

RELATIONS INTERGÉNÉRATIONNELLES ENJEUX DÉMOGRAPHIQUES

*xvi^e Colloque international de l'Aidelf
Université de Genève, 21-24 juin 2010*



ASSOCIATION INTERNATIONALE DES DÉMOGRAPHES DE LANGUE FRANÇAISE
A I D E L F – 133, boulevard Davout – 75980 Paris Cedex 20 (France) – <http://www.aidelf.org>

Orphelins et VIH-sida en Afrique subsaharienne : l'intérêt des microsimulations

Bruno MASQUELIER

DEMO - Centre de recherche en démographie et sociétés - Université de Louvain, Belgique¹

1. Introduction

Plus de trois décennies après les premiers moments de la diffusion du VIH-sida, de nombreux pays africains font face à des épidémies matures, et voient leur prévalence baisser (ou se stabiliser). Par contre, en raison de la longue période d'incubation du VIH, la diminution du nombre d'infections ne se traduit pas directement par une baisse des risques de mortalité aux âges adultes. La mortalité adulte continue d'ailleurs d'augmenter dans de nombreux pays, particulièrement en Afrique de l'Est et en Afrique australe.

Ce maintien sur une longue durée de niveaux de mortalités élevées (et fortement concentrés aux premiers âges adultes) a profondément modifié les structures par âge des populations, la composition des ménages, ou encore les mouvements entre communautés rurales et urbaines [35, 8]. Par ce biais, le VIH-sida a redistribué les cartes des échanges intergénérationaux.

Une littérature abondante a été consacrée aux conséquences de l'épidémie sur les relations intergénérationnelles. Elle a surtout mis l'accent sur les *partenaires* des individus infectés, sur leurs *enfants* ainsi que sur les *personnes âgées*. Elle s'appuie sur des données empiriques [19, 4, 42, 44], sur des modèles analytiques [13, 14, 23], et plus récemment, sur des microsimulations [38, 43]. Cette communication est centrée sur les orphelins et leurs grands-parents. Elle se base sur une série de microsimulations calibrées sur les projections démographiques des Nations Unies et les estimations de l'ONUSIDA. Après avoir rappelé quelques éléments de contexte, nous présenterons le modèle de simulation utilisé et ses paramètres. Des résultats préliminaires seront ensuite détaillés pour quatre pays africains : la Zambie, l'Ouganda, le Cameroun et la Côte d'Ivoire. L'objectif consiste à montrer l'intérêt des microsimulations pour documenter les effets de l'épidémie sur le nombre et la structure par âge des orphelins, ainsi que sur les soutiens dont ils peuvent disposer dans leur famille proche.

2. Éléments de contexte

Selon l'UNAIDS et l'UNICEF, le nombre total d'orphelins de moins de 18 ans en Afrique subsaharienne se chiffre à 53 millions en 2010, ce qui représente 12% de la population des 0-17 ans. Quasiment un orphelin sur trois a perdu au moins l'un de ses parents *en raison du VIH-sida*, ce qui fait de l'Afrique subsaharienne la région qui concentre 80% des enfants orphelins dus au sida [33]. De plus, la forte hausse des proportions d'orphelins s'accompagne d'une hausse de la proportion d'orphelins qui perdent leurs *deux* parents, en raison des risques élevés de transmission entre partenaires. Au total, un peu moins d'un orphelin sur 5 en 2010 a perdu ses *deux* parents [33].

De nombreux travaux mettent en évidence l'impact dommageable du décès d'un parent sur les conditions de vie des enfants. Les décès adultes entraînent souvent la déstabilisation du

¹ Cette recherche a été menée grâce à un financement du Fonds National de la Recherche Scientifique (FNRS – Belgique). Merci à Carl Mason qui a revu le code du programme SOCSIM pour répondre aux objectifs de cette recherche, ainsi qu'à Patrick Gerland qui a fourni des informations et des données issues de la Division de la Population des Nations Unies.

foyer familial, voire la dissolution du ménage [35], ainsi qu'une plus grande mobilité des enfants [11]. La perte d'un parent réduit également le budget des ménages, en raison des moindres rentrées, des coûts liés aux funérailles, ou encore des rapports de dépendances élevés. Les ménages qui accueillent des orphelins se distinguent d'ailleurs des autres ménages ; ce sont typiquement des ménages plus larges, aux rapports de dépendances moins favorables, dont le chef est plus souvent une femme, et d'un âge plus avancé [19]. Dès avant le décès, une fraction importante du budget familial peut être consacrée aux soins, avec une phase terminale de la maladie relativement longue dans le cas du VIH-sida [35]. Pour compenser, les orphelins peuvent être amenés à prendre une part plus active dans les tâches ménagères ou les activités génératrices de revenus². Ils peuvent également être amenés à prendre en charge leurs plus jeunes frères et sœurs, ou leurs aînés. Ces différents éléments sont associés à des coûts d'opportunité élevés, surtout en termes de scolarisation [1, 6, 10].

Si les orphelins semblent clairement discriminés en matière de scolarisation, cela n'est pas aussi net en matière de *morbidité* et de *nutrition*. A priori, la perte d'un parent représente un risque important pour la santé des enfants³. Mais cela n'est pas apparent dans les enquêtes EDS : lorsque l'on examine en tous cas la prévalence de l'insuffisance pondérale, les orphelins ne semblent pas discriminés [19]. La morbidité et la malnutrition des orphelins n'apparaissent pas non plus comme leur étant systématiquement dommageables dans les sites d'observation démographique [9]. Paradoxalement, des études menées dans des sites d'observation africains (en Ouganda et en Tanzanie) ont par contre montré que les orphelins faisaient face à une *surmortalité significative* [20, 21]. On s'attendrait à une telle surmortalité chez les enfants de mère séropositive (en raison notamment de la transmission verticale), mais elle apparaît également chez les enfants de mère séronégative. Zaba et *al.* (2005) ont mené une analyse combinant les données de différents observatoires africains, et ils concluent que les risques de décès sont multipliés par 2,9 [2,3-3,6] chez les enfants de mère *séropositive*. La surmortalité associée au fait d'avoir une mère *en phase terminale ou décédée depuis moins d'un an* se chiffre à 3,9 [2,8-5,5], et ceci affecte tant les enfants de mères infectées que les enfants de mères non infectées [42].

Sur base de l'analyse des enquêtes EDS et MICS, Monasch et Boerma (2004) ont documenté les conditions de vie de ces orphelins et les caractéristiques des ménages qui les accueillent. Ils montrent que dans plus d'une dizaine de pays, un cinquième des ménages avec enfants contiennent au moins un orphelin. Il faut préciser que la prise en charge des orphelins s'inscrit dans un contexte de mobilité importante des enfants. À partir de 74 enquêtes EDS africaines, nous avons calculé qu'en moyenne, chez les 10-14 ans, 26% des enfants dont la mère survit ne cohabitent pas avec cette dernière (et 33% des enfants non-orphelins de père ne cohabitent pas avec ce père survivant). La prise en charge des orphelins va dépendre des règles préexistantes qui encadrent le confiage des enfants. En effet, les pays où une grande proportion d'orphelins de mère ne vit plus avec leur père survivant (typiquement les pays d'Afrique australe) sont également ceux où la co-résidence avec les pères est la plus faible parmi les non-orphelins. L'inverse est vrai aussi pour les orphelins de père.

L'histoire de l'épidémie détermine largement la capacité des structures traditionnelles de prise en charge à intégrer le surplus d'orphelins. Les EDS et certains observatoires de population indiquent que dans plusieurs pays, les orphelins ne se retrouvent pas systématiquement dans les ménages les plus défavorisés économiquement, ce qui traduit une bonne adaptation des systèmes de prise en charge à crise du VIH-sida [34]. Mais cette

² Même si ceci n'est pas apparent dans les enquêtes EDS, du moins lorsque l'on examine les cas extrêmes (plus de 40 heures semaines). Mais les enquêtes ménages sont sans doute peu appropriées pour mesurer ce phénomène [19].

