



**HAL**  
open science

## La surmortalité infanto-juvénile gémellaire dans les observatoires de population d’Afrique subsaharienne

Adama Ouédraogo, Gilles Pison, Abdramane Soura, Sophie Le Coeur, Valérie Delaunay, Kassoum Dianou

► **To cite this version:**

Adama Ouédraogo, Gilles Pison, Abdramane Soura, Sophie Le Coeur, Valérie Delaunay, et al.. La surmortalité infanto-juvénile gémellaire dans les observatoires de population d’Afrique subsaharienne. 2021. hal-03113363

**HAL Id: hal-03113363**

**<https://hal.science/hal-03113363>**

Preprint submitted on 18 Jan 2021

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

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



**DEMOSTAF**

Demography Statistics for Africa

**WORKING PAPER n°7**

**La surmortalité infanto-juvénile gémellaire  
dans les observatoires de population  
d'Afrique subsaharienne**

Adama OUEDRAOGO, Gilles PISON, Abdramane B. SOURA,  
Sophie LE CŒUR, Valérie DELAUNAY et Kassoum DIANOU

**Janvier 2021**



Ce working paper est prévu pour contribuer à l'ouvrage collectif *Enjeux démographiques en Afrique subsaharienne : Promouvoir et confronter les sources statistiques* issu du projet DEMOSTAF. Il a été relu par deux des éditeurs scientifiques de l'ouvrage ainsi qu'un évaluateur externe que nous remercions pour sa relecture attentive.

This working paper is a contribution to the collective book *Enjeux démographiques en Afrique subsaharienne : Promouvoir et confronter les sources statistiques* from the DEMOSTAF project. It has been reviewed by two of the book's scientific editors and an external reviewer whom we thank for his/her careful review.

Les éditeurs scientifiques / The scientific editors : Géraldine Duthé, Aurélien Dasré, Binta Ndeye Dieme, Bruno Masquelier, Marc Pilon, Clémentine Rossier, Abdramane Bassiahi Soura, Madeleine Wayack Pambè.

### **DEMOSTAF en quelques mots**

- Un financement de 4 ans (2016-2019) au titre du programme-cadre de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de l'accord de subvention Marie Skłodowska-Curie n°690984.
- Un consortium de 14 institutions académiques et 4 instituts africains de statistique pour avancer sur des questions de population émergentes en Afrique subsaharienne en valorisant les données démographiques, en particulier celles produites par les offices nationaux de statistiques
- Une centaine de participants (chercheurs, doctorants et ingénieurs) dont les deux tiers engagés dans des mobilités d'au moins 1 mois entre les institutions.

### **DEMOSTAF in a few words**

- A funding for 4 years (2016-2019) from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement n°690984.
- A consortium of 14 academic institutions and 4 African statistical offices to advance on emerging population issues in sub-Saharan Africa, promoting demographic data, those from public statistics in particular.
- Over 100 individual participants (researchers, PhD students and engineers), 2/3 were involved in secondments of at least one month between partner institutions.

[demostaf.site.ined.fr](http://demostaf.site.ined.fr)



# La surmortalité infanto-juvénile gémellaire dans les observatoires de population d'Afrique subsaharienne <sup>1</sup>

Adama OUEDRAOGO <sup>a,b</sup>, Gilles PISON <sup>a,c</sup>, Abdramane B. SOURA <sup>d</sup>, Sophie LE CŒUR <sup>a</sup>, Valérie DELAUNAY <sup>e</sup> et Kassoum DIANOU <sup>f</sup>

<sup>a</sup> Institut national d'études démographiques (Ined), France ; <sup>b</sup> Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne ; <sup>c</sup> Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), France ; <sup>d</sup> Université Pr Joseph Ki-Zerbo de Ouagadougou ; <sup>e</sup> LPED, Institut de recherche pour le développement (IRD), Aix-Marseille Université (AMU), Dakar, Sénégal ; <sup>f</sup> Institut Supérieur des Sciences de la Population (ISSP), Burkina Faso

## Résumé

Les enfants jumeaux comparativement aux singletons sont sujets à une mortalité plus élevée. Cette situation est d'autant plus préoccupante dans les pays d'Afrique subsaharienne, où la mortalité est déjà plus élevée que partout ailleurs dans le monde. Cela fait de la santé des jumeaux un défi supplémentaire de santé publique sur ce continent. Dans ce travail, nous apportons une contribution complémentaire à toutes celles qui existent déjà, mais en mobilisant d'autres types de données moins utilisées pour analyser la surmortalité des jumeaux : des données longitudinales provenant de 21 observatoires de population. Il compare les courbes de survie entre jumeaux et singletons sur la période 2010-2014, présente l'évolution dans le temps (de 1995 à 2014) de ces courbes et détermine l'âge auquel une différence de taux de mortalité entre jumeaux et singletons serait maintenue. Il étudie également les facteurs associés à la différence de survie entre les jumeaux et les singletons de moins de 5 ans. Les résultats obtenus montrent l'existence de disparités significatives entre les observatoires de population en termes de différentiel de survie entre jumeaux et singletons. Ils montrent également que le différentiel de survie entre jumeaux et singletons se réduit avec le temps. Nos analyses ont également montré qu'il n'y aurait pratiquement plus de surmortalité des jumeaux après l'âge de 5 ans. En outre, l'analyse des facteurs associés au différentiel de survie entre jumeaux et singletons a montré que les facteurs biomédicaux (en particulier le faible poids à la naissance et la prématurité) expliquent la majeure partie de ce différentiel.

