



Université Libre de Bruxelles

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (Faculté des Sciences)

Master en Sciences et Gestion de l'Environnement

Apports et limites des méthodes quantitatives à la compréhension du lien entre environnement et migration humaine

Mémoire de Fin d'Études présenté par PAROTTO, Gilles en vue de l'obtention du grade académique de Master en Sciences et Gestion de l'Environnement, finalité Gestion de l'Environnement [M-ENVIG]

Année Académique : 2016-2017

Directeur : François GEMENNE

Résumé

Actuellement, le changement climatique et la migration sont deux sujets brûlant d'actualité. Le lien entre ces deux phénomènes, bien qu'ayant toujours existé, suscite un intérêt croissant depuis un peu plus de trente ans et l'apparition des premières estimations du nombre de « réfugiés climatiques ». Les premiers scientifiques s'étant prêtés à des exercices de quantification se sont rapidement heurtés à la complexité du problème auquel ils avaient affaire. Les méthodes destinées à étudier les interactions complexes entre climat, environnement et migration se sont rapidement multipliées au sein de nombreuses disciplines de sciences humaines, chacune développée dans le but de répondre à des questions différentes sur le phénomène.

Partant de la question « Comment prouver le lien entre changement environnemental et migration ? », ce mémoire entend dresser un état des lieux général sur les pratiques méthodologiques quantitatives à l'œuvre dans ce champ d'études. Nous avons donc parcouru une partie des études de cas publiées sur le sujet et rencontré plusieurs chercheurs afin d'identifier un maximum de méthodes quantitatives mobilisées aujourd'hui. Nous avons identifié neuf groupes de méthodes, tant descriptives qu'explicatives. Sur base de considérations théoriques et méthodologiques relevées dans la littérature et lors de nos entretiens avec les chercheurs et autres acteurs du domaine, nous avons établi une grille de lecture composée de six critères. Nous avons ensuite évalué les forces et les faiblesses de chaque méthode en fonction de ces six critères.

Le constat central auquel nous arrivons est que l'intérêt des méthodes quantitatives dépasse largement la quantification des stocks de migrants. En outre, nous constatons que si certaines méthodes sont souvent utilisées, d'autres (parce qu'elles sont arrivées plus tard ou parce qu'elles suscitent peu d'intérêt auprès des scientifiques) sont rarement utilisées, bien qu'elles présentent des avantages pertinents pour l'étude de problèmes aussi complexes que celui-ci.

Après avoir offert un aperçu du large éventail des possibilités en la matière, nous encourageons donc, dans la mesure du possible, l'usage pluriel de méthodes et proposons une démarche type visant à souligner la multitude des apports possibles des méthodes quantitatives dans l'étude du lien entre climat, environnement et migration. Nous terminons par souligner que certaines questions, bien qu'encore abordées à l'heure actuelle, restent peu pertinentes et que les efforts devraient se tourner vers des buts plus utiles.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, François Gemenne, pour avoir accepté de m'accompagner dans la réalisation de ce travail de fin de cycle. Ses suggestions m'ont notamment aidé à recentrer la problématique à un moment où le nombre de questions à traiter m'apparaissait trop grand et où faire un choix m'apparaissait particulièrement difficile.

Je remercie également Edwin Zaccàï, Samuel Lietaer, Julien Vastenaekels et Wouter Acthen de l'IGEAT pour m'avoir posé les bonnes questions au bon moment lors de la prédéfense de février. Clairement, ces réflexions m'ont été utiles et elles étaient sans doute nécessaires à ce stade. Merci également à Matteo Gagliolo du département de sociologie pour ses conseils.

Je remercie ma marraine Marianne pour sa relecture, ses questions pertinentes et ses conseils avisés d'ex-chercheuse, mais aussi, et surtout pour son soutien moral, elle qui est toujours présente même à distance.

Je remercie ensuite Sébastien qui, avec sa perspective de climatologue, a non seulement attiré mon attention sur des aspects importants du problème, mais m'a également aidé à voir plus clair sur certains aspects techniques des modélisations informatiques.

Merci aussi à Claire et Miles, mes *presque* grands-parents, de m'avoir offert leur vue d'exacteurs dans les négociations climatiques. Les discussions que nous avons pu avoir sur le sujet (et sur mon travail) ont considérablement contribué au développement de mes réflexions.

Je remercie chaleureusement Alex Randall, que j'ai eu la chance d'accompagner plusieurs mois dans son travail au sein de la Climate and Migration Coalition. Les échanges que nous avons pu avoir sur le sujet et sa capacité remarquable à clarifier les enjeux les plus cruciaux dans les problématiques liées au changement climatique et à la migration m'ont été, eux aussi, fort précieux.

Merci à Dominic Kniveton et Sabine Henry, les deux chercheurs qui ont accepté de m'accorder un peu de leur temps afin de me parler de leur étude plus en profondeur et de partager avec moi leurs opinions sur les lignes à prendre en matière de recherche sur le sujet.

Je remercie enfin mes proches, famille et amis pour le soutien qu'ils et elles m'ont apporté durant mon travail et durant mes études. Merci à Mysou, Rosette, Giulia, Lorine, Amandine, Marine, Fanny, Alex, Shanti, Françoise, Evelyne, Jean-Luc, Anne, et Rose.

Table des matières

Introduction générale.....	1
1. Position du problème.....	1
2. Aperçu de la démarche.....	2
Première partie : Généralités.....	3
1. Quelles relations entre climat, environnement et migration humaine ?.....	3
1.1. Nouveaux concepts, nouveaux problèmes ?.....	3
1.2. Climat et environnement.....	5
1.3. Environnement et migration.....	7
1.3.1. Quelques précisions sur la relation abordée.....	7
1.3.2. Définir les « migrations environnementales » : un obstacle à la recherche ?... 8	
1.3.3. Quantification des stocks migratoires : « Estimates » ou « guesstimates » ?... 9	
1.4. Climat et migration.....	10
2. Pourquoi chercher à comprendre le lien entre changements environnementaux et migration ?.....	11
2.1. Motivations politiques et humanitaires.....	11
2.2. Motivations scientifiques.....	13
Deuxième partie : Cadre théorique.....	15
1. Quels regards porter sur la migration liée à l'environnement ?.....	15
1.1. Le « poids » de la composante environnementale.....	16
1.1.1. Maximalistes et Minimalistes : de quoi parle-t-on ?.....	16
1.1.2. Le déni de la complexité.....	16
1.2. Migration et coercition.....	19
1.3. Migration et adaptation.....	20
1.4. Une cadre théorique de base.....	22
2. Les méthodes utiles à la compréhension du lien entre environnement et migration....	25
2.1. Méthodes qualitatives.....	26
2.1.1. Remarque sur le projet EACH-FOR.....	26

2.1.2.	Les entretiens	26
2.1.3.	Les focus groups	27
2.1.4.	Avantages et limites de l'approche qualitative	27
2.2.	Méthodes quantitatives	29
2.2.1.	Objectifs, apports et limites des méthodes quantitatives	30
2.2.2.	Les méthodes quantitatives identifiées	35
Troisième partie : Méthodologie		49
1.	Démarche générale	49
1.1.	Rappel des objectifs	49
1.2.	Recherche et sélection des articles	49
1.3.	Analyse des articles	53
2.	Aperçu de la répartition géographique des études de cas	53
Quatrième partie : Analyse des méthodes sur bases des études de cas identifiées		55
1.	Critères retenus pour l'évaluation des méthodes	55
1.1.	Prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse	56
1.2.	Prise en compte des causalités indirectes et des interactions entre facteurs	56
1.3.	Prise en compte du temps	57
1.4.	Connaissance de la population et explication de la non-migration	57
1.5.	Opportunités pour la démarche prospective	57
1.6.	Opportunités pour la comparaison avec d'autres cas d'études	58
2.	Forces et faiblesses des familles de méthodes identifiées	59
2.1.	Les modèles de gravité	59
2.2.	Les modèles de régression	61
2.3.	Les analyses de survie	64
2.4.	Les analyses descriptives « basiques »	65
2.5.	La dynamique des systèmes	66
2.6.	L'Agent-Based Modelling	67
2.7.	Les modèles économiques à grande échelle	70

2.8. L'analyse des données mobiles.....	72
2.9. L'analyse en composantes principales.....	73
3. Conclusions de l'analyse.....	75
4. Proposition d'une démarche type.....	80
Conclusion générale.....	83
Bibliographie.....	85
Annexes.....	95
1. Questionnaire utilisé afin de faciliter l'analyse des études de cas.....	95
2. Diagramme des étapes à suivre par les agents de l'ABM d'Entwisle et al. (2016) ...	102

Table des illustrations

Liste des figures

Figure 1- Relations majeures abordées dans ce mémoire	5
Figure 2 - Les facteurs de risque d'impacts liés au changement climatique selon le GIEC.....	6
Figure 3 - Type de migrant selon le degré de coercition.....	19
Figure 4- Cadre conceptuel des facteurs de migration.....	23
Figure 5 - Exemple d'une droite de régression linéaire	37
Figure 6 - Schéma de la logique de base de la régression multivariée.....	38
Figure 7 - Exemple de modélisation avec la dynamique des systèmes.....	39
Figure 8 - Le diagramme de Coleman.....	42
Figure 9 - Nombre d'articles retenus pour l'analyse par année de publication.....	52
Figure 10- Les zones géographiques sur lesquelles ont porté les études de cas analysées	54
Figure 11-Modèle conceptuel de la prise de décision de migrer en fonction des conditions de précipitation au Burkina Faso.	68
Figure 12- Proposition d'une démarche type pour l'approche quantitative des migrations liées à l'environnement.	81

Liste des tableaux

Tableau 1- Les méthodes quantitatives utilisées dans l'étude du lien entre environnement et migration selon six aspects épistémologiques.....	46
Tableau 2 - Les méthodes identifiées, et les questions auxquelles elles permettent de répondre dans le cadre de l'étude du lien entre environnement et migration	47
Tableau 3- Résumé des forces et faiblesses des 9 méthodes identifiées	77

Liste des abréviations

- ABM : Agent-Based Modeling
- ACP : Analyse en Composantes Principales
- CCNUCC: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques)
- COP : Conference of Parties (Conférence des parties de la CCNUCC)
- EACH-FOR : Environmental Change And Forced Migration Scenarios
- EHA : Event History Analysis (analyse de survie)
- GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- IDP : Internally Displaced Person
- IPCC : voir GIEC
- OIM : Organisation Internationale pour les Migrations
- PNUE (UNEP en anglais) : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
- UNFCCC : Voir CCNUCC

INTRODUCTION GENERALE

1. Position du problème

Le réchauffement climatique que nous connaissons depuis plusieurs décennies ainsi que la nature anthropique de son origine ont tous deux été attestés, et font consensus au sein la communauté scientifique mondiale. Le lien entre les changements climatiques et la modification de l'environnement a lui aussi été attesté dans de nombreuses études de cas, synthétisées par le GIEC.

Qu'il s'agisse d'événements météorologiques extrêmes et rapides (cyclones, tempêtes...) ou de modifications de l'environnement plus lentes (désertification, hausse du niveau des mers...), les hommes et les femmes sont soumis dans de nombreuses régions de la planète à des pressions auxquelles ils réagissent différemment, en fonction d'une multitude de facteurs.

Le changement climatique est très souvent *un* facteur parmi de nombreux autres ayant un impact sur l'environnement des communautés humaines, et la migration est très souvent *une* des réactions possibles de la part de cette communauté. À l'origine considérée seulement comme la conséquence d'un échec à l'adaptation (comprise alors comme le fait de rester sur place), la migration d'individus suite à une modification de leur environnement naturel est aujourd'hui davantage envisagée comme une stratégie d'adaptation elle-même.

Étant donné la multitude des facteurs en présence et leur enchevêtrement complexe, il apparaît impossible d'appréhender la question des migrations induites par le changement climatique de façon linéaire et déterministe, comme il était encore d'usage il y a quelques années d'ici (en considérant le nombre de personnes vivant dans une zone à risque comme le nombre de personnes qui se déplaceraient d'ici x années, par exemple). L'idée selon laquelle cette question doit être abordée de manière *systemique* est aujourd'hui largement partagée dans le monde scientifique.

Mais comment évalue-t-on aujourd'hui le lien entre environnement et migration ? Comment prouve-t-on et explique-t-on cette relation ? Si les méthodes d'investigation qualitatives donnent entre autres la possibilité d'identifier les forces en présence dans chaque contexte étudié, elles ne permettent pas la modélisation chiffrée du phénomène, utile notamment à des fins de construction de scénarios futurs.

Différentes méthodes ont permis d'attester le lien entre dégradation de l'environnement et la variabilité dans les schémas de migrations humaines. Mais ces différentes méthodes répondent chacune à des questions différentes. Ce qu'elles cherchent à déterminer est différent, tout comme les facteurs qu'elles prennent en compte et la façon dont elles les font intervenir dans l'analyse.

2. Aperçu de la démarche

Il s'agira donc dans un premier temps de faire un état des lieux sur les méthodes quantitatives que l'on utilise dans ce champ d'études. Après les avoir répertoriées, il faudra poser un regard critique sur ces pratiques de recherche. Ces considérations se baseront sur base d'une analyse d'études de cas et de quelques entretiens avec des chercheurs ayant étudié le lien entre environnement et migration. Ce n'est donc ni un mémoire en statistique ni en informatique. L'évaluation porte sur les aspects conceptuels des méthodes et les types de résultats qu'elles autorisent, et non sur leurs aspects purement techniques.

Dans la première partie, nous ferons le tour de la question plus en profondeur afin de bien définir ce à quoi nous nous intéressons dans le cadre de ce mémoire. Dans la seconde partie, dans un premier temps, nous aborderons les questions d'ordre conceptuel et théorique afin de mettre en lumière les différentes conceptions du lien entre environnement et migration qui influencent le choix entre les différentes méthodes. Dans un second temps, nous présenterons les méthodes que nous avons pu identifier afin de saisir leur mode de fonctionnement. Dans la troisième partie, nous donnerons des précisions sur la façon dont nous avons procédé dans l'analyse des études de cas, qui est présentée dans la quatrième partie. À l'issue de celle-ci, nous proposerons une démarche type à l'usage des chercheurs en soulignant notamment l'intérêt de l'utilisation combinée de plusieurs de ces méthodes.

1. Quelles relations entre climat, environnement et migration humaine ?

1.1. Nouveaux concepts, nouveaux problèmes ?

Réfugiés climatiques, migrations climatiques, migrations environnementales, climigration, environmentally displaced persons (EDP), eco-refugee,... Au fil de ces dernières années, ces termes sont devenus de plus en plus présents dans la littérature scientifique et ailleurs en société. Pour Nicholson (2011), le concept de migration environnementale (*environmental migration*) et les autres concepts apparentés précités sont une conséquence de l'intérêt grandissant simultanément porté à deux phénomènes : (a) le changement climatique et (b) la migration en général.

L'année 2006 est sans nul doute une année importante dans le processus de médiatisation du changement climatique, avec la publication du rapport Stern et la sortie en salles du documentaire « Une vérité qui dérange » (*An Inconvenient Truth*), suite à quoi Al Gore recevra le prix Nobel de la paix conjointement avec le GIEC l'année suivante. Pour ce qui est de la migration, Nicholson (2011) souligne que l'intérêt porté à la migration s'est accru de manière phénoménale dès la fin de la guerre froide et donc de la fin des discours politiques majoritairement orientés sur les grandes dichotomies entre le monde de l'Est et celui de l'Ouest. Selon cet auteur, il était presque inévitable que ces deux champs d'études se rencontrent à un moment donné, créant « un sujet blockbuster pour l'attention épistémique » (Nicholson, 2011 : 11).

Si les années 2000 ont sans doute contribué à l'ancrage de ces concepts dans le débat, les premières tentatives de conceptualisation du lien entre environnement et migration humaine datent elles depuis plus de 60 ans (Cournil, 2010). Ce n'est donc pas un champ d'études nouveau, mais on peut dire qu'il a véritablement gagné de l'importance depuis moins de trente ans.

Les années 1980 marquent sans doute le début de l'apparition de tous ces concepts, à commencer par celui de « réfugié environnemental » (*environmental refugee*) popularisé par un rapport du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) rédigé par Essam El-Hinnawi en 1985. Les *réfugiés environnementaux*, qui forment le titre de ce rapport, y sont définis comme suit :

« [...] those people who have been forced to leave their traditional habitat, temporarily or permanently, because of a marked environmental disruption (natural and/or triggered by people) that jeopardised their existence and/or seriously affected the quality of their life. » (El-Hinnawi, 1985).

Bien que très large quant aux motifs de déplacement, cette définition a tout de même suscité de nombreux débats, certainement davantage portés sur l'utilisation du terme « réfugié »¹ dans un premier temps. Par la suite, c'est plus largement sur l'existence d'une catégorie distincte de migrants que seront portées les discussions. Ces débats sont toujours en cours, même si aujourd'hui, comme nous le verrons, l'idée que l'environnement n'est jamais le seul facteur à rentrer en ligne de compte est généralement (sinon unanimement) acceptée par les chercheurs.

Bien que les migrations humaines suite à des modifications environnementales aient toujours eu lieu depuis l'apparition de l'homme sur Terre (Hastrup et Fog Olwig, 2012), le changement climatique actuel et les changements environnementaux y étant plus ou moins liés sont considérés depuis peu comme des facteurs supplémentaires susceptibles de provoquer de nouveaux déplacements de populations. C'est ainsi qu'une littérature abondante sur le sujet composée de nombreuses études de cas s'est peu à peu développée. Aux quatre coins du monde, on essaie de comprendre comment l'environnement (influencé lui-même en partie par le climat) influence les migrations. Parfois, les chercheurs postulent même l'existence d'un lien direct entre climat et migration.

Afin de jeter les bases pour l'analyse qui suivra, nous passerons brièvement en revue les relations pouvant exister entre climat, migration et environnement dans les trois sections suivantes. Les relations abordées dans ce mémoire entre les trois composantes sont représentées dans la figure 1 par des flèches pleines ; celles qui ne seront pas abordées par des flèches discontinues.

¹ La notion de *réfugié* fait référence à la définition proposée dans la *convention relative au statut de réfugié* de Genève de 1951. Le réfugié y est défini comme « toute personne qui se trouve **hors du pays dont elle a la nationalité** ou dans lequel elle a sa résidence habituelle, et qui du fait de sa race, de sa religion, de sa nationalité, de son appartenance à un groupe social déterminé ou de ses opinions politiques craint avec raison d'être **persécutée** et ne peut se réclamer de la protection de ce pays ou en raison de ladite crainte ne peut y retourner. » (Refugee Convention, UNTS No. 2545). D'autres définitions existent mais c'est cette définition qui fait foi dans les décisions de justice actuellement.

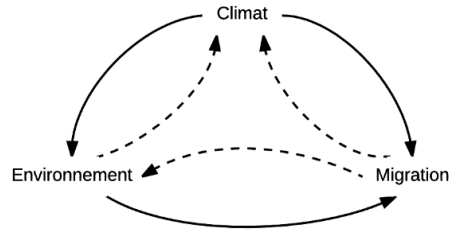


Figure 1- Relations majeures abordées dans ce mémoire (flèches pleines)

1.2. Climat et environnement

La température moyenne de la Terre a augmenté d'environ 0.8°C au cours du dernier siècle (Hartmann et al., 2013). L'origine anthropique de ce réchauffement fait consensus à environ 97% au sein la communauté scientifique mondiale (Cook et al., 2013 ; Cook et al., 2014).

Cette hausse moyenne des températures a des impacts sur l'environnement (et indirectement, la société) que le groupe de travail II du GIEC est chargé de synthétiser. Le GIEC classe ces impacts en trois catégories majeures: (a) les impacts sur les systèmes physiques, (b) les impacts sur les systèmes biologiques et (c) les impacts sur les systèmes humains (IPCC, 2014).

Les impacts sur les systèmes physiques regroupent la fonte des glaciers et du pergélisol, les changements dans les régimes de précipitation, l'érosion côtière et la hausse moyenne du niveau des océans. Les impacts sur les systèmes biologiques quant à eux regroupent les impacts sur les écosystèmes terrestres, l'occurrence des feux de forêt, et les impacts sur les écosystèmes marins. Enfin, les impacts sur les systèmes humains englobent les impacts sur l'agriculture et l'élevage, les impacts sur les moyens de subsistance, ainsi que sur la santé et/ou l'économie.

Avant de poursuivre, il est utile et important de rappeler que le GIEC définit explicitement ces *impacts* comme une combinaison entre changements climatiques d'une part et processus socio-économiques d'autre part (Figure 2) et qu'il fait une distinction claire entre les impacts où la contribution du changement climatique est *majeure* et ceux où celle-ci est *mineure*. Dès lors, cela suppose que toute démarche visant à étudier les causes de modification d'un environnement prenne en compte conjointement les facteurs climatiques et les facteurs humains, tels que les pratiques dans l'usage des sols, les stratégies d'adaptation ou plus largement encore les pratiques de gouvernance. À cet égard, la notion de « production du risque » formalisée par Vinet et al. (2012) dans son étude de cas sur la tempête Xynthia en

France apparaît ici comme tout à fait pertinente : les risques liés au changement climatique ont une part construite plus ou moins grande selon la situation.

À l'heure où le changement climatique est souvent présenté comme un des plus grands défis à relever par l'humanité, ce point est crucial. En effet, considéré comme une menace importante, on pourrait être tenté d'attribuer au changement climatique à lui seul la cause de toute nouvelle dégradation environnementale. Or, les situations menant à des dégradations de l'environnement sont souvent complexes et impliquent d'autres facteurs que le climat, et ce de manière parfois dominante. Dans de telles situations, omettre les facteurs non climatiques reviendrait à ignorer les responsabilités *directes*² des acteurs concernés dans la dégradation environnementale (par exemple la gestion de l'eau à l'échelle régionale) et donc à mettre tout sur le compte du changement climatique. Ces conceptions, que l'on pourrait qualifier de « climato-déterministes », peuvent évidemment avoir de lourdes implications au niveau politique, car si un terrain agricole s'est asséché *de par la faute du climat*, entraînant une catastrophe humanitaire, il n'y a plus vraiment de « coupable » à aller chercher ailleurs (Oliver-Smith, 2012).

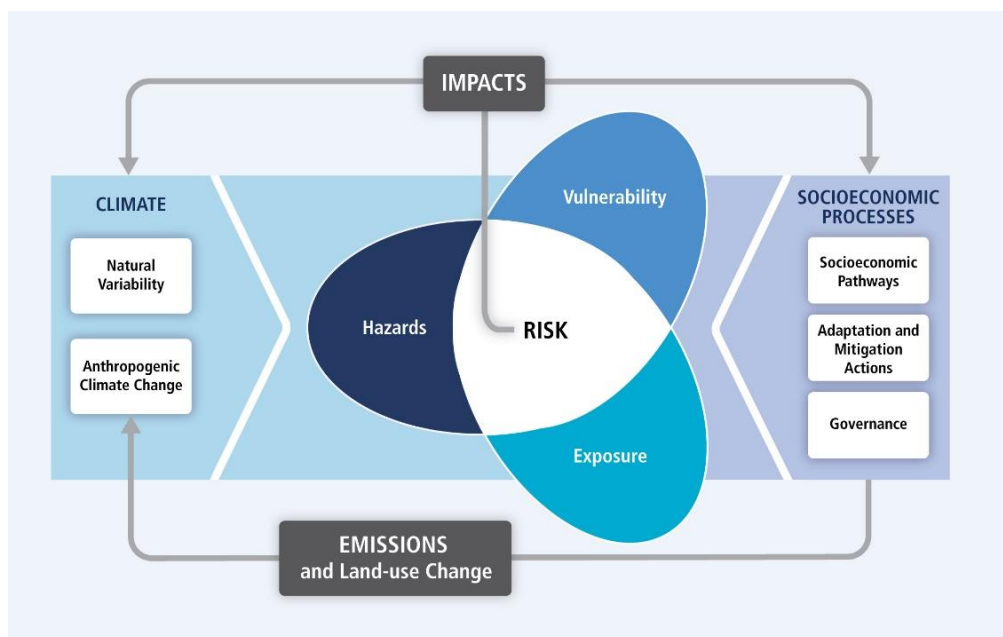


Figure 2 - Les facteurs de risque d'impacts liés au changement climatique selon le GIEC. Source : cinquième rapport du GIEC (2014), WGII.

En outre, rappelons aussi la différence entre le changement climatique global et les changements climatiques locaux, ces derniers pouvant directement être altérés suite à une

² Par opposition aux émissions de gaz à effet de serre qui pourraient avoir un effet *indirect* sur la modification de l'environnement puisque cela passe d'abord par la modification du climat.

modification de l'environnement par l'homme à plus petite échelle. Ainsi, la plantation d'arbres dans un endroit où il n'y en avait pas jusqu'alors peut modifier le climat à *cet endroit*. Nous ne détaillerons pas davantage ici, ceci n'étant pas l'objet de ce mémoire. Toutefois, ceci nous permet de rappeler que les relations entre climat, environnement et société ne sont jamais unidirectionnelles et qu'il faut en tenir compte lorsqu'il s'agit de gérer un écosystème.

1.3. Environnement et migration

1.3.1. Quelques précisions sur la relation abordée

Commençons par définir de quel environnement nous parlons. L'environnement peut être naturel, politique, social, ou encore psychologique. Littéralement, c'est l'ensemble des éléments qui entourent quelque chose ou quelqu'un. Dans ce mémoire, c'est bien sûr à l'environnement naturel de l'homme que nous nous intéressons. Cet environnement est défini dans le dictionnaire Larousse comme l'« ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses *besoins* ». À l'inverse de la *nature* au sens large, l'environnement inclut donc une composante sociale (Lévy, 1999). D'un simple point de vue sémantique, alors que l'homme n'a pas forcément besoin de la *nature* en tant que telle, l'homme a bel et bien besoin de son *environnement* pour subvenir à ses besoins.

Ensuite, il faut mentionner que puisque nous nous intéressons spécifiquement à l'influence que l'environnement peut avoir sur la migration, nous ne développerons pas davantage la relation inverse, c'est-à-dire les impacts que la migration de populations humaines a sur l'environnement. Le lecteur désireux d'en apprendre plus sur ce sujet peut se référer à (Bilsborrow, 1992) pour un aperçu global de la problématique et à, par exemple (Black et Sessay, 1997) pour une étude de cas au Sénégal traitant de ces questions. À titre anecdotique, le Norwegian Refugee Council a récemment développé une application³ à destination de ses agents humanitaires dans le but d'aider ceux-ci à réduire l'impact environnemental de leurs opérations dans les zones touchées par des catastrophes, y compris les déplacements de population.

Enfin, les migrations que l'on pourrait qualifier typiquement « de plaisance » (migrer pour des motifs qui ne sont en rien liés à une *nécessité*) par exemple le cas des pensionnés américains

³ Nommée NEAT, pour « NRC Environmental Assessment Tool »

partis vivre leur retraite sous le soleil au Mexique (Sunil et al., 2007) ne sont pas l'objet de ce mémoire. Nous nous concentrons uniquement sur les migrations rendues nécessaires (entièrement ou en partie) par des conditions extérieures aux simples envies des individus.

1.3.2. Définir les « migrations environnementales » : un obstacle à la recherche ?

Volontairement, nous ne nous servons pas du terme « migration environnementale » pour définir les déplacements de population étant de près ou de loin liés à l'environnement, tant l'exercice de définition de ce concept (et des notions apparentées) est malaisé. La définition des « migrants environnementaux » donnée par l'Organisation Internationale pour les Migrations (OIM) est la suivante :

« On appelle migrants environnementaux les personnes ou groupes de personnes qui, essentiellement pour des raisons liées à un changement environnemental soudain ou progressif influant négativement sur leur vie ou leurs conditions de vie, sont contraintes de quitter leur foyer habituel ou le quittent de leur propre initiative, temporairement ou définitivement, et qui, de ce fait, se déplacent à l'intérieur de leur pays ou en sortent ». (OIM, 2011 : 33)

La nature des migrations dont les causes doivent en partie être recherchées dans l'environnement comporte donc plusieurs dimensions (Gemenne et al., 2016) : (a) le niveau de coercition, (b) la durée de la migration et (c) le niveau de préparation (selon la vitesse de dégradation de l'environnement). Il est important de garder à l'esprit que ces dimensions sont des continuums. À cela s'ajoute la question de la limite au-delà de laquelle une migration peut être considérée comme environnementale ou non (à quel point est-elle environnementale ?). Dès lors, les tentatives de classement de migrations (ou de migrants) dans des catégories exclusives apparaissent assez hasardeuses. Elles se sont d'ailleurs toujours révélées vaines (Stojanov et al., 2014), considérées parfois même comme inutiles, basées sur des hypothèses non falsifiables⁴, voire dangereuses pour la cause des migrants (Nicholson, 2011 entre autres).

Du fait de cette difficulté à établir des catégories distinctes, les chevauchements et confusions entre les termes utilisés sont fréquents. À titre d'exemple, l'entrée « climate refugee » dans le glossaire de l'OIM, duquel a été tirée la définition ci-dessus, renvoie à « environmental migrant » ou « Environmental Displaced Person (EDP) ».

⁴ Au sens de Karl Popper (1959).

Ainsi, il apparaît que l'analyse de la relation entre environnement et migration ne doit pas forcément passer par la création d'une nouvelle catégorie de migration. On pourrait d'ailleurs se demander si cela est nécessaire. Faut-il nécessairement chercher à isoler un type de migration différent parce que la composante environnementale a commencé à susciter de l'intérêt récemment ? Ces questions restent ouvertes. Dès lors, nous faisons le choix de ne pas employer de terme générique.