³ La perte d'une mère dans les premiers mois de la vie a des conséquences directes en termes de santé, puisqu'elle va provoquer un sevrage précoce, ce qui n'est pas exempt de risques infectieux et nutritionnels.

« résilience » n'est pas observée partout. Par exemple, au Zimbabwe et au Kenya, les orphelins semblent se trouver dans de moins bonnes conditions matérielles à mesure que l'épidémie avance en âge [4, 33]. Cela pourrait constituer une nouvelle tendance, sous l'effet de la saturation des ménages qui sont à même de prendre en charge les orphelins.

Ces quelques éléments témoignent d'une importante vulnérabilité des orphelins. Notre connaissance en la matière est toutefois limitée par la rareté et le caractère imparfait des données.

1. Il en va ainsi des **données EDS et MICS**, qui fournissent la principale source d'informations sur les orphelins. Outre le peu d'informations sur ces enfants⁴, leur principale limite tient au « biais d'adoption » : le fait qu'une fraction importante de parents d'adoption soient renseignés dans les enquêtes (ou les recensements) comme parents biologiques. L'une des sources de cette erreur tient au fait que les termes associés à la filiation (père, mère, etc.) peuvent ne pas être réservés aux parents biologiques, et renvoyer plus largement à des membres de la génération antérieure. Dans ce cas, des erreurs sont causées par une compréhension trop large des questions sur la survie des parents. Les enquêteurs peuvent également considérer les adultes qui cohabitent avec des enfants comme les parents biologiques de ces derniers, et s'abstenir de poser les questions sur la parenté réelle. Grassly et al. (2007) ont comparé les proportions d'orphelins observées dans les enquêtes MICS et EDS avec celles déduites des modèles basés sur les projections de population des Nations Unies [12]. Ils ont constaté que les proportions issues des modèles sont significativement *plus élevées* que celles dégagées des enquêtes, quelque soit le niveau de prévalence du VIH. Les auteurs notent par ailleurs que les proportions d'orphelins *de père* cadrent davantage avec les estimations issues de modèles que les observations qui concernent les orphelins *de mère*. Robertson et al. (2008) se sont appuyés sur des données longitudinales issues de l'observatoire de Manicaland (Zimbabwe) pour documenter cet effet d'adoption [24]. Ils ont analysé la cohérence des déclarations faites sur la survie des parents entre 3 rounds successifs. Au premier round, 198 enfants de moins de 16 ans ont été déclarés comme orphelins de mère, et 33% [27-40] d'entre eux ont ensuite été déclarés comme *non-orphelins* (lors d'au moins un des deux rounds qui ont suivi). Cette sous-déclaration est moins prononcée pour les pères⁵, mais particulièrement prononcée chez les jeunes enfants⁶. Dans l'ensemble, le biais d'adoption paraît donc important et il est susceptible de varier significativement d'un contexte à l'autre, selon la fréquence et les formes prises par le confiage des enfants, la fréquence des remariages, l'intensité de la mortalité adulte, etc. En plus de ce biais d'adoption, une autre limite des données d'enquête tient à la difficulté d'appréhender la structure familiale à partir des fichiers ménages. Comme les causes de décès des parents ne sont pas collectées, il est par ailleurs impossible d'isoler la part d'orphelins qui ont perdu leurs parents en raison du VIH-sida.
2. Une alternative aux estimations empiriques réside dans les **modèles analytiques**. Dans le cadre des populations stables, la relation entre la mortalité adulte et la proportion d'orphelins est bien connue, et des méthodes indirectes ont d'ailleurs été développées pour estimer la première à partir de la seconde [18, 16, 30]. Dans les contextes perturbés par le VIH-sida, l'estimation du nombre d'orphelins est un peu plus technique : il faut intégrer la réduction de la fécondité des mères séropositives, les risques de transmission verticale,

⁴ Par exemple, dans de nombreuses enquêtes, les seuls enfants pesés et mesurés sont les enfants des mères survivantes présentes dans le ménage. Les données sur la morbidité sont également réservées aux non-orphelins.

⁵ Elle s'établit à 13% [11-16] chez les 689 enfants qui étaient déclarés orphelins de père au premier round.

⁶ Le fait que le biais d'adoption soit moins élevé chez les pères est régulièrement observé, et on peut supposer que cela s'explique par une plus grande fréquence du remariage chez les hommes et par une proportion peut-être élevée de belles-mères déclarées comme mères biologiques.

ainsi que les durées de survie des adultes et enfants infectés. Le nombre de « doubles orphelins » dépend également de l'intensité de la transmission des risques d'infection entre partenaires. Les recherches les plus récentes ont été menées par Grassly et Timæus (2005), qui ont mis au point une technique d'estimation à partir des projections de population. Cette méthode sert aujourd'hui de référence, et elle est notamment utilisée pour produire les estimations de l'UNICEF et l'ONUSIDA.

Les modèles analytiques connaissent toutefois leurs limites quand il s'agit de travailler sur plusieurs générations ou d'intégrer des informations sur les réseaux de parenté. Or, au-delà des estimations relatives au nombre d'orphelins, il est essentiel de disposer d'informations sur les *ressources familiales* dont ces derniers peuvent disposer.

Les données d'enquêtes témoignent en particulier de l'importance des grands-parents. Environ la moitié des orphelins *ne vivant pas avec leurs parents* sont logés chez leurs grands-parents - avec une proportion variant de 25 à 64% à partir des enquêtes EDS [19]. La proportion d'enfants vivant dans un ménage dont le chef est leur grand parent est sensiblement plus élevée chez les orphelins [4] ; entre un quart et la moitié des orphelins vivent dans des ménages dont le chef de ménage est l'un de leurs grands-parents (contre de 10 à 20% chez les enfants non orphelins). Les grands-parents semblent également de plus en plus sollicités à mesure que la crise du VIH-sida prend de l'ampleur et à mesure qu'augmente le nombre d'orphelins [**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**].

3. Le recours à des modèles de *microsimulation adaptés au suivi des relations de parenté* peut éclairer certaines dimensions de cette « crise des orphelins ». La microsimulation permet par exemple d'estimer le nombre d'orphelins par grands-parents, la proportion de grands-parents ayant perdu leurs enfants mais pas leurs petits enfants, ou encore l'âge des grands-parents susceptibles de se charger de leurs petits enfants. En ce sens, elle peut contribuer à une meilleure compréhension de l'impact de l'épidémie sur les relations intergénérationnelles.

Dans la section suivante, nous détaillons la série de microsimulations que nous avons construite, à partir des estimations des Nations Unies et de l'ONUSIDA. Pour mener les simulations, nous utilisons le programme SOCSIM, développé à Berkeley [36, 37, 38].

3. Modèle de microsimulations

Par opposition aux modèles de macro-simulation, la microsimulation soumet une population fictive d'individus à des risques compétitifs de décès, de mariage, de grossesse, et à diverses transitions d'un groupe à l'autre. Son premier intérêt pour notre recherche est qu'elle permet d'*observer directement les proportions de parents survivants plutôt que de les exprimer analytiquement*. Si l'on peut considérer que les modèles et les paramètres démographiques qui sont introduits dans les simulations (taux de fécondité, de mortalité, etc.) permettent d'approximer les phénomènes démographiques qui caractérisent les populations réelles, alors les microsimulations vont procurer des populations finales très utiles. En effet, ces populations seront issues d'un jeu complexe d'interactions (entre phénomènes démographiques, ainsi qu'entre individus) qu'il serait impossible d'exprimer mathématiquement. Il devient aisé de rentrer dans des détails pour lesquels il faudrait, si l'on voulait travailler de façon analytique, de subtiles expressions mathématiques et des procédures d'approximations numériques complexes. C'est typiquement le cas de l'intégration dans les simulations des risques de mortalité spécifiques au VIH-sida. La microsimulation est d'ailleurs de plus en plus utilisée pour analyser la dynamique interne de l'épidémie du VIH-sida et ses conséquences démographiques [2, 7, 22, 37, 38, 43].