**Mots-clés :** Jumeaux, singletons, courbes de survie, différentiel de survie, observatoire de population, réseau INDEPTH, Afrique subsaharienne.

---

<sup>1</sup> Ce travail est tiré d'un chapitre de thèse de Adama OUEDRAOGO (la thèse est intitulée : « Démographie et santé des jumeaux en Afrique Subsaharienne », soutenue le 22/09/2020 ; elle a été menée sous la direction Gilles Pison et les codirections de Sophie Le Cœur et d'Abdramane B. Soura).

## 1. INTRODUCTION

Les enfants jumeaux ont généralement une mortalité accrue par rapport aux enfants issus d'accouchements simples – les singletons. Cette situation est d'autant plus inquiétante dans les pays d'Afrique subsaharienne où la mortalité y est déjà à des niveaux plus élevés que partout ailleurs dans le monde ; ce qui fait de la santé des jumeaux un défi supplémentaire de santé publique sur le continent.

De nombreux travaux ont déjà analysé la surmortalité gémellaire en Afrique Subsaharienne. Pison (1987) en utilisant des données des années 1980 (enquêtes nationales et statistiques sanitaires et hospitalières) a montré que, en Afrique subsaharienne, les jumeaux avaient des quotients de mortalité infanto-juvéniles 3 à 5 fois plus élevés que les singletons (Pison, 1987). Quelques années après, Guo et Grummer-Strawn (1993) ont confirmé ces résultats et montré qu'à la fin des années 1980, les jumeaux vivant dans les pays en développement (d'Afrique, d'Amérique et d'Asie) avaient un risque de mortalité néonatale qui est près de 9 fois plus élevé que les singletons. Plus récemment, un autre travail mené par Monden & Smits (2017) sur 30 pays d'Afrique subsaharienne, a montré que si les niveaux de mortalité ont baissé durant les 20 dernières années pour tous les enfants (jumeaux comme singletons), les écarts entre jumeaux et singletons semblent s'être creusés au fil du temps. Le rapport des quotients de mortalité infanto-juvénile entre les jumeaux et les singletons serait passé de 2,5 (328‰ contre 129‰) à 3,3 (213‰ contre 64‰) au cours de la période 1995 – 2014.

La surmortalité infanto-juvénile des jumeaux en Afrique Subsaharienne vient en grande partie de la fragilité des jumeaux au début de la vie, liée à ce qu'ils sont plus souvent prématurés et de faible poids à la naissance que les singletons, que leur accouchement présente plus souvent des difficultés, et que l'allaitement maternel est plus difficile pour eux (Couvert, 2007 ; Pison, et al., 2014 ; Bellizzi, & al., 2018). À ces facteurs biologiques et nutritionnels peuvent s'ajouter des facteurs culturels (croyances, représentations sociales de la gémellité) qui peuvent dans certains cas être source de rejet des naissances gémellaires.

Dans les études évoquées ci-dessus les données utilisées pour analyser la surmortalité gémellaire étaient de nature transversale. L'analyse des données longitudinales telles que celles des observatoires de population aboutit-elle aux mêmes résultats ? Quel en est l'apport supplémentaire par rapport aux analyses faites à partir de données d'enquêtes nationales ?

Les observatoires de population offrent des données longitudinales qui, a priori, sont d'une meilleure qualité que les données transversales : meilleure précision des dates, moins d'omissions de déclaration, etc. Elles permettent ainsi, à l'échelle locale, de refaire certaines analyses déjà effectuées avec les données d'enquêtes nationales (risques de mortalité comparés entre jumeaux et singletons,

analyse des facteurs associés aux différences de mortalité entre jumeaux et singletons, évolution de la surmortalité gémellaire dans le temps), les résultats étant plus précis. Outre une meilleure précision et complétude, les données d'observatoires de population offrent aussi d'autres perspectives d'analyse que les enquêtes nationales n'ont pas permis de réaliser. Par exemple, leur caractère longitudinal permet de savoir jusqu'à quel âge se maintient la surmortalité gémellaire et ce en analysant les taux de mortalité par âge des jumeaux et des singletons. Ce qui constitue le premier objectif du présent travail. Le second objectif consiste à déterminer s'il existe des disparités ethniques en matière de surmortalité des jumeaux, qui seraient liées au fait que selon les sociétés subsahariennes, ils sont accueillis traditionnellement de façon positive ou négative selon les ethnies (Pison, 1989). Les données des observatoires de population étant très locales (niveaux village et quartier), elles permettent d'aborder la question de l'influence du facteur ethnique sur la surmortalité gémellaire de façon précise.

Le présent chapitre étudiera principalement la surmortalité des jumeaux entre 0 et 5 ans en Afrique subsaharienne, ses variations selon les sites d'observatoires et le temps ainsi que ses facteurs associés. Plus spécifiquement, il effectue une estimation des courbes de survie comparées des jumeaux et des singletons entre 0 et 5 ans sur la période 2010 – 2014 <sup>2</sup> dans 20 observatoires de population d'Afrique subsaharienne membres du réseau InDEPTH <sup>3</sup> ; il analyse l'évolution dans le temps (de 1995 à 2014) de ces courbes de survie (en utilisant les données des 6 observatoires les plus anciens) et la distribution de la surmortalité gémellaire selon l'âge ; et il étudie enfin les facteurs associés à la surmortalité des jumeaux entre 0 et 5 ans.