1.3.3. Quantification des stocks migratoires : « Estimates » ou « guesstimates » ?

Sans définition exclusive des « migrations environnementales », l'exercice de quantification des personnes déplacées pour des causes environnementales (entièrement ou en partie) est dès le début fortement compromis. En ne considérant rien d'autre que le choix de la typologie, on arriverait d'emblée à des nombres différents en fonction de celle que l'on choisit.

Laissons donc la question de la définition conceptuelle de côté et cantonnons-nous aux faits en considérant simplement l'environnement comme un facteur parmi d'autres, et la migration et ses dimensions (voir plus haut) comme un ensemble de variables dépendantes de ces facteurs.

Les estimations et prévisions *à l'échelle mondiale* du nombre de personnes déplacées suite à des causes environnementales ont commencé à faire leur apparition à la des années 1980⁵. Leur caractéristique commune est le manque d'une méthodologie robuste, menant à de nombreuses incertitudes quant aux nombres de migrants avancés. De plus, ces chiffres auraient volontairement été instrumentalisés afin d'attirer l'attention sur le problème (Gemenne, 2011). Caractérisées par un déterminisme environnemental prégnant, ces estimations et prévisions supposent un lien direct entre les zones à risques et la migration future des individus les occupant. On se doute cependant que la réalité est bien plus complexe.

On peut ici aussi se poser la question du sens d'un tel exercice : pourquoi devrait-on chercher à connaître le nombre de migrants dus à des changements environnementaux ? Quel usage pourrait-on faire de cette statistique, si ce n'est tirer la sonnette d'alarme sur les questions environnementales et/ou le changement climatique, et donc instrumentaliser en quelque sorte toute une partie de l'humanité ?

⁵ Pour un historique détaillé de ces estimations et prévisions, voir Gemenne (2011).

Comme nous le verrons plus loin, les efforts de quantification apparaissent plus utiles à des échelles plus locales, puisque de telles informations peuvent directement aider les décideurs dans leurs tâches de gestion de la population lors de situations critiques. À des échelles réduites, on peut envisager les différentes options (migration comprise mais pas uniquement) dont une communauté dispose face à un choc, ce qui reste fort vague et plutôt théorique si on essaie de raisonner de la sorte à l'échelle mondiale.

Un souci important dans ces estimations à l'échelle globale est également que ces statistiques portent sur des *stocks* et non des *flux* (Gemenne, 2011). Autrement dit, ce sont des statistiques de personnes et non d'événements, ce qui manque peut-être également de pertinence lorsque l'on veut considérer les mouvements saisonniers et circulaires, par exemple.

Enfin, il ne faut pas oublier que l'environnement n'est qu'un facteur parmi de nombreux autres. Comme démontré par Richard Black et ses collègues dans leur revue (2011), l'environnement agit souvent comme un catalyseur. Nous reviendrons plus longuement sur la « part » qu'occupe l'environnement dans l'explication de la migration plus loin, ceci étant un des fils rouges de la problématique de ce mémoire.

1.4. Climat et migration

Le climat est « une notion statistique de l'état de l'atmosphère durant une période donnée, généralement longue, sur un lieu donné (...)» (Doutreloup, 2016). Si parfois « environnement » et « climat » sont utilisés dans la recherche traitant du sujet de manière indistincte, l'idée que le changement climatique seul puisse provoquer la migration de la population y habitant semble avoir été consolidée avec le terme anglais « *climigration* ». Ce concept aurait été développé par un avocat américain spécialiste des droits de l'homme afin d'attirer l'attention sur le cas des populations autochtones d'Alaska devant faire face à une fréquence accrue d'inondations et une érosion côtière grandissante menaçant leur habitat, des facteurs directement liés au changement climatique (Hamilton et al., 2016). Toutefois, on voit ici que le changement climatique influence les communautés autochtones d'abord via la détérioration de l'environnement.

On pourrait essayer de trouver des cas de « *climigration* » ailleurs, comme dans les îles du Pacifique menacées par la hausse du niveau des mers. Mais même ici, l'environnement et d'autres facteurs socio-économiques semblent être (aujourd'hui du moins) plus importants dans la décision d'émigrer que la hausse du niveau marin à venir (Shen et Gemenne, 2011).

La synthèse des études de l'influence du réchauffement de la température terrestre moyenne sur la fréquence d'événements extrêmes ne permet pas toujours de dégager une tendance claire pour les 50 années à venir (IPCC, 2014), le degré de certitude variant en fonction de la nature des événements (sécheresse, typhons...). Cela étant, il faut souligner que le climat tel qu'il est aujourd'hui influence déjà les dynamiques de migration dans certaines régions du monde à travers la manifestation d'extrêmes météorologiques récurrents. C'est ainsi que les typhons poussent régulièrement les gens à migrer temporairement au Bangladesh (Poncelet, 2010) ou que les sécheresses dans le Sahel, elles aussi récurrentes, ont façonné au cours du temps le mode de vie des populations locales, habituées à se déplacer constamment en fonction des éléments (Jónsson, 2010).

2. Pourquoi chercher à comprendre le lien entre changements environnementaux et migration ?

Comme nous venons de le voir, le thème de l'environnement dans l'étude des migrations humaines est assez récent. D'abord caractérisée par des tentatives de création de nouveaux concepts et typologies censés désigner un large nombre de personnes à l'échelle mondiale, la recherche sur la relation entre environnement et migration humaine a progressivement nuancé ses conclusions et fait preuve de moins de déterminisme environnemental. Généralement, on reconnaît aujourd'hui que l'environnement doit être compris comme un facteur parmi d'autres avec lesquels il interagit.

Trop longtemps mis de côté, on s'est rendu compte progressivement que l'étude de cet ensemble de facteurs était pertinente dans la recherche sur ce qui influence la migration et les stratégies d'adaptation d'une communauté face à un choc, de quelque nature qu'il soit.

Nous aborderons donc brièvement deux raisons majeures pour lesquelles l'étude de la composante environnementale apparaît pertinente : les implications humanitaires et politiques d'abord et l'évolution de la recherche elle-même ensuite.

2.1. Motivations politiques et humanitaires

De manière plus générale, les questions de migration occupent une place importante dans la politique aujourd'hui. Le débat politique a été marqué en Europe de manière croissante depuis les années 1980 par les questions de migration (Wihtol de Wenden, 1995). Il n'est donc pas étonnant que toute question touchant à l'(im)migration stimule fréquemment le système

politique en place et le pousse à s'informer au mieux afin de répondre aux exigences en matière de gouvernance d'une part et aux attentes de l'électorat de l'autre.

Ainsi, l'OIM est dotée d'un département de la *gestion des migrations*, destiné à « [définir] les lignes d'action des bureaux extérieurs, [formuler] les stratégies mondiales, [fixer] des normes et veille[r] au contrôle de la qualité »⁶. En Europe, que les questions d'immigration soient gérées par le ministère de l'Intérieur (comme c'est le cas en Belgique) ou par celui de la justice (comme c'est le cas en Suède), les organes destinés à la gestion des flux migratoires sur les territoires nationaux sont omniprésents. Fin des années 2000, on a même assisté à la création d'un ministère de l'immigration en France sous la présidence de Nicolas Sarkozy (qui toutefois n'aura pas fait long feu).

En ce qui concerne les réponses apportées par les politiques à des situations de crises ou aux changements dans les dynamiques migratoires sur le plus long terme, l'idée selon laquelle les réponses politiques apportées aux déplacements de population dus aux changements environnementaux doivent être développées sur base d'une compréhension en profondeur du phénomène est très largement partagée par les chercheurs, et souvent avancée comme une, sinon *la* raison d'être de leur recherche (Oliver-Smith, 2012 ; Ginnetti et Franck, 2014 ; Nawrotzki et Bakhtsiyarava, 2016 entre autres).

Première enquête à l'échelle mondiale portant sur les changements environnementaux et la migration (Warner, 2011), le projet de recherche EACH-FOR (Environmental Change and Forced Migration Scenarios) initié en 2007 entendait d'ailleurs, sur base de 23 études de cas, fournir des informations aux décideurs politiques sur les migrations humaines liées aux dégradations environnementales.

Enfin, au-delà de ces aspects purement politiques, une bonne raison de faire de la recherche sur la façon dont l'environnement influence (ou pourrait influencer à l'avenir) les migrations dans un lieu donné est bien sûr aussi que ces informations peuvent aider les acteurs du secteur humanitaire présents dans les hot-spots à travers le monde, ce sur quoi insistent régulièrement l'Internal Displacement Monitoring Center (IDMC), bureau statistique du Norwegian Refugee Council (NRC) ou la Climate and Migration Coalition⁷.

⁶ Information reprise de la page web du département, accessible à : <https://www.iom.int/fr/la-gestion-des-migrations>.

⁷ La Climate and Migration Coalition est un réseau d'organisations non gouvernementales œuvrant pour les réfugiés et les questions de migration.

Cette demande de données sur les intrications entre environnement et migration et leurs potentielles conséquences ont donc plusieurs sources : l'apparition d'un nouveau champ de recherche⁸, une stimulation importante de la sphère politique suscitée par les questions de migration depuis quelques décennies, l'orientation politique de la recherche sur le sujet, parfois remise en question (Jónsson, 2010 :29) et enfin la nécessité pour les acteurs de terrain d'avoir plus d'informations sur la nature de crises potentielles.

2.2. Motivations scientifiques

Même si l'environnement a souvent joué un rôle important dans les déplacements de populations, il n'a pas toujours été abordé dans les théories de la migration. À l'origine, c'était d'ailleurs la migration qui était étudiée dans les sciences naturelles (la géographie tout particulièrement) plutôt que l'environnement étudié dans les sciences humaines, qui commencera véritablement à l'être avec l'apparition des questions liées au climat notamment (Piguet, 2013). Cela étant, les facteurs environnementaux sont encore aujourd'hui peu souvent abordés dans les théories classiques de la migration (Stojanov et al., 2014).

Les approches adoptées dans les études de cas de migrations liées à l'environnement sont peu nombreuses et font très souvent référence à des paradigmes en économie, comme les théories *Push-Pull*, la *Sustainable Livelihood Approach*, ou plus souvent ces dernières années l'approche des *New Economics of Labor Migration* (Kniveton et al., 2008 ; Jónsson, 2010).

Les théories push-pull initialement mobilisées dans les premières tentatives de quantification des flux migratoires liés au changement climatique ont fait preuve d'un grand déterminisme environnemental, concevant les individus comme des corps attirés ou repoussés par des conditions favorables ou défavorables. Ceci pose problème lorsqu'on veut par exemple chercher à expliquer le choix des individus entre plusieurs options lors d'une situation critique, ou encore lorsqu'on essaie de comprendre plus en profondeur ce qui différencie les réponses de deux communautés distinctes lors de l'occurrence d'une même catastrophe. Dans une telle perspective, l'environnement est vu comme quelque chose d'extérieur au monde social, ce qui représente dès le départ un biais important pour la recherche qui en découle⁹.

Plus nuancée, la *Sustainable Livelihood Approach* aborde directement les questions liées à la façon dont les communautés répondent à un stress environnemental. Dans cette perspective, la

⁸ Cf. section 1.1 de cette partie.

⁹ Cf. section 1.3.1 dans cette partie.

migration est envisagée comme *une* des réponses possibles, et non la seule. En revanche, cette approche est moins adaptée à l'analyse des *causes* qui entraînent ces réponses.

Les New Economics of Labor Migration (NELM) traitent de cette causalité puisqu'elles offrent un cadre visant spécifiquement à comprendre *pourquoi* les individus migrent. Souvent adoptée dans les études de cas considérant l'environnement comme *un* des facteurs de migration (Nawrotzki et al., 2013 ; Ezra et Kiros, 2001 ; Shrestha et Bhandari, 2007 entre autres), cette approche est régulièrement présentée comme une alternative aux théories économiques néo-classiques, auxquelles on reproche souvent un déterminisme économique trop prégnant, lié notamment à la prépondérance de l'analyse coûts-bénéfices dans l'explication des choix humains. L'approche NELM serait donc une alternative intéressante puisqu'elle autorise à envisager la migration comme une stratégie de diversification des revenus¹⁰ et permet l'analyse du problème à plusieurs niveaux (individu, ménage, communauté). Elle offre également la possibilité de considérer un ensemble de causes différentes (Kniveton et al., 2008). Toutefois, il faut garder à l'esprit que l'approche NELM est directement issue de l'économie et que pour certains, elle n'est pas si éloignée de théories néo-classiques (Abreu, 2010).

L'enjeu ici est donc double. Il s'agit d'abord d'apporter des réponses à des questions qui jusqu'il y a quelques années n'avaient été que très peu abordées dans la recherche et qui s'inspirent toutes plus ou moins de la connexion entre changement climatique et migration humaine. Ensuite, il faut reconnaître qu'aujourd'hui encore, les approches sur lesquelles s'appuient les études sur le sujet sont dominées par l'approche économique et que, comme nous le verrons plus loin, ceci a un impact tant sur la conceptualisation du problème que dans les outils méthodologiques choisis pour répondre aux questions que l'on se pose, et donc aux types de réponses que l'on obtient.

¹⁰ Et donc par extension une stratégie d'adaptation. Voir la section 1.3 de la seconde partie sur l'adaptation.

DEUXIEME PARTIE : CADRE THEORIQUE

1. Quels regards porter sur la migration liée à l'environnement ?

Nous avons vu dans la partie précédente que la problématisation du lien entre climat, environnement et migration s'est peu à peu nuancée au fil des trente dernières années. Les facteurs environnementaux et/ou climatiques sont d'abord apparus dans le débat comme des signaux annonçant (presque à eux seuls) un futur peu réjouissant pour une large part de l'humanité. Au fil du temps, la place qu'occupent ces facteurs dans l'explication des phénomènes migratoires s'est vue relativisée par la reconnaissance du rôle joué par d'autres facteurs sociaux ou économiques. Aujourd'hui, cette multicausalité est généralement bien reconnue.

Il n'en reste pas moins que l'importance accordée à l'environnement dans l'explication des dynamiques de migration est assez variable dans la littérature, selon la discipline dans laquelle se situe le chercheur ainsi que l'approche qu'il décide d'adopter pour mener à bien sa recherche.

Parallèlement à cela se pose également la question du niveau de *coercition* de la migration auquel font face les populations touchées par une dégradation de leur environnement : jusqu'à quel point les communautés affectées ont-elles le choix de rester ou de partir ? Au-delà de l'estimation du degré de coercition lui-même, c'est aussi la façon d'envisager le rapport de l'homme et son pouvoir face à la nature qui doit être questionnée.

Ceci mène enfin à la question de la migration en tant que *stratégie d'adaptation*, une conception aujourd'hui largement adoptée, par opposition à la migration comme *échec à l'adaptation*, une façon de voir les choses qui prévalait lors des premières publications sur le sujet.

Ces trois questions sont discutées tour à tour dans les sous-sections suivantes. Pour terminer, le cadre conceptuel synthétique proposé par Black et al. (2011) est présenté et confronté à ces trois problématiques pour définir les « bonnes pratiques » dans les exercices de conceptualisation du lien entre environnement et migration. Celles-ci serviront entre autres à l'élaboration des critères sur la base desquels seront évaluées les méthodes adoptées dans les études de cas analysées dans la quatrième partie de ce mémoire.

1.1. Le « poids » de la composante environnementale

1.1.1. Maximalistes et Minimalistes : de quoi parle-t-on ?

Bien que les oppositions plutôt radicales du début de la période de publication sur le lien entre environnement et migration semblent aujourd'hui estompées, la littérature sur le sujet s'étend toujours entre les deux pôles d'un continuum, faisant largement référence à des débats épistémologiques en sciences sociales qui ne datent pas d'hier.

Ces deux pôles actuels sont les conceptions qui ont été qualifiées de *minimalistes* et de *maximalistes* par Suhrke en 1994 et font directement référence à la place qu'occupe l'environnement dans l'explication de la migration.

Les approches tendant vers une perspective *minimaliste* reconnaissent que l'environnement *en soi* ne constitue pas une cause importante de la migration, mais qu'elle influence d'autres facteurs qui eux sont déterminants. À l'inverse, les approches tendant vers une perspective *maximaliste* entendent extraire l'environnement d'un ensemble de facteurs et présenter le déplacement associé comme une cause directe de la dégradation environnementale (Suhrke, 1994).

C'est suite à la nuance apportée par les minimalistes qu'est ainsi apparu, par exemple, le concept de *migration économique induite par l'environnement* (*environmentally induced economic migration*), formulé par Tamer Afifi en 2011 pour caractériser les migrations au Niger. L'environnement y est envisagé comme une sorte de « catalyseur » accélérant la modification des conditions économiques initiales qui sont, elles, considérées comme décisives pour la migration (Afifi, 2011).

1.1.2. Le déni de la complexité

En prenant un peu de hauteur, cette distinction entre ce « déterminisme environnemental » et les approches plus minimalistes se rapporte en quelque sorte à un vieux problème ; celui de l'étude des systèmes et le problème de *déni de la complexité* y étant lié. Il faut revenir brièvement sur la notion de système, l'approche qu'elle suggère et en quoi elle concerne l'étude de la relation entre environnement et migration.

La formalisation de la théorie des systèmes complexes est souvent rattachée à Ludwig Von Bertalanffy et son ouvrage fondateur *General System theory: Foundations, Development, Applications* publié la première fois en 1968. Il y définit le système comme « un complexe

d'éléments *en interaction* » (Bertalanffy, 1968). Plus tard, dans le monde francophone, c'est notamment Edgar Morin qui contribuera grandement au développement de cette pensée complexe en philosophie des sciences. Dans le premier tome de son ouvrage majeur *La Méthode (La Nature de la Nature)*, Edgar Morin (1977) aborde les questions de conceptualisation des systèmes complexes dans une variété de disciplines scientifiques. Par la suite, il abordera plus en détail ce qui oppose le paradigme de *simplification* à celui de la complexité et formulera les *commandements de la complexité* dans un de ses autres ouvrages (Morin, 1982), une synthèse des lignes directrices de l'approche systémique. Sans rentrer davantage dans les détails de son œuvre ici, nous choisissons de citer quatre points de son analyse qui nous apparaissent pertinents pour ce qui suivra :

1. Dans le paradigme de simplification, la causalité est linéaire. Dans le paradigme de la complexité, la causalité n'est pas linéaire mais bien *complexe et indirecte* ;
2. Dans le paradigme de simplification, on isole l'objet d'étude de son environnement pour en mesurer l'influence. Dans le paradigme de la complexité, on ne fait que le *distinguer*¹¹ de son environnement ;
3. Dans le paradigme de simplification, on ne connaît pas l'autonomie d'un système. Dans le paradigme de la complexité, on aborde l'*auto-organisation*, notamment à travers les *boucles de rétroaction* ;
4. Dans le paradigme de simplification, le temps n'a pas d'importance. Les phénomènes sont considérés comme réversibles. Dans le paradigme de la complexité, on intègre le temps dans l'analyse et on considère dès lors les phénomènes comme *irréversibles*.

Sur base de ces quatre oppositions, on peut se poser quatre questions liées directement à l'étude du lien entre environnement et migration (dans le même ordre) :

1. La causalité entre environnement et migration est-elle linéaire ou non ?
2. Doit-on isoler les variables environnementales pour contrôler leurs effets sur la migration par rapport à d'autres facteurs ou doit-on plutôt analyser les relations que ces différents facteurs entretiennent entre eux, et donc comment le système réagit *en tant qu'ensemble unifié*.
3. La communauté étudiée est-elle capable de modifier l'influence que l'environnement a sur elle ou non (positivement ou négativement) ?

¹¹ Ici synonyme de « différencier ».

4. Ces interactions doivent-elles être étudiées « hors du temps » sur base d'observations à un moment donné, ou est-il plus intéressant de voir comment elles évoluent en fonction de différents événements ?

Ainsi, répondre par la première ou la seconde proposition de chacune de ces quatre questions nous oriente soit vers le paradigme de la simplification, soit vers celui de la complexité, ou dans une certaine mesure soit vers l'approche maximaliste, soit vers l'approche minimaliste.

Pratiquement toutes les études de cas que nous avons analysées reconnaissent que les causes de migration sont multiples et complexes et qu'il est difficile d'isoler le facteur environnemental. Un bon nombre d'entre elles relatent l'existence (probable ou attestée) de capacités d'atténuation des impacts environnementaux par les communautés affectées et incluent la temporalité dans leur analyse.

Et pourtant, lorsque l'on se lance dans l'analyse empirique d'un cas, ces quatre paramètres, bien que reconnus comme importants, sont parfois laissés pour compte, ou du moins abordés de manière insuffisante (Jónsson, 2010). Comment expliquer cette incohérence subsistante, ce « résidu » de *déni de complexité* ? Lawrence et al. (2014) abordent ce problème spécifiquement dans le cadre des études en environnement et montrent à quel point la complexité dans la gestion des problématiques environnementales manque de considération tant dans la sphère académique que dans les sphères professionnelle ou politique. Ailleurs, dans les études de genre par exemple, certains chercheurs ont abordé les difficultés que leur champ d'études a éprouvées avant d'arriver à théoriser la bisexualité chez les êtres humains, et donc à reconnaître que l'orientation sexuelle est organisée de façon bien plus complexe que selon une simple dichotomie entre hétérosexualité et homosexualité (Beemyn et Eliason, 1996). Dans un autre registre, pour prendre un exemple plus appliqué, le changement climatique a souvent été présenté dans les médias étrangers comme une grande menace pour la renniculture en Laponie suédoise, alors que les facteurs influençant son avenir sont beaucoup plus nombreux que les simples facteurs climatiques et que l'adaptation au changement climatique est davantage contrainte par l'utilisation des sols que par les températures et les régimes de précipitation (Löf, 2014)¹². On pourrait continuer cette liste d'exemples sur de nombreuses pages, mais le lecteur aura compris ce qui devait être mis en avant ici. La complexité pose parfois problème, même dans les sciences.

¹² Cet exemple est tiré d'un travail exploratoire personnel sur le sujet réalisé au cours de cette dernière année.

La compréhension systémique se heurte souvent à une sorte de *déni*, favorisé sans doute par le mode de développement de la science en occident, où la capacité à avancer des idées « claires et distinctes » en ayant recourt aux principes de « disjonction », de « réduction » et « d'abstraction » est finalement ce qui l'a légitimée en grande partie depuis Descartes au XVIIe siècle (Morin, 2005 : 18).

1.2. Migration et coercition

Une tendance dans les premières publications sur le sujet a été également de considérer la migration résultant de changements environnementaux comme uniquement forcée. Ainsi, Myers (1993) qui estimait le nombre de « réfugiés climatiques » à environ 25 millions¹³ au moment de sa publication n'envisage à aucun moment que l'environnement puisse être autre chose qu'un facteur « push » qui pousse les populations hors des zones à risque. Les stratégies d'adaptation aux changements environnementaux *sur place* ne sont donc même pas envisagées. En citant le rapport du GIEC au début de son article et en considérant *d'emblée* les pays en voie de développement comme inaptes à agir sur leur environnement afin d'éviter une migration, Myers a peut-être oublié la part construite dans les risques liés aux impacts du changement climatique, un aspect qui est pourtant explicité dans les rapports du GIEC comme nous l'avons vu plus haut¹⁴. Au-delà de cette conception très déterministe du lien entre environnement et migration, Myers fait également preuve d'une sorte de condescendance occidentale qui, outre les questions éthiques qu'elle implique, ouvre la voie à toutes sortes de biais méthodologiques.

À vrai dire, la migration dont les causes doivent en partie être recherchées dans l'environnement est toujours *plus ou moins forcée*. Hugo (1996) était sans doute le premier à formaliser un continuum entre la migration entièrement forcée et la migration entièrement volontaire. Par la suite, Bates (2002) a proposé trois grandes catégories de migrants selon le degré de coercition (Figure 3).

INVOLUNTARY	COMPELLED	VOLUNTARY
ENVIRONMENTAL REFUGEE	ENVIRONMENTAL EMIGRANT	MIGRANT

Figure 3 - Type de migrant selon le degré de coercition. Source : Bates (2002)

¹³ Un des chiffres les plus souvent cités. Pour une revue détaillée des premières estimations et prédictions à grande échelle, voir Gemenne (2011).

¹⁴ Cette affirmation ne néglige cependant pas les différences de moyens existant entre ces pays et les pays développés ; c'est bien le postulat *a priori* de Myers qui est critiqué ici.

On retrouve dans toutes ces discussions sur le caractère coercitif de la migration le terme *réfugié environnemental*, utilisé pour caractériser les migrations entièrement forcées. Comme noté plus haut (voir plus haut), la notion de réfugié est directement en lien avec le sens proposé par la Convention de Genève de 1951. Le problème avec l'usage du concept de *réfugié environnemental* (ou parfois encore *réfugié climatique*) est qu'au sens strict de cette convention, un réfugié ne peut pas être environnemental. L'apparition de cette notion a suscité de nombreux débats qui continuent à être alimentés de tous côtés. Faut-il créer une nouvelle catégorie de réfugiés ? Faut-il élargir la définition de la convention de Genève ? Ou faut-il encore simplement continuer à *parler* de ces réfugiés sans forcément mener le débat jusque dans la sphère juridique ? Avec un peu de prospective, on doit forcément admettre que les réponses à ces questions auront dans le futur des implications politiques majeures.

Par exemple, le fait d'être reconnu comme réfugié (toujours au sens de la convention de Genève) signifie que l'on a été *persécuté*. Quand on sait que les pays les moins émetteurs de gaz à effets de serre sont aussi les pays les plus touchés par les impacts du changement climatique, ce dernier doit-il être considéré comme une forme de persécution de la part des pays les plus avancés ? Si oui, comment établir le lien entre la cause du dommage et le dommage effectivement subi ? Et quelles réponses envisager ?

Ou au contraire, faut-il balayer d'un revers de la main les termes *réfugié environnemental et/ou climatique* afin justement de souligner l'importance des causes autres que les causes climatiques et environnementales et donc afin de pointer la part de responsabilité des dirigeants dans la dégradation de l'environnement subie ou dans le manque de mesures prises pour atténuer ces impacts ? On l'aura vite compris, toutes ces questions peuvent avoir une incidence politique majeure.

L'objet du mémoire portant davantage sur les questions méthodologiques, nous nous limitons à évoquer ces réflexions. Les débats étant toujours en cours ici aussi, par prudence nous choisissons de ne pas parler de réfugié environnemental ou de réfugié climatique par la suite.

1.3. Migration et adaptation

Connexe à la question de la *coercition*, la question de l'*adaptation* fait elle aussi débat. Si le terme *réfugié* que nous venons d'aborder renvoie implicitement à la définition de la convention de Genève de 1951, celle d'*adaptation* fait quant à elle implicitement référence à l'*adaptation au changement climatique*. Le GIEC définit l'adaptation comme suit :

« Processus d’ajustement au climat présent ou attendu et à ses effets. Dans les systèmes humains, l’adaptation cherche à modérer ou éviter les nuisances ou à exploiter les opportunités bénéfiques. Dans certains systèmes naturels, l’intervention humaine peut faciliter l’ajustement au climat attendu et à ses effets ». (IPCC, 2014).

Dans la même veine que la conception *nécessairement forcée* de la migration due aux changements environnementaux, les débuts de la littérature sur le sujet ont été marqués par l’idée selon laquelle migrer était la conséquence d’un *échec* à l’adaptation, une issue dramatique pour les individus n’ayant pas été capables de surmonter les défis d’un changement sur lequel ils n’avaient aucun contrôle. Cependant, la recherche empirique sur le sujet a montré que dans de nombreux cas, la migration était déjà utilisée dans de nombreux endroits comme stratégie d’adaptation (Tacoli, 2009). Il peut s’agir d’envoyer un membre du ménage travailler ailleurs pendant les périodes plus difficiles afin qu’il envoie de l’argent à ceux qui restent, ou bien de migrer ensemble, de façon périodique ou ponctuelle en cas de stress environnemental soudain. Les études de cas menées dans le cadre du projet EACH-FOR ont significativement contribué à faire connaître ces dynamiques au reste de la communauté scientifique qui s’intéressait au sujet, celle-ci ne prenant alors peut-être pas toujours en compte les travaux de chercheurs plus « anciens » qui avaient étudié ces dynamiques migratoires dans certaines régions du monde en voie de développement auparavant¹⁵ (Jónsson, 2010).

C’est ainsi que la conception de la migration en tant que stratégie d’adaptation a peu à peu fait son chemin et que suite à la COP 16 de Cancún en 2010, la migration fut reconnue au niveau institutionnel comme stratégie d’adaptation. En 2010 toujours, la Déclaration du Forum sur la Vulnérabilité Climatique (CVF en anglais), organisé dans le but de définir la stratégie d’adaptation au changement climatique dans les pays les plus vulnérables¹⁶ a contribué à consolider cette conception (Wanneau, 2013).

Au-delà du souci de faire correspondre les mots avec la réalité de terrain, l’enjeu de la conception de la migration en tant que stratégie d’adaptation est évidemment également l’assistance aux populations concernées par les déplacements. Dès lors que la migration est

¹⁵ Ces derniers avaient parfois inclus les facteurs environnementaux dans leur recherche sans pour autant les mettre particulièrement en avant, ni sans forcément parler de *migration environnementale* ou d’autres concepts apparentés. Selon les suggestions de Jónsson (2010), on peut supposer que cela expliquerait cette « négligence » de la part de plusieurs auteurs rattachés au « nouveau » champ d’études porté spécifiquement sur les questions de lien entre environnement et migration.

¹⁶ Symboliquement, ce forum a d’ailleurs eu lieu au Bangladesh, souvent considéré comme l’un des « hots spots » des impacts du changement climatique sur les systèmes humains.

considérée comme une des façons de s'adapter au changement climatique, on pourrait imaginer que les gouvernements devant déplacer (ou assister les déplacements) des populations pour des motifs liés au changement climatique pourraient bénéficier d'un financement afin de mener l'opération dans les meilleures conditions possibles, depuis le départ et la préparation jusqu'à l'arrivée et l'éventuelle relocalisation définitive si cette dernière s'impose.