Pour cette recherche, nous nous basons sur les estimations des Nations Unies pour construire une série de microsimulation représentative de la diversité démographique du

continent (Révision 2008) [32]. Sans entrer dans les détails⁷, relevons ici les principaux paramètres introduits et les choix méthodologiques adoptés.

Une série de taux de fécondité et de mortalité est construite pour presque tous les pays subsahariens. Les territoires insulaires et les pays comme le Rwanda – dont l'histoire démographique échappe à la modélisation – font exception. Les simulations démarrent dans la première moitié du XX^{ème} siècle, pour que les survivants observés à la fin du XX^{ème} - début du XXI^{ème} aient tous des ascendants qui sont eux-mêmes issus de simulations. Elles se prolongent jusqu'en 2010. En raison de l'absence d'estimations démographiques, nous supposons que les différentes populations étaient *stables* dans les premières années de la simulation (1850-1950)⁸. Les individus de la population d'origine ne sont pas reliés entre eux par des liens de parenté, mais une mère est attribuée à toutes les naissances simulées, et les différents liens de parenté sont enregistrés par le programme au cours de la simulation. La taille de la population de départ est fixée de façon à obtenir environ 30 000 personnes en 2010 (et chaque scénario national est répliqué 10 fois, ce qui procure 300 000 survivants au terme des simulations).

Le modèle est conçu de sorte que les taux de fécondité tous rangs « simulés » reproduisent les niveaux et la structure par âge de la fécondité estimés par les Nations Unies (Révision 2008). La fécondité n'est pas modélisée par statut matrimonial mais elle varie selon la parité atteinte (selon une distribution estimée à partir des enquêtes EDS⁹).

Pour la mortalité, nous distinguons les décès liés au sida et ceux dus à d'autres causes. Nous procédons en deux temps. Nous utilisons d'abord, pour la mortalité « sans sida », les tables de mortalité estimées par les Nations Unies pour élaborer la révision 2008 de leurs projections de population [32]. À partir de 1975, les individus font toujours face à des risques de mortalité « sans sida », mais ils sont également exposés à des probabilités de transition vers l'infection, vers le stade clinique du sida, et enfin vers le décès. Les taux de mortalité « toutes causes » recalculés à partir des simulations devraient cadrer avec la variante « moyenne » (avec sida) des Nations Unies.

À l'origine, le logiciel de microsimulation, SOCSIM n'est pas conçu pour intégrer les risques associés au VIH-sida. Mais, il est possible d'intégrer des probabilités d'infection, puis différentes étapes de la séropositivité au décès en spécifiant des sous-groupes de population. L'appartenance à ces groupes est transmise par un des deux parents - dans ce cas ci, par la mère. Pour spécifier les différents groupes et calculer les taux de transition, nous suivons autant que possible les recommandations du *Groupe de Référence d'ONUSIDA sur les Estimations, la Modélisation et les Projections*.

Plus précisément, le modèle utilisé ici fait intervenir :

1. **les tendances nationales d'incidence du VIH** : il s'agit là encore de celles utilisées par les Nations Unies pour la Révision 2008¹⁰.
2. **une série de probabilités individuelles d'infection au VIH, variant par âge et sexe** : nous retenons le schéma « africain », construit par les Nations Unies à partir des enquêtes EDS [32]. Ce schéma prend la forme d'une distribution de Weibull dont l'âge moyen est de

⁷ Je limite ici au maximum la description du modèle. Les détails techniques sont disponibles sur demande (bruno.masquelier @ uclouvain.be). Ils sont exposés dans ma thèse de doctorat qui sera défendue à l'Université de Louvain (UCL) dans les prochains mois.

⁸ Les paramètres démographiques de la période 1950-1955 sont retenus pour cette période. Ceci signifie que la structure par âge de la population simulée, telle qu'elle est observée en 1950-1955, est proche de celle estimée par les Nations Unies pour la même période.

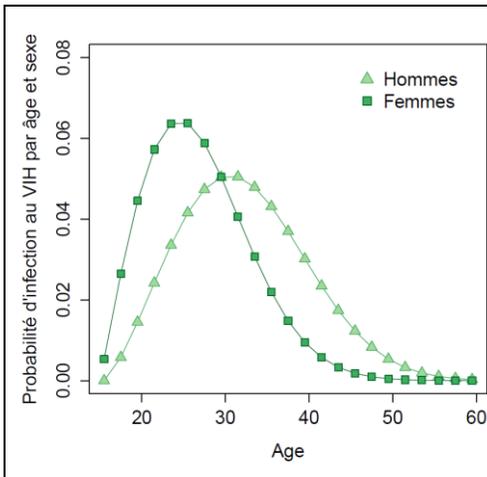
⁹ Masquelier, B., « Estimation de la mortalité adulte en Afrique subsaharienne à partir de la survie des proches, Apports de la microsimulation », Thèse de doctorat en cours à l'Université de Louvain (UCL).

¹⁰ Données non publiées - Source : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division : World Population Prospects DEMOBASE extract. 2009.

32 ans pour les hommes et de 27 ans pour les femmes (cfr. Graphe 1). La distribution des risques d'infection par sexe varie dans le temps, avec des risques masculins plus élevés au début de l'épidémie puis une inversion progressive du rapport de masculinité de l'incidence [26]¹¹.

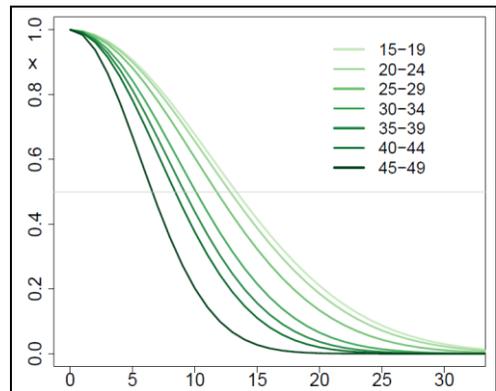
3. des **modèles de progression des personnes infectées vers le stade du sida** : une récente méta-analyse des données d'observatoires a permis de dégager des *courbes type de survies après l'infection* [31]. Cette analyse n'a pas relevé de différences significatives par sexe dans les durées de survie, mais elle a par contre confirmé l'importance de l'*âge à l'infection*. Dans le logiciel Spectrum, comme pour les estimations des Nations Unies, la survie n'est pas modulée selon l'âge à l'infection. Par contre, pour tenir compte du fait que les femmes sont infectées plus tôt et que les durées de survie diminuent avec l'âge à l'infection, la distribution féminine procure une survie plus longue (d'un an environ). Dans les deux cas, une distribution de Weibull est utilisée pour chaque sexe. D'autres distributions sont ensuite utilisées pour rendre compte de la survie au sein du stade sida, avec ou sans recours aux thérapies anti-rétrovirales (ART). Alors que le programme Spectrum tient compte des ART mais pas de l'âge à l'infection, notre modèle de microsimulation tient compte des deux éléments. Pour chaque groupe d'âge, la survie est modélisée avec une distribution de Weibull dont le paramètre d'échelle varie, de façon à recouper les données d'observatoires [15]. Ces courbes sont présentées dans le graphe 2.