## **2. PRINCIPAUX FACTEURS DE SURMORTALITE GEMELLAIRE DANS LA LITTERATURE**

Parmi les facteurs pouvant expliquer la surmortalité des jumeaux, on compte la prématurité, le faible poids à la naissance, un accouchement à risque, un allaitement insuffisant ou inadapté, une prise en charge financière « coûteuse » et un statut social pouvant être précaire.

---

<sup>2</sup> Période choisie avec comme objectif de pouvoir prendre en compte un maximum d'observatoires

<sup>3</sup> International Network for the Demographic Evaluation of Population and Their Health. C'est un réseau d'observatoires de populations de pays en développement (d'Afrique, d'Asie et d'Océanie) et comptabilisant 49 observatoires membres en 2018 dont 37 en Afrique subsaharienne.

### ✓ **Des naissances fréquemment prématurées**

Classiquement, est considéré comme prématuré tout accouchement survenu avant 37 semaines de grossesse (Chiwanga et al., 2014 ; Quinn et al., 2016 ; Chabra, 2016 ; OMS, 2018). Les jumeaux sont plus fréquemment prématurés que les singletons (Chauhan et al., 2010 ; Makrydimas & Sotiriadis, 2014). Et selon Couvert (2011), cela est lié à des « *contraintes d'espace, de contiguïté et de position relative, imposées par le développement simultané de deux œufs dans l'utérus* » (p.136). La prématurité constitue l'une des principales causes de décès périnatal, de morbidité et, à long terme, de déficiences neurologiques (Althabe et al, 2012 ; Makrydimas & Sotiriadis, 2014 ; Hu et al., 2015). Par exemple, selon une étude menée au Royaume Uni et en Irlande en 1995, un enfant né vivant à la 25<sup>e</sup> semaine de grossesse a 40% de risque de décéder avant son 28<sup>e</sup> jour de vie (Costeloe et al., 2000). Et toujours au Royaume Uni et en Irlande, une autre étude menée la même année indique que dans certains cas près de 50% des extrêmes prématurés (25 semaines de grossesse ou moins) qui survivent sont confrontés à des sérieux handicaps dans leur enfance se manifestant par des problèmes neurologiques ainsi que des troubles d'apprentissage (Marlow et al., 2005).

### ✓ **Des enfants qui sont plus souvent de plus faible poids à la naissance que les autres**

Tout enfant qui, au moment de sa naissance, pèse moins de 2500 grammes est considéré comme de faible poids à la naissance (OMS, 2007). Les enfants issus d'accouchements gémellaires sont plus souvent de faible poids que les autres (Daguet, 2002 ; INSERM, 2011 ; Hu et al., 2015). Les chances de survie des nouveau-nés de faible poids sont moindres que celles des autres enfants. Les naissances de faibles poids, dont les principaux facteurs sont la prématurité et le retard de croissance intra utérine (RCIU), ont des risques de santé tels que le retard de croissance dans l'enfance, la fragilité face aux infections, des problèmes respiratoires, des problèmes neurologiques ainsi que des troubles du comportement (Wardlaw et al, 2004; Almond et al, 2005). De ce fait, leurs risques de morbidité, d'incapacité et de décès se trouvent augmentés, surtout aux premiers mois de leur vie (Wardlaw et al., 2004).

### ✓ **Nécessité d'un accouchement par césarienne**

Selon Ouedraogo (2020a), si parmi l'ensemble des enfants (jumeaux comme singletons), l'accouchement par césarienne est associé à un risque élevé de mortalité, parmi les jumeaux il est associé à des risques élevés de mortalité plus faible (Ouedraogo, 2020a). En effet, chez les singletons, un accouchement par césarienne est habituellement fait suite à des complications de la grossesse, alors que chez les jumeaux, l'accouchement par césarienne est une pratique généralisée dont le but est d'éviter les complications d'un accouchement par voie basse (Ouedraogo, 2020a).

✓ **Un allaitement maternel insuffisant ou inadapté**

L'absence d'allaitement maternel est un facteur de risque plus important de mortalité parmi les jumeaux que parmi les singletons (Ouedraogo, 2020a). En effet, l'allaitement maternel constitue un apport en anticorps et en nutriments indispensables à la protection de l'enfant contre les infections et les carences nutritionnelles (Hendrik van der POL, 1989). Mais, les mères de jumeaux ont le plus souvent du mal à pratiquer cet allaitement, soit par insuffisance de lait maternel, soit à cause d'une dégradation de l'état de santé de la mère et/ou des enfants résultant d'un accouchement difficile (Guo & Grummer-Strawn, 1993). Elles ont donc parfois recours à l'allaitement artificiel, qui constitue un facteur de risque connu de morbidité et de mortalité (Mabiala-Babela et al., 2008).

✓ **Des enfants dont la « charge financière » est plus importante**

De nombreux moyens sanitaires sont nécessaires, particulièrement en Afrique Subsaharienne, pour la prise en charge de la gémellité. Cette prise en charge s'organise autour des éléments suivants : un diagnostic rapide et un bon suivi de la grossesse, un accouchement médicalisé et un suivi sanitaire postnatal permettant de prendre en charge les prématurités, les enfants de faibles poids ainsi que leurs mères (Luke et al., 2003 ; Jahn et al., 2006 ; Morten Bjerregaard-Andersen et al., 2012 ; Akaba et al., 2013). Ce sont des actions financièrement coûteuses pour la société (Almond et al., 2005). Par ailleurs, pour les parents la naissance de jumeaux engendre un doublement (voire plus) des dépenses sanitaires et non sanitaires (Bernat, 2010) habituellement engagés pour la prise en charge du nouveau-né.

