLINEARITE PAR LE CALCUL DE LA VARIANCE INFLATION FACTOR (VIF)             | 368 |
| ANNEXE 15: RELATION NON LINEAIRE ENTRE CLIMAT ET RESPECTIVEMENT REVENU ET ESPERANCE DE REVENU               | 369 |

# Table des matières

---

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Remerciements</i> .....  | V         |
| <i>Résumé</i> .....   | IX        |
| <i>Abstract</i> .....   | X         |
| <i>Sommaire</i> .....   | XI        |
| <i>Listes des sigles et acronymes</i> .....   | VI        |
| <b><i>Introduction générale</i></b> .....   | <b>I</b>  |
| La problématique climat-migrations .....  | 9         |
| <i>Un enjeu politique majeur</i> .....  | 9         |
| <i>Un débat scientifique initialement très clivé</i> .....  | 15        |
| <i>La définition de migration induite par le climat proposée dans cette thèse</i> .....   | 21        |
| Positionnement de la thèse .....  | 22        |
| <i>Problématique de la thèse</i> .....  | 22        |
| <i>Approche conceptuelle : la vulnérabilité socio-écologique</i> .....  | 23        |
| Organisation de la thèse .....  | 26        |
| <b><i>Partie 1 : Changement climatique et migrations : diversité des manifestations au Sahel et complexité des enjeux</i></b> .....                             | <b>29</b> |
| <b>Introduction générale la partie 1</b> .....  | <b>30</b> |
| <b>Chapitre 1 : Relations entre climat et migrations: repérage empirique et mise à l’agenda politique</b> .....   | <b>33</b> |
| 1.1. Introduction .....   | 34        |
| 1.2. Les migrations induites par le changement climatique : une réalité empirique.....  | 39        |
| 1.2.1. Quelques faits saillants dans le monde.....  | 43        |
| 1.2.2. Quelques faits saillants dans le Sahel.....  | 45        |
| 1.3. Reconnaissance internationale à travers les discours et plaidoiries .....  | 47        |
| 1.4. Difficile mise à l’agenda politique: enjeux et implications politiques .....   | 51        |
| 1.5. Catégorisation des migrations et ciblage de politiques publiques .....   | 56        |
| 1.5.1. Manifestations du changement climatique, migrations et réponses politiques envisageables   | 59        |
| 1.5.1.1. Evènement climatiques soudains, migrations et politiques.....  | 59        |
| 1.5.1.2. Evènements climatique progressifs, migrations et politiques .....  | 60        |
| 1.5.1.3. Elévation du niveau de la mer, migrations et politiques.....   | 64        |
| 1.6. Conclusion .....   | 66        |
| <b>Chapitre 2 : Caractériser la complexité des interactions socio-écologiques « climat-migrations » dans la région sahélienne: une question d’échelle</b> ..... | <b>68</b> |
| 2.1. Introduction .....   | 69        |
| 2.2. Evolution récente du climat au Sahel : entre rupture et variabilité des conditions climatiques.....  | 73        |
| 2.2.1. Définitions de quelques termes climatiques récurrents dans la caractérisation du climat au Sahel   | 74        |
| 2.2.2. La caractérisation-du climat sahélien depuis 1950 .....  | 77        |
| 2.2.2.1. Les précipitations au Sahel : entre variabilité, changement, rupture et reprise.....   | 79        |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 2.2.2.2.  | Une augmentation des températures combinée à une résurgence des désastres au Sahel   | 86  |