GRAPHE 1 : SCHEMA PAR AGE D'INFECTION AU VIH PAR SEXE - MODELE AFRICAIN



Source : Nations Unies (2009)

GRAPHE 2 : COURBES DE SURVIE DES INDIVIDUS INFECTES PROGRESSANT DE L'INFECTION AU DECES, PAR AGE



Source : Hallett et al. (2008)

4. des estimations relatives à la **distribution des traitements antirétroviraux** : ces traitements ont été largement diffusés en Afrique subsaharienne dans les dernières années. En 2007, la proportion de séropositifs en besoin de traitement qui pouvaient disposer d'ART s'élevait

¹¹ Le programme Spectrum, développé par l'ONUSIDA, utilise un rapport de la prévalence masculine sur la prévalence féminine, qui avoisine 0,24 pour des prévalences en dessous du seuil de 1%, puis s'élève graduellement chaque année jusqu'à atteindre 1,38 après une vingtaine d'années, où il se stabilise. Notons que le rapport de la prévalence féminine sur la prévalence masculine est plus élevé que le même rapport pour l'incidence, en raison d'une survie féminine plus longue. Dans les simulations, nous supposons donc que les infections surviennent à 80% chez les hommes en début d'épidémie pour chuter à 45% au terme de quelques années.

déjà à 30% [27-34%] dans la région, contre à peine 2% en 2003 [**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**]. Cette couverture en ART était même estimée à plus de 50% dans quatre pays sub-sahariens : le Rwanda, le Sénégal, le Botswana et la Namibie. Pour les simulations, la distribution des ART au niveau national pour les adultes est reprise des estimations WHO/UNAIDS/UNICEF¹². Sur cette base, une certaine proportion de séropositifs adultes arrivés au stade du sida clinique sont tirés au hasard et redistribués vers le traitement en ART (en début de chaque année).

5. un **modèle de survie sous ART** : la probabilité de survie sous ART est estimée à 85% la première année, puis en moyenne à 95% pour chaque année supplémentaire sous traitement (en l'absence d'autres causes de décès) [28].
6. un modèle de survie **sans traitement** au sein du stade du sida : la survie dans la période du sida clinique est modélisée au moyen d'une distribution exponentielle¹³.
7. des estimations relatives à la **moindre fécondité des femmes séropositives** : la moindre fertilité des femmes infectées, les fortes morbidités et mortalités de leur partenaire, ou la plus grande proportion de fausses couches, expliquent que les femmes séropositives aient une moindre fécondité [41, 17]. Cette moindre fécondité caractérise les séropositives de 20 à 45 ans, car, par un effet de sélection du à une activité sexuelle précoce, les plus jeunes séropositives sont *plus fécondes* que les femmes séronégatives de leur âge. Le rapport de la fécondité des séropositives sur la fécondité des séronégatives tend également à diminuer avec l'âge. Lewis et al. (2004) estiment ce rapport à 1,26 pour les 15-19, 0,76 pour les 20-24 et 0,67 pour les 25-44 ans [17].
8. des estimations relatives à **l'intensité de la transmission verticale intra- et post-partum** : sans traitement, le risque de transmission verticale du VIH-1 est généralement estimé à 15-25% lors de la grossesse ou de l'accouchement. 5-20% d'enfants non infectés intra-partum sont également infectés durant l'allaitement [39]. La probabilité de transmettre le VIH par la voie de l'allaitement varie de 0,75% par mois en cas d'allaitement exclusif à 1,5% par mois en cas d'allaitement mixte (chez les enfants de 1 à 6 mois). Dans les simulations, une probabilité mensuelle d'infection est calculée par âge en tenant compte à la fois des risques variables de transmission et des proportions de séropositives qui pratiquent l'allaitement exclusif ou mixte [27].
9. et enfin, des **modèles de survie des enfants infectés verticalement** : deux types de progression du VIH peuvent être distingués chez les enfants : une progression *rapide* et une progression plus *lente*. Selon les paramètres utilisés par les Nations Unies, la progression lente procure en moyenne (et en l'absence de traitement) une durée de survie de 15,2 ans, et la progression courte une durée de survie de 1,3 ans [32]¹⁴.

La principale limite de notre modèle est que les risques d'infection entre conjoints sont *indépendants*. Ils surviennent aléatoirement en fonction des estimations d'incidence nationale, des structures par âge des populations simulées et d'un schéma fixe de probabilité d'infection par âge. Ceci signifie que sous sa forme actuelle, le modèle sous-estime sensiblement le

¹² Les plus récentes estimations sont publiées dans UNICEF WHO, UNAIDS (2007) [40]. Les séries temporelles - non publiées - introduites dans les simulations sont celles utilisées par la Division de la Population des Nations Unies pour la Révision 2008 des projections de population [32].

¹³ Le logiciel Spectrum utilise une distribution de Weibull avec un paramètre k fixé à 1 (pour un stade clinique démarant au seuil de 200 cellules CD4/mm), ce qui correspond à une distribution exponentielle. Nous prenons ici la moyenne des valeurs masculines et féminines du λ^{-1} de la distribution de Weibull avec $k=1$, utilisées par Spectrum lorsque le seuil est fixé à 200 cellules CD4/mm. Le taux de transition de la dernière étape vers le décès est donc fixé à 1/2.49.

¹⁴ Les *slows progressors* sont généralement considérés comme ayant été infectés post-partum et les *fast-progressors* comme ayant été infectés intra-partum.

nombre de doubles orphelins. Par ailleurs, la mortalité des orphelins de père est légèrement sous-estimée dans les contextes perturbés par le VIH-sida. En effet, les pères décédés en raison du VIH-sida sont susceptibles d'avoir transmis ce risque d'infection aux mères, ce qui augmente la probabilité qu'un enfant de père décédé soit infecté au VIH par transmission verticale. Pour cette raison, nous nous concentrerons dans la section suivante sur les orphelins de mères et les grands-mères maternelles.

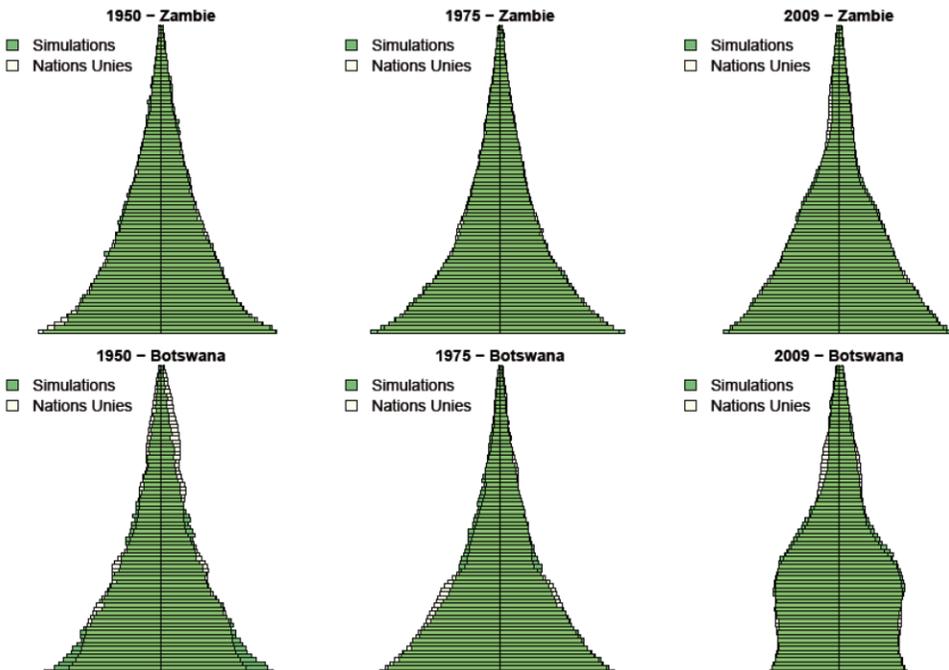
4. Résultats

En dépit de ces limites, notre modèle de microsimulation permet quasiment de reproduire les trajectoires démographiques estimées par les Nations Unies, mais au niveau individuel, en enregistrant les liens de parenté.

Après avoir mené les différentes simulations, nous récupérons les populations finales. Ces dernières contiennent tous les individus qui étaient présents dans la population de départ et ceux qui ont été générés au cours de la simulation. Elles reprennent pour chacun d'eux une série d'informations, comme les dates de naissance et de décès, les dates d'infection au VIH et d'entrée dans le stade du sida, ainsi que l'identifiant de leurs parents et de leur dernier enfant.