Ceci serait donc une façon de contourner le problème des typologies que nous avons abordé plus haut et donc une façon de ramener le problème sur les situations critiques (nécessitant une assistance) plutôt que sur les gens que l'on tente vainement de classer dans des catégories qui se sont jusqu'ici montrées inopérantes sur le plan analytique¹⁷.

Cela étant, notons qu'à ce jour, la migration n'a pas encore été un motif utilisé pour recevoir un financement de la part des deux principaux fonds destinés à l'adaptation établis sur base d'une initiative de la CCNUCC, à savoir le *Fonds pour l'adaptation* prévu par le protocole de Kyoto de 1997, et le *Fonds Spécial pour les Changements Climatiques*¹⁸, mis sur pieds suite aux conseils formulés lors de la COP 7 de Marrakesh en 2001.

Pour terminer, il faut également brièvement envisager les effets pervers que ce paradigme de l'*adaptation* pourrait avoir sur l'issue du problème. Si une relativisation excessive du caractère adaptatif de la migration a lieu et que l'on considère l'adaptation comme une variable inhérente à n'importe quel contexte et dénuée de seuil critique, on est devant un problème éthique fondamental. Si tout le monde peut s'adapter à tout sans aucune condition et dans n'importe quel contexte, justifier l'intervention externe et un potentiel financement devient au moins aussi difficile que dans la perspective « dramatique ». Il est donc impératif de rappeler systématiquement l'importance que le contexte joue dans les dynamiques migratoires liées à l'environnement et au changement climatique afin de ne pas tuer dans l'œuf une quelconque initiative visant à l'amélioration de la situation.

1.4. Une cadre théorique de base

Au vu des trois questions liées à la conceptualisation de l'environnement que nous venons de passer en revue (complexité, coercition et adaptation), il faut maintenant définir d'un cadre théorique adéquat à l'analyse des relations entre environnement et migration. Compte tenu du

¹⁷ Ceci ne voulant pas forcément dire que les concepts discutés plus haut ne sont pas utiles ailleurs dans un but de sensibilisation au caractère global que relèvent ces problématiques. Voir à ce sujet (Gemenne, 2015).

¹⁸ *Special Climate Change Fund* (SCCF) en anglais.

nombre de facteurs pris en compte, de son approche non déterministe et de sa notoriété parmi les chercheurs du domaine, c'est le cadre conceptuel de Black et al. (2011) qui sera retenu.

Sur base d'une synthèse de la littérature existante, Black et al. (2011) ont défini un cadre théorique synthétique des facteurs de la migration (Figure.4). Ce cadre conceptuel a été repris dans le rapport Foresight : *Migration and Global Environmental Change* (2011) commandé par l'Office du gouvernement britannique pour la science, et auquel les chercheurs mais aussi les acteurs de terrain font fréquemment référence. Il est intéressant pour plusieurs raisons.

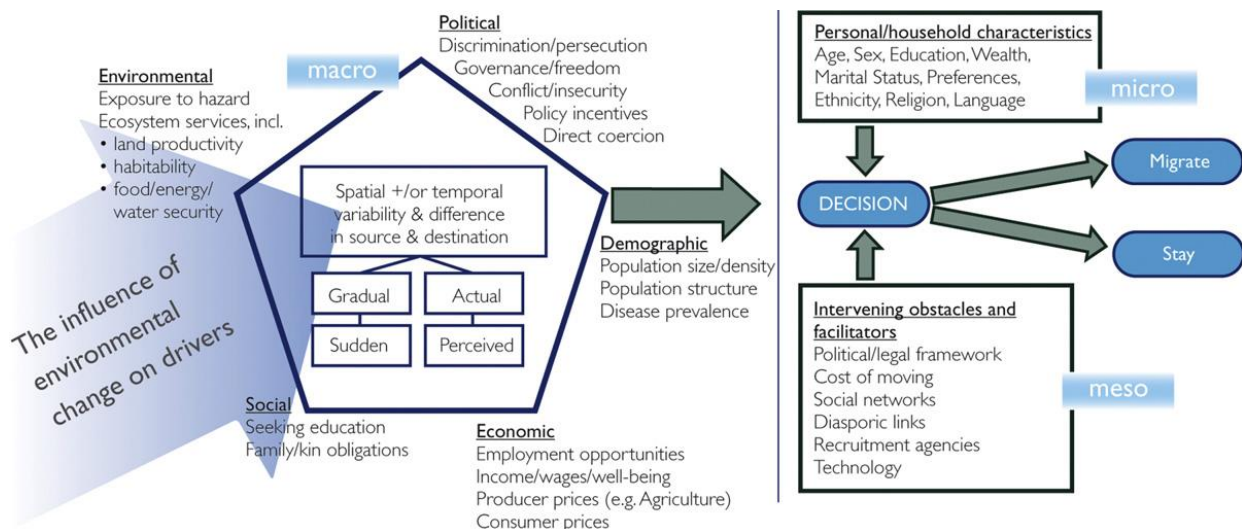


Figure 4- Cadre conceptuel des facteurs de migration. Source : Black et al. (2011)

Les auteurs attirent l'attention sur quatre éléments importants de leur schématisation :

« (i) a distinction between different **types of migration** [...], rather than **types of migrant**; (ii) the identification of **five primary families of drivers** of migration (the pentagon on the left hand side [...], and the recognition that it is (actual or perceived) differences across space in these drivers which influence migration; (iii) the incorporation of **agency** in determining how drivers translate into outcomes, and specifically the representation of barriers and facilitators to movement; (iv) the incorporation of **environmental change as a direct influence on migration, through changes to environmental drivers, and also as an indirect influence through changes to the other four drivers.** » (Black et al., 2011).

Black et ses collègues proposent donc aux chercheurs de s'intéresser davantage à la nature de la migration plutôt que d'essayer de classer les migrants. Ils suggèrent également cinq grandes familles de facteurs qui s'influencent mutuellement (le pentagone à gauche du schéma) et considèrent la part de pouvoir de chaque individu sur sa situation en fonction des obstacles et aménités présents (ils permettent donc au chercheur d'expliquer pourquoi certaines

populations ne peuvent pas migrer¹⁹). Enfin, ils reconnaissent la complexité de l'influence de l'environnement sur la migration, puisque celui-ci peut exercer cette influence de trois façons différentes. C'est donc un cadre conceptuel très large, et il est apparu à de nombreux académiques comme approprié aux buts qu'ils poursuivaient dans leur recherche. Du fait de son caractère très englobant, ce schéma peut être facilement adapté à chaque cas étudié. Toutefois, ce n'est pas parce qu'il prend en compte de nombreux éléments qu'il n'aborde pas les « bonnes » questions pour autant.

Ce cadre conceptuel est un cadre conceptuel complexe, au sens de Bertalanfy et Morin²⁰, puisqu'il permet d'intégrer un grand nombre d'éléments en interaction, avec des influences directes et indirectes. Dès lors, il encourage à comprendre l'influence de l'environnement *conjointement avec les autres facteurs*. Black et ses collègues suggèrent donc une approche plutôt *minimaliste* (voir section précédente) si l'on veut comprendre la place qu'occupe l'environnement dans le processus migratoire de manière correcte.

L'autonomie du système est explicitement présente au niveau du pouvoir dont l'individu dispose sur sa décision de migrer ou non, et implicitement notamment dans les liens entre les facteurs (entre politique et environnement, par exemple). Implicitement, la question de la temporalité est également introduite puisque les effets des variables les unes sur les autres sont en cascade. En fait, on doit regarder ce cadre conceptuel comme une ligne du temps ; les cinq groupes de facteurs sont d'abord modifiés par des éléments environnementaux et modifient à leur tour les intentions de migrer des individus. Comme nous le verrons plus loin lorsque nous comparerons entre elles les méthodes utilisées dans ce champ de recherche, cette prise en considération du temps et des effets indirects de l'environnement est importante.

Outre les aspects relevant de la complexité inhérente aux systèmes socioécologiques (Lawrence et al. 2014), ce modèle se prête également à l'analyse des questions liées à la coercition et à l'adaptation. Le degré de coercition est abordé au niveau des facteurs jouant sur la prise de décision (à droite du schéma). L'adaptation relève peut-être davantage d'une façon d'envisager le concept de migration lui-même plutôt qu'une part du processus de décision. Ceci dit, l'adaptation à travers d'autres formes de migrations que les migrations permanentes est quant à elle brièvement abordée sous l'angle des réseaux sociaux (et donc par exemple des membres du ménage qui partent pour envoyer de l'argent à ceux qui restent).

¹⁹ Phénomène décrit en anglais par l'expression *trapped population*.

²⁰ Voir plus haut.

Cette synthèse de la connaissance générale du lien entre environnement et migration doit permettre au chercheur de considérer un éventail de facteurs et de relations lors de sa recherche. Ceci ne veut pas dire que *tout* dans ce schéma est pertinent selon le cas étudié. À vrai dire, l'issue de cette chaîne causale est hautement dépendante du contexte étudié. Ceci n'est d'ailleurs pas seulement valable pour l'étude du lien entre environnement et migration, mais bien pour tout système complexe. Dans son ouvrage majeur sur la complexité et le postmodernisme, Paul Cilliers arrive d'ailleurs à la conclusion suivante :

“There is no overarching theory of complexity that allows us to ignore the contingent aspects of complex systems. If something is really complex, it cannot be adequately described by means of a simple theory. **Engaging with complexity entails engaging with specific complex systems.**” (Cilliers, 2005, cité par Nicholson, 2011)

Autrement dit, l'étude d'un cas de migration liée à l'environnement doit nécessairement passer par l'appréhension du contexte unique dans lequel elle s'inscrit. Ceci se vérifie lorsque l'on compare les résultats des études de cas empiriques dans différents endroits du globe ; on ne peut pas dégager une tendance globale. Dès lors, dégager une conclusion sur *la* façon dont la migration est affectée par l'environnement commun à l'ensemble des migrations de la planète n'a pas beaucoup de sens. C'est pourquoi les « estimates » proposés aux débuts de la production scientifique sur le sujet sont non seulement méthodologiquement peu fiables (la méthode étant d'ailleurs parfois inexistante), mais aussi et avant tout fondamentalement invalides sur le plan épistémologique.

Nous avons maintenant jeté les bases utiles afin de comprendre comment l'environnement peut influencer la migration dans un contexte donné. Nous avons souligné les éléments importants à prendre en compte et les erreurs de conceptualisation à ne pas commettre. Dans la section suivante, nous passerons en revue les méthodes que les chercheurs mobilisent afin de comprendre ce lien.

2. Les méthodes utiles à la compréhension du lien entre environnement et migration

En sciences sociales, on distingue les méthodes qualitatives des méthodes quantitatives. Cette distinction s'opère sur un critère simple ; si l'on compte quelque chose, la méthode mobilisée est quantitative. Si l'on ne compte pas, elle est qualitative. On peut compter autre chose que des données chiffrées : des mots, des images ou encore des paroles. Ce n'est donc pas le caractère qualitatif ou quantitatif de ce que l'on analyse qui définit si la méthode est qualitative ou quantitative, mais bien la façon dont le chercheur procède (Lejeune, 2014 : 19).

Les méthodes qualitatives semblent être celles que l'on utilise le plus dans l'étude des migrations liées à l'environnement (Piguet, 2010).

2.1. Méthodes qualitatives

2.1.1. Remarque sur le projet EACH-FOR

Les méthodes qualitatives ont notamment été sollicitées dans le cadre du projet EACH-FOR qui, avec ses 23 études de cas à travers le monde, représentaient presque la moitié des études de cas qualitatives sur le sujet il y a un peu plus de cinq ans (Piguet, 2010). Dans le cadre de ce projet, ce sont les entretiens avec des experts locaux, les migrants et non-migrants qui ont été privilégiés, ainsi que la passation d'un questionnaire auprès de ces interlocuteurs. Les contraintes liées au budget et au temps n'ont permis d'interroger que trente migrants et non-migrants par étude de cas, ce qui n'a pas permis d'interpréter les résultats de manière quantitative (Warner, 2011), le but premier était d'explorer une première fois de façon coordonnée le lien entre environnement et migration à différents endroits du globe. À ce titre, l'étude des résultats du questionnaire a surtout permis d'*identifier* ce qui existait comme relations, et peut donc être rangée dans les approches qualitatives.

Outre les entretiens semi-directifs et ce questionnaire exploratoire, il arrive aussi aux chercheurs d'utiliser les *focus groups*. D'autres méthodes qualitatives existent (comme l'observation participante ou d'autres méthodes ethnographiques) mais, à notre connaissance, celles-ci n'ont pas été utilisées dans ce champ de recherche. Nous passerons donc ces deux méthodes brièvement en revue afin de définir ensuite ce que les méthodes qualitatives permettent et ce qu'elles ne permettent pas.

2.1.2. Les entretiens

Les entretiens peuvent être soit exploratoires soit semi-directifs (ou *compréhensifs*). Les entretiens exploratoires, comme leur nom l'indique, servent avant tout à la prise de connaissance des cadres de références de la population (Van Campenhoudt et Quivy, 2011). Ils sont utilisés au début de la recherche afin d'explorer les pistes pertinentes pour la recherche qui suit. Les entretiens semi-directifs quant à eux ont lieu à un stade ultérieur de la recherche et visent à obtenir des informations plus spécifiques sur le vécu, la perception ou encore les motivations des individus. Il s'agit ici de comprendre un phénomène de manière approfondie en partant du point de vue des acteurs. Les entretiens sont notamment utilisés

dans le cadre de l'analyse par théorisation ancrée (*Grounded Method Theory*), particulièrement utile pour la compréhension du *vécu* des acteurs.

Les méthodes qualitatives en soi n'étant pas l'objet de ce mémoire, nous nous limiterons ici à ce bref aperçu. Le lecteur désireux d'en savoir plus peut se référer à (Kaufmann & Singly, 2013) pour l'entretien compréhensif de manière générale et à (Lejeune, 2014) pour une introduction à l'analyse par théorisation ancrée.

2.1.3. Les focus groups

Les *focus groups* (ou parfois *groupes focalisés* en français) consistent à rassembler des individus dont le vécu est plus ou moins similaire pour échanger sur leur vécu et leurs pratiques afin d'explorer les dynamiques de groupe. En procédant de la sorte, on cesse de concevoir l'influence des pairs comme un biais méthodologique puisque c'est précisément cette dynamique commune qui nous intéresse.

Cette méthode peut apporter beaucoup dans l'étude des migrations, puisque, comme nous le verrons, de nombreuses études de cas relatent le fait que la décision de migrer est souvent dépendante de variables propres au niveau du *ménage*, mais aussi de la *communauté* (le village, par exemple).

Pour un historique ainsi qu'une introduction à la méthode des *focus groups*, se référer à (Caillaud et Kalampalikis, 2013).

2.1.4. Avantages et limites de l'approche qualitative

Là où la tradition quantitativiste cherche souvent à éliminer la subjectivité dans les données afin d'analyser l'influence de facteurs *extérieurs* à l'individu sur ses actions, les méthodes qualitatives abordent quant à elles directement la subjectivité des acteurs et entendent la comprendre de manière approfondie. Le but des méthodes qualitatives est aussi de « faire le tour du problème », c'est-à-dire épuiser le stock de variables pertinentes et « dessiner » le système qu'elles composent ensemble. Une analyse qualitative est *représentative* lorsqu'on arrive en quelque sorte à saturation, lorsqu'on a identifié tout ce qui a de l'importance aux yeux des acteurs (mais aussi du chercheur) et qu'on estime avoir compris comment tous ces éléments s'entremêlent et fonctionnent conjointement (Lejeune, 2014). La *représentativité* au sens statistique n'est donc pas l'objet ici. L'analyse qualitative apparaît donc comme cruciale dans l'étude des migrations liées à l'environnement pour plusieurs raisons.

D'abord, rappelons que les cas de migrations liées à l'environnement sont souvent localisés dans les pays en voie de développement. Les chercheurs qui mènent ces études provenant majoritairement de pays développés (Gemenne, Ionesco, et Mokhnacheva, 2016 : 21), la nécessité d'aller sur place afin de briser d'emblée quelques idées préconçues sur le terrain étudié semble assez évidente.

Les méthodes qualitatives permettent aussi et surtout de définir les bonnes et les mauvaises questions à se poser, peu importe que l'on tente de répondre à celles-ci de manière qualitative ou quantitative. Dans son ouvrage majeur sur l'analyse exploratoire des données en statistique, John Tukey, le mathématicien américain connu entre autres choses pour l'invention des *boîtes à moustaches* (*box plot* en anglais) disait :

« Il est important de comprendre ce que vous pouvez faire, avant d'apprendre à mesurer la qualité de ce que vous venez de faire. » (Tukey, 1977, cité par Valette-Florence, 1988)

Faisant référence à la nécessité d'explorer les données de façon approfondie avant d'envisager de construire un modèle statistique pour répondre à une question précise, cette phrase résonne également comme un rappel du dialogue nécessaire entre qualitativistes et quantitativistes lorsque l'objet d'étude est complexe et hautement dépendant du contexte comme c'est le cas ici. Pour construire un modèle statistique visant à tester une hypothèse précise, une connaissance préalable du terrain étudié n'est pas toujours nécessaire²¹ mais présente néanmoins un grand intérêt pour la définition des hypothèses de travail.

Ensuite, notons que si elle est bien conduite, une analyse qualitative prend en compte le caractère multifactoriel de la migration, puisqu'elle s'attache par définition à identifier l'ensemble des variables pertinentes à la compréhension d'un phénomène social. Ainsi, elle joue le rôle de « modérateur » face à des arguments trop linéaires et/ou trop imprégnés de déterminisme environnemental.

Enfin, les méthodes qualitatives fournissent de l'information quant à la perception de la migration et à l'attitude des individus face à elle. Kniveton et al. (2012) font d'ailleurs pertinemment appel à la *théorie du comportement planifié* issue de la psychologie sociale afin de concevoir leur modèle multi-agents. Cette théorie suppose que toute décision relative à un comportement humain est le résultat de trois composantes, à savoir l'*attitude* par rapport au comportement, l'*évaluation* de la probabilité de réussite du comportement, mais aussi

²¹ Selon les points de vue et la question de recherche initiale.

l'*acceptabilité* du comportement par les proches. La dernière de ces composantes présente une opportunité d'utiliser les focus groups, dont nous venons de parler. Nous verrons plus loin que les modèles statistiques ou les simulations informatiques que les chercheurs développent afin de comprendre le lien entre environnement et migration peuvent à la fois être développés sur base de constats établis lors de recherches qualitatives préalables, mais aussi que les valeurs que l'on donne aux différentes variables peuvent provenir d'études qualitatives, moyennant une quantification de la subjectivité des acteurs, grâce à la méthode Q²² notamment.

Pour les quatre raisons évoquées ci-dessus, nous concluons que les méthodes qualitatives sont nécessaires à l'analyse du lien entre environnement et migration et sont également complémentaires des méthodes quantitatives (Warner, 2011). Un dialogue entre ces deux approches est donc de mise, l'une étant censée orienter la recherche de l'autre et vice versa.

Toutefois, comme le fait remarquer notamment Piguet (2010), elles ne permettent pas de donner des estimations chiffrées²³ du phénomène. Les méthodes qualitatives ne permettent pas non plus de mesurer l'interdépendance entre les différents facteurs, et donc de voir les relations les plus déterminantes et celles qui le sont moins.

Dans le but d'obtenir un aperçu global de l'interaction entre climat, environnement et migration, Perch-Nielsen et al. (2008) avaient proposé de coupler les modèles climatiques aux modèles de migrations. Lorsque l'on cherche à comprendre les changements conjoints à la fois dans des systèmes naturels et humains, une part d'objectivité dans l'étude des interactions entre ces phénomènes est utile, sinon nécessaire. Les approches quantitatives abordent précisément ces questions.

2.2. Méthodes quantitatives

Toutes les études de cas analysées dans le cadre de la problématique de ce mémoire sont des études de cas quantitatives. Tout comme les études de cas qualitatives, elles utilisent différentes méthodes que nous passerons en revue plus bas afin que tout lecteur puisse comprendre la logique de chaque méthode évaluée dans la quatrième partie de ce mémoire. Mais dans un premier temps, les objectifs, les apports et les limites des méthodes quantitatives *de manière générale* seront abordés afin de délimiter les attentes que l'on peut avoir vis-à-vis

²² Cette méthode a été utilisée par Kniveton et al. (2012) afin de paramétrer leur modèle multi-agents, dont nous reparlerons plus loin dans la section dédiée aux méthodes quantitatives.

²³ Nous reviendrons toutefois sur ce critère dans la section suivante.

de celles-ci lorsque l'on parle d'analyse quantitative du lien entre environnement et migration, ainsi que leur raison d'être.

2.2.1. Objectifs, apports et limites des méthodes quantitatives

a. La valeur des chiffres, ou pourquoi compter

Un des obstacles à l'estimation du nombre de personnes déplacées pour des motifs environnementaux souvent cité par les experts est celui de la définition d'une catégorie distincte de migrants afin d'établir des statistiques *de personnes*²⁴.

Nous avons vu cependant que Black et al. (2011) défendent une analyse centrée davantage sur la migration en tant que phénomène social plutôt que sur les migrants et leur nombre. Cette approche permet également d'envisager les *flux* plutôt que les *stocks* de migrants, et donc de prendre en compte aussi les personnes s'étant déplacées d'un point A à un point B pour une période plus ou moins longue avant de retourner au point A ensuite (Gemenne, 2011). Dès lors, pourquoi vouloir déterminer *combien* de personnes sont et seront amenées à se déplacer ?

Les raisons de cette « quête des chiffres » sont sans doute à chercher en politique. Les chiffres servent non seulement à attirer l'attention sur un problème et contribuer à sa mise à l'agenda politique, mais aussi à orienter le développement de politiques publiques afin de répondre à un problème de manière efficace. Comme le souligne Sanderson (2002), il y a eu un accroissement constant de l'intérêt porté aux faits dans la sphère politique, reflétant la croyance moderne profonde selon laquelle le progrès est rendu possible par la raison. Cet accroissement de la demande d'informations de la part des décideurs politiques est sans doute mu par la complexification des systèmes sociaux, ce qui mène d'ailleurs à un paradoxe :

« A focus on the role of evaluation in reflexive policy learning is required to resolve a paradox in late modern society: that while increasing complexity of social systems progressively undermines notions of certainty in social knowledge it simultaneously raises the stakes in relation to rational guidance of those systems. » (Sanderson, 2002)

Autrement dit, plus les situations sont complexes (comme celles qui nous intéressent ici), plus il semble difficile de les comprendre, et donc plus on souhaite les comprendre. Face à la problématique qui nous intéresse, le souhait d'obtenir *un* chiffre est un raccourci logique, destiné en quelque sorte à aider le décideur à juger si ce problème mérite que l'on s'y intéresse ou non. Notons que ceci pose d'emblée un problème éthique.

²⁴ Par opposition aux statistiques *d'événements*.

À cela s'ajoute le fait que la recherche prend en général plus de temps que ce qu'il n'en faut à la politique pour agir, ce qui amène un décalage entre ces deux sphères et pousse les chercheurs à synthétiser davantage la recherche existante plutôt qu'à entreprendre des recherches plus approfondies (mais donc aussi plus coûteuses tant en temps qu'en argent) (Pawson, 2002).

L'approche quantitative a néanmoins un avantage considérable sur l'approche qualitative ; si elle requiert souvent un grand nombre de données (afin d'assurer la validité externe de la recherche), la collecte de ces dernières prend généralement beaucoup moins de temps. Faire passer un questionnaire ou retrouver des données chiffrées produites au préalable est beaucoup plus rapide que de faire passer des entretiens approfondis ou organiser des sessions de focus groups.

Devant donc faire face à certaines contraintes, les statistiques sont nécessaires, du fait qu'elles orientent les politiques et contribuent à la reconnaissance d'un problème précis en « montrant » à *quel point* il est important. Mais leur rôle ne saurait être limité à cela. Afin d'arriver à produire ces deux effets, il faut que les méthodes employées soient rigoureuses et fournissent des informations fiables sur le phénomène, sans quoi la cause à défendre sous-jacente à la recherche peut facilement être décrédibilisée.

b. Prédiction, explication et autres raisons d'utiliser les méthodes quantitatives

Cette rigueur appelle également à parfois se détourner des questions « ultimes » imposées par la logique de l'Evidence-Based Policy afin de comprendre le problème plus en profondeur. La plupart des chercheurs ont d'ailleurs cessé de vouloir trouver *le* nombre de « migrants environnementaux » à l'échelle globale, reconnaissant qu'en l'état actuel des choses, ce but n'était pas raisonnablement atteignable. Ceci est d'autant plus vrai pour les *prédictions* du nombre de personnes amenées à se déplacer dans le futur, tant les inconnues sont nombreuses au niveau mondial. La recherche s'est donc orientée vers des études de cas spécifiques et a opté le plus souvent pour une démarche beaucoup plus compréhensive du problème. Certains économistes font cependant exception, comme nous le verrons plus loin, et essaient toujours d'estimer et/ou de prédire le nombre de migrants induits par les changements environnementaux à des échelles globales (typiquement la migration du sud vers le nord).

Se pose donc la question suivante : la prédiction doit-elle être le mot d'ordre de la recherche sur le lien entre environnement et migration ?

Sachant que « *toutes les relations basées sur des statistiques sont limitées dans leur extrapolation par les conditions extérieures à celles utilisées pour définir leurs relations initiales* » (Kniveton et al., 2008 : 42), que les prédictions fournies par les modèles intégrés²⁵ sont très peu fiables (Perch-Nielsen, 2004) et que même les modèles climatiques (qui ne comportent que des paramètres physiques) ont eux-mêmes parfois des difficultés à reproduire les données du passé (Kergomard, 2007) et comportent un grand nombre d'incertitudes quant aux impacts futurs du changement climatique dans des zones où les données météorologiques sont pauvres²⁶, le nombre futur de migrants dans le monde entier est-il ce que l'on doit chercher à connaître ? L'approche quantitative ne doit-elle être mobilisée que dans ce but ? N'a-t-elle aucun autre rôle à jouer dans la compréhension de la relation entre environnement et migration ? Et s'il est vrai que *toute* modélisation implique une réduction de la complexité du réel, cette quête pour le chiffre ultime ne mènerait-elle pas à *trop* de réduction ?

Epstein (2008), rappelle la distinction entre l'*explication* et la *prédiction*, deux objectifs bien différents. Il encourage les chercheurs quantitativistes en sciences sociales à se détourner dans certains cas de leur volonté de *prédire* les phénomènes afin de mieux en *expliquer* leur fonctionnement. Une connaissance approfondie des mécanismes qui mènent un individu, un ménage ou une communauté entière à migrer dans un contexte particulier permet de saisir les interconnexions entre les facteurs déterminants qui les incitent à le faire ou qui les découragent. Quantifiées, ces relations permettent au chercheur d'aller un cran plus loin et de voir quelles sont les colinéarités les plus pertinentes à étudier. Elles lui permettent aussi de faire varier les paramètres afin d'établir des scénarios en vue de prospective. Ces scénarios futurs n'étant pas forcément fiables, on peut néanmoins les comparer les uns aux autres et donc éclairer un choix politique. Epstein (2008) cite également quinze autres raisons d'utiliser des modèles en sciences sociales²⁷, dont nous retiendrons notamment : (a) suggérer des analogies entre les dynamiques de systèmes différents ; (b) découvrir de nouvelles questions de recherche ; (c) identifier les zones d'ombres ; (d) vérifier ses hypothèses de travail ; (e) « discipliner » le dialogue politique ; (f) informer le public non expert ; (g) dévoiler le caractère complexe (ou simple) d'un phénomène.

²⁵ Les modèles climatiques couplés aux modèles de migration.

²⁶ Les projections pour l'Afrique sont par exemple plus compliquées qu'ailleurs, compte tenu du faible nombre de stations météorologiques.

²⁷ Certaines de ces raisons sont propres à l'usage de la simulation informatique, mais d'autres peuvent être invoquées selon qu'il s'agisse de modèles statistiques « classiques » ou de simulation informatique indifféremment.

Il est donc utile de rappeler que les méthodes qualitatives ne sont pas les seules à aborder le *comment* des phénomènes sociaux. Au lieu de « *combien* de migrants supplémentaires le changement climatique va-t-il engendrer ? », la question à se poser ne serait-elle pas plutôt « *comment* le changement climatique risque-t-il de modifier les dynamiques migratoires ?²⁸ »

c. Présence de statistiques, garantie de vérité ?

Si les techniques statistiques permettent tout ce que nous venons de passer en revue, il est néanmoins utile de rappeler brièvement deux choses. Premièrement, « tous les modèles ont tort » (Box, 1976), dans le sens qu'ils réduisent la complexité du réel et que toute modélisation implique des choix de la part du chercheur, éclairés par la connaissance préalable du phénomène étudié. Ensuite, la causalité n'est jamais établie par les résultats d'un quelconque modèle, aussi robuste ce dernier soit-il. L'établissement d'un lien causal est toujours formulé explicitement ou implicitement par un ou plusieurs chercheurs, sur base des résultats du modèle qu'ils ont développé. Ainsi, une corrélation n'indique pas forcément une causalité.

Si ces deux remarques semblent prêter à l'enfoncement d'une porte ouverte, force est de constater que la simple présence d'une méthode statistique (même si elle ne porte pas spécifiquement sur la relation causale établie par le chercheur) mène cependant parfois à des affirmations qui ne sont pas nécessairement confrontées à la réalité et qui peuvent être lourdes de sens lorsqu'elles sont reprises par d'autres acteurs de la société.