| 2.3.  | Le changement climatique au Sahel, une question d'échelle : nécessité de repenser les migrations à l'échelle des vulnérabilités systémiques.....                         | 92  |
| 2.3.1.  | Analyse des interactions complexes en termes de vulnérabilité du système socio-écologique  | 93  |
| 2.3.1.1.  | Origine de la vulnérabilité en climat .....  | 97  |
| 2.3.1.2.  | Présentation de la fonction de migration dans un contexte de vulnérabilité exacerbée par le changement climatique .....  | 101 |
| 2.4.  | Conclusion.....  | 105 |
| <br>  |  |     |
| <b>Chapitre 3 : Ordonnancement des interactions systémiques climat-migrations par le concept de vulnérabilité systémique. Premiers enseignements tirés des zones agro-écologiques du Sénégal. ....106</b> |  |     |
| 3.1.  | Introduction .....   | 107 |
| 3.2.  | Historique des migrations internes au Sénégal.....   | 109 |
| 3.3.  | Les facteurs de vulnérabilité explicatifs des migrations au Sénégal.....   | 115 |
| 3.3.1.  | Aperçu général des causes de migration au Sénégal .....  | 118 |
| 3.4.  | Evolution des migrations dans les zones agro-écologiques du Sénégal exposées au changement climatique : La vulnérabilité comme point de départ. ....                     | 137 |
| 3.4.1.  | Les zones agro-écologiques du Sénégal .....  | 139 |
| 3.4.1.1.  | Présentation .....   | 139 |
| 3.4.1.2.  | Tendances migratoires intercensitaires dans les différentes zones agro-écologiques ....  | 142 |
| 3.4.2.  | La vulnérabilité systémique point de départ de l'analyse .....   | 150 |
| 3.4.2.1.  | La vulnérabilité écologique (physico-climatique) des zones.....  | 150 |
| 3.4.2.2.  | La dynamique socio-économique des zones agro-écologiques .....   | 159 |
| 3.5.  | Conclusion.....  | 170 |
| <br>  |  |     |
| <b>Conclusion de la partie 1 .....171</b>   |  |     |
| <br>  |  |     |
| <b><i>Partie 2 : Climat, vulnérabilité socio-écologique et migrations : une instrumentation fondée sur les régions administratives du Sénégal ..... 173</i></b>   |  |     |
| <br>  |  |     |
| <b>Introduction générale de la partie 2.....174</b>   |  |     |
| <br>  |  |     |
| <b>Chapitre 4 : Elaboration de bases de données régionales climatiques et migratoires au Sénégal pour procéder à l'instrumentation.....176</b>  |  |     |
| 4.1.  | Introduction .....   | 177 |
| 4.2.  | L'évolution du climat (pluviométrie et températures) au Sénégal de 1970 à 2013 .....   | 178 |
| 4.2.1.  | Données et méthodologie .....  | 181 |
| 4.2.1.1.  | Données disponibles pour étudier l'évolution de la pluviométrie et des températures à l'échelle régionale.....   | 181 |
| 4.2.1.2.  | La méthodologie .....  | 183 |
| 4.2.2.  | Principaux résultats sur la pluviométrie et les températures .....   | 185 |
| 4.2.2.1.  | La variabilité temporelle des IPS selon les stations.....  | 185 |
| 4.2.2.2.  | Les anomalies de températures maximales et minimales .....   | 190 |
| 4.3.  | L'Elaboration d'une base de données migratoires interrégionales à partir des différents recensements et enquêtes (1976, 1988, 1993, 2001, 2011 et 2013) au Sénégal ..... | 195 |
| 4.3.1.  | Données disponibles sur les migrations internes et quelques statistiques.....  | 195 |
| 4.4.  | Conclusion.....  | 204 |