Malheureusement, ces différentes prises en charges sanitaires et non sanitaires (qu'elles soient individuelles ou institutionnelles) sont plus difficiles à réaliser dans les pays à faibles revenus où la pauvreté constitue l'une des causes de la mortalité élevée des enfants (Rao et al., 1983). En effet, dans ces pays, non seulement les systèmes sanitaires manquent de moyens nécessaires à la bonne réalisation de ces tâches, mais aussi, les populations n'ont pas un recours diligent aux services de santé permettant d'anticiper d'éventuelles complications des grossesses gémellaires.

✓ **Un statut social pouvant être source de discrimination**

Outre les facteurs biologiques et nutritionnels qui influencent grandement la surmortalité des jumeaux, d'autres facteurs liés à leur statut social peuvent s'y ajouter. En effet, l'accueil des jumeaux peut être influencé par des croyances et des coutumes. Ainsi, en Afrique subsaharienne, en fonction des croyances traditionnelles, les naissances gémellaires sont accueillies avec exaltation ou/et méfiance (Pison, 1989 ; Vincent, 2002 ; Peek, 2011 ; Ouedraogo, 2020a ; Ouedraogo, 2020b). En effet, en Afrique subsaharienne de nombreux groupes accordent un pouvoir divin aux jumeaux et

considèrent leur venue comme une source de bonheur entraînant vénération et exaltation (Adler, 1973 ; Pison, 1989 ; Pons & al., 2007). Chez d'autres groupes ethniques en revanche, les naissances gémellaires sont traditionnellement sources de méfiance, voire de rejet (Makarius-Lévi, 1967 ; Pison, 1989 ; Dugast, 1996 ; Mama, 2013). Cette dernière considération pourrait engendrer des comportements néfastes envers les jumeaux, pouvant autrefois aller jusqu'à l'élimination de l'un des enfants ou les deux à la fois (Pison, 1989 ; Dugast, 1996 ; Fernandes et al., 2010 ; Mama, 2013) ou des différences dans les soins accordés aux jumeaux (Pison, 1989).

### **3. DONNEES ET METHODES**

#### **✓ Bref aperçu sur les observatoires de population**

Un observatoire de population est un système de surveillance démographique. Il consiste généralement au suivi sur une longue période (plusieurs années, voire plusieurs décennies) de la population entière d'une zone géographique bien délimitée (Pison, 2005). Contrairement aux suivis de cohortes, les observatoires de population ne se focalisent pas sur une portion de la population mais sur toute la population des entités géographiques concernées (Pison, 2005).

#### **✓ Données**

Les données d'observatoires de population qui sont utilisées dans le présent chapitre sont de deux types : celles d'Indepth iShare et celles obtenues directement auprès des observatoires. Les données accessibles en ligne à partir de la plateforme iShare (<https://www.indepth-ishare.org/>) du réseau Indepth couvrent un plus grand nombre d'observatoires. Les informations qu'elles contiennent concernent la localisation de chaque observatoire, les individus suivis (identifiant, sexe) et les différents événements vécus (naissance, accouchement, migration, décès) pour chaque individu. Dans le cadre du présent travail, les données de 20 observatoires de populations sélectionnées parmi celles obtenues via la plateforme iShare et couvrant la période 2010 – 2014 ont été utilisées pour produire des courbes de survies comparés entre jumeaux et singletons. La liste de ces données est présentée dans le *tableau 1* ci-dessous. Plus de détails sur la localisation géographique des observatoires étudiés dans l'*Erreur ! Source du renvoi introuvable.*

**Tableau 1. Effectifs d'enfants de moins de 5 ans sur la période 2010-2014 dans 20 observatoires de population dont les données sont disponibles sur Indepth iShare**

Observatoire (pays)	Effectifs d'enfants
Agincourt (Afrique du Sud)	11798
Dikgale (Afrique du Sud)	3054
Africa HRI (Afrique du Sud)	7482
Nanoro (Burkina Faso)	10042
Nouna (Burkina Faso)	16146
Ouagadougou (Burkina Faso)	12497
Taabo (Côte d'Ivoire)	7268
Arba minch (Éthiopie)	9076
Gilgel gibe (Éthiopie)	9170
Kersa (Éthiopie)	9916
Kilite awlaelo (Éthiopie)	7361
Kintampo (Ghana)	21589
Navrongo (Ghana)	10366
Farafenni (Gambie)	9077
Nairobi (Kenya)	9715
Karonga (Malawi)	6541
Chokwe (Mozambique)	12236
Bandafassi (Sénégal)	2575
Mlomp (Sénégal)	940
Niakhar (Sénégal)	8398
Ensemble	185247

Source : Indepth's iShare Repository.

En se limitant aux observatoires les plus anciens (existant au minimum depuis le milieu des années 1990), les données d'Indepth iShare de 6 observatoires parmi les 20 (voir le *tableau 2* ci-contre) ont en outre été utilisées pour analyser l'évolution dans le temps du différentiel de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons, ainsi que pour déterminer jusqu'à quel âge se maintient la surmortalité gémellaire.

**Tableau 2. Effectifs d'enfants de moins de 5 ans dans les 6 observatoires de population les plus anciens**

Observatoire	Effectifs d'enfants par période de naissance				Total par observatoire
	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	
Agincourt (Afrique du Sud)	7969	7796	10142	11798	37705
Farafenni (Gambie)	2894	4921	8103	9077	24995
Navrongo (Ghana)	10448	10341	9753	10366	40908
Bandafassi (Sénégal)	2126	2608	2561	2575	9870
Mlomp (Sénégal)	831	907	905	940	3583
Niakhar (Sénégal)	5901	6534	7461	8398	28294
Total par période	30169	33107	38925	43154	145355

Source : Indepth's iShare Repository.