Un des meilleurs exemples de ce schéma est sans doute le relais de l'article de Kelley et al. (2015) dans la sphère médiatique. Kelley (climatologue) et ses collègues ont étudié le lien entre le changement climatique et la sécheresse en Syrie de 2007-2010²⁹. Ils n'ont à aucun moment tenté d'expliquer *comment* l'exode rural qui a suivi cette sécheresse aurait quant à lui contribué au soulèvement de 2011 dans ce pays. Pourtant, un lien causal est formulé par les auteurs entre le réchauffement climatique et le conflit syrien, malgré ce « maillon manquant ». Les auteurs ne disent pas vraiment non plus de quel conflit ils parlent : s'agit-il du conflit

²⁸ Je tiens à remercier Alex Randall pour toutes les discussions que nous avons pu avoir lors de mon stage à la Climate and Migration Coalition. Beaucoup de questionnements personnels liés à la quantification ont été alimentés par nos échanges sur le sujet.

²⁹ Notons que les auteurs évoquent d'autres causes de l'exode rural (comme la mauvaise politique de gestion des sols émanant du régime de Bachar el-Assad). Cela étant, ils ne s'intéressent pas à la part que ces facteurs ont joué dans la sécheresse de 2007-2011 en comparaison au changement climatique lorsqu'ils établissent le lien entre le changement climatique et le conflit.

entre les populations rurales et urbaines³⁰, ou entre la population syrienne et le régime de Bachar el-Assad ?

Quoi qu'il en soit, les médias se sont rapidement appropriés l'étude au titre interpellant de Kelley et de ses collègues en se prêtant à des extrapolations non seulement souvent inexactes mais également parfois potentiellement néfastes à l'image des migrants dans les pays occidentaux où ces dépêches avaient été publiés, puisque ceux-ci se retrouvaient directement associés à une source de conflit. De plus, le conflit syrien, via son instrumentalisation par les médias, a été présenté comme *ce à quoi on doit s'attendre dans un climat plus chaud*. Ici aussi, on peut mettre en doute l'utilité d'une telle méthode afin d'amener le public à agir en faveur d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre, lorsque l'on sait que si la peur a le mérite de susciter l'attention, elle s'avère cependant être particulièrement inefficace quand il s'agit de motiver les gens à agir pour l'atténuation du changement climatique (voir à ce sujet entre autres O'Neill et Nicholson-Cole, 2009).

On voit donc à travers cet exemple à quel point la formulation d'un lien causal dans la sphère scientifique a des répercussions ailleurs dans la société lorsqu'il s'agit de sujets « brûlants » comme le changement climatique, les migrations ou les conflits, et à quel point il est important de documenter et d'expliquer ce qui a conduit à cette formulation afin d'éviter des dérives parfois indésirables.

Formuler des relations causales est important pour la société mais il est également important de savoir quand on peut le faire, une dernière condition qui est moins souvent respectée que ce que l'on pourrait croire, comme le démontrent Antonakis et al. (2010) dans un autre domaine d'études des sciences sociales.

Dès lors, le simple usage d'un modèle statistique dans une étude ne garantit pas la fiabilité de ses résultats. Les chiffres ne parlent jamais d'eux-mêmes ; penser le contraire revient à avouer que l'on a été victime de ce que certains appellent parfois « l'illusion technique » (Guay, 2014 : 225). Aussi évident que cela puisse paraître, il semblait pertinent de le rappeler vu les défis liés à la complexité du phénomène et aux nombreuses extrapolations qu'il peut susciter.

³⁰À ce propos, Leenders et Heydemann (2012) soulignent que les migrants provenant des campagnes auraient rencontré dans les villes d'autres citoyens en colère contre Bachar El-Assad et auraient *collaboré* avec ceux-ci dans le but de renverser le régime alors en place. Les médias ayant relayé l'étude de Kelley et al. (2015) ont quant à eux parfois laissé entendre que les deux groupes se seraient affrontés dans un premier temps, du fait d'un manque de ressource dans les villes.

2.2.2. Les méthodes quantitatives identifiées

La recherche sur le lien entre environnement et migration est loin d'être uniforme. De nombreuses disciplines s'intéressent à la question (économistes, sociologues, géographes, mais aussi climatologues) et chacun traite la question un peu à sa façon. Comme le montre bien Perch-Nielsen (2004), la recherche sur la migration est beaucoup moins consensuelle sur les méthodes à mobiliser que la recherche sur le climat, par exemple, où tout le monde semble d'accord sur l'utilisation de modèles climatiques. En sciences sociales, c'est différent. Au total, 9 approches quantitatives ont été identifiées.

Nous présentons ici les différentes méthodes quantitatives que nous avons pu identifier en passant en revue la littérature d'études de cas sur les relations entre environnement et migration. Cette section vise uniquement à présenter les différentes méthodes que les chercheurs utilisent à cette fin. Même avec cette revue de la littérature sur le sujet et les entretiens menés auprès d'experts, nous ne pouvons pas affirmer avec une certitude absolue que ces méthodes représentent l'entièreté des méthodes utilisées.

Lorsque nous analyserons ces méthodes à travers les études de cas dans la quatrième partie, les forces et les faiblesses de chaque groupe de méthodes seront évaluées sur base de critères propres à l'étude du lien entre environnement et migration. Pour l'heure, voyons simplement comment les chercheurs procèdent.

a. Les modèles de gravité

Comme leur nom l'indique, ils sont directement inspirés de la théorie de la gravitation d'Isaac Newton en physique, selon laquelle deux corps s'attirent mutuellement. La formule est la suivante :

$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{(d_{AB})^2}$$

Où F est la valeur de la force entre le corps A et le corps B, G est la constante gravitationnelle, m_A et m_B sont les masses respectives des corps A et B et d_{AB} est la distance entre ces deux corps. La force est donc proportionnelle aux masses des deux corps (plus leur masse est importante, plus la force est grande) et inversement proportionnelle à la distance (plus la distance qui sépare les deux corps est grande, moins la force est importante).

Les modèles de gravité en sciences sociales tel que celui utilisé dans l'une des études de cas (Henry et al., 2003) ont souvent été utilisés en économie internationale pour l'étude des flux

de biens entre différents pays. Le modèle de gravité a été utilisé pour la première fois afin d'étudier les échanges commerciaux internationaux par Jan Tinbergen (1962), économiste néerlandais. La formule de son modèle cherchant à évaluer le volume d'échanges de biens (X) entre un pays A et B dans sa version simplifiée est très proche du modèle analogue en physique :

$$X = G \times \frac{PIB_A^\alpha \times PIB_B^\beta}{d_{AB}^\gamma}$$

Appliqués à la migration, on peut inscrire au numérateur un ensemble plus vaste de variables comme le taux d'emploi, les conditions agricoles, le prix des loyers, etc.

On fait donc l'hypothèse selon laquelle les individus sont tous attirés dans une autre zone que celle qu'ils occupent si les conditions y sont plus favorables et que la distance ne neutralise pas cet effet d'attraction. Ce modèle est assez simple et tient compte des principaux motifs économiques de migration au niveau macrosocial.

La logique ici est d'identifier ce qui attire et repousse (logique *push-pull*) les gens à des endroits différents de manière agrégée (soit faire la somme des comportements individuels) et générale. Les indicateurs sont donc des indicateurs macrosociaux.

b. Les modèles de régression

Le pan quantitatif des sciences sociales semble dominé par l'économétrie³¹, dont la régression est l'outil le plus sollicité. Avec le temps, la régression a connu un grand succès auprès des diverses disciplines des sciences sociales (Lebaron et Rouanet, 2006).

La logique de base est simple à comprendre. L'objectif des modèles de régression est de permettre la prédiction de la valeur d'une variable dépendante en fonction d'une variation de la valeur d'une ou plusieurs variables indépendantes. Il s'agit de faire traverser un nuage de points (les observations) par la droite la mieux ajustée à celui-ci (Figure 5). Une fonction est ainsi construite sur base de l'origine et de la pente de cette droite, en tenant compte des résidus (les écarts entre les observations et la droite).

³¹ Littéralement la discipline de la mesure des phénomènes économiques.

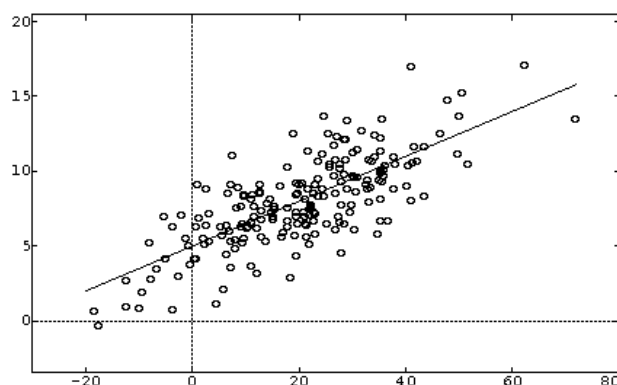


Figure 5 - Exemple d'une droite de régression linéaire

La régression peut être *simple* (ou *univariée*) si elle ne prend en compte qu'une seule variable indépendante, ou *multiple* (ou *multivariée*) si elle en prend plusieurs. Les modèles de régression se sont enrichis au fil du temps et permettent aujourd'hui de prendre plusieurs variables explicatives en compte sur plusieurs niveaux (le niveau individuel et celui du ménage, par exemple) et de considérer qu'une variable dépendante peut prendre plusieurs valeurs. Un exemple d'un tel modèle est celui de Nawrotzki et al. (2013) dans lequel les auteurs prennent en compte une liste de variables influençant l'émigration de l'un des membres d'un ménage mexicain vers les États-Unis. Dans cet exemple, trois ensembles de variables sont définis ; l'un pour le niveau du ménage (âge du chef de ménage, nombre d'enfants de moins de cinq ans, niveau d'éducation moyen, nombre de membres du ménage salariés, revenus, propriété de la maison, index des actifs), un autre pour le niveau municipal (taux de migration de retour, index de marginalisation) et enfin un dernier pour le niveau des états (évolution du PIB, évolution des précipitations, caractérisation de l'État sur base du régime de précipitation).

Avec les modèles de régression multivariés, on cherche à savoir quel est le poids de chacune des variables indépendantes dans l'explication de la variable dépendante (Figure 6). L'objectif est d'isoler l'effet qu'une de ces variables peut avoir. Dans la régression multivariée, les variables explicatives sont supposées être indépendantes statistiquement les unes des autres. On est donc dans une logique de « *toute autre chose restant égale* » (*ceteris paribus*).

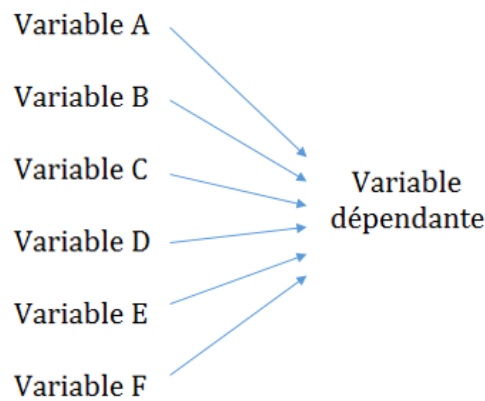


Figure 6 – Schéma de la logique de base de la régression multivariée. Les variables indépendantes ont chacune un effet sur la variable dépendante et sont supposées indépendantes les unes des autres.

c. Les modèles de survie (event history analysis - EHA)

Une variante particulière des modèles de régression est l'analyse de survie (*event history analysis*). Les modèles de survie sont des modèles de régression adaptés à l'analyse des séries temporelles (Allison, 1984). L'objectif ici est de déterminer après combien de temps se produit un événement x , compte tenu d'une variation dans les variables indépendantes et pourquoi cet événement se produit à des moments différents selon les individus et leurs caractéristiques. Les modèles de survie introduisent donc le temps dans l'analyse par régression.

d. Les méthodes descriptives basiques

En statistique, on fait souvent la différence entre les méthodes dites *descriptives* et les méthodes dites *explicatives*. La différence est que les méthodes descriptives s'attachent à résumer l'information et à la décrire, tandis que les méthodes « explicatives » visent à construire un modèle censé représenter au mieux la réalité et donc expliquer l'influence de variables indépendantes sur des variables dépendantes. Cette frontière n'est pas toujours parfaitement étanche, selon les points de vue des chercheurs (Lebaron et Rouanet, 2006).

Dans les études de cas analysées, deux d'entre elles n'ont pas fait appel à des modèles statistiques. Les auteurs se sont « contents » de décrire le phénomène migratoire qu'ils ont étudié. Findley (1984) par exemple analyse les réponses que les habitants des campagnes maliennes ont données lors d'une enquête par questionnaire. Dans cette enquête, on demandait aux répondants la raison de leur migration, ainsi que des informations personnelles afin de récolter des détails sociodémographiques. L'auteur analyse les réponses et les présente sous forme de pourcentages afin de donner des informations sur les raisons de migration

évoquées par les répondants, ainsi qu’afin de décrire les migrants selon leurs caractéristiques sociodémographiques. En comparant les pourcentages des réponses, à différents moments (avant et après certaines sécheresses) l’auteur arrive à la conclusion que le taux de migration n’a pas augmenté pendant la sécheresse. De la même manière, Hamilton et al. (2016) essaient de dégager une tendance à la hausse dans les migrations des villages d’Alaska en proie à l’érosion côtière, compte tenu du fait que celle-ci commence à se faire plus intense en raison notamment d’une couverture des côtes par la banquise moins longue et moins prononcée. Les auteurs comparent l’historique du taux de migration à différents endroits d’Alaska (certains plus affectés que d’autres) afin de détecter d’éventuelles différences qu’ils pourraient rattacher au changement climatique, mais ne parviennent pas à dégager une différence significative.

e. La dynamique des systèmes

Les modèles issus de la dynamique des systèmes (*system dynamics – SD*) sont, comme leur nom l’indique, des modèles destinés spécifiquement à l’étude des systèmes complexes. Initialement conçue pour des applications dans le domaine de l’industrie par J.W. Forrester (1990) au Massachusetts Institute of Technology (MIT), cette forme de modélisation a progressivement été rendue populaire dans d’autres disciplines, tant dans les sciences naturelles que dans les sciences sociales.

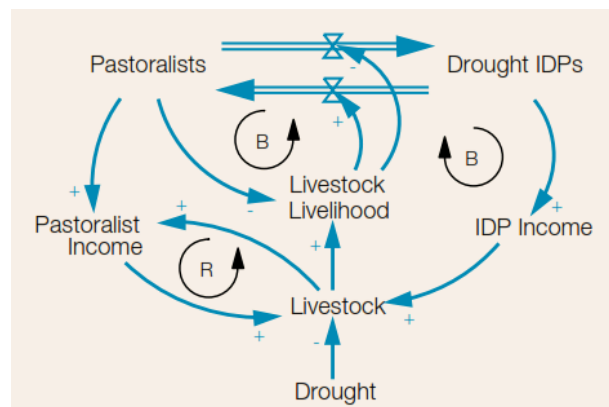


Figure 7 - Exemple de modélisation avec la dynamique des systèmes. Il s’agit du détail d’un système représentant les dynamiques de déplacement dans la corne de l’Afrique. (Source : Ginnetti et Franck, 2014)

Les modèles de dynamique des systèmes consistent à représenter un système complexe de variables de manière graphique (Figure 7), d’identifier les relations causales entre ces variables et les éventuelles boucles de rétroaction (positives ou négatives) pour enfin quantifier ces relations à l’aide d’équations afin de permettre la simulation de différents scénarios. Dans la portion du système représenté ici, Ginnetti et Franck (2014) tentent

d'expliquer comment les *pasteurs nomades* deviennent des *déplacés à l'intérieur du pays en raison de la sécheresse (drought IDPs³²)* et inversement (les doubles flèches représentent un changement d'état). On voit que la sécheresse a un impact négatif sur le stock de bétail, qui lui est corrélé positivement avec les moyens de subsistance. Plus le cheptel est grand, plus les revenus des pasteurs nomades sont importants, ce qui leur permet donc d'acquérir plus de têtes de bétail et d'agrandir leur troupeau (rétroaction positive). Plus les moyens de subsistance sont élevés, plus nombreux sont les *drought IDPs* à devenir des *pasteurs nomades*, ce qui accroît leurs moyens de subsistance et réduit aussi le nombre de *pasteurs nomades* qui deviennent des *drought IDPs*. Parallèlement, plus les *drought IDPs* sont nombreux, plus le revenu de ce groupe augmente, ce qui leur permet d'acheter plus de bêtes, et donc d'accroître leurs moyens d'existence.

Cette dernière phrase peut sembler contre-intuitive de prime abord, mais amène à énoncer un aspect essentiel de ce type de modélisation. Ici, les relations jouant *directement* sur la variable dépendante ne sont pas les seules à être modélisées ; c'est l'ensemble des relations existant dans le système qui le sont. Dès lors, sans une quantification de l'ensemble de ces relations, on ne peut pas savoir comment le système réagit lors d'une simulation. Le modèle étant paramétré, ce n'est qu'à ce moment-là que l'on peut s'apercevoir de la magnitude de l'effet de relations « contre-intuitives » (ou plutôt de relations allant à l'encontre de l'hypothèse de départ, soit dans ce cas-ci : « la sécheresse augmente le nombre de *drought IDPs* »).

f. L'Agent-Based Modeling (ABM)³³

L'agent-based modeling (parfois traduit en français par *systèmes multi-agents*) va encore plus loin que la dynamique des systèmes dans l'exploration de la complexité. Ici, ce ne sont plus directement des variables qui forment la base de la modélisation mais bien des *agents*. Le but est ici de recréer une société à l'échelle réduite, formée d'une population d'agents hétérogènes, dotés d'une rationalité limitée et suivant des règles. Ces agents peuvent également communiquer entre eux et échanger des informations. Cette dernière

³² IDP pour **Internally Displaced Person**, soit les personnes déplacées à l'intérieure des frontières nationales.

³³ Pour une introduction plus approfondie aux systèmes multi-agents en français, se référer à la très complète introduction de Manzo (2015), dans laquelle l'auteur aborde en long et en large les aspects historiques, conceptuels et techniques de cette méthode et donne également quelques pistes pour les lecteurs désireux de s'y initier.

caractéristique du modèle permet l'apparition de propriétés émergentes, c'est-à-dire des phénomènes qui naissent des interactions entre individus³⁴.

De prime abord, cette approche peut faire penser au *Cycle de Fondation*, œuvre majeure de l'auteur de science-fiction d'Isaac Asimov (1920-1992) dans laquelle ce dernier rend populaire la *psychohistoire*, une science fictive visant à écrire l'histoire du futur sur base de lois statistiques inhérentes à la société humaine. Ainsi, la *psychohistoire* entend prédire le futur de l'humanité de la même manière que l'on peut prédire le climat sur base des lois de la physique. Ce fantasme de la prédiction du futur n'est peut-être pas forcément ce qui motive les chercheurs à mobiliser l'agent-based modeling, mais cette approche permet en tout cas (comme la dynamique des systèmes) de tester des scénarios plus ou moins « réalistes » et de prendre en compte sans trop de détours les aspects propres aux systèmes complexes.

ABM et sociologie analytique

Afin de cerner correctement la logique de l'agent-based modeling et d'éviter des comparaisons trop rapides avec la science-fiction, un petit détour par la sociologie analytique, courant dans lequel s'inscrit l'usage de l'ABM, s'impose.

Avec l'ABM, on passe donc d'une logique basée sur l'étude des variables à une logique basée sur l'étude des individus (une approche *agent-based*), de leur comportement et de leurs interactions (Macy et Willer, 2002). Le souhait des adeptes de cette méthode est d'expliquer les phénomènes sociaux par l'étude des *mécanismes* qui contribuent à leur apparition et à leur évolution. L'étude des mécanismes en sciences sociales est, souvent rattachée au courant de la *sociologie analytique* (Berger, 2010), bien que cette dernière n'ait pas toujours fait mention des mécanismes dans son programme (Manzo, 2010). Un des postulats centraux dans la sociologie analytique est qu'un phénomène social ne peut être véritablement *expliqué* que par l'analyse des mécanismes sociaux qui sont à son origine. La sociologie analytique entend ainsi expliquer comment un changement au niveau macrosocial en entraîne un autre *en passant d'abord par un changement au niveau microsocial*. À cette fin, le diagramme de Coleman (appelé parfois en anglais *Coleman's boat*, dû à sa forme) est souvent mobilisé dans le courant de la sociologie analytique (Figure 8).

³⁴ Par exemple, les langues ou les institutions sont des phénomènes émergents ; ils sont tous deux nés d'interactions entre *agents* et remplissent une fonction propre.

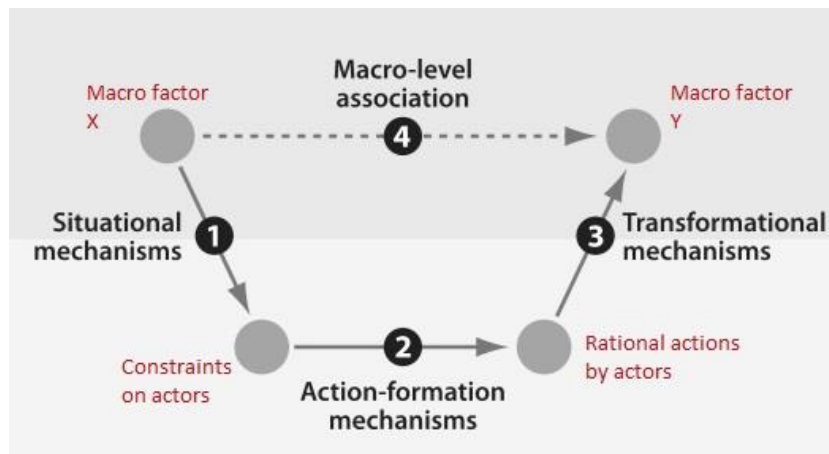


Figure 8 - Le diagramme de Coleman. Adapté de Hedström et Ylikoski (2010)

Dans le cas qui nous intéresse, le facteur macro X pourrait être la désertification d'un espace occupé par une communauté et le facteur macro Y la migration de cette communauté vers un autre espace. Le point de départ étant que l'établissement d'un lien causal entre la désertification et la migration est insuffisant aux yeux des sociologues analytiques ; il faut « plonger » dans le niveau inférieur. Il faut tout d'abord s'intéresser aux *mécanismes situationnels* (flèche 1), c'est-à-dire les mécanismes à travers lesquels les facteurs du niveau macro (l'environnement) contraignent les actions des individus et façonnent leurs perceptions, croyances, et intentions. Ensuite, il faut s'attacher à comprendre comment les individus choisissent d'agir (flèche 2) pour enfin expliquer comment les individus, de par leurs comportements isolés et leurs interactions, *génèrent*³⁵ un phénomène social au niveau macrosocial (Hedström et Ylikoski, 2010).

Enfin, il faut terminer la présentation de cette méthode en soulignant qu'un nombre faible de règles appliquées à une population hétérogène d'agents peut générer un comportement complexe au niveau macrosocial. Le but n'est donc pas de *recréer* la réalité dans un ordinateur, il s'agit toujours bien de modélisation, et donc de réduction, obligeant le chercheur à formuler des hypothèses et à les tester.

³⁵ La causalité dans un tel schéma est d'ailleurs qualifiée ici de *générative*, par opposition à la *causalité comme dépendance robuste* (un lien causal peut être établi entre x et y si l'introduction de z dans le modèle ne change rien à cette relation) et la causalité comme *manipulation « conséquente »* (un lien causal peut être établi entre x et y si un changement dans x se traduit par un changement dans y), dans le sens où elle est établie à partir du moment où on « prouve » l'existence du processus supposé exister entre x et y (Goldthorpe, 2001).

g. Les modèles économiques à grande échelle

Les économistes qui se sont emparés de la question de l'influence des facteurs environnementaux sur la migration font appel à des modèles mathématiques assez simples³⁶. Basés sur une série de suppositions, les économistes construisent une équation dans laquelle ils reprennent les différents paramètres (le plus souvent économiques) ayant une incidence sur la migration. Une de ces suppositions souvent présentes est que le système qu'ils étudient tend vers l'équilibre (une idée prégnante dans l'école néoclassique). Ceci implique que les acteurs se comportent comme des individus rationnels et que les phénomènes sociaux peuvent être expliqués par des causes macrosociales également. Nul besoin de diagramme de Coleman ici.

Compte tenu de « l'échantillon » d'études de cas analysées ici, il semblerait d'ailleurs que les chercheurs en économie s'étant intéressés à l'influence de l'environnement sur la migration ont souvent cherché à expliquer cette influence au niveau macrosocial, dans le but de répondre à « de grandes questions » et à éventuellement prédire les effets du changement climatique sur la migration dans une région donnée. Complétant leurs résultats par une analyse de régression afin de déterminer la part jouée par les différents facteurs dans le phénomène migratoire étudié, le nombre de facteurs explicatifs est en général faible, afin d'éviter les problèmes de multicolinéarité³⁷, ce qui amène les chercheurs à définir leurs hypothèses de manière claire et exclusive. On est ici aux antipodes de ce que permet la dynamique des systèmes ou l'ABM.

Pour l'essentiel, le processus des études économiques sur les interactions entre environnement et migration a souvent été le suivant : (1) construire un modèle théorique en supposant les effets d'une dégradation environnementale ou du changement climatique, (2) éventuellement ajouter des données empiriques chiffrées au modèle, (3) résoudre l'équation et (4) tirer des conclusions sur les tendances futures.

h. L'analyse des données mobiles

L'analyse des données mobiles est une pratique assez récente (Lu et al., 2016a ; Lu et al., 2016b). Elle ne passe pas par l'utilisation d'un modèle (et peut donc être caractérisée d'analyse *descriptive*), et c'est davantage la source des données qu'elle utilise (les données

³⁶ Ce qui ne veut pas forcément dire qu'ils ne sont pas *compliqués* à comprendre pour un non-initié, mais bien qu'ils ne sont pas particulièrement *complexes* (voir plus haut).

³⁷ Dans les modèles de régression, si un nombre trop important de prédicteurs est introduit, les résultats deviennent très difficilement interprétables. Nous reviendrons sur ce point lorsque nous parlerons des forces et des faiblesses des méthodes.

des téléphones portables) qui la rend différente des approches abordées jusqu'ici. Conscients du potentiel que recèlent les bases de données mobiles, Lu et ses collègues ont entrepris une opération de cartographie des déplacements de population lors d'événements météorologiques extrêmes au Bangladesh, afin d'obtenir des informations sur la nature de ces déplacements (origine, destination, durée, etc.).

À notre connaissance, cette méthode n'a pas encore été mobilisée pour étudier des déplacements liés à des dégradations lentes de l'environnement. Cette approche est intéressante pour plusieurs raisons mais comporte également certaines limites, que nous passerons en revue une fois les études de cas analysées.

i. L'analyse en composantes principales (ACP)

Dernière méthode identifiée, l'analyse en composantes principales n'a été mobilisée qu'une seule fois. Malgré nos recherches, nous n'avons trouvé aucune autre étude de cas de l'influence de l'environnement sur la migration n'utilisant *que* l'analyse en composantes principales.

L'analyse en composantes principales est une méthode communément qualifiée de *descriptive*, puisqu'elle se « contente » de résumer l'information. Ce qui a poussé au développement de cette méthode est la nécessité de *synthétiser* un grand nombre de données, produites sur base d'un grand nombre de variables et un grand nombre d'individus. L'homme n'étant pas doté d'une capacité cérébrale suffisante pour dégager les grandes tendances d'un tableau à plusieurs centaines, voire milliers d'entrées, l'ACP a été conçue afin de résumer les relations entre variables d'une part et les relations entre individus d'autre part.

Le but de l'ACP est d'analyser les corrélations entre toutes les variables d'une matrice dans un premier temps pour ensuite construire de nouvelles variables synthétiques (les *composantes*) qui elles, ne sont plus corrélées entre elles (elles sont dites *orthogonales*). Chacune de ces composantes est une sorte d'indicateur composite, construit à partir des variables d'origine. Il faut donc leur donner une interprétation. Une fois ces quelques composantes établies, on peut construire des plans à deux dimensions et y placer les individus. Un nouveau nuage de points apparaît. Si ce sont les deux composantes principales qui expliquent le mieux la variation dans la distribution des valeurs qui sont représentées dans le plan à deux dimensions, on peut dès lors voir quels sont les individus qui sont proches (en fonction de l'ensemble des variables et non de deux ou trois uniquement comme dans un tri croisé) et quels sont les individus qui sont éloignés. Cette méthode permet donc d'établir des

profils types d'individus en tenant compte simultanément de *toutes* les variables (Busca, 2009).

j. Les méthodes identifiées : résumé

À travers les études de cas, nous avons pu identifier 9 méthodes quantitatives utilisées par les chercheurs : (a) les modèles de gravité, (b) les modèles de régression, (c) les modèles de survie, (d) les statistiques descriptives basiques, (e) la dynamique des systèmes, (f) l'agent-based modeling, (g) les modèles économiques, (h) l'analyse des données mobiles et (i) l'analyse en composantes principales.

Afin d'y voir plus clair, nous avons fait successivement (i) la différence entre les méthodes dites « descriptives » et les méthodes dites « explicatives », (ii) la différence entre « modélisation » et « simulation », (iii) la différence entre les démarches « théoriques » et « empiriques » et (iv) la différence entre causalité « générative », causalité comme « dépendance robuste » et causalité comme « manipulation 'conséquentielle' ». Plus haut, nous avons vu que (v) le paradigme de simplification s'opposait au paradigme de la complexité et que (vi) certaines méthodes permettaient de prendre en compte le temps tandis que d'autres méthodes fonctionnaient « hors du temps ». Sur base des quelques explications fournies sur le fonctionnement de chaque méthode, nous pouvons déjà catégoriser ces méthodes en fonction de ces six aspects (Tableau 1). Cette catégorisation n'est évidemment pas la seule possible, et on pourrait rajouter plusieurs colonnes, mais ce sont les aspects qui nous sont apparus comme les plus pertinents sur base des débats que nous avons passés en revue dans les sections précédentes. Il est à noter également que le choix de catégoriser chaque méthode dans telle ou telle catégorie peut bien entendu être sujet à discussion. Par exemple, chaque méthode comporte toujours une part théorique, la distinction entre « description » et « explication » est elle-même sujette à débat, et toute méthode utilisant des modèles qui ne sont pas conçus pour prendre en considération le temps peut être utilisée dans une certaine mesure à des moments différents pour étudier un cas sur la durée. Le choix entre les différents qualificatifs pour chaque méthode est établi sur base de ce qui est ressorti de la lecture des études de cas analysées dans ce mémoire, portant spécifiquement sur le lien entre environnement et migration. Ainsi, il s'agit d'une qualification des méthodes *utilisées dans le cas qui nous intéresse*.