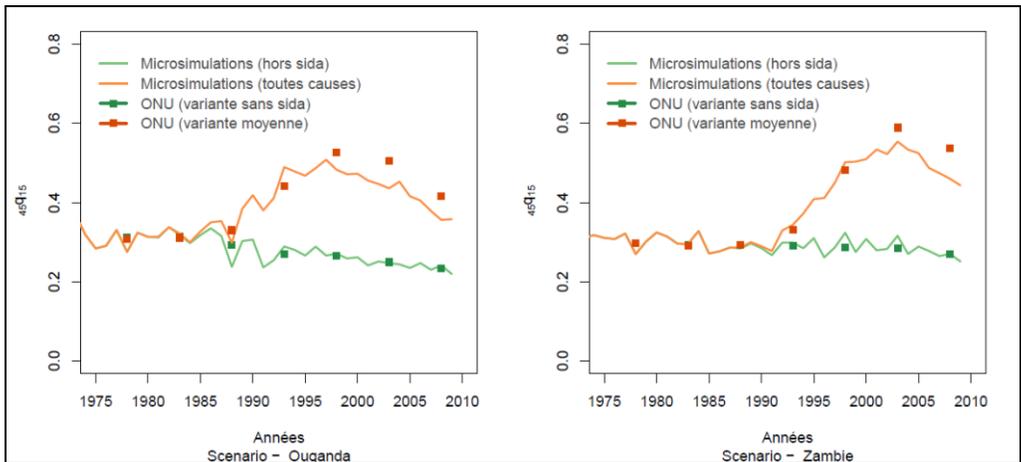
Pour rappel, pour construire les microsimulations, nous partons de la variante « *sans sida* » des Nations Unies, et nous ajoutons ensuite des risques d'infection et de décès spécifiques au VIH-sida. Si cette intégration du VIH-sida s'est faite de façon cohérente, les structures par âge récupérées des microsimulations devraient cadrer avec celles de la variante « *avec sida* » des Nations Unies (c'est-à-dire la variante moyenne). C'est bien ce que l'on observe avec le cas de la Zambie et du Botswana dans le graphe 3.

GRAPHE 3 : STRUCTURES PAR AGE RECALCULEES
A PARTIR DES MICROSIMULATIONS ET STRUCTURES ESTIMEES PAR LES NATIONS UNIES (0-80 ANS)
– ZAMBIE ET BOTSWANA



Une seconde façon de juger de la plausibilité des microsimulations dans les contextes perturbés par le VIH-sida consiste à comparer les quotients de mortalité recalculés de façon biographique (à partir des simulations) à ceux estimés par les Nations Unies dans la variante « moyenne ». À nouveau, l'idée est de vérifier que l'intégration du VIH-sida dans les simulations nous permet de retomber sur la mortalité de la variante avec sida. Cette comparaison est présentée dans le graphe 4 pour la Zambie et l'Ouganda. On y observe une bonne adéquation entre les niveaux de mortalité intégrant le VIH-sida, qu'ils soient issus des simulations ou estimés par les Nations Unies, en dépit du fait que nous n'avons pas toujours opté pour les mêmes choix méthodologiques que les Nations Unies¹⁵.

GRAPHE 4 : QUOTIENTS DE MORTALITE (DE 15 A 60) FEMININS ESTIMES PAR LES NATIONS UNIES ET RECALCULES A PARTIR DES MICROSIMULATIONS – OUGANDA ET ZAMBIE



Le graphe 5 présente, pour les quatre pays considérés, la prévalence estimée par l'UNAIDS à partir de 1990 pour les 15-49 ans¹⁶, puis les proportions d'orphelins (survivants) par groupe d'âge, en distinguant les orphelins totaux et les orphelins dont la mère n'est pas décédée du VIH-sida (en pointillés).

Les estimations représentées par les triangles se réfèrent à la proportion d'enfants de 5-9 ans déclarés orphelins dans les enquêtes EDS. Outre une sous-déclaration des orphelins dans les enquêtes, qui recoupe les observations faites par ailleurs [12, 24, 25], on observe dans les quatre pays de fortes hausses des proportions d'orphelins, toutes les quatre imputables aux décès de mères séropositives. En comparant la situation en Zambie et en Ouganda, on note également un décalage important entre la baisse de la prévalence et la baisse de la proportion d'orphelins. Alors que la prévalence ougandaise baisse dès 1990, la proportion d'orphelins de 5 à 9 ans atteint son pic à 8% en 1997 et celle des 10-14 ans en 2000 (à 15%). Une épidémie mature peut en fait produire davantage d'orphelins qu'une épidémie plus jeune même si ces taux d'incidence sont moins élevés [4], en raison de la longue durée d'incubation du VIH.

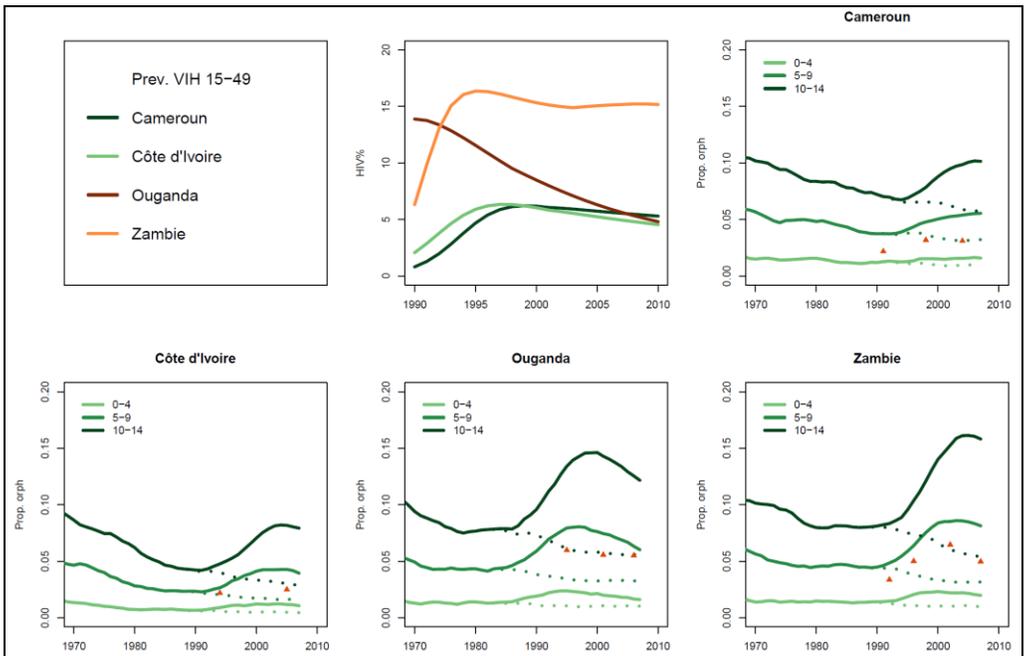
En comparant les proportions d'orphelins de moins de 18 ans estimés par l'UNICEF avec les proportions issues des simulations, on observe un bon accord en Ouganda (7,9% UNICEF vs 7,9%) ainsi qu'au Cameroun (7% UNICEF vs. 6,5%), mais moins d'orphelins en Côte d'Ivoire (8,5% UNICEF vs 5,2%) et nettement moins en Zambie (14% UNICEF vs 9,7%) [33]

¹⁵ C'est le cas notamment du rapport par sexe de l'incidence, ou de la durée de survie qui varie dans les simulations selon l'âge à l'infection.

¹⁶ Les tendances antérieures à 1990 ne sont pas reprises ici car elles ne sont pas publiées par l'ONUSIDA.