Si les données d'Indepth iShare sont facilement accessibles, elles contiennent cependant un nombre limité de variables qui ne permet pas de faire des analyses multivariées explicatives sur les facteurs influençant la surmortalité gémellaire. Pour avoir des informations supplémentaires, des données plus détaillées et plus actualisées ont été sollicitées directement auprès des observatoires. Sur la dizaine de sites contactés, seuls quelques-uns ont répondu et fourni des données : Bandim en Guinée Bissau ; Nanoro et Ouagadougou au Burkina Faso ; Bandafassi, Mlomp et Niakhar au Sénégal. Mais seules les données des observatoires de Bandafassi, de Bandim, de Niakhar et de Ouagadougou se prêtaient à nos analyses. Les variables supplémentaires obtenues sont par exemple l'ethnie de la mère, le poids à la naissance, la durée de la grossesse, le lieu d'accouchement, etc. Au départ, notre intention était d'agrèger les données des quatre observatoires (voir le *tableau 3* ci-dessous) et d'en faire une analyse (construire un modèle unique) de survie des facteurs associés à la surmortalité gémellaire. Mais, il nous a été difficile de trouver un grand nombre de variables communes à ces observatoires. Prenant en compte cette contrainte, nous avons donc fait notre analyse multivariée (modèle de Cox) en nous basant uniquement sur les données de l'observatoire de Bandim (Guinée-Bissau), qui est le seul qui comportait un nombre suffisant de variables explicatives empiriquement connues comme déterminants de la mortalité des enfants sur le continent. Toutefois, les données des trois autres observatoires ont été considérées dans la construction des courbes de survie bivariées sur les facteurs associés à la surmortalité gémellaire.

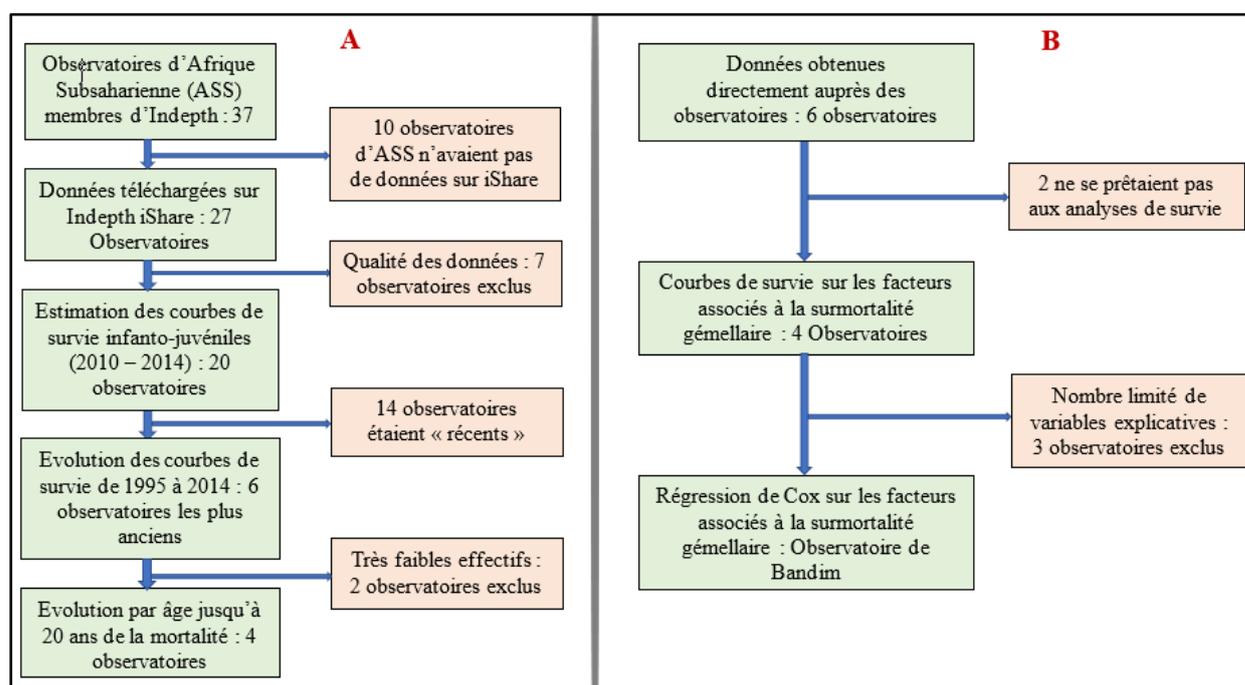
La *figure 1* ci-dessous schématise (schéma A et Schéma B) les étapes de l'exploitation des données utilisées dans le présent chapitre. Le schéma A décrit l'exploitation des données d'Indepth iShare tandis que le schéma B décrit celle des données obtenues directement auprès des observatoires de population.

**Tableau 3. Effectif des naissances par observatoire**

Observatoire	Période considérée	Effectif d'enfants
Bandafassi (Sénégal)	01/1975 à 03/2017	18017
Bandim <sup>4 5</sup> (Guinée Bissau)	01/1985 à 12/2014	83065
Niakhar (Sénégal)	05/1983 à 12/2016	45897
Ouagadougou (Burkina Faso)	01/2009 à 11/2016	18152
Ensemble		165131

Source : Observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Niakhar et Ouagadougou.

**Figure 1 : Schémas d'exploitation des données**



Source : Construction des auteurs.