	Descriptive / Explicative	Modélisation / Simulation	Causalité	Simplification / Complexité	Théorique / Empirique	Prise en compte de l'évolution du phénomène au cours du temps
Gravité	Explicative	Modélisation	Dépendance robuste et manipulation conséquente	Simplification	Empirique	Non
Régression	Explicative	Modélisation	Dépendance robuste et manipulation conséquente	Simplification	Empirique	Non
EHA	Explicative	Modélisation	Dépendance robuste et manipulation conséquente	Simplification	Empirique	Oui
Descriptives basiques	Descriptive	/	/	Simplification	Empirique	Oui
SD	Explicative	Simulation	Générative	Complexité	Empirique	Oui
ABM	Explicative	Simulation	Générative	Complexité	Empirique	Oui
Modèles économiques	Explicative	Modélisation	Dépendance robuste et manipulation conséquente	Simplification	Théorique	Oui
Données mobiles	Descriptive	/	/	/	Empirique	Oui
ACP	Descriptive	/	/	Complexité	Empirique	Non

Tableau 1- Les méthodes quantitatives utilisées dans l'étude du lien entre environnement et migration selon six aspects épistémologiques

Puisque chaque méthode présente ses propres caractéristiques, il est normal qu'elles ne soient pas mobilisées par les chercheurs de manière indifférente. Toute méthode répond à des questions différentes (résumées dans le tableau 2) et on ne peut prétendre que l'une d'entre elles est *la* méthode idéale, tant elles sont complémentaires. Cela dit, à notre avis, toutes les méthodes ne sont cependant pas également adaptées à l'appréhension du problème complexe qu'est la migration induite par des causes environnementales. Nous y reviendrons dans l'analyse des études de cas.

Méthode	Question(s)	Type de réponses attendues
Gravité	En fonction des facteurs push et pull propres à plusieurs régions et de la distance qui sépare ces régions, combien de personnes migrent entre ces différentes régions ?	Un nombre de migrants
Régression	Quelle est la part jouée par chaque facteur dans l'explication de la migration ? Si l'on considère l'environnement comme un facteur entre autres, est-il déterminant ?	Un coefficient de détermination pour chaque variable
Analyse de survie	Suite à un changement dans l'environnement, quand migre-t-on et quels sont les facteurs qui expliquent pourquoi tout le monde ne migre pas en même temps ?	Une probabilité de migrer au cours du temps en fonction de plusieurs facteurs
Descriptives basiques	Observe-t-on un changement dans les dynamiques migratoires à la suite de changements environnementaux ?	La mention d'une différence dans les dynamiques migratoires
Dynamique des systèmes	Comment expliquer ce qui influence les dynamiques migratoires d'un système socioécologique et comment sont-elles modifiées suite à un changement dans l'environnement ?	Une représentation complexe du système socioécologique étudié ainsi qu'une estimation de l'évolution des dynamiques migratoires en fonction de plusieurs scénarios.
ABM	Comment expliquer ce qui influence les dynamiques migratoires d'un système socioécologique et par quels mécanismes micro/mésosociaux sont-elles modifiées suite à un changement dans l'environnement ?	Une représentation complexe du système socioécologique étudié ainsi qu'une estimation de l'évolution des dynamiques migratoires en fonction de plusieurs scénarios.
Modèles économiques	Étant donné un certain nombre de facteurs et la supposition de résultats attendus, est-il probable que l'on assiste dans le futur à une augmentation/diminution des flux migratoires entre deux régions données ?	Un chiffre sur le nombre de migrants futurs induits par un changement environnemental
Données mobiles	Où vont les personnes touchées par un événement extrême ? Combien de temps restent-elles dans la zone de destination ? Retournent-elles dans la zone d'origine ?	Une description détaillée et assez fiable des mouvements d'une population soumise à une situation critique
Analyse en composantes principales	Quels sont les facteurs de déplacement qui agissent ensemble et ceux qui agissent indépendamment ? Comment peut-on catégoriser les migrants sur base d'une multitude de facteurs ? Quels profils dégager ?	Une description détaillée des relations entre les facteurs et des profils des migrants

Tableau 2 - Les méthodes identifiées, et les questions auxquelles elles permettent de répondre dans le cadre de l'étude du lien entre environnement et migration

Il s'agissait ici de présenter les différentes méthodes quantitatives mobilisées par les chercheurs afin de comprendre le lien entre environnement et migration. Ce tableau ne doit pas forcément être vu comme une grille d'évaluation, mais plutôt comme une grille de lecture permettant de voir « ce à quoi on a à faire » ; à l'heure actuelle, voici donc les outils que les experts utilisent afin de traiter ce sujet de manière quantitative. Lorsque nous comparerons les méthodes entre elles sur base de ce qu'elles permettent au niveau méthodologique, un autre tableau sera construit afin d'évaluer leur capacité à aider le chercheur dans son étude du lien entre environnement et migration dans un cas particulier.

1. Démarche générale

1.1. Rappel des objectifs

Le but de ce mémoire est de dresser un état des lieux sur les pratiques de recherche quantitatives dans l'étude du lien entre environnement et migration, de souligner ce que chacune des méthodes utilisées présente comme avantages et inconvénients (davantage sur le plan conceptuel) et de formuler une proposition de démarche type sur base de ces quelques considérations.

Pour rappel, il n'est pas question ici d'une méta-analyse au sens propre, c'est-à-dire une analyse *quantitative* qui aurait pour but, par exemple, de trouver un chiffre faisant consensus sur la force du lien entre environnement et migration ou sur le nombre de migrants induits par le changement climatique à l'horizon 2050. Nous avons argumenté pourquoi de telles démarches ne semblent pas souvent pertinentes dans la partie précédente. La démarche ici est bien *qualitative* et porte sur les *méthodes* plus que les *résultats*.

1.2. Recherche et sélection des articles

Afin d'arriver à ces objectifs, nous avons procédé à un *échantillonnage théorique* (Lejeune, 2014 : 28) d'études de cas permettant d'identifier les méthodes présentées dans la partie précédente et de juger de leurs apports et limites dans l'étude du lien entre environnement et migration. De la même manière qu'un chercheur passe d'informateur en informateur afin de récolter des informations sur un système social donné, nous avons parcouru la littérature et sommes passés d'étude de cas en étude de cas jusqu'à arriver en quelque sorte à « saturation », c'est-à-dire à avoir identifié l'ensemble des méthodes mobilisées dans ce champ de recherche. Pour compléter cette revue de littérature, nous avons pu obtenir deux entretiens auprès d'experts-chercheurs, afin de lever certaines zones d'ombres sur les méthodes qu'ils ont utilisées et d'obtenir de plus amples informations sur le sujet de manière générale. Ces entretiens, bien que peu nombreux, ont permis de répondre à la majorité des questions en suspens. Ils nous ont semblé suffisants à ce stade de notre étude dont l'objet est la recherche elle-même (et non les chercheurs). Afin de récolter les articles nécessaires, nous avons procédé en trois temps :

Nous avons commencé par chercher spécifiquement des *études de cas* dans les bases de données bibliographiques « classiques » ainsi que dans les bases de données spécialisées, comme la base de données CLIMIG de l'université de Neuchâtel et la base de données du Population and Environment Research Network (PERN). Plusieurs revues de littérature ont été examinées afin d'augmenter le nombre d'études de cas et de trouver d'éventuelles méthodes supplémentaires.

Nous avons ensuite éliminé les articles non pertinents, le plus souvent des articles de biologie parlant de migrations d'animaux ou de végétaux, ou des articles traitant du lien entre environnement et migration de manière plus générale sans vraiment s'intéresser à un cas particulier. Les études de cas utilisant des méthodes *qualitatives* uniquement ont été exclues de cet échantillon.

Enfin, nous avons recherché d'autres études de cas mentionnées dans celles que nous avons déjà trouvées et sur base des discussions avec les deux chercheurs.

Ne trouvant plus de méthodes supplémentaires, ni dans la littérature ni après avoir posé nos questions aux experts, nous avons répertorié les articles en fonction des méthodes utilisées. Les 26 articles retenus pour l'analyse sont repris ci-dessous, par méthode utilisée.

Modèles de gravité :

- 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(2-3), 115-136.

Modèles de régression :

- Nawrotzki, R. J., DeWaard, J., Bakhtsiyarava, M., & Ha, J. T. (2017). Climate shocks and rural-urban migration in Mexico: exploring nonlinearities and thresholds. *Climatic Change*, 140(2), 243-258.
- Nawrotzki, R. J., Riosmena, F., & Hunter, L. M. (2013). Do Rainfall Deficits Predict U.S.-Bound Migration from Rural Mexico? Evidence from the Mexican Census. *Population Research and Policy Review*, 32(1), 129-158.
- Shrestha, S. S., & Bhandari, P. (2007). Environmental security and labor migration in Nepal. *Population and Environment*, 29(1), 25-38.
- Rowlands, D. (2004). The Effects of Poverty, Environmental Degradation, and Gender Conditions on South-to-North Migration. *Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement*, 25(4), 555-572.

Analyses de survie :

- Ezra, M., & Kiros, G.-E. (2001). Rural Out-Migration in the Drought Prone Areas of Ethiopia: A Multilevel Analysis. *The International Migration Review*, 35(3), 749-771.
- Gray, C. L. (2009). Environment, Land, and Rural Out-migration in the Southern Ecuadorian Andes. *World Development*, 37(2), 457-468.
- Gray, C. L. (2010). Gender, Natural Capital, and Migration in the Southern Ecuadorian Andes. *Environment and Planning A*, 42(3), 678-696.
- 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 and Environment*, 25(5), 423-460.
- Massey, D. S., Axinn, W. G., & Ghimire, D. J. (2010). Environmental change and out-migration: evidence from Nepal. *Population and Environment*, 32(2-3), 109-136.

Statistiques descriptives « basiques » :

- Findley, S. E. (1994). Does Drought Increase Migration? A Study of Migration from Rural Mali during the 1983-1985 Drought. *The International Migration Review*, 28(3), 539-553.
- Hamilton, L. C., Saito, K., Loring, P. A., Lammers, R. B., & Huntington, H. P. (2016). Climigration? Population and climate change in Arctic Alaska. *Population and Environment*, 38(2), 115-133.
- Henry, S., Piché, V., Ouédraogo, D., & Lambin, E. F. (2004). Descriptive Analysis of the Individual Migratory Pathways According to Environmental Typologies. *Population and Environment*, 25(5), 397-422.

Dynamiques des systèmes :

- Ginnetti, J., Franck, T. (2014). Assessing drought displacement risk for Kenyan, Ethiopian and Somali pastoralists. Genève, Suisse : Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC).

Agent-Based Modeling :

- Entwisle, B., Williams, N. E., Verdery, A. M., Rindfuss, R. R., Walsh, S. J., Malanson, G. P., ... Jampaklay, A. (2016). Climate shocks and migration: an agent-based modeling approach. *Population and Environment*, 38(1), 47-71.
- Hassani-Mahmooei, B., & Parris, B. W. (2012). Climate change and internal migration patterns in Bangladesh: an agent-based model. *Environment and Development Economics*, 17(6), 763-780.
- Kniveton, D. R., Smith, C. D., & Black, R. (2012). Emerging migration flows in a changing climate in dryland Africa. *Nature Climate Change*, 2(6), 444-447.
- Kniveton, D., Smith, C., & Wood, S. (2011). Agent-based model simulations of future changes in migration flows for Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 21, Supplement 1, S34-S40.
- Smith, C. D. (2014). Modelling migration futures: development and testing of the Rainfalls Agent-Based Migration Model – Tanzania. *Climate and Development*, 6(1), 77-91.

Modèles économiques :

- Barbieri, A. F., Domingues, E., Queiroz, B. L., Ruiz, R. M., Rigotti, J. I., Carvalho, J. A. M., & Resende, M. F. (2010). Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025–2050. *Population and Environment*, 31(5), 344-370.
- Reuveny, R., & Moore, W. H. (2009). Does Environmental Degradation Influence Migration? Emigration to Developed Countries in the Late 1980s and 1990s*. *Social Science Quarterly*, 90(3), 461-479.
- 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), 14257-14262.
- 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), 355-374.

Analyse des données mobiles :

- Lu, X., Wrathall, D. J., Sundsøy, P. R., Nadiruzzaman, M., Wetter, E., Iqbal, A., ... Bengtsson, L. (2016a). Detecting climate adaptation with mobile network data in Bangladesh: anomalies in communication, mobility and consumption patterns during cyclone Mahasen. *Climatic Change*, 138(3-4), 505-519.
- Lu, X., Wrathall, D. J., Sundsøy, P. R., Nadiruzzaman, M., Wetter, E., Iqbal, A., ... Bengtsson, L. (2016b). Unveiling hidden migration and mobility patterns in climate stressed regions: A longitudinal study of six million anonymous mobile phone users in Bangladesh. *Global Environmental Change*, 38, 1-7.

Analyse en Composantes Principales :

- Ogamba, U. P., Ezeomodo, I. C., Ajaero, C. K. (2016). Evaluating the Socioeconomic and Environmental Factors of Out-migration in Aguata Local Government Area of Anambra State. *African Journal of Education, Science and Technology*, Janvier 2016, 3(1), 1-11.

Dans le souci d'être plus ou moins « à jour » dans l'analyse de la littérature, nous avons pris garde à ne pas répertorier trop d'articles trop anciens (Figure 9). À titre informatif, avant les années 2000, les études de cas de type « descriptives basiques » semblent avoir été dominantes.

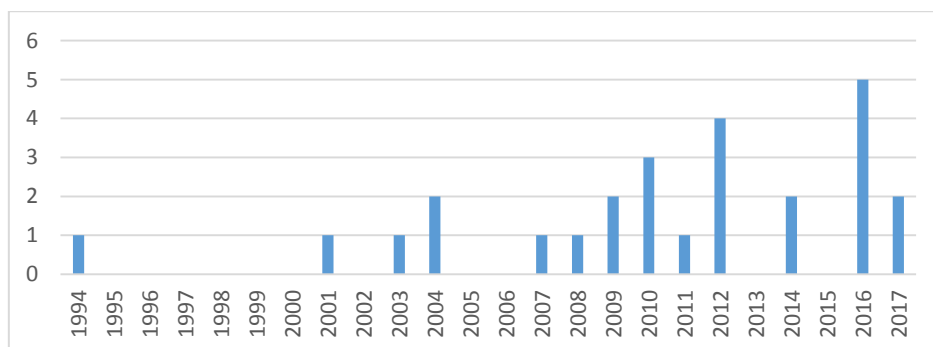


Figure 9 - Nombre d'articles retenus pour l'analyse par année de publication

1.3. Analyse des articles

Afin de faciliter l'appréhension des avantages et limites des méthodes identifiées, et en nous inspirant de l'approche d'Obokata et al. (2014) pour sa revue de littérature systématique, nous avons ensuite construit un questionnaire³⁸ portant sur différents aspects méthodologiques. Nous avons donc cherché à savoir, entre autres :

- (a) Quel est le niveau de l'analyse (micro, méso, macro) ;
- (b) Quelle est la discipline du chercheur ;
- (c) Quel moment l'étude vise-t-elle à comprendre (passé, présent, futur) ;
- (d) Quels types de facteurs environnementaux (lents ou rapides) sont envisagés ;
- (e) Si les auteurs établissent un lien causal entre le changement climatique et le ou les facteurs environnementaux observés ;
- (f) Si les auteurs parlent de difficultés liées à la méthode et si c'est le cas, quelles sont-elles ;
- (g) Quelles sont les recommandations quant aux méthodes de recherches à adopter ;
- (h) Quelle place occupait le pouvoir des individus dans la migration (cf. section sur la coercition) ;
- (i) Comment les chercheurs envisagent les migrations de retour et les migrations circulaires dans leur analyse.

Sur base de la comparaison des recherches quantitatives et de leurs conclusions, et au regard de toutes les considérations abordées dans la partie précédente, nous avons pu définir les forces et les faiblesses de chaque méthode. Pour terminer, nous avons proposé une démarche « idéale » dans l'étude quantitative des connexions entre environnement et migration.

2. Aperçu de la répartition géographique des études de cas

Plusieurs des articles précités se rapportent parfois au même cas d'étude (Gray, 2009 ; Gray, 2010). Parfois aussi, les mêmes auteurs se sont intéressés à la même zone géographique en utilisant des méthodes différentes (Henry et al., 2003 ; Henry et al., 2004a ; Henry et al., 2004b). Les zones couvertes par les articles³⁹ sont nombreuses et majoritairement situées dans les pays en voie de développement (Figure 10).

³⁸ Présenté en annexe.

³⁹ De manière partielle lors d'études de cas localisées ou entièrement lors d'études de cas à l'échelle macrosociale.

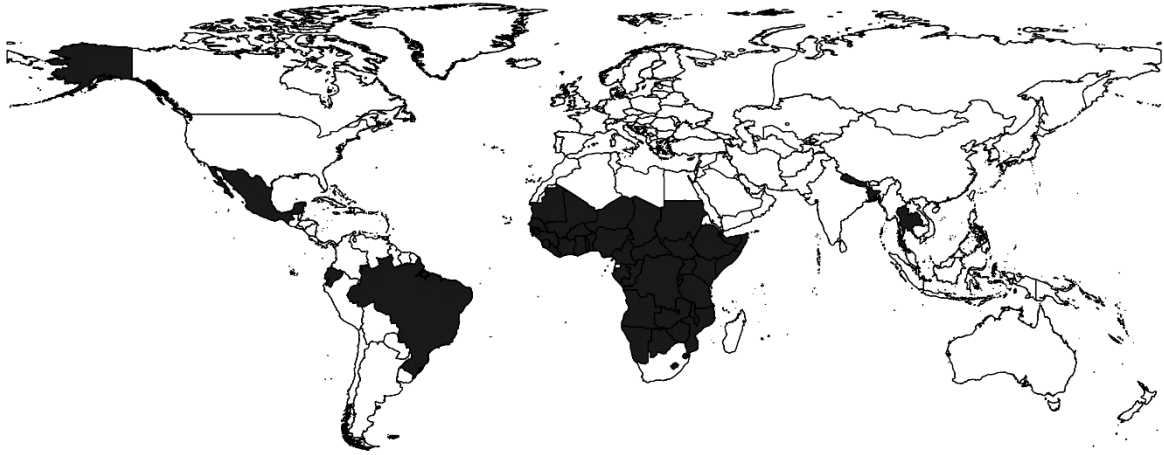


Figure 10- Les zones géographiques sur lesquelles ont porté les études de cas analysées, en gris foncé (si les migrations sont internationales, les zones de destination n'ont pas été représentées. Exemple : Mexique vers USA, les USA ne sont pas grisés)

QUATRIEME PARTIE : ANALYSE DES METHODES SUR BASES DES ETUDES DE CAS IDENTIFIEES

Dans la première partie, nous avons abordé les différents aspects des migrations liées à l'environnement et/ou au climat. Nous avons ensuite expliqué pourquoi cette question méritait d'être traitée, tant d'un point de vue politique et humanitaire que du point de vue scientifique.

Dans la deuxième partie, nous avons passé en revue les différentes conceptions du problème, en mettant l'accent sur les questions liées à sa complexité, au regard porté sur les migrants dans le monde occidental ainsi que sur leur capacité de résilience et d'adaptation. Après cet aperçu des diverses considérations théoriques, nous avons choisi de nous référer au modèle de Black et al. (2011) pour déterminer « les bonnes questions à se poser ». Nous avons ensuite entrepris de répertorier et de présenter les méthodes quantitatives utilisées dans le but d'analyser le lien entre environnement et migration, et nous avons déjà pu constater que chaque méthode permettait de répondre à des questions différentes.

La troisième partie a apporté des informations sur la façon dont nous avons procédé à l'analyse. Nous y avons présenté brièvement les articles de recherche sur lesquels nous nous appuyons pour « évaluer » les méthodes sur base de critères multiples.

Ici, nous procédons à cette évaluation en présentant d'abord les critères retenus (section 1) pour ensuite y confronter les différentes méthodes utilisées dans les différentes études de cas (section 2). Un tableau synthétique est ensuite construit, et une démarche type est enfin proposée (sections 3 et 4).

1. Critères retenus pour l'évaluation des méthodes

Les critères sur lesquels se base cette analyse ont été établis principalement sur base des considérations théoriques que nous avons discutées dans la première et la deuxième parties de ce mémoire, mais font également référence à des réflexions que les chercheurs ont formulées dans leur article ou lors d'entretiens. Enfin, plus largement, ils sont aussi le fruit de discussions que nous avons pu avoir avec certains experts de la question⁴⁰ et de débats lors de cours et séminaires⁴¹. Ces critères sont : (a) la prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse, (b) la prise en compte des causalités indirectes, (c) la prise en compte du temps, (d) les

⁴⁰ Je pense ici notamment à Alex Randall, de la Climate and Migration Coalition et les deux chercheurs interrogés.

⁴¹ Lors d'un séminaire sur les migrations environnementales organisé dans le cadre du master en gestion de l'environnement, un autre sur l'adaptation au changement climatique, et de tous les autres cours ayant de près ou de loin abordé cette question.

possibilités de connaissance de la population et l'explication de la non migration, (e) les possibilités offertes en termes de prospective et (f) les possibilités offertes quant à la comparaison entre les cas d'étude. Nous les passons ici brièvement en revue avant d'entamer l'analyse.

Encore une fois, cette liste n'est certainement pas exhaustive et peut être sujette à discussion. Les quelques critères repris ici présentent les aspects qui nous apparaissent comme les plus pertinents.

1.1. Prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse

Nombreux sont les auteurs qui soulignent l'importance de prendre en compte simultanément plusieurs niveaux d'analyse lorsque l'on étudie les déterminants de la migration (Henry et al., 2004 ; Nawrotzki et al., 2013 ; Kniveton et al., 2012).

La décision de partir ou de rester dépend en effet des contraintes extérieures (l'environnement notamment) mais également des dynamiques au sein du ménage ou de la communauté, ainsi que de facteurs inhérents à chaque individu. Selon ses capacités propres, ses obligations envers les autres et son statut dans le groupe, chacun prend une décision particulière. Dans certains cas, la migration est une stratégie d'adaptation du ménage ; dans d'autres, elle est davantage liée à l'individu lui-même.

C'est donc un aspect important qu'il faut traiter, soit en faisant le choix de ne s'intéresser qu'à un seul niveau (et en excluant explicitement les autres), soit en considérant simultanément plusieurs niveaux. Comme le note Piguet (2010), « These methods [analyses multiniveaux] appear well suited to the study of human–environment interactions in geography as they allow for a significant expansion of the range of variables analyzed and thus enhance the precision of the analysis. » Cette dernière remarque nous mène au critère suivant, portant sur le caractère complexe et multifactoriel des interactions entre environnement et migration.

1.2. Prise en compte des causalités indirectes et des interactions entre facteurs

Lorsque la causalité est établie par le chercheur en explicitant le *processus* par lequel X influence Y à un niveau qui n'est pas directement observable, Goldthorpe (2001) parle de causalité « générative ». Dans l'étude du lien entre environnement et migration, nous avons vu que les interactions entre facteurs sont nombreuses et que les relations causales sont souvent indirectes (l'environnement a par exemple souvent un impact sur les moyens de subsistance, qui à leur tour influencent la propension à migrer). Autre préoccupation

importante à garder en tête, nous avons vu que les facteurs s'influencent souvent mutuellement ; c'est donc un autre aspect à ne pas négliger.

1.3. Prise en compte du temps

Dans un contexte de changements (climatiques, environnementaux et sociaux), étudier l'évolution d'une situation en fonction du temps apparaît très pertinent. On peut souligner deux bonnes raisons de prendre le temps en considération. Premièrement, l'évolution sur le long terme des dynamiques migratoires est intéressante lorsque l'on envisage des scénarios liés au changement climatique, par exemple. Deuxièmement, à une échelle de temps plus courte, cela permet de saisir davantage de formes différentes de migrations, comme les migrations temporaires ou saisonnières. Comme nous l'avons vu, la migration *permanente* due à un changement environnemental n'est pas la seule observable. Aborder n'importe quel contexte sous l'angle de la migration permanente de prime abord dénote une vision peut-être trop déterministe, dramatique ou condescendante.

Si certaines méthodes permettent d'inclure le temps directement dans les modèles ou dans les analyses descriptives, d'autres fonctionnent « hors du temps », mais peuvent toutefois, en théorie, être mobilisées à des intervalles de temps différents afin d'étudier les évolutions.

1.4. Connaissance de la population et explication de la non-migration

Tout comme il est important de considérer plusieurs niveaux d'analyse afin de relever les différences des impacts au sein de chaque « strate » de la société, l'analyse des caractéristiques individuelles a elle aussi son importance. Le genre, le statut social et l'ethnie sont quelques-uns des facteurs individuels parfois pris en compte dans l'analyse pour expliquer les différences dans les comportements migratoires induits par des changements environnementaux. La prise en compte de ces facteurs microsociaux permet dans certains cas au chercheur d'expliquer pourquoi certains individus d'une même communauté migrent alors que d'autres restent, et ainsi de rendre compte d'éventuelles inégalités sociales dans la distribution des impacts du changement environnemental étudié.

1.5. Opportunités pour la démarche prospective

La prospective est une démarche visant à élaborer des scénarios afin d'envisager les risques et les opportunités potentiels. La prospective est caractérisée par plusieurs choses importantes qui la distinguent d'autres formes d'attitudes face au futur, dont notamment : (a) le souci d'intégrer la *complexité* à sa réflexion, (b) la conception du futur comme *malléable*, et donc

une vision non déterministe de l'avenir⁴², et (c) l'invitation à la participation citoyenne dans la construction de scénarios (Guyot et Brunet, 2014 : 20-21).

Directement liée à la question de la prise en compte du temps, celle de la facilitation de la prospective apparaît pertinente dans le contexte d'adaptation au changement climatique actuel. Comme nous l'avons vu dans la première partie, l'atténuation des risques liés aux impacts du changement climatique passe souvent par des pratiques de gestion territoriale, un domaine où la prospective a toute sa place (Guyot et Brunet, 2014).

Qu'une méthode puisse être utilisée comme un outil accessible à l'usage des décideurs politiques et des citoyens apparaît pertinent dans un tel contexte. Ainsi, pouvoir « jouer » avec les scénarios et formuler sa compréhension du problème permet aussi de trouver des solutions *en impliquant un maximum d'acteurs*. Au-delà de l'outil analytique, c'est le potentiel *pédagogique* de la méthode qui est ici abordé. On pourrait imaginer que les méthodes quantitatives soient utilisées dans le cadre d'ateliers de sciences participatives (*citizen science*), de la même manière par exemple qu'une forme vulgarisée des modélisations climatiques⁴³ a été utilisée dans les classes du secondaire en Belgique francophone afin de sensibiliser les élèves au changement climatique en leur permettant d'imaginer et de tester les impacts de leur propre scénario. Il s'agit donc ici de voir dans quelle mesure les méthodes identifiées peuvent être utiles dans la gestion d'un problème environnemental, de manière participative notamment⁴⁴ ; le modèle semble-t-il assez intelligible pour un public de non-experts ?

1.6. Opportunités pour la comparaison avec d'autres cas d'études

Les comparaisons entre différents cas d'études permettent plusieurs choses. Elles autorisent notamment à compléter l'analyse d'un cas B par des aspects abordés dans un cas A et vice versa, ou peuvent mettre en lumière des éléments négligés au début d'une recherche. La comparaison permet aussi d'identifier des facteurs qui font qu'un même changement environnemental à un endroit A ou B a des impacts différents sur leurs communautés respectives.

La quantification, ici, n'est peut-être pas centrale, mais les méthodes que nous avons identifiées permettent chacune de conceptualiser le problème de façon différente. Là où

⁴² À la différence des prévisions.

⁴³ Via la plateforme « www.my2050.be »

⁴⁴ Ce sujet pourrait sans doute faire l'objet d'un mémoire à lui seul.

certaines méthodes s'attachent à répondre à une question très précise, d'autres requièrent, *avant même toute quantification*, une formalisation du système socioécologique dans son ensemble sous forme de modèle conceptuel un peu comme celui de Black et al. (2011). Nous pensons qu'un tel modèle conceptuel peut être comparé plus facilement qu'un modèle statistique plus restreint, à moins que deux modèles « restreints » relativement analogues ne soient utilisés de la même manière pour étudier deux cas différents.

2. Forces et faiblesses des familles de méthodes identifiées

Nous passons maintenant en revue les forces et les faiblesses de chaque famille de méthodes, selon les critères que nous venons d'énoncer. Nous développons plus particulièrement la régression, l'agent-based modeling (ABM) et l'analyse en composantes principales (ACP).

2.1. Les modèles de gravité

Dans leur étude des dynamiques migratoires au Burkina Faso, Henry et al. (2003) ne prennent en compte qu'un seul niveau d'analyse (les provinces). Les résultats obtenus les mènent à la conclusion qu'une analyse à plusieurs niveaux est souhaitable, ce qui les incite notamment à produire deux articles supplémentaires sur le même terrain en utilisant deux autres méthodes. Les modèles de gravité, comme nous l'avons vu, se prêtent bien à l'analyse des flux migratoires entre plusieurs régions à des échelles assez vastes, mais semblent moins bien adaptés à des analyses menées à des échelles plus réduites.