(résultats non présentés sur le graphique). Si les niveaux de mortalité générale (sida y compris) récupérés des simulations peuvent différer légèrement des niveaux estimés par les Nations Unies (cf. graphe 4), ces différences entre les proportions d'orphelins s'expliquent ici surtout par le fait que les estimations UNICEF sont basées sur la Révision 2004 des projections des Nations Unies, alors que nos estimations sont basées sur la dernière révision, qui prévoit une mortalité plus faible aux âges adultes (suite à une baisse des prévalences estimées par l'ONUSIDA)¹⁷. On peut donc s'attendre à des estimations moins pessimistes lors de la prochaine révision du nombre d'orphelins par l'UNICEF et l'ONUSIDA.

GRAPHE 5 : PREVALENCE DU VIH-SIDA (15-49 ANS) ET PROPORTIONS D'ORPHELINS DE MERE A 0-4, 5-9 ET 10-14 ISSUES DES MICRO-SIMULATIONS – CAMEROUN, COTE D'IVOIRE, OUGANDA, ZAMBIE



Remarquons également que la distribution par âge des orphelins varie relativement peu avec l'âge de l'épidémie ou son intensité. Si l'on se concentre sur les orphelins de moins de 20 ans, on constate que les moins de 5 ans représentent un peu moins de 10% de ceux-ci, les 5 à 9 en constituent environ 20%, les 10-14 autour de 30%, et les 15-19 autour de 40%.

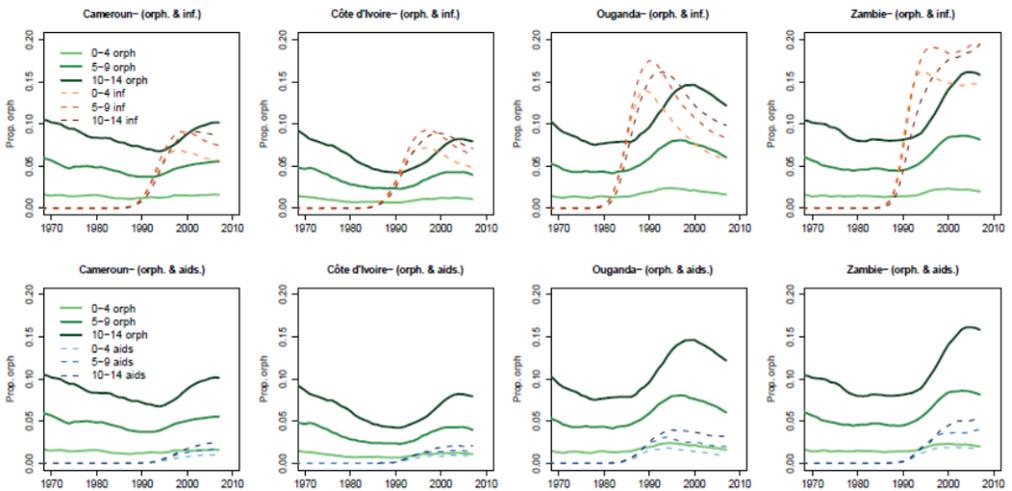
L'examen de la proportion d'orphelins ne constitue que la part visible de l'iceberg. Même avant le décès, l'infection au VIH d'un parent est susceptible d'avoir un impact non négligeable sur les enfants. Plus les problèmes de santé surviennent tôt dans la phase d'incubation, plus les enfants vivant avec des parents infectés seront affectés. Le graphe 6 présente les proportions d'enfants orphelins, et y superpose les proportions d'enfants survivants dont la mère est infectée par le VIH-sida¹⁸ (panel du haut), ainsi que les proportions d'enfants dont la mère survit mais en stade clinique ou en traitement (panel du bas). En dessous de 10 ans, les proportions d'enfants

¹⁷ Entre les deux révisions, la probabilité féminine de décès entre 15 et 60 ans estimée pour 2005 n'a pas changé pour l'Ouganda (0,47), mais elle a baissé au Cameroun (de 0,49 à 0,39) et elle a été sensiblement revue à la baisse en Côte d'Ivoire (de 0,46 à 0,29) et en Zambie (de 0,72 à 0,57).

¹⁸ Ce qui comprend les enfants dont la mère a atteint le stade clinique.

dont la mère est infectée surpassent de loin les proportions d'orphelins. Ces proportions ont quasiment toutes atteint leurs pics, dès le début des années 1990 en Ouganda. En Zambie, la baisse est nettement moins rapide qu'en Ouganda, et les proportions d'orphelins sont donc susceptibles de se maintenir à des niveaux élevés durant plusieurs années. Pour chaque orphelin de 5 à 9 ans en 2005, il y avait 1.40 enfant (de 5 à 9 ans) dont la mère était infectée au Cameroun, 1,6 en Côte d'Ivoire, 1,3 en Ouganda, et 2,3 en Zambie. Ces chiffres s'élevaient respectivement à 0,16 au Cameroun et en Côte d'Ivoire, 0,26 en Ouganda et 0,45 en Zambie si l'on ne retient que les enfants dont les mères ont atteint le stade clinique. Dans la phase clinique, les conséquences de l'infection au VIH se font pleinement sentir et ces enfants, bien qu'ils ne soient pas orphelins, sont également très affectés [23].

GRAPHE 6 : PROPORTIONS D'ORPHELINS DE MERE A 0-4, 5-9 ET 10-14 ISSUES DES MICROSIMULATIONS, PROPORTIONS D'ENFANTS DE MERE INFECTEE A 0-4, 5-9 ET 10-14 ANS (PANEL DU HAUT), ET PROPORTIONS D'ENFANTS DE MERE AYANT ATTEINT LE STADE CLINIQUE A 0-4, 5-9 ET 10-14 (PANEL DU BAS)



Un premier indicateur des soutiens disponibles pour ces orphelins consiste à rapporter le nombre d'orphelins de moins de 15 ans au nombre d'adultes de 15 à 50 ans. Nous additionnons ici les orphelins de mères et de pères¹⁹. De 0,10 en 1990, ce rapport monte à 0,22 en 2004 en Zambie. Si l'on exclut les adultes infectés au VIH, il se chiffre à 0,26 (en 2004). Sur l'espace de 15 ans, le nombre d'orphelins par adulte en âge d'activité a donc plus que doublé en Zambie. Pour quatre adultes non infectés, on comptait un orphelin en 2004. Par comparaison, en Côte d'Ivoire, le pays le moins affecté des quatre pays analysés ici, ce même rapport ne dépasse jamais 0,10.

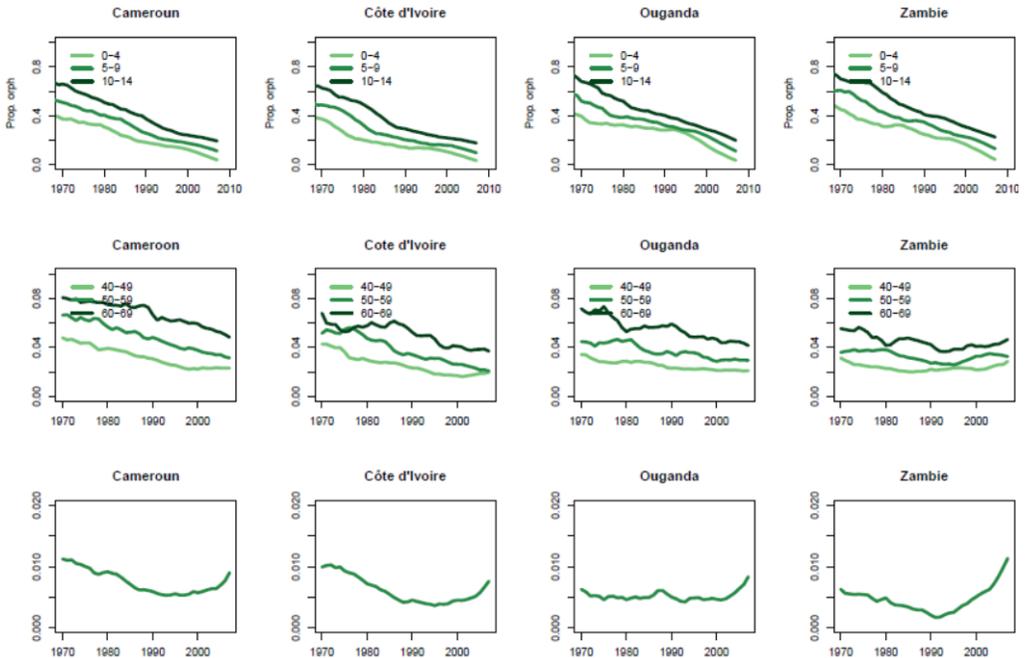
Les grands-parents étant les principales ressources des orphelins ne vivant pas avec leur parent survivant, nous avons calculé la proportion d'enfants *orphelins de grand-mère maternelle* par année et groupe d'âge. Ces proportions sont détaillées dans le graphe 7 (panel du haut). On observe dans les quatre pays une baisse substantielle de la mortalité des grand-mères. En nous plaçant du côté des grands-parents, nous pouvons ensuite calculer la proportion de femmes de plus de 50 ans *ayant eu des enfants mais ayant survécu à ces derniers* (graphe 7 - panel du milieu). De façon intéressante, on ne note pas d'impact important du VIH-sida sur