### ✓ Méthodes

Les méthodes utilisées dans le présent chapitre sont essentiellement des méthodes d'analyse de survie. L'analyse de survie est une méthode statistique qui modélise le temps de vie (ou temps vécu jusqu'à la mort). Elle met en relation les probabilités de survivre à un évènement donné et la durée de vie passée jusqu'à la réalisation ou non de l'évènement concerné. La probabilité de survie est comprise entre 0 et 1 et la durée de vie est découpée en unité de temps<sup>6</sup> discrète ou continue (heures,

<sup>4</sup> Uniquement les données de l'observatoire urbain de Bandim

<sup>5</sup> Contrairement à la plupart des observatoires de population, celui de Bandim ne suit pas continuellement les enfants jusqu'à la sortie (migration ou décès). Il les suit jusqu'à un âge d'intérêt donné (3 ou 5 ans selon le besoin).

<sup>6</sup> Dans la présente étude, l'unité de temps (de survie) utilisée est le mois.

jours,mois, ...). Cette relation peut ainsi être représentée graphiquement sous la forme d'une courbe de survie <sup>7</sup>.

Dans le cas du présent travail, quatre variables étaient essentielles pour construire une analyse de survie : une variable évènement (décès), une variable durée de vie, une variable de fin d'observation (date du 5<sup>e</sup> anniversaire ou celle du dernier passage des enquêteurs si le 5<sup>e</sup> anniversaire n'a pas encore eu lieu à ce moment) et une variable de censure (1 si censuré et 0 sinon). Il y a censure dans les deux cas suivants : i) l'individu suivi n'a pas connu la mort jusqu'à la date de fin d'observation ; ii) l'individu est sorti de l'étude en cours d'observation, principalement par migration hors de l'observatoire. Si l'individu suivi a connu l'évènement (le décès) avant son 5<sup>e</sup> anniversaire, la variable censure prend alors la valeur 0. La variable de durée de vie quant à elle est globalement calculée ainsi : si les observations sont censurées par la fin de l'étude, alors la durée de vie est égale à la date de fin d'observation moins la date de début d'observation (date de naissance) ; si les observations ont été censurées par une sortie en cours d'étude (migration), dans ce cas la durée de vie s'obtient en soustrayant la date de naissance de la date d'émigration ; si les observations n'ont pas été censurées (le décès s'est produit au cours de l'observation), alors la durée de vie est égale à la date de décès moins la date de naissance.

Dans la présente étude, la méthode d'analyse de survie utilisée pour construire les courbes de survie est la méthode actuarielle. L'existence ou non de différences de survie entre deux groupes comparés a été vérifiée par un test de *Log-Rank*, incluant un test de comparaison multiple (*Sidak Multiple-comparaison*) dans le cas où plus de deux groupes sont à comparer.

Accessoirement, nous cherchions à démontrer l'existence ou non d'une surmortalité gémellaire après la période infanto-juvénile. Et pour cela nous nous sommes demandés jusqu'à quel âge se maintiendrait une différence de mortalité entre jumeaux et singletons ? La méthode actuarielle de l'analyse de survie des enfants produit automatiquement (pour chaque âge) des probabilités (taux) conditionnelles de mortalité. Ce sont celles-ci que nous avons comparées entre les jumeaux et les singletons pour savoir comment se comporte la surmortalité gémellaire au fil de l'âge et ce jusqu'à 20 ans.

Pour effectuer l'analyse multivariée des facteurs associés à la surmortalité gémellaire (dans l'observatoire de Bandim uniquement), c'est le modèle de Cox qui a été utilisé. Il s'agit d'un modèle d'analyse de survie semi-paramétrique de régression utilisant une ou plusieurs co-variables pour

---

<sup>7</sup> Pour plus de détails sur l'analyse de survie, consulter le cours introductif de Michaël Genin de l'Université de Lille.[http://cerim.univ-lille2.fr/fileadmin/user\\_upload/statistiques/michael\\_genin/Cours/Modelisation/Introduction\\_Survie\\_printable.pdf](http://cerim.univ-lille2.fr/fileadmin/user_upload/statistiques/michael_genin/Cours/Modelisation/Introduction_Survie_printable.pdf)

expliquer le risque instantané de vivre l'évènement étudié (Saint Pierre, 2015). C'est un modèle qui mesure les risques d'occurrences d'évènements sur des petits intervalles de temps. De ce fait, il fait l'hypothèse que les rapports de fonctions de risque instantané sont constants au cours du temps (Timsit et al., 2005)<sup>8</sup>. Il s'agit, dans le cas du présent travail, de modéliser la durée de vie des enfants par un ensemble de variables explicatives telles que la gémellité (principale variable d'intérêt), le sexe, le poids à la naissance, l'année de naissance, l'âge maternel à la naissance, etc (voir la liste des variables dans le *tableau 4* ci-dessous) ; déterminant ainsi pour un enfant donné, la fonction de risque instantané de connaître la mort avant son 5<sup>e</sup> anniversaire.

Les différences de risques de décès ont été mesurées par le biais du hazard ratio (HR) qui est le rapport entre la fonction de risque instantané au temps  $t$  chez les décédés et la fonction de risque instantané au temps  $t$  chez les survivants. Notons que la fonction de risque instantané de décès est la probabilité que l'enfant décède dans un petit intervalle de temps  $\Delta t$  juste après  $t$  sachant que le décès n'avait pas eu lieu jusqu'à  $t$ .