Avec ce modèle, Henry et al. (2003) tentent de quantifier le poids des facteurs environnementaux par rapport aux autres facteurs (économiques et sociodémographiques). Les chercheurs parviennent à démontrer que les changements environnementaux *pris en compte isolément* ne peuvent pas expliquer des mouvements de masse de « réfugiés climatiques » et invalident donc les théories précédentes relatant des vagues de « réfugiés climatiques » en Afrique de l'Ouest (Henry et al., 2003 : 134). Cependant, leur modèle dit peu de choses sur la façon dont les variables sont liées.

Le modèle de gravité utilisé par Henry et al. (2003) néglige le facteur temps. Seul le changement d'adresse entre le moment de l'enquête et l'année précédente sert d'indicateur pour la migration. Ceci représente une autre limitation, qui mènera les auteurs à prendre en compte cet aspect lors d'une autre étude, longitudinale cette fois-ci, sur le même terrain afin de mieux comprendre *comment* les personnes se déplacent en fonction de différents événements au cours de leur vie. Les modèles de gravité sont, comme les modèles de régression, des modèles qui fonctionnent « hors du temps », où chaque variable a une valeur à

un moment donné, et où le changement d'état de ces variables ne peut pas être pris en compte aisément.

L'analyse menée grâce au modèle de gravité de Henry et al. (2003) porte sur des variables macrosociales, décrivant les caractéristiques de la population et de la zone géographique dans chaque province de manière agrégée (taille de la population, fréquence des sécheresses, degré d'alphabétisation, variabilité dans les précipitations...). Ce sont ces facteurs macrosociaux qui sont censés attirer ou repousser les individus de chaque province, et non leurs caractéristiques propres. C'est la logique même des modèles de gravité qui considèrent les conditions (favorables ou défavorables) de différentes zones géographiques comme des « aimants ». Si une telle approche permet de saisir l'image globale de la situation dans un pays, elle ne permet pas une connaissance détaillée de la population, puisque tous les individus sont considérés en quelque sorte comme « égaux » face à ces pôles d'attraction. Dès lors, les modèles de gravité apparaissent peu utiles à l'explication de la *non-migration* (pourquoi certains ne migrent pas alors que d'autres migrent).

En ce qui concerne les opportunités offertes par le modèle en termes de prospective, on doit remarquer que la métaphore de la gravité pourrait sans doute aider les scientifiques à communiquer leurs résultats aux décideurs désireux d'avoir une image globale de la situation et des facteurs importants. Grâce à ce type de modèle, on peut déjà identifier ce qui joue globalement dans le phénomène migratoire à un moment donné et attirer l'attention sur les conditions défavorables (favorables) qui mènent à davantage (moins) de migration. Cela étant, l'exposition du problème grâce à un modèle de gravité peut mener à une interprétation assez simpliste de la part de l'interlocuteur qui risquerait de se concentrer sur *le* facteur qu'il juge le plus déterminant. Il faudrait donc compléter la présentation par autre chose. Pour ce qui est de la capacité à se projeter dans le futur, il faudrait que le modèle puisse expliquer suffisamment le phénomène migratoire sur base des variables prises en compte, un objectif qui s'est avéré difficile à atteindre dans cette étude (Henry et al., 2003 : 126). On ne pourrait pas utiliser les modèles de gravité pour *prédire* la valeur de variable d'intérêt (la migration) en fonction d'un changement dans les variables sans que ceux-ci ne puissent expliquer la migration de façon assez fiable. Tout comme dans les modèles de régression multivariée, la tentation peut être d'introduire davantage de variables explicatives afin d'augmenter le niveau de confiance dans le modèle, mais est-ce la solution ?

Enfin, les modèles de gravité, de par leur caractère général, pourraient être utilisés afin de comparer (quoique sommairement) des situations de migrations à différents endroits du globe,

en prenant en compte les mêmes variables explicatives. Bien que les résultats se verraient limités aux quelques obstacles que nous venons de relever, une telle démarche permettrait d'avoir un aperçu « introductif » sur les différences à l'échelle globale. Ceci est conditionné par la disponibilité des données. Une suggestion serait d'utiliser la base de données Terra Populus de l'Université du Minnesota, qui regroupe des données sur l'environnement et la société à différents niveaux dans de nombreux pays du monde. Il faut cependant garder à l'esprit que, comme nous l'avons répété plusieurs fois dans ce qui précède, le contexte de chaque cas d'étude étant hautement déterminant, une telle comparaison servirait tout au plus à remarquer les différences entre cas d'étude et à susciter le démarrage d'une recherche plus approfondie (qualitative notamment) dans chacun d'eux afin de les expliquer.

2.2. Les modèles de régression

La régression apparaît comme incontournable dans bien des domaines, et l'étude de l'environnement en tant que facteur de migration a été à de nombreuses reprises abordé au travers de tels modèles ; les quatre articles répertoriés ici sont donc loin d'être les seuls du même genre.

Nous avons vu que, si les données le permettent, les modèles de régression peuvent analyser les relations entre les variables explicatives et la variable d'intérêt à plusieurs niveaux. Ainsi, les relations entre l'environnement et la migration peuvent être envisagées successivement au niveau du ménage puis à celui du district administratif (Nawrotzki et al., 2012). Ceci permet de déterminer le poids des facteurs environnementaux pour chaque niveau d'analyse, en fonction des variables pertinentes pour chacun d'entre eux. En revanche, ce type d'analyse dit peu de choses sur les *relations* entre ces différents niveaux d'analyse et n'explique pas vraiment comment les variables aux niveaux inférieurs interfèrent avec celles au niveau supérieur.

Un des points importants prêtant au débat dans les analyses de régression est que les variables indépendantes (dont les variables environnementales et/ou climatiques) sont supposées indépendantes les unes des autres, le but étant de « peser » le poids de chacune d'entre elles dans l'explication de la migration. Comme le note Perch-Nielsen (2004), « The way climate has been treated is predominantly as a independent variable in (multivariate) regression techniques and not in the mechanistic and dynamic way typical for the natural sciences. » Cette façon de traiter les variables environnementales va quelque peu à l'encontre du modèle synthétique proposé par Black et al. (2011), dans le sens où (a) ces variables se retrouvent *au*

même niveau que n'importe quelle autre variable explicative et (b) ces variables sont supposées ne pas entretenir de relation avec les variables qui ne relèvent pas de l'environnement. Tout comme dans le cas de modèles de gravité, on peut constater que les variables environnementales seules expliquent ou n'expliquent pas la migration, mais on ne peut pas expliquer *comment* ces variables s'influencent mutuellement. Suhrke (1994 : 477) fait remarquer que l'attitude *minimaliste*⁴⁵ à l'extrême conduit nécessairement à la conclusion suivante : puisque l'environnement *seul* n'explique pas la migration et qu'il ne peut pas être facilement quantifié afin de permettre une régression multivariée, la recherche est abandonnée. Mais les *minimalistes* auxquels Suhrke (1994) fait référence se posent-ils les bonnes questions ? Ne met-on pas la charrue avant les bœufs en considérant l'environnement comme une variable agissant *au même niveau que toutes les autres* ? Dans l'esprit de Black et al. (2011), ne serait-il pas plus intéressant de voir dans un premier temps comment les variables environnementales agissent sur les cinq groupes de variables déterminantes pour la migration et *ensuite* de voir comment ces variables jouent un rôle dans le phénomène migratoire ? L'utilisation de la régression pour expliquer les différentes étapes de ce processus ne serait-elle plus convaincante et ne permettrait-elle pas de s'affranchir des critiques que lui opposent les partisans du paradigme de complexité ? Une autre alternative peut être aussi de choisir de restreindre le problème à *un* type de migration en fonction d'une variable environnementale directement liée à un aspect déterminant de cette migration. Cette approche est adoptée par Shrestha et Bhandari (2007) dans leur étude de l'influence de la *sécurité environnementale* sur la migration *professionnelle*. La *sécurité environnementale* est abordée par le changement dans le temps pour collecter du bois de chauffage, étant donné que la population dans la région étudiée est hautement dépendante du bois de chauffage pour sa survie. La migration professionnelle a quant à elle été choisie afin de prendre en compte les mouvements les plus liés à un appauvrissement dans les ressources naturelles. En centrant davantage les facteurs environnementaux sur des aspects directement en lien avec les moyens de subsistance des populations locales, les auteurs évitent donc de se retrouver avec un modèle où *l'environnement* (de manière vague) n'explique pas énormément *la migration* (tout aussi vague). Cette utilisation de la régression de manière plus restreinte apparaît donc comme plus sensée, mais ne permet pas non plus une compréhension du problème de manière plus holiste.

⁴⁵ Voir plus haut.

Par défaut, le temps n'est pas pris en compte dans les modèles de régression. Il s'agit d'analyser une situation *à un moment donné* afin d'éventuellement (si la robustesse du modèle le permet), de prédire un changement dans les dynamiques migratoires suite à un changement dans une des variables indépendantes, *toute autre chose restant égale*. Une possibilité ici serait d'envisager le changement (ou la perception d'un changement) lui-même comme variable explicative, comme cela a été le cas dans l'étude de Shrestha et Bhandari (2007) au Népal.

En ce qui concerne la connaissance des caractéristiques de la population, la régression offre la possibilité de contrôler l'effet des variables indépendantes par des variables contrôles, ainsi que de modéliser l'effet des variables indépendantes sur la migration pour différentes catégories de la population (les femmes, les hommes, les enfants, les personnes ayant des revenus plus ou moins élevés,...). Si on laisse de côté les problèmes que pose l'indépendance des variables explicatives entre elles, ce « contrôle » par les caractéristiques sociodémographiques permet d'expliquer ce qui détermine la migration des uns et la non-migration des autres. Remarquons aussi que les relations entre ces variables contrôle sont également moins nombreuses que celles entre les variables explicatives (le genre d'un individu n'est, par exemple, pas corrélé avec le fait qu'il soit un enfant ou un adulte), et l'argument « toutes autres choses restant égales » a ici plus de sens. La régression peut être utile également quand on essaie de savoir si c'est plutôt le changement environnemental ou la perception de ce changement qui est déterminant dans la décision de migrer. Nombreuses sont les études de cas (toutes méthodes confondues) se focalisant uniquement sur le premier aspect. Or, l'évolution des tendances climatiques sur le plus long terme (liées au changement climatique) n'est peut-être pas forcément ce qui influence la décision de migrer, surtout dans des contextes où la variabilité climatique (à court terme) est déjà très forte, comme au Sahel notamment (Jónsson, 2010).

« La prédiction est l'essence de la régression » (Rouanet et Lebaron, 2006). C'est donc un outil largement utilisé dans le but de guider les politiques publiques. En identifiant dans un premier temps les facteurs qui pèsent le plus lourd dans l'équation, on fait une hypothèse sur le devenir d'un phénomène en fonction de la modification de ces facteurs. La régression sert donc la prospective, mais elle ne répond peut-être pas à elle seule de manière satisfaisante aux impératifs de conceptualisation complexe d'un scénario que requiert la prospective. Nous avons vu que la régression semblait d'autant plus fiable qu'elle était restreinte à une question bien précise. Dès lors, il faut reconnaître que, si elle peut apporter des indications chiffrées sur

une partie d'un phénomène (un indicateur du poids de l'environnement dans la migration ou un nombre futur hypothétique de migrants), elle n'offre pas énormément d'outils utiles à une conception holiste du problème et à la construction de scénarios futurs.

Puisque la régression apparaît comme plus efficace lorsque l'on introduit des variables précises et directement en lien avec le contexte étudié, la question de la comparaison d'études de cas différentes utilisant ce type de modèle est d'emblée moyennement pertinente. Comment comparer la migration professionnelle au Népal influencée par le temps mis pour récolter du bois de chauffage avec la migration permanente du Mexique vers les États-Unis suite à un déficit dans le régime pluviométrique (Nawrotzki et al., 2012) ? Les problématiques abordées dans chaque cas d'étude sont peut-être trop précises pour permettre une comparaison qui a du sens.

2.3. Les analyses de survie

Similaires aux méthodes de régression multivariée « classiques » en de nombreux points, les analyses de survie s'en distinguent pourtant car elles permettent la prise en compte du temps directement dans le modèle statistique. Dès lors, cette technique est mieux adaptée à l'analyse des séries temporelles, à partir desquelles les changements d'état de mêmes variables peuvent être modélisés. On peut donc définir de manière plus fine la probabilité de migrer en fonction de l'âge par exemple (Henry et al., 2004). La connaissance de la population est donc affinée et permet de mieux comprendre pourquoi certaines personnes migrent et pourquoi d'autres ne migrent pas, notamment en fonction du genre (Henry et al., 2004 ; Gray, 2009) ou de l'ethnicité (Massey et al., 2010).

Tout comme les modèles de régression, les analyses de survie peuvent prendre en compte plusieurs niveaux d'analyse, mais l'objectif n'y est pas non plus d'examiner les influences que les variables ont les unes sur les autres aux différents niveaux, ni simplement entre elles. Les limites et les avantages de ces modèles sur ces questions, ainsi que sur celle de la comparaison entre études de cas, sont donc similaires à ceux que nous venons de passer en revue pour les modèles de régression.

Pour ce qui est de la prospective, là aussi les analyses de survie présentent sensiblement les mêmes avantages et limites que les méthodes de régression « classiques ».

2.4. Les analyses descriptives « basiques »

Les analyses que nous avons appelées « descriptives » sont assez limitées dans l'avancement d'un lien causal entre la dégradation environnementale et la migration, puisqu'elles ne testent pas directement les covariations entre variables indépendantes et variables d'intérêt. Henry et al. (2004) recourent aux probabilités afin d'établir la probabilité de migrer en fonction de l'âge et selon la nature des zones d'origine (conditions favorables ou défavorables) ainsi que la probabilité de choisir une « route » migratoire spécifique pour un migrant venant de chaque région donnée. Quant aux deux autres études de Hamilton et al. (2016) et Findley (1994), elles visaient à déceler respectivement l'impact du changement climatique et de la sécheresse de 1983-1985 dans les taux de migrations. Leur hypothèse était donc que si un changement significatif avait eu lieu, on pouvait supposer un lien entre ces facteurs environnementaux et le changement dans les dynamiques migratoires. Les analyses « descriptives » peuvent donc être mobilisées à des fins différentes, mais ici, le simple cantonnement à la description des comportements en fonction des facteurs environnementaux et la structure de la population nous semble plus prudent. Sans modèle statistique, la causalité est difficile à établir.

On peut donc se limiter à décrire la situation sous tous ses angles et à plusieurs niveaux, ainsi qu'estimer des probabilités sur les différents comportements sur base des observations de terrain. Ces informations sont évidemment utiles et permettent déjà, parfois, de balayer certains présupposés, ce qui peut bien entendu être utile pour les chercheurs. Elles peuvent aussi aider à briser certains mythes au sein du public non expert. Dans leur étude, Henry et al. (2004) s'étonnent par exemple du fait que les personnes provenant de zone où les conditions environnementales et climatiques sont plus défavorables migrent moins souvent que les personnes provenant de zones où ces conditions sont favorables.

Si l'on dispose de données longitudinales ou d'enquêtes rétrospectives, comme dans l'étude de Henry et al. (2004), il est possible de retracer un historique des migrations et de définir par exemple de manière fiable les « routes » migratoires des migrations circulaires, par exemple. Ceci représente peut-être un avantage par rapport aux méthodes « explicatives » qui incitent parfois le chercheur désireux de quantifier la relation entre l'environnement et la migration à fonctionner « hors du temps » et donc à n'envisager qu'un seul type de migration (permanente, par exemple).

Parce qu'elles se limitent à décrire ce qui existe et à identifier les informations pertinentes pour rendre compte d'une situation de manière représentative, les méthodes descriptives

offrent des opportunités intéressantes pour celui ou celle qui désire comparer deux cas d'étude. Notons bien que la force du lien entre les variables n'est pas la question ici.

2.5. La dynamique des systèmes

La dynamique des systèmes est une approche qui s'inscrit pleinement dans le paradigme de la complexité. Cette modélisation peut, de ce fait, facilement tenir compte de plusieurs niveaux d'analyse (Ginnetti et Franck, 2014 : 25-28) et vise justement à expliquer les relations causales entre les différentes variables composant le système identifié. Dans le cas du système pastoral dans la corne de l'Afrique, Ginnetti et Franck (2014) s'intéressent à la façon dont l'impact des sécheresses se répercute parmi toutes les variables du système et influence la précarité des pasteurs, et dans quelle mesure ces sécheresses peuvent les faire passer du statut de « pasteur nomade » (situation de référence) au statut des « *déplacés à l'intérieur du pays en raison de la sécheresse* » (situation précaire). La causalité est donc ici établie par l'explicitation d'un processus, d'une chaîne causale avec de nombreuses ramifications qui s'entremêlent.

Le but de l'outil de simulation conceptualisé par les auteurs est d'envisager une série de scénarios en modifiant plusieurs paramètres et de dégager des tendances pour l'avenir. Ceci doit pouvoir orienter les politiques de manière générale. L'évolution au cours du temps est donc nécessairement prise en compte et l'outil offre des possibilités intéressantes en matière de prospective. Bien que complexes, les composantes et les relations du système sont « transparentes », dans le sens où on peut retracer le chemin causal entre deux variables d'un bout à l'autre du système. La dynamique des systèmes présente des avantages notables en termes pédagogiques pour l'aide à la gouvernance de systèmes complexes (Gacogne, 2007).

On pourrait cependant reprocher à ce type de modélisation d'être moins transparente sur la composition de la population. La logique ici repose entièrement sur des variables à niveau agrégé. Le modèle est peu prolix sur les disparités des impacts parmi la population en fonction des caractéristiques sociodémographiques des différents individus.

En revanche, du fait de sa représentation schématique holiste, ce type de modèle offre un avantage intéressant en matière de comparaison avec d'autres cas. Plutôt qu'une liste de variables accompagnées de probabilités ou d'odds ratios, c'est tout le système socioécologique qui est ici représenté de façon schématique. La symbolique conventionnelle dans la dynamique des systèmes aide à identifier les boucles de rétroaction positives et négatives, les changements d'état dans les variables et la nature des relations causales

(positive ou négative) en un clin d'œil. Si ce type de modélisation était appliqué à d'autres cas⁴⁶, on pourrait comparer plus facilement la nature des facteurs déterminants des deux systèmes, ce qui pourrait sans doute faciliter l'exploration de nouvelles pistes de recherche (voir plus haut).

2.6. L'Agent-Based Modelling

Il y a plus de dix ans, Perch-Nielsen (2004) constatait que les modèles mathématiques de migration ne pouvaient pas être couplés à des modèles climatiques (basés sur des modèles mécanistiques) pour permettre une compréhension satisfaisante de l'impact du changement climatique sur la migration. Ceci était peut-être dû au fait que les modèles utilisés pour étudier la migration étaient des modèles statistiques issus majoritairement des théories économiques de la migration, et que la nature de ces deux types de modèles (et de ce qui pouvait en ressortir) était trop différente ; d'un côté, on mobilisait les simulations mathématiques en s'appuyant sur les lois de la physique pour prédire le climat et de l'autre, on analysait les corrélations entre variables, ce qui est fondamentalement différent. Mais aujourd'hui, la donne a peut-être changé. Venus de la branche physique de la géographie, Kniveton et al. (2011) sont sans doute les premiers à avoir envisagé la migration liée à l'environnement comme un processus régi par des mécanismes, un peu à la façon du climat régi par des lois physiques. Rappelons que lorsque nous avons parlé de l'ABM plus haut, nous avons vu pourquoi une telle approche ne peut pas forcément être rattachée à une position positiviste extrême qui ignorerait la grande part aléatoire et imprévisible des comportements humains. Les chiffres obtenus sur base des simulations ne sont d'ailleurs peut-être pas ici ce qu'il y a de plus important à retenir.

Comme nous l'avons vu avec le diagramme de Coleman, l'explication de la migration au travers des relations entre différents niveaux d'analyse n'est pas seulement possible dans les modèles multi-agents ; c'est ce qui constitue la base même du type d'explication apporté par ces modèles. Les ABM ont été développés afin d'expliquer comment un comportement collectif pouvait être expliqué par une multitude d'interactions entre agents hétérogènes (ce qui est très différent de faire la somme des parties). De ce fait, l'ABM apparaît comme particulièrement approprié pour analyser non seulement ce qui se passe à *chaque niveau* (l'individu, le ménage et la communauté, typiquement), mais aussi *entre chaque niveau*, un aspect difficilement analysable dans les modèles de régression, par exemple.

⁴⁶ Nous n'avons malheureusement pas trouvé d'autres cas utilisant la dynamique des systèmes.

Avec le premier modèle de ce genre (Kniveton et al. 2011), l'établissement d'une causalité de type *générative* (Goldthorpe, 2001) entre l'environnement et la migration est rendue possible. Jusqu'alors, on n'avait recouru qu'aux deux autres types de causalité pour « prouver » l'influence de l'environnement sur la migration ; on contrôlait l'effet de divers facteurs environnementaux sur les dynamiques migratoires en les mettant côte à côte avec d'autres variables (sociodémographiques, économiques, etc.). L'établissement d'une causalité de type *générative* passe donc par l'explicitation du *processus* (ou de la *chaîne causale*) par lequel l'environnement impacte la migration. Comme pour la dynamique des systèmes, dans des systèmes complexes comme ceux qui nous intéressent, cette chaîne causale présente de nombreuses ramifications. Pour illustrer ce point, le modèle conceptuel utilisé dans l'étude de Kniveton et de ses collègues au Burkina Faso montre à quel point le processus de décision peut y être envisagé de manière complexe (Figure 11).

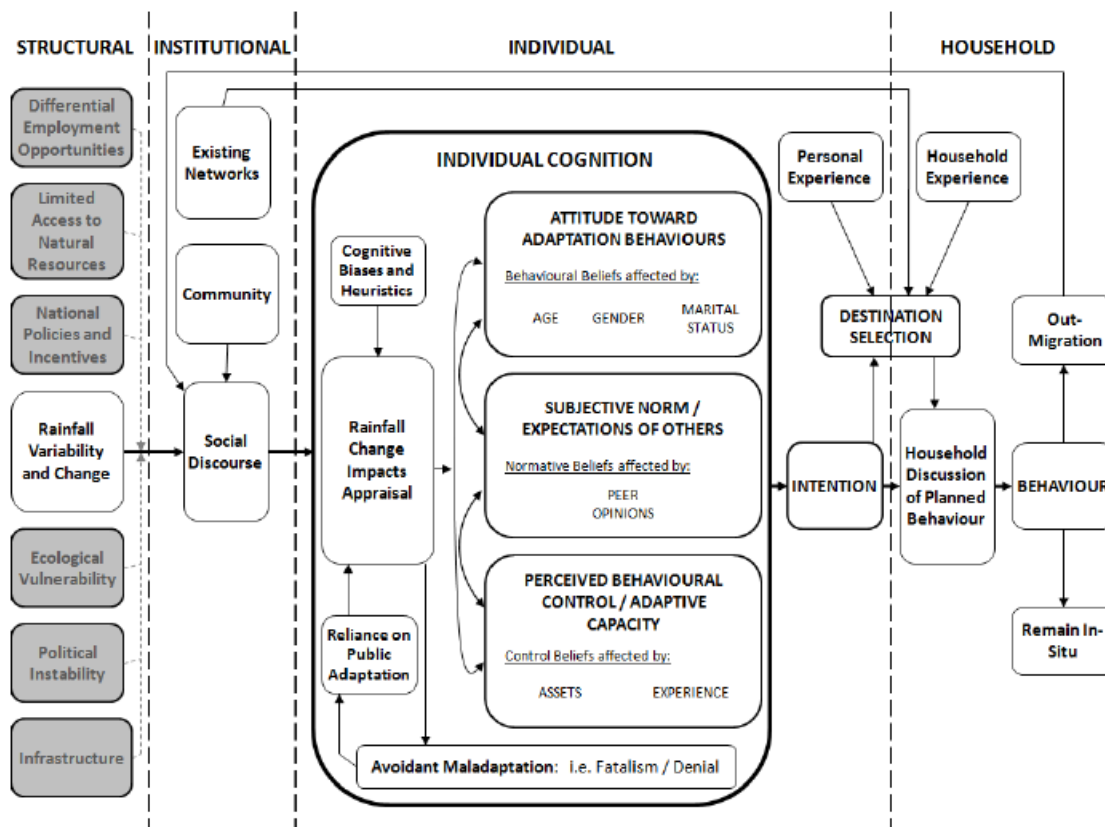


Figure 11-Modèle conceptuel de la prise de décision de migrer en fonction des conditions de précipitation au Burkina Faso. Source: Smith et al. (2010)

Ce modèle représente les variables présentes, mais il ne faut pas oublier que, contrairement à la dynamique des systèmes, et comme son nom l'indique, l'agent-based modeling est une simulation basée sur des *agents*, qui dans ce cas-ci représentent les individus d'une communauté affectée par le changement dans les régimes pluviométriques. Ainsi, là où la

dynamique des systèmes peine peut-être à faire une différence parmi les individus (selon leurs caractéristiques sociales et économiques), l'ABM offre la possibilité de considérer une population d'agents hétérogènes dotés de caractéristiques propres et d'une rationalité limitée (Manzo, 2015). On peut donc faire varier ces paramètres socioéconomiques dans la population afin d'envisager toute une série de scénarios, à la façon du GIEC.

Tout comme l'autre type de simulation abordé à la section précédente, cet outil peut s'avérer efficace et « parlant » lorsqu'on se lance dans un exercice de prospective et décide de se projeter dans le futur. Cela étant, il faut bien garder à l'esprit que la prédiction de comportements migratoires étant très difficile, la prédiction d'un changement dans les dynamiques migratoires *suite à un changement dans l'environnement* l'est certainement davantage⁴⁷. Ce qui ressort des échanges que nous avons pu avoir à ce sujet avec les différents experts du domaine va d'ailleurs bien dans ce sens : le « chaos » du système est trop important pour que l'on puisse vraiment prédire de manière fiable l'évolution des tendances migratoires, même à des échelles locales. Il n'en reste pas moins que l'exercice de prospective est nécessaire à toute société désireuse d'améliorer sa condition (Guyot et Brunet, 2014) et que si l'exactitude des valeurs absolues ne peut être l'argument principal, il reste au chercheur la possibilité de comparer les scénarios (« lequel de ces x scénarios produit les meilleurs effets ? ») et le dégagement de tendances générales (est-ce que ce scénario risque de faire évoluer les choses plutôt dans le bon ou dans le mauvais sens ?). Balayer les prédictions d'un revers de la main en arguant que cela n'a pas de sens revient peut-être à jeter le bébé avec l'eau du bain. Nous pensons que la prédiction ne doit pas être l'objectif à atteindre en soi, mais que c'est plutôt une des façons qui doit permettre au chercheur de comprendre le phénomène à travers la modélisation (de quelque modèle qu'il s'agisse, d'ailleurs).

L'ABM peut donc être mobilisé afin de créer des prédictions, après validation sur des données passées⁴⁸, mais pas uniquement. Dans leur récente étude en Thaïlande, Entwisle et al. (2016) proposent d'utiliser l'ABM afin de tester différentes hypothèses et des processus, et non de créer des prédictions sur le nombre de migrants. Leur étude révèle un aspect particulièrement intéressant de l'utilisation de l'ABM. Les chercheurs entreprennent de traiter les mêmes données de deux façons différentes : avec un ABM et avec un modèle de régression. Les résultats pointent dans des directions opposées. Avec l'ABM, l'impact d'une diminution des

⁴⁷ Et cela sans même aborder les possibles *crises*, pratiquement imprévisibles et susceptibles de causer de larges déplacements (guerre, famine...).

⁴⁸ Ce qu'ont pu faire Kniveton et al. (2011) et Hassani-Mahmooei et Parris (2012) compte tenu de la présence de données en nombre suffisant.

précipitations a un faible effet sur les dynamiques migratoires, tandis que la régression (faisant la somme des comportements individuels) suggère une augmentation de la probabilité de migrer. Entwisle et al. expliquent cette différence par l'inadaptabilité de la régression à prendre en compte les stratégies d'adaptation (phénomènes émergents, cf. plus haut) :

« This difference between the regression and ABM predictions is not surprising, given that they are entirely different analytical methods. More specifically, the ABM incorporates **interactivity** between individuals, **adaptations**, and **changes in a population over time**, none of which are addressed with a regression-based prediction. » (Entwisle et al., 2016 : 62)

La récente étude de Entwisle et al. (2016) offre de nouvelles perspectives quant à l'utilisation de l'ABM à des fins non prédictives. L'objectif est avant tout la compréhension des processus qui poussent les gens à migrer dans un contexte unique, une nouvelle façon d'utiliser les données chiffrées afin d'avancer une causalité de type *générative*.

On peut peut-être reprocher à l'ABM un manque de *transparence*, soit « la compréhension du fonctionnement interne du modèle que l'on simule » (Manzo, 2015). Les schémas de règles à suivre par les agents au cours de la simulation sont complexes⁴⁹, et le traitement du processus nécessite un ordinateur, puisqu'on est en quelque sorte en présence d'un modèle pour chaque agent. Dans la dynamique des systèmes, la simulation s'opère sur les relations entre variables, et même si le schéma vise à rendre compte de la complexité de la situation, il est certainement plus intelligible que celui explicitant les mécanismes à l'œuvre dans un ABM, d'où l'importance de mettre à plat le schéma conceptuel des variables, comme Smith et al. (2010) l'ont fait. Tout comme dans le cadre de la dynamique des systèmes, le schéma de l'ABM portant sur les *variables* peut être utile afin de comparer d'autres schémas du genre représentant d'autres contextes afin d'identifier les différences entre ces contextes notamment.