¹⁹ Même si les proportions de pères décédés restent mal estimées, pour les raisons évoquées plus haut. Ces chiffres sont donc à prendre plutôt comme des ordres de grandeur.

ces proportions²⁰. L'impact du VIH-sida est par contre plus net dans les trois derniers graphes (figure 7 - panel du bas), qui détaillent la proportion de grands mères maternelles survivantes (de 50 à 80 ans) ayant perdu tous leurs enfants mais pas leurs petits enfants. Même s'il s'agit d'une situation marginale, qui concerne moins d'1% des femmes de 50 à 80 ans, on observe une hausse de cette proportion dans les dernières années, particulièrement nette en Zambie.

GRAPHE 7 :

PANEL DU HAUT : PROPORTIONS DE D'ENFANTS ORPHELINS DE GRAND MERE MATERNELLE
PANEL DU MILIEU : PROPORTIONS DE FEMMES DE PLUS DE 40 ANS AYANT PERDU TOUS LEURS ENFANT
PANEL DU BAS : PROPORTIONS DE GRANDS MERES SURVIVANTES DE 50 A 80 ANS AYANT PERDU TOUS LEURS ENFANTS MAIS PAS LEURS PETITS ENFANTS



5. Discussion

Dans des contextes où les mécanismes de sécurité sociale sont quasiment inexistants, ce sont les réseaux de soutien informels, souvent de nature familiale, qui doivent être mobilisés pour prendre en charge les malades, les personnes âgées, ou les orphelins. Or en Afrique subsaharienne, où vit 67% des 33 millions de personnes infectées par le VIH dans le monde, cela représente un défi de taille. En particulier, les termes de la réciprocité entre générations ont été perturbés par les rapides hausses de mortalité aux âges adultes. D'un côté, environ 12% des moins de 18 ans ont perdu l'un des leurs deux parents en 2010 [33]. À l'autre extrémité de la pyramide des âges, les personnes âgées sont elles aussi mises à l'épreuve : elles sont davantage susceptibles de perdre les enfants qui pouvaient les prendre en charge, et de devoir se charger des petits enfants survivants.

²⁰ Mais nous regardons ici les extrêmes, et il serait plus opportun de calculer le ratio, par âge et années, du nombre d'enfants survivants sur le nombre d'enfants totaux.

À partir d'un modèle de microsimulations adapté au suivi des relations de parenté, nous avons montré quelques unes des perturbations qu'ont connues les structures familiales dans les pays à prévalence élevée, à partir du cas des orphelins et de leurs grands-parents.

L'analyse menée ici est bien sûr exploratoire à bien des égards. D'une part, l'impact négatif de la perte d'un parent est mitigé par une série de facteurs, et notamment par l'âge et le sexe des orphelins, la structure de leur fratrie, les pratiques relatives au confiage des enfants, etc. Il conviendrait de mieux tenir compte des ressources disponibles pour les orphelins, en examinant notamment comment évolue le nombre d'oncles et de tantes, par exemple. Par ailleurs, la validité des estimations présentées ici dépend entièrement des hypothèses introduites. La principale limite du modèle tient au fait que les risques de conception et d'infection au VIH sont disjoints, puisque les actes sexuels en soi ne sont pas modélisés. Les probabilités d'infection des partenaires sont donc indépendantes. Ceci empêche d'analyser le nombre et la répartition par âge des *doubles orphelins*. Par ailleurs, le modèle ne tient pas compte d'une éventuelle surmortalité des enfants non infectés mais de parents décédés ou séropositifs. Des recherches indiquent pourtant que ces enfants font effectivement face à une surmortalité [42]. Enfin, nous n'avons pas d'informations sur la composition des ménages et les mécanismes de leur formation et dissolution. Ces différents éléments devront faire l'objet de développements ultérieurs.

En dépit de ces limites, cette communication montre que les microsimulations constituent un outil utile et flexible pour documenter l'impact du VIH-sida sur les relations de parenté.

BIBLIOGRAPHIE

- AINSWORTH Martha and Deon FILMER. Inequalities in children's schooling : Aids, orphanhood, poverty, and gender. *World Development*, 34(6):1099 – 1128, 2006.
- AUVERT Bertran, Gianluca BUONAMICO, Emmanuel LAGARDE and Brian WILLIAMS. Sexual behavior, heterosexual transmission, and the spread of HIV in sub-Saharan Africa : A simulation study,. *Computers and Biomedical Research*, 33 (1) :84 – 96, 2000.
- BEEGLE Kathleen, Deon FILMER, Andrew STOKES and Lucia TIEREROVA. Orphanhood and the living arrangements of children in sub-Saharan Africa. *World Development*, In Press, Corrected Proof :-, 2010.
- BICEGO G., S. RUTSTEIN, and K. JOHNSON. Dimensions of the emerging orphan crisis in sub-Saharan Africa. *Social Science & Medicine*, 56 (6) :1235 – 1247, 2003.
- BLACKER J.. *Data bases for mortality measurement*, chapter Experience in the use of special mortality questions in multi-purpose surveys : the single-round approach, pages 79–89. New York- United Nations, 1984.
- CASE Anne, Christina PAXSON and Joseph ABLEIDINGER. Orphans in Africa : Parental death, poverty, and school enrollment. *Demography*, 41 (3) :483–508, 2004.
- Clark S. *Aging in Sub-Saharan Africa : Recommendations for Furthering Research*, chapter Demographic Impacts of the HIV Epidemic and Consequences of Population-Wide Treatment of HIV for the Elderly : Results from Microsimulation, pages 92–116. National Research Council, 2006.
- CLARK S., M. COLLINSON, K. KAHN, K. DRULLINGER and S. TOLLMAN. Returning home to die : Circular labour migration and mortality in South Africa. *Scandinavian Journal of Public Health*, 35 (3) supp 69 : 35–44, 2007.