**Tableau 4 : Analyses bivariée et multivariée des facteurs associés à la surmortalité des jumeaux par rapport aux singletons : liste des variables explicatives par observatoire**

Variables explicatives	Modalités	Observatoire de population			
		Bandafassi	Bandim	Niakhar	Ouaga
Gémellité	Jumeau / singleton	X	X	X	X
Poids à la naissance	<2,5Kg / >=2,5Kg		X		X
Durée de la grossesse	<37 semaines / >=37		X		
Lieu d'accouchement	Domicile / service de santé	X	X	X	X
Sexe	Masculin / Féminin	X	X	X	X
Ethnie de la mère	Fonction de l'observatoire	X	X	X	X
Instruction de la mère	Oui / Non		X		
Age de la mère (année)	<20 / 20-39 / >=40	X	X	X	X
Année de naissance	Variable continue	X	X	X	X

Source : Observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Niakhar et Ouagadougou.

#### 4. RESULTATS

##### ✓ Courbes de survie comparées des jumeaux et des singletons entre 0 et 5 ans

En utilisant les données agrégées des 20 observatoires, nous montrons que sur la période 2010-2014, les probabilités de survie des jumeaux sont très nettement inférieures à celles des singletons (*figure 2*). Ces écarts de survie sont aussi tangibles en analysant les données de chaque observatoire pris séparément (*figure 3*), avec des disparités plus ou moins importantes entre observatoires.

<sup>8</sup> Pour plus de détails sur le modèle de Cox, consulter l'article suivant : <https://www.em-consulte.com/rmr/article/157267>

Signalons que pour la *figure 3*, les observatoires sont ordonnés par région, par pays et par ordre alphabétique au sein de chaque pays (Afrique de l'Est : Ethiopie et Kenya ; Afrique de l'Ouest : Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana et Sénégal ; Afrique australe : Afrique du Sud, Malawi et Mozambique).

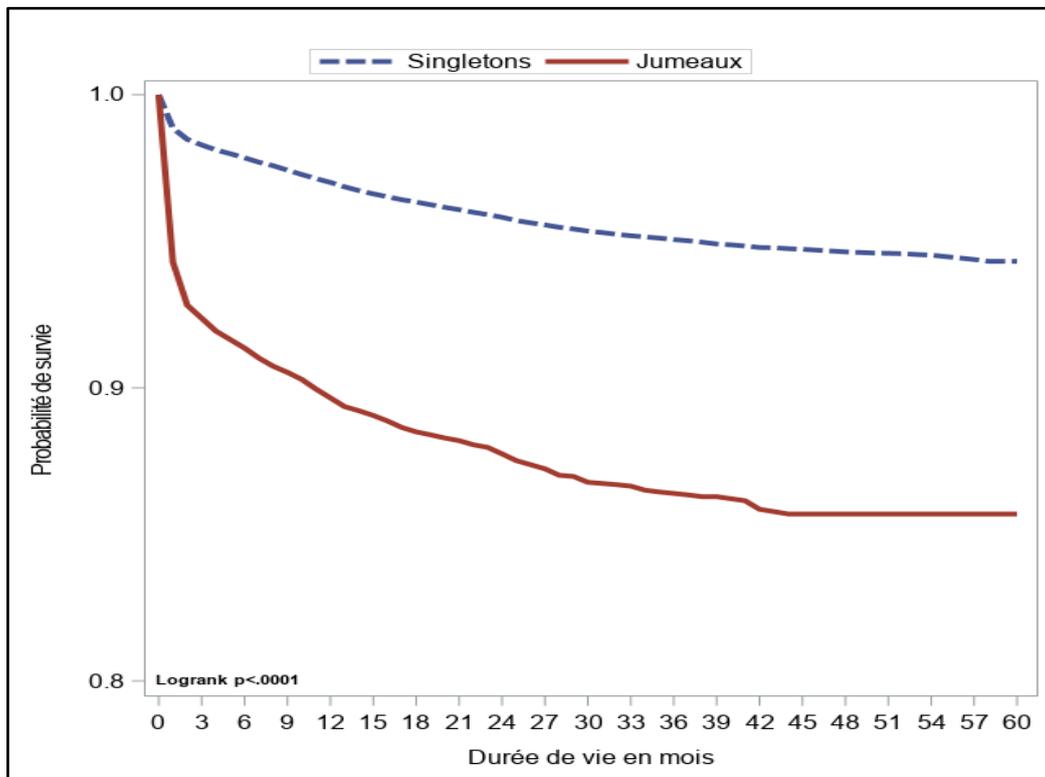
En observant la *figure 3*, il est possible de classer les observatoires en quatre groupes en se basant sur l'écart de survie entre jumeaux et singletons. Un premier groupe est constitué des observatoires pour lesquels les écarts de survie sont les plus importants. Ce groupe est composé des trois observatoires suivants : Bandafassi (Sénégal), Gilgel Gibe (Ethiopie) et Kersa (Ethiopie). Dans ces trois observatoires, les courbes de survie infanto-juvénile des jumeaux sont beaucoup plus basses comparativement à celles des singletons, avec une amplitude entre les deux courbes de survie qui est proche de 0,3 points de probabilité de survie.

Le deuxième groupe est composé des 10 observatoires suivants : Farafenni (Gambie), Karonga (Malawi), Kilite Awlaelo (Ethiopie), Kintampo (Ghana), Nairobi (Kenya), Nanoro (Burkina Faso), Niakhar (Sénégal), Nouna (Burkina Faso), Ouaga (Burkina Faso) et Taabo (Côte d'Ivoire). Dans ces observatoires, les écarts de courbes de survie entre jumeaux et singletons sont importants mais ils restent moins élevés que ceux du groupe précédent. En effet, dans ces observatoires, les écarts entre les deux courbes de survie se situent entre 0,15 et 0,2 points de probabilité de survie.