2.7. Les modèles économiques à grande échelle

Résolument déterministes, les modèles économiques visent le plus souvent à prédire la migration en fonction d'un nombre limité de facteurs à un niveau macrosocial. L'approche est similaire à celle employée dans les modélisations qui font appel à la régression. Mais ces modèles sont encore plus généraux puisqu'ils s'attachent à prédire des migrations sur des échelles spatiales et temporelles encore plus grandes et influencées par des changements dans l'environnement partiellement issus des phénomènes encore plus en amont de la chaîne

⁴⁹ Une partie de ce schéma de l'étude d'Entwisle et al. (2016) est repris en annexe.

causale (typiquement le changement climatique). Feng et al. (2010) cherchent par exemple à déterminer le nombre de Mexicains qui traversent la frontière avec les États-Unis suite au changement climatique. Barbieri et al. (2010) s'attèlent quant à eux à prédire le nombre futur de migrants entre différents états du nord-est du Brésil induits par le changement climatique en fonction des scénarios du GIEC. Plus large encore, l'étude de Marchiori et al. (2012) vise à déterminer le nombre de personnes déplacées entre 1960 et 2000 en Afrique subsaharienne. Pour leur part, Reuveny et Moore (2009) cherchent à déterminer si l'environnement joue un rôle significatif dans la migration depuis les pays en voie de développement vers les pays développés en comparant les effets respectifs d'une série de facteurs macros sur le taux de migration. De manière intéressante, leurs résultats indiquent que la dégradation environnementale (mesurée par la disponibilité de terres cultivables par habitant dans chaque pays) joue un rôle significatif dans la migration internationale, ce qui va à contrecourant de l'idée dominante selon laquelle des facteurs défavorables suscitent davantage de migrations à *l'intérieur des frontières* d'un même pays.

Les modèles économiques s'attachent donc à expliquer l'effet de l'environnement sur la migration à un niveau macrosocial et ne s'intéressent pas à ce qui se passe au niveau du ménage ou de l'individu. Les statistiques économiques nationales sont leurs bases de données principales.

Utilisant des modèles mathématiques propres à l'économie ainsi que la régression, l'idée est de prouver que l'environnement a une influence sur la migration en étudiant les covariations entre variables explicatives et variables d'intérêt (causalité en tant que manipulation 'conséquentielle'), et en vérifiant (parfois mais pas toujours) ces covariations à l'aide de variables contrôle (causalité comme dépendance robuste). Ici aussi, les relations entre les facteurs ne sont que peu explorées et soumises à des schémas très simples, similaires aux premières affirmations sur les « réfugiés climatiques »⁵⁰ : le changement climatique dégrade l'environnement, ce qui pousse les gens hors des zones impactées.

En termes de prospective, les chiffres avancés permettent au moins de susciter des discussions sur le sujet. Quant à la fiabilité des modèles économiques à grande échelle, les hypothèses sont difficilement vérifiables, tant les suppositions *a priori* sont nombreuses⁵¹. Pour toutes les

⁵⁰ Voir première partie.

⁵¹ Nous ne faisons ici que pointer les limites des modèles économiques à grande échelle lorsqu'il s'agit de comprendre *comment* l'environnement influence la migration. Pour une discussion plus large sur la fiabilité des modèles économiques en général et des questionnements philosophiques qu'ils suscitent, le lecteur peut se

raisons que nous avons développées jusqu'ici, et en accord avec le schéma conceptuel proposé par Black et al. (2011) qui admet la complexité du problème de la migration induite par l'environnement et sa haute dépendance aux contextes particuliers de chaque cas d'étude, on peut se demander si de tels exercices servent peut-être davantage d'exercice théorique. Le débat est ouvert.

2.8. L'analyse des données mobiles

Une approche novatrice dans l'étude des déplacements de masse suite à des catastrophes naturelles soudaines est celle de l'analyse des données de téléphones portables (Lu et al., 2016a ; Lu et al., 2016b). Un avantage évident sur des méthodes requérant des enquêtes de terrain est que les données mobiles peuvent être obtenues sans beaucoup d'effort et en grand nombre. En revanche, la collecte et l'analyse des déplacements à ces échelles spatiotemporelles particulièrement fines demande des compétences spécifiques.

Jusqu'ici, les données mobiles ont été traitées de manière descriptive et n'ont pas encore été croisées avec d'autres bases de données (sociodémographiques par exemple) : les informations sur les personnes déplacées (sexe, âge, ou d'autres variables sociodémographiques) ne sont pas reprises dans l'analyse. Ceci pose évidemment des questions de vie privée, mais il faut également reconnaître que de telles informations pourraient éventuellement aider à identifier les profils les plus vulnérables aux catastrophes naturelles. La question du niveau d'analyse ne se pose donc pas tellement, puisque ces données sont rattachées à des individus uniquement et qu'il s'agit d'analyser des situations critiques sur le court terme. Par conséquent, la question de la causalité n'apparaît pas non plus comme particulièrement pertinente. Le but central n'est pas d'expliquer le lien entre la catastrophe et la migration mais bien d'analyser en profondeur *comment* la migration a lieu lors de cette catastrophe.

Ces informations peuvent évidemment présenter un grand intérêt aux yeux des acteurs de terrain devant gérer les situations de crises. Savoir où les gens se déplacent exactement et combien de temps ils y restent permet logiquement d'anticiper les besoins de manière plus efficace. Les déplacements de plus longue durée (suite à des dégradations lentes de l'environnement, par exemple) pourraient eux aussi être l'objet de telles analyses, facilitant déjà une partie de la collecte de données (Lu et al., 2016b : 4).

référer à l'ouvrage de Daniel Little (1995), *On the Reliability of Economic Models: Essays in the Philosophy of Economics*.

En somme, les données mobiles sont non seulement utiles dans les situations de crises, mais peuvent également apporter une compréhension plus fine des comportements humains face aux catastrophes naturelles et potentiellement aux changements environnementaux lents.

2.9. L'analyse en composantes principales

Peu utilisée seule dans l'étude de la migration liée aux changements environnementaux⁵², l'analyse en composantes principales a été mobilisée par trois chercheurs nigériens en 2016 afin de d'appréhender les déterminants de la migration d'une zone précise du Nigéria. Sur base de leur revue de littérature, Ogamba et al. (2016) partent du constat que les causes de migration en Afrique de l'Ouest sont très souvent multifactorielles et que les facteurs menant à la migration s'influencent mutuellement.

Plutôt que d'essayer d'isoler la part relative que joue chaque facteur dans l'explication de la migration qui les intéresse, les trois chercheurs décident de s'intéresser spécifiquement aux influences présentes entre ces facteurs. Ils entreprennent donc d'analyser les réponses fournies lors d'une enquête auprès de la population d'intérêt et de réduire les vingt-quatre variables explicatives à huit composantes principales. Ces composantes sont donc des nouvelles combinaisons de variables à la fois environnementales et socioéconomiques et sont indépendantes les unes des autres. La difficulté supplémentaire dans l'interprétation des résultats est que l'on doit d'abord donner un sens à ces composantes. Dans le cas d'Ogamba et al. (2016), les trois composantes expliquant le plus la variance dans la migration sont conceptualisées comme : (a) l'effet de l'érosion, (b) les améliorations en termes de développement humain et (c) l'insatisfaction des villageois face à leur qualité de vie. Ces résultats, bien que légèrement plus abstraits que ceux permis par les autres méthodes que nous avons examinées jusqu'ici, permettent un autre type de raisonnement, puisqu'on ne cherche pas ici à isoler les facteurs, mais bien à comprendre comment ils fonctionnent ensemble. Les chercheurs n'ont pas procédé à une analyse des individus⁵³, ce qui aurait peut-être permis d'aller un cran plus loin et d'examiner les ressemblances entre individus afin de dégager des profils types de migrants.

Dans l'analyse d'un problème aussi complexe que celui des déterminants de la migration, cette méthode nous apparaît comme particulièrement judicieuse, même si (et peut être

⁵² Nawrotzki et al. (2013) utilisent par exemple l'ACP pour construire un index de marginalisation des communautés étudiées, qu'ils introduisent ensuite dans leur modèle de régression. Ils n'utilisent donc pas l'ACP spécifiquement dans le but d'étudier les déterminants de la migration au Mexique.

⁵³ Soit l'autre aspect de l'ACP avec l'analyse des variables, cf. deuxième partie.

justement parce qu') elle va à l'encontre de la logique dominante qui tend parfois vers une simplification. L'ACP se contente de structurer et de résumer l'information sans pour autant négliger la complexité des liens entre environnement et migration, puisqu'elle la met justement en avant et offre une clé de lecture à quiconque oserait se risquer à l'interprétation d'une synthèse de variables de natures parfois très différentes.

Les auteurs n'analysent que les déterminants de migration au niveau du ménage. Cela étant, on pourrait imaginer introduire davantage de variables caractérisant les déterminants de la migration à d'autres niveaux. Contrairement à la régression, l'introduction d'un grand nombre de variables dans l'analyse ne rend pas les résultats ininterprétables (Guay, 2014).

Pour ce qui est de la causalité, l'ACP permet « simplement » de voir quelles sont les composantes qui expliquent le plus la migration. Ceci dit, notons que le lien causal est à faire non pas entre *des variables explicatives distinctes* et la migration, mais bien entre *un conglomérat de déterminants* et la migration. Les relations causales indirectes sont donc implicitement explorées, mais la définition d'une chaîne causale n'est pas l'objectif.

L'ACP fonctionne « hors du temps » : elle analyse un jeu de données à un moment précis (la passation de l'enquête). Cela étant, comme nous l'avons déjà remarqué avec Shrestha et Bhandari (2007) plus haut, le changement dans une variable au cours du temps peut être considéré comme une variable en soi. Aussi, l'ACP peut être menée à plusieurs reprises au cours du temps afin d'identifier de potentiels changements (si cela s'avère pertinent et faisable). Cette méthode offre dès lors, à première vue, peu d'opportunités en termes de prospective et d'objectifs pédagogiques ; il nous apparaît compliqué de l'utiliser pour aider les décideurs et les citoyens à se projeter dans le futur.

En revanche, les opportunités offertes en termes de comparaison sont plus intéressantes. Compte tenu de la capacité de l'ACP à prendre en compte simultanément une multitude de variables et de résumer l'information, on pourrait sans doute facilement comparer les situations de manière sommaire entre différents cas d'études et avoir un aperçu de ce qui détermine la migration à tel ou tel endroit. Ceci est bien entendu conditionné par la disponibilité de données sur l'environnement et la migration plus ou moins similaires dans différentes zones du monde, un défi auquel l'Université du Minnesota a notamment apporté une réponse avec sa base de données Terra Populus.

3. Conclusions de l'analyse

Nous présentons ici un résumé des forces et faiblesses de chaque méthode sous forme de tableau (Tableau 3). Nous revenons ensuite sur les points les plus marquants de l'analyse avant de conclure sur quelques pistes pour la recherche sur le sujet utilisant des méthodes quantitatives.

	Gravité	Régression	Analyse de survie
Prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse	Peu approprié	Approprié pour l'analyse des variables à différents niveaux. Peu approprié pour l'étude des relations entre ces niveaux	Approprié pour l'analyse des variables à différents niveaux. Peu approprié pour l'étude des relations entre ces niveaux
Prise en compte des causalités indirectes et des interactions entre facteurs	Peu approprié	Peu approprié de manière générale mais des solutions existent	Peu approprié de manière générale mais des solutions existent
Prise en compte du temps	Fonctionne "hors du temps" mais peut être utilisé à des moments différents pour évaluer l'évolution de la situation	Fonctionne par défaut "hors du temps, mais l'incorporation du temps est possible	Le temps et les changements d'état sont pris en compte dans le modèle
Connaissance de la population et explication de la non-migration	Permet un aperçu à une échelle élevée mais n'explique pas la non-migration	Approprié (variables contrôle)	Approprié (variables contrôle et changements d'état)
Opportunités pour la prospective	Avantage de la métaphore, mais risque de simplisme	Apporte des chiffres mais moins utile à la conceptualisation du problème dans son ensemble	Apporte des chiffres mais moins utile à la conceptualisation du problème dans son ensemble
Opportunités pour la comparaison entre cas d'études	Potentiellement utiles pour des comparaisons générales à l'échelle globale	Apparait comme peu pertinent	Apparait comme peu pertinent

Descriptives basiques

Dynamique des systèmes

ABM

Prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse

Approprié

Approprié

Particulièrement approprié (causalité générative)

Prise en compte des causalités indirectes et des interactions entre facteurs

Limité

Particulièrement approprié

Particulièrement approprié

Prise en compte du temps

Il est possible d'utiliser les données pour représenter l'évolution d'une situation dans le passé

Le modèle est construit spécifiquement pour analyser l'évolution d'une situation au cours du temps

Le modèle est construit spécifiquement pour analyser l'évolution d'une situation au cours du temps

Connaissance de la population et explication de la non-migration

Approprié (Description de la population et des migrations selon les catégories sociodémographiques)

Variables au niveau agrégé. Plus compliqué de considérer les impacts de façon différenciée selon les caractéristiques sociodémographiques

Prend en compte dans la modélisation une population hétérogène d'individus aux caractéristiques propres

Opportunités pour la prospective

Peu pertinent, mais permet au moins la connaissance d'un contexte

Particulièrement approprié pour la construction de scénarios. Potentialités pédagogiques intéressantes

Particulièrement approprié pour la construction de scénarios, mais peu de transparence quant au processus

Opportunités pour la comparaison entre cas d'études

Fournissent des informations utiles aux comparaisons

Comparaison des systèmes facilitée par la schématisation holiste et conventionnelle

Comparaison des systèmes facilitée par la schématisation holiste, mais moins intelligible qu'un schéma issu de la dynamique des systèmes

	Modèles économiques à grande échelle	Analyse des données mobiles	ACP
Prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse	Limité (ne s'intéresse en général qu'au niveau macrosocial)	Possible si croisement avec données personnelles (mais problèmes liés à la protection de la vie privée)	Possible
Prise en compte des causalités indirectes et des interactions entre facteurs	Schémas causals souvent simplistes	Peu approprié	Particulièrement approprié à l'analyse des interactions entre facteurs, mais nécessite une étape supplémentaire d'interprétation (abstraction plus élevée)
Prise en compte du temps	Les modèles économiques sont souvent mobilisés afin de donner des estimations futures sur base d'hypothèses théoriques	Utile pour analyser la durée des migrations	Fonctionne par défaut "hors du temps, mais l'incorporation du temps est possible
Connaissance de la population et explication de la non-migration	Permet un aperçu à une échelle élevée mais n'explique pas la non-migration	Limité en l'état actuel des choses. Possibilité de croisement avec données personnelles (mais problèmes liés à la protection de la vie privée)	Possibilité de créer des profils de migrants selon une synthèse de variables interagissant de manière complexe
Opportunités pour la prospective	Sujet à débat !	Permet une anticipation plus efficace des besoins lors de crises	Peu pertinent, mais permettent au moins la connaissance d'un contexte
Opportunités pour la comparaison entre cas d'études	Peu pertinent	Fournissent des informations utiles aux comparaisons	Comparaison des systèmes facilitée par la synthèse des variables explicatives prédominantes et les types de profils d'individus dégagés

Tableau 3- Résumé des forces et faiblesses des 9 méthodes identifiées

Nous avons donc fait le choix de décomposer l'évaluation en six critères, chacun portant sur des enjeux qui nous semblaient importants pour l'étude quantitative des liens entre changement climatique, environnement et migration. Un premier constat est qu'il est difficile d'identifier une méthode qui aurait toutes les qualités requises pour étudier ce lien, puisqu'elles répondent toutes à des questions différentes (cf. Tableau 2), mais présentent chacune également des avantages plus ou moins intéressants pour différents aspects de la recherche quantitative dans le domaine. Cela étant, on constate que l'usage de certaines méthodes est dominant, tandis que d'autres, présentant pourtant des avantages intéressants et originaux, semblent laissées pour compte.

En ce qui concerne l'analyse de l'impact de l'environnement sur plusieurs niveaux, la régression multivariée et les analyses de survie offrent toutes deux des avantages intéressants, la force de ces approches résidant dans le fait qu'elles peuvent déterminer la part explicative d'un ensemble de facteurs au niveau 0, 1, et 2. En revanche, les modélisations plus complexes permettent quant à elles de modéliser les interactions entre ces différents niveaux d'analyse. En ce qui concerne l'ABM, c'est précisément ce qui permet au modèle de générer ses résultats.

Assez logiquement, la multitude d'étapes intervenant entre une modification environnementale et la migration ainsi que des éventuelles boucles de rétroactions⁵⁴ est particulièrement bien représentée dans les modélisations complexes. Outre les modélisations visant à avancer des causalités, il faut également relever que la question des interactions entre les différents facteurs de migration est en quelque sorte la question « prédestinée » pour l'analyse en composantes principales. Pourtant, elle ne semble pas utilisée à cette fin, peut-être parce qu'elle *décrit* sans *expliquer*. Boudée par de nombreux académiques des sciences humaines au profit notamment de la régression (Lebaron et Rouanet, 2006), l'ACP pourrait aider la recherche sur le sujet dans le sens où elle est capable de synthétiser les principales forces agissant sur la migration sur base d'un grand nombre de variables. Dès lors, nous pensons que même si elle est insuffisante pour traiter tous les aspects du problème⁵⁵, s'en priver à cette fin serait dommage. Reste le « problème » de l'interprétation des composantes obtenues, si tant est que cela soit un problème.

À l'échelle de temps réduite (celle des événements soudains, des crises), l'analyse des données mobiles, nouvelle venue dans ce champ d'études, promet des avancées intéressantes

⁵⁴ Un aspect qui, pour rappel, fait aujourd'hui consensus au sein des experts du domaine.

⁵⁵ Comme toute méthode.

pour ce qui est de la gestion humanitaire et la gestion des risques. Offrant une connaissance détaillée des mouvements et de leurs durées dans les zones sinistrées, ce type d'information est sans conteste plus que bienvenu. À des échelles temporelles plus longues, l'analyse des séries temporelles à travers l'analyse de survie apparaît quant à elle particulièrement utile afin de comprendre ce qui pousse les gens à migrer, non seulement en fonction des contraintes environnementales, mais aussi de leur position dans la communauté. Malheureusement, comme le note Piguet (2010), les données longitudinales sont rares. Une alternative est le recours aux simulations (dynamique des systèmes et agent-based modeling), mais les incertitudes sont dès lors plus présentes.

La connaissance de la structure de la population et l'explication de la non-migration est bien entendu facilitée par toutes les méthodes « descriptives », et ici aussi, nous pensons que l'ACP pourrait fournir des informations tout à fait pertinentes quant aux profils des migrants. Pourtant, à notre connaissance, elle n'a encore jamais été mobilisée dans ce but. Pour le reste, nous remarquons que les méthodes utilisées à des échelles réduites sont, assez logiquement, plus aptes à expliquer pourquoi certains migrent et d'autres restent. Ceci va dans le sens des recommandations de nombreux auteurs plaidant pour une analyse de l'influence de l'environnement sur la migration *en contexte*.

En termes d'opportunité pour se projeter dans le futur et envisager des solutions à un problème hautement complexe en mobilisant des acteurs non experts, c'est la logique de la dynamique des systèmes qui nous paraît être la plus adaptée à fournir des outils intelligibles et accessibles à tous. Son mode de schématisation basé sur des variables la rend plus intelligible que l'autre technique de simulation (ABM), qui présente une toute autre logique, moins transparente. C'est d'ailleurs dans le but d'orienter les politiques que Ginnetti et Franck (2014) ont créé leur outil.

Si ce qui permet de comparer des systèmes complexes et hautement contextuels entre eux est davantage la liste des facteurs déterminants et leur agencement (plutôt que ces estimations chiffrées des relations), la dynamique des systèmes présente ici aussi de multiples avantages en matière de conceptualisation. Comparer deux schématisations de ce type se rapportant à des cas d'études différents répond aux questions : « quelle est la situation à un endroit A et B ? », « Quels sont les variables pertinentes ? ». Mais ici aussi, l'ACP aurait potentiellement un rôle à jouer, pour répondre plutôt aux questions « Comment ces variables s'influencent-elles à l'endroit A par rapport à l'endroit B ? » et « Quelles sont les différences ? ».

Remarquons pour terminer que les méthodes quantitatives ne peuvent donc pas *uniquement* être mobilisées pour fournir des chiffres sur le phénomène. Le meilleur exemple de cela étant sans doute que les modélisations de type « complexes » *forcent* le chercheur à formaliser ses hypothèses de manière claire sur l'explication du mécanisme à l'œuvre (Piguet, 2010).

4. Proposition d'une démarche type

Que retenir de tout cela ? Dans l'étude d'un phénomène, les chercheurs ont parfois recours à la *triangulation* des méthodes (Jick, 1979), un synonyme de « mixed-method » en anglais. Vu les apports différents de chaque méthode mis en évidence, cette logique apparaît pertinente pour deux raisons : (a) les questions différentes auxquelles répondent chaque méthode relèvent toutes plus ou moins d'aspects importants du problème (cf. tableau 2) ; (b) les *outputs* de chaque méthode en permettent des compréhensions différentes et complémentaires et (c) certaines méthodes sont trop peu mobilisées, ce qui mène parfois à des réponses peu appropriées à de bonnes questions. Les méthodes quantitatives identifiées ici présentent donc un éventail de possibilités pour tout chercheur désireux de mener une étude de cas sur l'influence de l'environnement sur les dynamiques migratoires. Aborder un cas d'étude en combinant plusieurs méthodes, même si elles sont toutes qualitatives ou quantitatives, permettrait d'illuminer différents aspects de la problématique. Outre la pluridisciplinarité dans l'étude de cas, c'est de l'usage combiné des méthodes dont il est ici question.

Sur base des remarques formulées par les chercheurs dans leurs études de cas sur les questions liées à la méthodologie et en procédant à une revue de la littérature plus large sur le sujet, nous avons imaginé une démarche type (Figure 12) visant à montrer les différentes possibilités dans l'étude du lien entre l'environnement et la migration dans un contexte donné. Notons que ne sont reprises sur ce schéma que les méthodes quantitatives que nous avons identifiées dans le cadre de ce mémoire ; les méthodes qualitatives n'y sont donc pas mentionnées mais demeurent utiles, notamment pour une connaissance approfondie et plus fine du contexte étudié, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut.

Nous avons décidé de suggérer l'usage de l'analyse en composantes principales comme complément aux méthodes descriptives de base, car nous pensons qu'elles représentent une plus-value pour l'étude des situations complexes mêlant variables environnementales et socioéconomiques, où il n'est pas toujours facile de retracer de prime abord toute la chaîne causale menant à la migration.

Comme explicité dans le schéma, la distinction majeure entre les différentes méthodes relève de l'échelle spatiale à laquelle on se situe ; l'échelle large permettant au plus une compréhension très simplifiée du problème et un aperçu global.

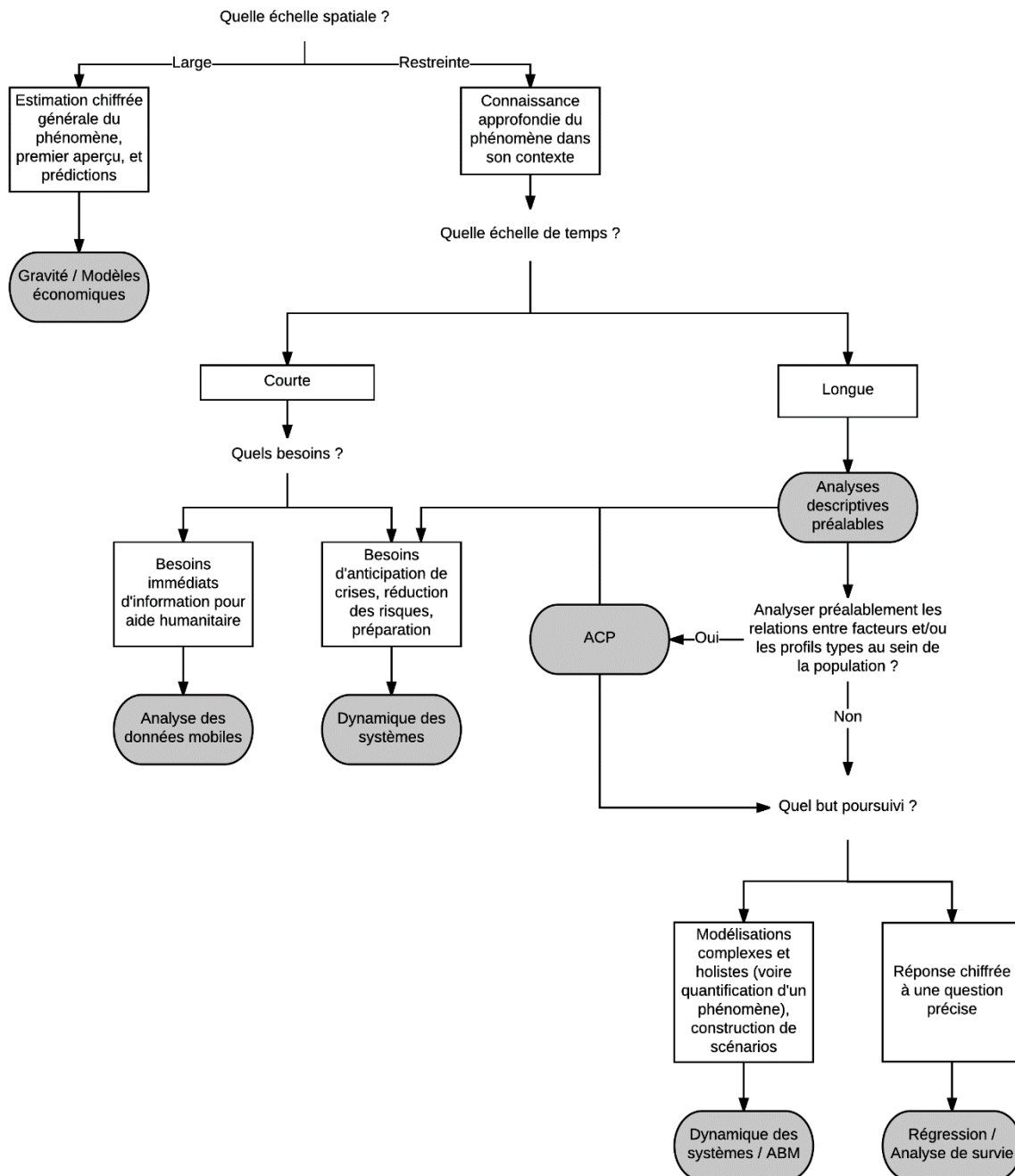


Figure 12- Proposition d'une démarche type pour l'approche quantitative des migrations liées à l'environnement. Les méthodes les mieux appropriées aux buts poursuivis sont représentées par des ovales gris.

CONCLUSION GENERALE

Jusqu'il y a quelques décennies, l'environnement ne faisait pas partie des causes retenues par les experts pour expliquer pourquoi certaines personnes à travers le monde quittent leur foyer. Les théories de la migration s'étant surtout développées en économie, il est tout naturel que les déterminants de la migration aient d'abord été envisagés sous l'angle économique. L'intérêt grandissant porté aux « réfugiés climatiques » puis à d'autres formes « nouvelles » de migration a assez rapidement poussé les spécialistes à inclure l'environnement dans leurs schémas causals. Ceci s'est malheureusement d'abord traduit par des prédictions alarmistes de futures vagues de migrants et de situations chaotiques qui, bien qu'ayant attiré l'attention sur un problème qui mérite toute l'attention qu'on lui porte aujourd'hui, ont peut-être également été préjudiciables à l'égard de plusieurs acteurs, à commencer par les migrants eux-mêmes.

À partir de là, l'engouement scientifique pour le sujet est palpable dans la littérature, toutes disciplines de sciences humaines confondues. Tout le monde a voulu s'emparer du sujet et chacun a apporté sa pierre à l'édifice en tentant, à sa façon, de comprendre comment l'environnement jouait un rôle dans les dynamiques migratoires. Le résultat de cet emballement résulte aujourd'hui en un large éventail de pratiques méthodologiques ; certaines mobilisées depuis le début de la production scientifique sur le sujet, d'autres encore à leurs balbutiements.

Nous avons offert un aperçu des méthodes quantitatives mobilisées afin de comprendre les relations complexes qui existent entre l'environnement et la migration humaine. À toute échelle spatiale et dans une multitude de zones géographiques, on quantifie ces relations pour mieux expliquer le passé, mieux décrire le présent, ou parfois encore mieux se projeter dans le futur.

Notre démarche a été de faire l'état des lieux sur les pratiques de recherche dans le pan quantitatif d'une multitude de disciplines. Les méthodes que nous avons analysées présentent toutes un certain nombre de forces et de faiblesses, tant elles répondent à des questions parfois bien différentes et sont donc plus ou moins aptes à combler les différentes attentes que l'on peut avoir par rapport aux exercices de quantification, peu importe qu'il s'agisse de stocks, de flux, de force entre variables ou de probabilités. Notre analyse a permis de montrer que certaines de ces méthodes étaient souvent laissées pour compte, alors qu'elles présentent des avantages uniques et très pertinents dans l'étude d'un phénomène aussi complexe, mais aussi

dans la mise à la disposition des acteurs de terrains des outils intelligibles et utilisables dans le but d'améliorer une situation.

Nous avons aussi montré que si les estimations futures du nombre de migrants à l'échelle globale semblent avoir disparu, les restes de ce déterminisme environnemental subsistent, sous une forme peut-être plus édulcorée, accompagnée de quelques modèles « robustes ».