- CRAMPIN Amelia C., Sian FLOYD, Judith R GLYNN, Nyovani MADISE, Andrew NYONDO, Masiya M. KHONDOWE, Chance L. NJOKA, Huxley KANYONGOLOKA, Bagrey NGWIRA, Basia ZABA and Paul EM FINE. The long-term impact of HIV and orphanhood on the mortality and physical well-being of children in rural Malawi. *AIDS*, 17 (3) : –, 2003.
- EVANS David K. and Edward MIGUEL. Orphans and schooling in Africa : A longitudinal analysis. *Demography*, Volume 44, Number 1 : pp. 35–57, 2007.
- FORD Kathleen and Victoria HOSEGOOD. Aids mortality and the mobility of children in kwazulu natal, south Africa. *Demography*, 42 (4) : 757–768, 2005.
- GRASSLY N., J. LEWIS, M. MAHY, N. WALKER and I. TIMAEUS. Comparison of household-survey estimates with projections of mortality and orphan numbers in sub-Saharan Africa in the era of HIV/aids. *Population Studies*, 58 : 2 : 207–217, 2004.
- GRASSLY N. and I. TIMAEUS. Methods to estimate the number of orphans as a result of aids and other causes in sub-Saharan Africa. *J Acquir Immune Defic Syndr*, 39 : 635–75, 2005.
- GREGSON S., G. GARNETT and R. ANDERSON. Assessing the potential impact of the HIV-1 epidemic on orphanhood and the demographic structure of populations in sub-Saharan Africa. *Population Studies*, 48 (3) : 438–458, 1994.
- HALLETT Timothy B., Basia ZABA, Jim TODD, Ben LOPMAN, Wambura MWITA, Sam BIRARO, Simon GREGSON, J. Ties BOERMA and on behalf of the ALPHA Network. Estimating incidence from prevalence in generalised HIV epidemics : Methods and validation. *PLoS Med*, 5 (4) : e80, 04 2008.
- HILL K. and J. TRUSSELL. Further developments in indirect mortality estimation. *Population Studies*, 31 (2) : 313–334, 1977.
- LEWIS J., C. RONSMANS, A. EZEH, and S. GREGSON. The population impact of HIV on fertility in sub-Saharan Africa. *AIDS*, 18 (S2) : 35–43, 2004.
- LOTKA A. Orphanhood in relation to demographic factors. *Metron*, 2 : 37–109, 1931.
- MONASCH R. and J. BOERMA. Orphanhood and childcare patterns in sub-Saharan Africa : an analysis of national surveys from 40 countries. *AIDS*, 18(2) : 55–65, 2004.
- NAKIYINGI Jessica S., Michael BRACHER, James AG. WHITWORTH, Anthony RUBERANTWARI, June BUSINGYE, Sam M. MBULAITEYE, and Basia ZABA. Child survival in relation to mother's HIV infection and survival : evidence from a Ugandan cohort study. *AIDS*, 17 (12) : –, 2003.
- NG'WESHEMI Japheth, Mark URASSA, Raphael ISINGO, Gabriel MWALUKO, Juliana NGALULA, Ties BOERMA, Milly MARSTON, and Basia ZABA. HIV impact on mother and child mortality in rural Tanzania. *JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 33 (3) : –, 2003.
- ORROTH K., E. FREEMAN, R. BAKKER, A. BUVÉ, J. GLYNN, M. BOILY, R. WHITE, J. HABBEMA and R. HAYES. Understanding the differences between contrasting HIV epidemics in east and west Africa : results from a simulation model of the four cities study. *Sex Transm Infect*, Aug;83 Suppl 1 : 5–16, 2007.
- PALLONI A. and Y LEE. Some aspects of the social context of HIV and its effects on women, children, and families. *Population Bulletin of the United Nations*, Population Bulletin of the United Nations 33 : 64–87, 1992.
- ROBERTSON L., S. GREGSON, C. MADANHIRE, N. WALKER, P. MUSHATI, G. GARNETT and C. NYAMUKAPA. Discrepancies between UN models and dhs survey estimates of maternal orphan prevalence : insights from analyses of survey data from Zimbabwe. *Sexually Transmitted Infections*, 84 S(1) : 57–62, 2008.

- RUTSTEIN S. Finding the missing maternal and paternal orphans. Technical report, Macro International Inc. Calverton, 2008.
- STOVER J. Projecting the demographic consequences of adult HIV prevalence trends : the spectrum projection package. *Sexually Transmitted Infections*, 80(suppl 1) : i14–i18, 2004.
- STOVER J. Aim : A computer program for making HIV/aids projections and examining the demographic and social impacts of aids. Technical report, Futures Group International, Health Policy Initiative, Task Order 1, Washington, DC, 2009.
- STOVER J., P. JOHNSON, B. ZABA, M. ZWAHLEN, F. DABIS and R. E. EKPINI. The spectrum projection package: improvements in estimating mortality, ART needs, pmtct impact and uncertainty bounds. *Sexually Transmitted Infections*, 84 (Suppl 1) : i24–i30, August 2008.
- STOVER J., N. WALKER, N. C. GRASSLY and M. MARSTON. Projecting the demographic impact of aids and the number of people in need of treatment : updates to the spectrum projection package. *Sexually Transmitted Infections*, 82 (suppl 3) : iii45–iii50, 2006.
- TIMAEUS I.. Estimation of adult mortality from paternal orphanhood : a reassessment and a new approach. *Population Bulletin of the United Nations*, 33 : 47–63, 1992.
- TODD Jim, Judith R. GLYNN, Milly MARSTON, Tom LUTALO, Sam BIRARO, Wambura MWITA, Vinai SURIYANON, Ram RANGSIN, Kenrad E. NELSON, Pam SONNENBERG, Dan FITZGERALD, Etienne KARITA and Basia ZABA. Time from HIV seroconversion to death : a collaborative analysis of eight studies in six low and middle-income countries before highly active antiretroviral therapy. *AIDS*, 21 : –, 2007.
- UN. *World Population Prospects : The 2008 Revision*. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, 2009.
- UNICEF. *Africa's Orphaned and Vulnerable Generations : Children Affected by AIDS*. UNICEF, UNAIDS and PEPFAR, 2006.
- URASSA M., T. BOERMA, J. NG'WESHEMI, R. ISINGO, D. SCHAPINK and Y. KUMOGOLA. Orphanhood, child fostering and the aids epidemic in rural Tanzania. *Health Transition Review, Supplement 2 to Volume 7, 1997, 141-153*, Supplement 2 to Volume 7 : 141–153, 1997.
- URASSA Mark, J. Ties BOERMA, Raphael ISINGO, Juliana NGALULA, Japheth NG'WESHEMI, Gabriel MWALUKO and Basia ZABA. The impact of HIV/aids on mortality and household mobility in rural Tanzania. *AIDS*, 15 (15) : –, 2001.
- WACHTER K., D. BLACKWELL and E. HAMMEL. Testing the validity of kinship microsimulation. *Journal of Mathematical and Computer Modeling*, 26 : 89–104, 1997.
- WACHTER K., J. KNODEL and M VANLANDINGHAM. Aids and the elderly of Thailand : projecting familial impacts. *Demography*, 39 (1) : 25–41, 2002.
- WACHTER Kenneth W., John E. KNODEL and Mark VANLANDINGHAM. Parental bereavement : heterogeneous impacts of aids in Thailand. *Journal of Econometrics*, 112 (1) : 193 – 206, 2003.
- WHO. HIV Transmission Through Breastfeeding : a review of available evidence (2007 Update). WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2007.
- UNICEF WHO, UNAIDS. *Towards universal access : scaling up priority HIV/AIDS interventions in the health sector. Progress report, April 2007*. WHO, UNAIDS, UNICEF, 2007.
- ZABA B. and S. GREGSON. Measuring the impact of HIV on fertility in Africa. *AIDS*, 12 (S1) : 41–50, 1998.

- ZABA Basia, Jimmy WHITWORTH, Milly MARSTON, Jessica NAKIYINGI, Anthony RUBERANTWARI, Mark URASSA, Raphaeli ISSINGO, Gabriel MWALUKO, Sian FLOYD, Andrew NYONDO and Amelia CRAMPIN. HIV and mortality of mothers and children : Evidence from cohort studies in Uganda, Tanzania, and Malawi. *Epidemiology*, 16 (3) : –, 2005.
- ZAGHENI E. The effect of the HIV-aids epidemic on orphanhood probabilities and kinship structure in Zimbabwe. Results based on formal demography and microsimulation. Presented at the Population Association of America, 2010 Annual Meeting, Dallas, Texas, April, 2010.
- ZIMMER Zachary and Julia DAYTON. Older adults in sub-Saharan Africa living with children and grandchildren. *Population Studies*, 59 (3) : 295–312, 2005.