**Chapitre 5 : Climat et migrations interrégionales au Sénégal: analyse des interactions par la conception d'un indicateur de vulnérabilité systémique. ....206**

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.1.   | Introduction .....  | 207 |
| 5.2.   | Revue critique de la littérature des indicateurs de vulnérabilités économiques et physiques .....                 | 209 |
| 5.2.1. | La vulnérabilité socio-économique.....  | 212 |
| 5.2.2. | La vulnérabilité physico-climatique ou écologique .....   | 216 |
| 5.2.3. | Conception d'un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle au Sénégal.....                          | 222 |
| 5.3.   | Principes méthodologiques de déclinaison en indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM) ..... | 222 |
| 5.3.1. | Présentation des différentes composantes .....  | 223 |
| 5.3.2. | Déclinaison en un indicateur régional de vulnérabilité multidimensionnelle (IRVM) .....                           | 223 |
| 5.4.   | De la conception au calcul de l'IRVM .....  | 227 |
| 5.4.1. | Présentation des différentes sources de données utilisées .....   | 227 |
| 5.4.2. | Calcul des indices et discussion.....   | 233 |
| 5.5.   | IRVM et migrations interrégionales au Sénégal.....  | 237 |
| 5.6.   | Conclusion.....   | 242 |

**Chapitre 6 : Analyse économétrique des effets du climat sur les migrations interrégionales au Sénégal par la méthode d'empilement de données de coupes transversales de périodes différentes.....244**

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 6.1.     | Introduction .....  | 245 |
| 6.2.     | Champ de l'étude .....  | 245 |
| 6.2.1.   | Climat-migrations : quelles relations empiriques ? .....  | 245 |
| 6.2.2.   | Type de migrations étudiées (choix des migrations internes).....  | 248 |
| 6.2.3.   | Spécification du modèle : Les données et la construction des variables.....                                       | 251 |
| 6.2.3.1. | La variable à expliquer ou dépendante : les migrations .....  | 251 |
| 6.3.     | Modélisation de la « migration climatique » : construction de l'équation à estimer .....                          | 252 |
| 6.3.1.   | Équation réduite.....   | 252 |
| 6.3.2.   | Les variables explicatives .....  | 253 |
| 6.3.2.1. | Variables explicatives d'intérêt : le climat.....   | 253 |
| 6.3.2.2. | Variables explicatives économiques .....  | 254 |
| 6.3.2.3. | Variables explicatives sociodémographiques.....   | 256 |
| 6.4.     | Choix du traitement économétrique .....   | 258 |
| 6.4.1.   | La méthode économétrique : empilement de données en coupe transversale de plusieurs périodes (pseudo-panels)..... | 259 |
| ❖        | Utilisation d'un estimateur à effet fixe .....  | 262 |
| 6.4.2.   | Quelques tests de diagnostic sur la spécification de notre équation .....   | 264 |
| ❖        | Test d'omission de variables explicatives pertinentes.....  | 264 |
| ❖        | Test de corrélation entre les variables.....  | 264 |
| 6.5.     | Présentation des résultats.....   | 268 |
| 6.5.1.   | Que dit le modèle (et ne dit pas) ? .....   | 269 |
| 6.5.2.   | Résultats de base.....  | 270 |
| ❖        | Les effets de la pluviométrie (IPS) sur l'émigration et l'immigration interrégionales .....                       | 275 |
| ❖        | Les effets des températures maximales sur l'émigration et l'immigration interrégionales .....                     | 276 |
| ❖        | Les effets des températures minimales sur l'émigration et l'immigration interrégionales .....                     | 276 |
| 6.5.3.   | Test de robustesse des résultats de base .....  | 280 |
| ❖        | Vérification de la robustesse des résultats sans les régions de Dakar et Thiès .....                              | 280 |
| 6.6.     | Conclusion.....   | 284 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Conclusion de la partie 2 .....</b>  | <b>285</b> |
| <b><i>Conclusion générale.....</i></b>  | <b>286</b> |
| <b><i>Bibliographie .....</i></b>   | <b>292</b> |
| <b><i>Annexes.....</i></b>  | <b>319</b> |
| <b><i>Table des figures et graphiques .....</i></b>                           | <b>370</b> |
| <b><i>Liste des tableaux .....</i></b>  | <b>371</b> |
| <b><i>Listes des cartes, schémas, appendices, tables et annexes .....</i></b> | <b>372</b> |
| <b><i>Table des matières .....</i></b>  | <b>375</b> |