À la lumière de ces constats, il nous apparaît nécessaire de poser un regard sur ces différents paradigmes afin, avant tout, de souligner leur diversité. Car le problème est bel et bien complexe, et il ne saurait y avoir qu'une seule manière de l'aborder. En outre, certaines méthodes apparaissent finalement peu utiles à la compréhension du problème, tant les questions qu'elles posent sont parfois inadéquates. Nous pensons qu'il est maintenant temps d'en prendre conscience et de se tourner vers des pratiques plus utiles, tant au développement du savoir sur les déterminants de la migration humaine en général que dans le but de servir l'homme et la société ; qu'il s'agisse d'apporter des outils instructifs pour la gestion de crises humanitaires ou d'aider simplement l'homme à envisager son futur dans un climat changeant en l'aidant à mieux se préparer en connaissance de cause.

Enfin, notons pour conclure que toute méthode, aussi sophistiquée et fiable soit-elle, demeure un *outil* et ne peut prétendre seule à améliorer une situation défavorable. Outre la prise de conscience que les résultats d'une étude génèrent, la résolution des problèmes qu'ils soulèvent passe obligatoirement par la volonté du politique. Si ce dernier attend qu'une méthode statistique soit capable de donner un nombre de futurs migrants induits par les changements environnementaux, il risque de se détourner de questions plus pertinentes, auxquelles apporter des réponses est non seulement moins compliqué, mais aussi plus utile.

BIBLIOGRAPHIE

- Abreu, A. (2010). The New Economics of Labor Migration: Beware of Neoclassicals Bearing Gifts. *Forum for Social Economics*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12143-010-9077-2>
- Afifi, T. (2011). Economic or Environmental Migration? The Push Factors in Niger. *International Migration*, 49, e95-e124. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2010.00644.x>
- Allison, P. D. (1984). *Event History Analysis: Regression for Longitudinal Event Data*. SAGE.
- Antonakis, J., Bendahan, S., Jacquart, P., & Lalive, R. (2010). On making causal claims: A review and recommendations. *The Leadership Quarterly*, 21(6), 1086-1120. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2010.10.010>
- Asimov, I. (2006). *Le cycle de fondation* (Folio). Paris.
- Barbieri, A. F., Domingues, E., Queiroz, B. L., Ruiz, R. M., Rigotti, J. I., Carvalho, J. A. M., & Resende, M. F. (2010). Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025–2050. *Population and Environment*, 31(5), 344-370. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0105-1>
- Bates, D. C. (2002). Environmental Refugees? Classifying Human Migrations Caused by Environmental Change. *Population and Environment*, 23(5), 465-477. <https://doi.org/10.1023/A:1015186001919>
- Beemyn, G., & Eliason, M. J. (Éd.). (1996). *Queer studies: a lesbian, gay, bisexual, & transgender anthology*. New York: New York University Press.
- Berger, N. (2010). Sociologie analytique, mécanismes et causalité : histoire d'une relation complexe. *L'Année sociologique*, 60(2), 419-443.
- Bertalanffy, L. (1968). *General System theory: Foundations, Development, Applications*. New York : George Braziller.
- Bilsborrow, R. E. (1992). Population growth, internal migration, and environmental degradation in rural areas of developing countries. *European Journal of Population / Revue Européenne de Démographie*, 8(2), 125-148. <https://doi.org/10.1007/BF01797549>
- 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, Supplement 1, S3-S11. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.001>
- Black, R., & Sessay, M. F. (1997). Forced migration, environmental change and woodfuel issues in the Senegal River Valley. *Environmental Conservation*, 24(3), 251-260.

- Box, G. E. P. (1976). Science and Statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 71(356), 791-799. <https://doi.org/10.1080/01621459.1976.10480949>
- Brunet, S., & Guyot, J.-L. (2014). *Construire les futurs: contributions épistémologiques et méthodologiques à la démarche prospective*. Namur (Belgique): Presses Universitaires de Namur.
- Busca. (2009). *Analyse factorielle simple en sociologie. Méthodes d'interprétation et études de cas*. Bruxelles: Boeck-Wesmael.
- Caillaud, S., & Kalampalikis, N. (2013). Focus Groups and Ecological Practices: A Psychosocial Approach. *Qualitative Research in Psychology*, 10(4), 382-401. <https://doi.org/10.1080/14780887.2012.674176>
- Cilliers, P. (2005). *Complexity and Postmodernism: Understanding Complex Systems*. London : Routledge
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., ... Skuce, A. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 24024. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024024>
- Cook, J., Nuccitelli, D., Skuce, A., Jacobs, P., Painting, R., Honeycutt, R., ... Way, R. G. (2014). Reply to 'Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature: A re-analysis'. *Energy Policy*, 73, 706-708. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.06.002>
- Cournil, C. (2010). Les "réfugiés environnementaux" : enjeux et questionnements autour d'une catégorie émergente. *Migrations Société*, 128 (2), 67-79.
- Doutreloup, S. (2016). *Climatologie et météorologie : les notions de base*. Beaufays : G.E.O - Fédération des Professeurs de Géographie.
- EACH-FOR (2007). Commission Européenne – CORDIS. Final Report : Environmental Change And Forced Migration Scenarios (Publication n°579173).
- El-Hinnawi, E. (1985) *Environmental Refugees*, Nairobi, UNEP, 41p.
- Entwisle, B., Williams, N. E., Verdery, A. M., Rindfuss, R. R., Walsh, S. J., Malanson, G. P., ... Jampaklay, A. (2016). Climate shocks and migration: an agent-based modeling approach. *Population and Environment*, 38(1), 47-71. <https://doi.org/10.1007/s11111-016-0254-y>
- Epstein, J. M. (2008). Why Model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11(4), 12.

- Ezra, M., & Kiros, G.-E. (2001). Rural Out-Migration in the Drought Prone Areas of Ethiopia: A Multilevel Analysis. *The International Migration Review*, 35(3), 749-771.
- 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), 14257-14262. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002632107>
- Findley, S. E. (1994). Does Drought Increase Migration? A Study of Migration from Rural Mali during the 1983-1985 Drought. *The International Migration Review*, 28(3), 539-553. <https://doi.org/10.2307/2546820>
- Foresight: Migration and Global Environmental Change (2011) Final Project Report The Government Office for Science, London
- Forrester, J. W. (1990). *Principles of systems*. Productivity Press.
- Gacogne V. 2007. Les modèles de Dynamique des Systèmes : des outils pédagogiques pour une aide à la gouvernance des systèmes ?, In *Systémique et accompagnement*. Pau : Université de Pau et Association Française de Science des Systèmes, 2007. pp.41.1-41.9
- 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, Supplement 1, S41-S49. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.09.005>
- Gemenne, F. (2015). Une bonne raison de parler de « réfugiés climatiques ». *Forces Migration Review* (49), 70-71.
- Gemenne, F., Ionesco, D., & Mokhnacheva, D. (2016). Atlas des migrations environnementales. Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.
- Ginnetti, J., Franck, T. (2014). Assessing drought displacement risk for Kenyan, Ethiopian and Somali pastoralists. Genève, Suisse : Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC).
- Goldthorpe, J. H. (2001). Causation, Statistics, and Sociology. *European Sociological Review*, 17(1), 1-20. <https://doi.org/10.1093/esr/17.1.1>
- Gray, C. L. (2009). Environment, Land, and Rural Out-migration in the Southern Ecuadorian Andes. *World Development*, 37(2), 457-468. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.05.004>
- Gray, C. L. (2010). Gender, Natural Capital, and Migration in the Southern Ecuadorian Andes. *Environment and Planning A*, 42(3), 678-696. <https://doi.org/10.1068/a42170>
- Guay, J.-H. (2014). *Statistiques en sciences humaines avec R: sciences sociales et psychologie*. Louvain-la-Neuve]; [Québec: De Boeck ; [Presses universitaires de Laval.

- Hamilton, L. C., Saito, K., Loring, P. A., Lammers, R. B., & Huntington, H. P. (2016). Climigration? Population and climate change in Arctic Alaska. *Population and Environment*, 38(2), 115-133. <https://doi.org/10.1007/s11111-016-0259-6>
- Hassani-Mahmooei, B., & Parris, B. W. (2012). Climate change and internal migration patterns in Bangladesh: an agent-based model. *Environment and Development Economics*, 17(6), 763-780. <https://doi.org/http://dx.doi.org.ezproxy.ulb.ac.be/10.1017/S1355770X12000290>
- Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, L.V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F.J. Dentener, E.J., Dlugokencky, D.R. Easterling, A. Kaplan, B.J. Soden, P.W. Thorne, M. Wild and P.M. Zhai (2013). Observations: Atmosphere and Surface. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Hastrup, K., Olwig, K. F., & Cambridge University Press. (2012). *Climate change and human mobility*. Cambridge [England]; New York: Cambridge University Press. Consulté à l'adresse <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139235815>
- Hedström, P., & Ylikoski, P. (2010). Causal Mechanisms in the Social Sciences. *Annual Review of Sociology*, 36(1), 49-67. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.012809.102632>
- 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(2-3), 115-136. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2002.08.001>
- Henry, S., Piché, V., Ouédraogo, D., & Lambin, E. F. (2004). Descriptive Analysis of the Individual Migratory Pathways According to Environmental Typologies. *Population and Environment*, 25(5), 397-422. <https://doi.org/10.1023/B:POEN.0000036929.19001.a4>
- 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 and Environment*, 25(5), 423-460. <https://doi.org/10.1023/B:POEN.0000036928.17696.e8>
- Hugo, G. (1996). Environmental Concerns and International Migration. *The International Migration Review*, 30(1), 105-131. <https://doi.org/10.2307/2547462>
- IPCC. (2014). 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. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp

- Jick, T. D. (1979). Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 602. <https://doi.org/10.2307/2392366>
- Jonsson, G. (2010). The environmental factor in migration dynamics – a review of African case studies. International Migration Institute. Working Paper No. 21
- Kaufmann, J.-C., & Singly, F. de. (2013). *L'entretien compréhensif*. Paris: A. Colin.
- Kelley, C. P., Mohtadi, S., Cane, M. A., Seager, R., & Kushnir, Y. (2015). Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), 3241-3246. <https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112>
- Kergomard, C. (2007). L'Arctique face au changement climatique. *Annales de géographie*, (653), 3-22.
- Kniveton, D., Schmidt-Verkerk, K., Smith, C., & Black, R. (2008). Climate change and migration: Improving methodologies to estimate flows. IOM migration research series no. 33. Geneva: International Organization for Migration.
- Kniveton, D. R., Smith, C. D., & Black, R. (2012). Emerging migration flows in a changing climate in dryland Africa. *Nature Climate Change*, 2(6), 444-447. <https://doi.org/10.1038/nclimate1447>
- Kniveton, D., Smith, C., & Wood, S. (2011). Agent-based model simulations of future changes in migration flows for Burkina Faso. *Global Environmental Change*, 21, Supplement 1, S34-S40. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.09.006>
- Lawrence, R. J., Forbat, J., Naef, P. J., Lambert, C., Plagnat Cantoreggi, P., Perret, S., & Zufferey, J. (2014). Enjeux environnementaux : le déni de complexité. *Cosmopolis*, 1, 19-32.
- Lebaron, F et Rouanet, H. (2006). La preuve statistique: regard critique sur la régression. Séminaire CURAPP, mai 2006, Amiens, France. <halshs-00345134>
- Leenders, R., & Heydemann, S. (2012). Popular Mobilization in Syria: Opportunity and Threat, and the Social Networks of the Early Risers. *Mediterranean Politics*, 17(2), 139-159. <https://doi.org/10.1080/13629395.2012.694041>
- Lejeune, C. (2014). *Manuel d'analyse qualitative: analyser sans compter ni classer*.
- Lévy, B. (1999). Nature et environnement. Considérations épistémologiques, 1-6.
- Little, D. (1995). *On the Reliability of Economic Models: Essays in the Philosophy of Economics*. Springer Science & Business Media.

- Löf, A. (2014). Challenging Adaptability : Analysing the Governance of Reindeer Husbandry in Sweden. Consulté à l'adresse <http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:713000>
- Lu, X., Wrathall, D. J., Sundsøy, P. R., Nadiruzzaman, M., Wetter, E., Iqbal, A., ... Bengtsson, L. (2016a). Detecting climate adaptation with mobile network data in Bangladesh: anomalies in communication, mobility and consumption patterns during cyclone Mahasen. *Climatic Change*, 138(3-4), 505-519. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1753-7>
- Lu, X., Wrathall, D. J., Sundsøy, P. R., Nadiruzzaman, M., Wetter, E., Iqbal, A., ... Bengtsson, L. (2016b). Unveiling hidden migration and mobility patterns in climate stressed regions: A longitudinal study of six million anonymous mobile phone users in Bangladesh. *Global Environmental Change*, 38, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.002>
- Macy, M. W., & Willer, and R. (2002). From Factors to Factors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 143-166. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141117>
- Manzo, G. (2010). Analytical Sociology and Its Critics. *Archives Européennes de Sociologie*, 51(1), 129-170. <https://doi.org/http://dx.doi.org.ezproxy.ulb.ac.be/10.1017/S0003975610000056>
- Manzo, G. (2015). Potentialités et limites de la simulation multi-agents : une introduction. *Revue française de sociologie*, 55(4), 653-688.
- 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), 355-374. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2012.02.001>
- Massey, D. S., Axinn, W. G., & Ghimire, D. J. (2010). Environmental change and out-migration: evidence from Nepal. *Population and Environment*, 32(2-3), 109-136. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0119-8>
- Morin, E. (1977). *La nature de la nature*. Paris: Seuil.
- Morin, E. (1982). *Science avec Conscience*. Paris : Fayard.
- Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: Édition du Seuil.
- Myers, N. (1993). Environmental Refugees in a Globally Warmed World. *BioScience*, 43(11), 752-761. <https://doi.org/10.2307/1312319>

- Nawrotzki, R. J., & Bakhtsiyarava, M. (2016). International Climate Migration: Evidence for the Climate Inhibitor Mechanism and the Agricultural Pathway. *Population, Space and Place*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/psp.2033>
- Nawrotzki, R. J., DeWaard, J., Bakhtsiyarava, M., & Ha, J. T. (2017). Climate shocks and rural-urban migration in Mexico: exploring nonlinearities and thresholds. *Climatic Change*, 140(2), 243-258. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1849-0>
- Nawrotzki, R. J., Riosmena, F., & Hunter, L. M. (2013). Do Rainfall Deficits Predict U.S.-Bound Migration from Rural Mexico? Evidence from the Mexican Census. *Population Research and Policy Review*, 32(1), 129-158. <https://doi.org/10.1007/s11113-012-9251-8>
- Nicholson, C. T. M. (2011). Is the 'Environmental Migration' Nexus an Analytically Meaningful Subject for Research? Bielefeld: COMCAD - Center on Migration, Citizenship and Development ; 104
- Obokata, R., Veronis, L., & McLeman, R. (2014). Empirical research on international environmental migration: a systematic review. *Population and Environment*, 36(1), 111-135. <https://doi.org/10.1007/s11111-014-0210-7>
- Ogamba, U. P., Ezeomodo, I. C., Ajaero, C. K. (2016). Evaluating the Socioeconomic and Environmental Factors of Out-migration in Aguata Local Government Area of Anambra State. *African Journal of Education, Science and Technology*, Janvier 2016, 3(1), 1-11.
- OIM (2011). Glossary on Migration, 2d Edition, Droit international de la migration n° 25, OIM, Genève
- Oliver-Smith, A. (2012). Debating Environmental Migration: Society, Nature and Population Displacement in Climate Change. *Journal of International Development*, 24(8), 1058-1070. <https://doi.org/10.1002/jid.2887>
- O'Neill, S., & Nicholson-Cole, S. (2009). « Fear Won't Do It': Promoting Positive Engagement With Climate Change Through Visual and Iconic Representations. *Science Communication*, 30(3), 355-379. <https://doi.org/10.1177/1075547008329201>
- Pawson, R. (2002). Evidence-based Policy: In Search of a Method. *Evaluation*, 8(2), 157-181. <https://doi.org/10.1177/1358902002008002512>
- Perch-Nielsen, S. (2004). Understanding the effect of climate change on human migration. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-004900230>
- Perch-Nielsen, S. L., Bättig, M. B., & Imboden, D. (2008). Exploring the link between climate change and migration. *Climatic Change*, 91(3-4), 375. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9416-y>

- Piguët, E. (2010). Linking climate change, environmental degradation, and migration: a methodological overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(4), 517-524. <https://doi.org/10.1002/wcc.54>
- Piguët, E. (2013). From « Primitive Migration » to « Climate Refugees »: The Curious Fate of the Natural Environment in Migration Studies. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(1), 148-162. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.696233>
- Poncelet, A. (2010). Bangladesh, un pays fait de catastrophes. *Hommes et migrations. Revue française de référence sur les dynamiques migratoires*, (1284), 16-27. <https://doi.org/10.4000/hommesmigrations.1235>
- Popper, K. R. (1959). *The logic of scientific discovery*. London: Hutchinson.
- Reuveny, R., & Moore, W. H. (2009). Does Environmental Degradation Influence Migration? Emigration to Developed Countries in the Late 1980s and 1990s*. *Social Science Quarterly*, 90(3), 461-479. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2009.00569.x>
- Rowlands, D. (2004). The Effects of Poverty, Environmental Degradation, and Gender Conditions on South—to—North Migration. *Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement*, 25(4), 555-572. <https://doi.org/10.1080/02255189.2004.9669002>
- Sanderson, I. (2002). Evaluation, Policy Learning and Evidence-Based Policy Making. *Public Administration*, 80(1), 1-22. <https://doi.org/10.1111/1467-9299.00292>
- Shen, S., & Gemenne, F. (2011). Contrasted Views on Environmental Change and Migration: the Case of Tuvaluan Migration to New Zealand. *International Migration*, 49, e224-e242. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2010.00635.x>
- Shrestha, S. S., & Bhandari, P. (2007). Environmental security and labor migration in Nepal. *Population and Environment*, 29(1), 25-38. <https://doi.org/10.1007/s11111-007-0059-0>
- Smith, C. D. (2014). Modelling migration futures: development and testing of the Rainfalls Agent-Based Migration Model – Tanzania. *Climate and Development*, 6(1), 77-91. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.872593>
- Smith, C., Wood, S, Kniveton, D. (2010) Agent Based Modelling of Migration Decision-Making. In: Proceedings of the European Workshop on Multi-Agent Systems (EUMAS-2010)
- Stojanov, R., Kelman, I., Shen, S., Duži, B., Upadhyay, H., Vikhrov, D., ... Mishra, A. (2014). Contextualising typologies of environmentally induced population movement. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 23(5), 508-523. <https://doi.org/10.1108/DPM-09-2013-0152>

- Suhrke, A. (1994). Environmental Degradation and Population Flows. *Journal of International Affairs*, 47(2), 473-496.
- Sunil, T. S., Rojas, V., & Bradley, D. E. (2007). United States' international retirement migration: the reasons for retiring to the environs of Lake Chapala, Mexico. *Ageing & Society*, 27(4), 489-510. <https://doi.org/10.1017/S0144686X07005934>
- Tacoli, C. (2009). Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility. *Environment and Urbanization*, 21(2), 513-525. <https://doi.org/10.1177/0956247809342182>
- Tinbergen, J. (1962). Shaping the World Economy; Suggestions for an International Economic Policy. Consulté à l'adresse <https://repub.eur.nl/pub/16826>
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. 1977. Mass: Addison-Wesley Publishing Company Reading.
- Valette-Florence, P. (1988). Spécificités et apports des méthodes d'analyse multivariée de la deuxième génération. *Recherche et Applications En Marketing (French Edition)*, 3(4), 23-56. <https://doi.org/10.1177/076737018800300402>
- VanCampenhoudt, L., & Quivy, R. (2011). *Manuel de recherche en sciences sociales* (4e éd. entièrement revue et augmentée). Paris: Dunod.
- Vinet, F., Defossez, S., Rey, T., & Boissier, L. (2012). Le processus de production du risque « submersion marine » en zone littorale : l'exemple des territoires « Xynthia ». *Norois. Environnement, aménagement, société*, (222). <https://doi.org/10.4000/norois.3834>
- Wanneau K., « Changements environnementaux et conflits », dans Vettovaglia J-P. (dir.), *Déterminants des conflits et nouvelles formes de prévention*, 2013, Tome 3, Bruylant, 1146 p.
- Warner, K. (2011). Environmental change and migration: methodological considerations from ground-breaking global survey. *Population and Environment*, 33(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s11111-011-0150-4>
- Wihtol de Wenden, C. (1995). L'immigration, objet du débat politique. *Confluences Méditerranée*, (14), 73-79.
- Wood, W. B. (2001). Ecomigration: Linkages between environmental change and migration. In A. R. Zolberg & P. Benda (Eds.), *Global migrants, global refugees* (pp. 42–61). New York: Berghahn.
- Ylikoski, P. (2016). Thinking with the Coleman boat (The IAS Working Paper Series). Linköping. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-132711>

ANNEXES

1. Questionnaire utilisé afin de faciliter l'analyse des études de cas

Remarque : ce questionnaire personnel est inspiré de celui construit par Obokata et al. (2014).

Case studies questionnaire

Article inventory

Article inventory

1. Article ID

2. Lead author family name

3. Year published:

4. Article title:

5. Journal title:

6. Author's main affiliation:

Quantitative measures (1/3)

Data and variables

7. What is the primary focus of the article?

Une seule réponse possible.

- Internal migration
- International migration
- Internal + international migration

8. Spatial scale of the migration discussed:

Une seule réponse possible.

- Local/community
- Regional (within a country)
- National
- International (between countries)
- World Region (within a continent)
- Global (many regions, many countries, complex flows)
- Multiple scales

9. Which individuals are chosen as the subject of the study?

Plusieurs réponses possibles.

- Individuals
- Families/Households
- Communities
- Mass migration or mass displacement
- Multilevel
- Autre : _____

10. Which of following time scales is the author attempting to understand the behavior of the system?

Une seule réponse possible.

- Historical (pre - 1900)
- Recent past (1900 - present)
- Current/ongoing processes
- Future behavior
- Past + present + future
- Autre : _____

11. What world region does the article examine?

Une seule réponse possible.

- Africa
- Latin America and the Caribbean
- Northern America
- Asia
- Europe
- Oceania

12. Country/specific region(s)?

13. Does the article address non-migration?

Une seule réponse possible.

- Yes
- No

14. What environmental factors does the article explore as determinants of migration?

Plusieurs réponses possibles.

- Drought
- Desertification
- Food security
- Land degradation
- Resource scarcity
- Salination
- Sea level rise
- Water Resources
- Fire
- Flooding
- Landslides
- Natural disasters
- Rainfall
- Autre : _____

15. Are these factors primarily rapid or slow onset?

Une seule réponse possible.

- Rapid-onset
- Slow-onset
- Not applicable

16. What types of migrants are discussed?

Plusieurs réponses possibles.

- Environmental refugees
- Environmental migrants
- Economic migrants (including skilled migrants)
- Refugees
- Asylum seekers
- Illegal, undocumented or unauthorised migrants
- Temporary migrants

17. Does the author explicitly link these specific environmental factors to climate change?

Une seule réponse possible.

- Yes
- No

18. [If yes answered above] Does the author discuss the part played by climate change in the observed impact, compared to other factors of environmental change which may lead to migration?

Une seule réponse possible.

- Yes
- No

19. **What other factors does the article explore as determinants of migration?**

Plusieurs réponses possibles.

- Economic factors
- Socio-psychological factors
- Political factors
- Demographic factors
- Autre : _____

20. **Is the author's attitude rather deterministic or constructivist?**

Une seule réponse possible.

1 2 3

Deterministic Constructivist

Quantitative measures (case study methodology)

21. **Which of the following quantitative method(s) were used?**

Plusieurs réponses possibles.

- ABM
- Descriptive
- Economic models
- Event history analysis
- Gravity
- Mobile Data
- Regression
- System Dynamics
- PCA
- Autre : _____

22. **More details about the method:**

23. **Does the article discuss methodological issues?**

Une seule réponse possible.

- Yes
- No

24. **Does the article further the discussion of how research methods could be improved?**

Une seule réponse possible.

- Yes
- No

25. If yes answered above, how (briefly)?

Quantitative measures (Findings, discussions and conclusions)

26. Does the article compare results with other author's findings?

Une seule réponse possible.

- Yes
 No

27. If yes answered above, the comparison is about:

Plusieurs réponses possibles.

- Methodological concerns
 Differences in findings

28. Is the migration in question classified as forced or voluntary by the author?

Une seule réponse possible.

- Forced
 Voluntary
 Both
 Grey area

29. Is there a discussion of the difficulties in classifying the migration as forced or voluntary?

Une seule réponse possible.

- Yes
 No

30. The articles recommendations/discussion focuses on:

Plusieurs réponses possibles.

- Methodological improvements for research on climate and migration nexus
 Refugee law
 Climate change adaptation
 Human health
 Economic policy
 International migration law
 Strategies for the resettlement of populations
 Regulation of migration
 Security
 Autre : _____

31. The article discusses issues of:

Plusieurs réponses possibles.

- Gender
- Race or ethnicity
- Class/Status

32. Does the article touch on these types of geographic migration?

Plusieurs réponses possibles.

- rural → urban
- urban → rural
- rural → rural
- inter-urban

33. Does the article touch on:

Plusieurs réponses possibles.

- first-time migration
- return migration
- repeat migration
- chain migration
- transnationalism
- Autre : _____

34. Does the article deal with issues of definition of:

Plusieurs réponses possibles.

- Refugee
- Environmental Refugee
- Environmental Migrant
- Autre : _____

35. Does the paper challenge or address the structure vs. agency debate?

Une seule réponse possible.

- Yes
- No

Qualitative measures

36. What are the main arguments/hypothesis discussed in the article?

37. How do authors 'validate' their findings?

38. Strengths of the method used to conduct this research

39. Weaknesses of the method used to conduct this research

40. What future research is recommended by the article?

2. Diagramme des étapes à suivre par les agents de l'ABM d'Entwisle et al. (2016)

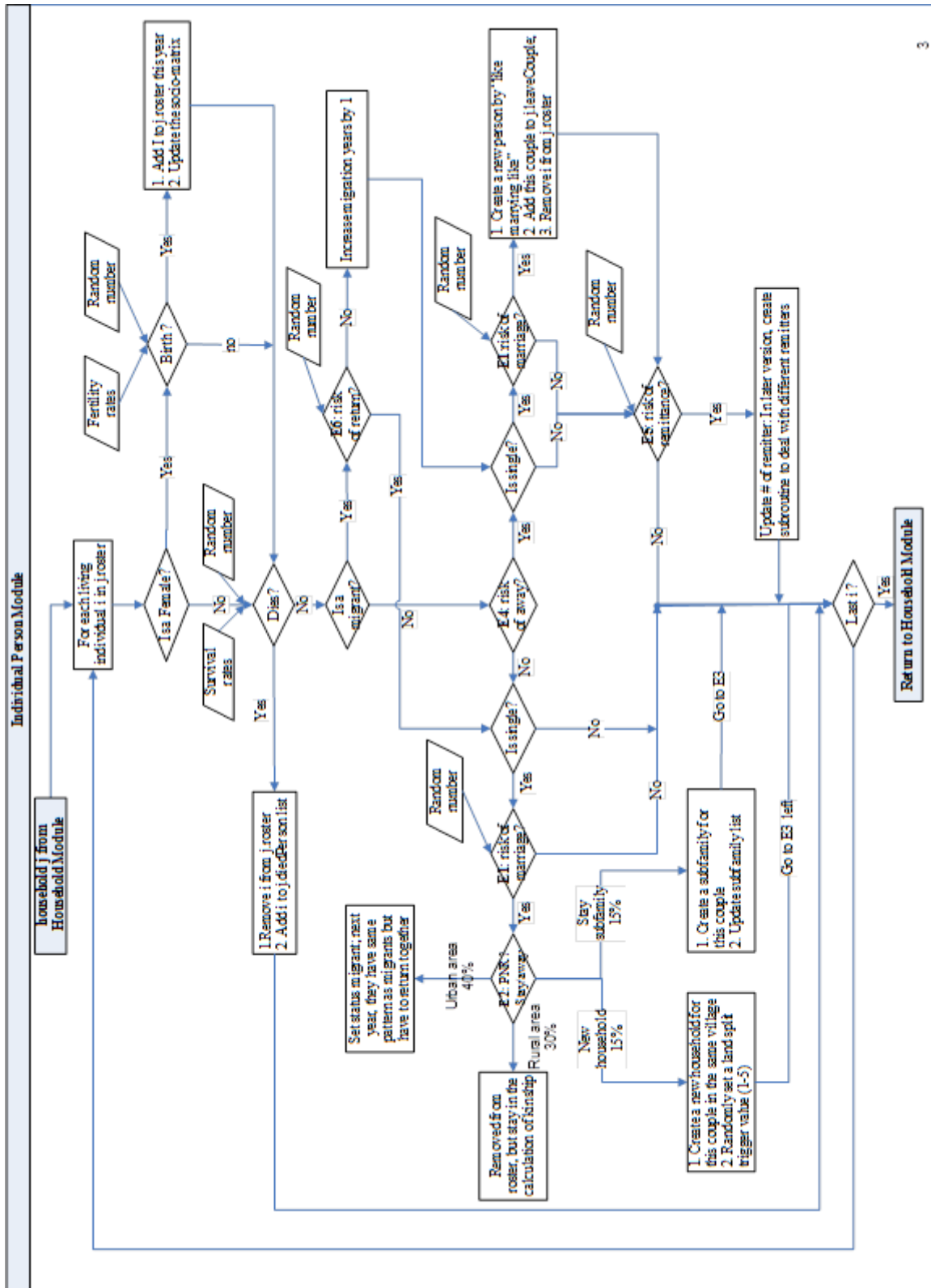


Figure A3. Flowchart showing step-by-step process of individual behaviors in ABM