Le groupe 3 quant à lui se compose des observatoires d'Africa HRI (Afrique du Sud), d'Agincourt (Afrique du Sud), d'Arba Minch (Ethiopie) et de Navrongo (Ghana). Ce sont des sites pour lesquels nos résultats indiquent de très faibles écarts de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons, les écarts entre les courbes de survie étant en deçà de 0,1 point de probabilité de survie.

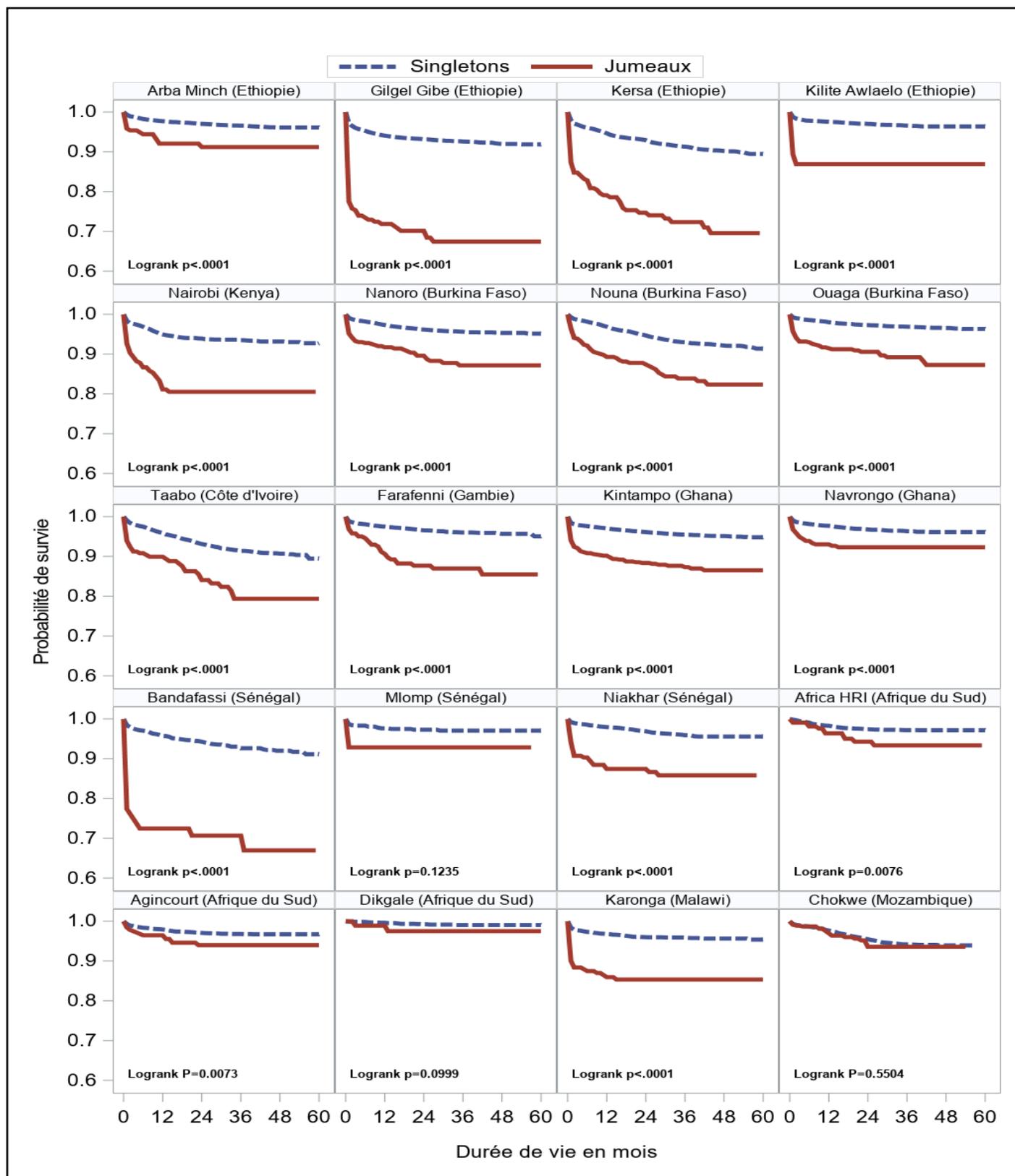
Le 4<sup>e</sup> et dernier groupe est celui composé des sites pour lesquels aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les courbes de survie des jumeaux et celles des singletons au seuil de significativité de 5%. Ce groupe comprend les observatoires de Chokwe (Mozambique), de Dikgale (Afrique du Sud) et de Mlomp (Sénégal). Toutefois, si pour les observatoires de Chokwe et de Dikgale on peut parler d'une absence réelle de surmortalité infanto-juvénile gémellaire sur la période 2010-2014, il est difficile de conclure à l'absence de différence patente pour celui de Mlomp du fait des effectifs réduits avec un manque de puissance statistique.

Figure 2 : Courbe de survie de 0 à 5 ans selon le type d'enfant – jumeau ou singleton – dans 20 observatoires de population d'Afrique Subsaharienne pris ensemble (période : 2010- 2014)



Source : Indepth's iShare Repository, calculs et construction des auteurs.

**Figure 3 : Courbe de survie de 0 à 5 ans selon le type d'enfant – jumeau ou singleton – dans 20 observatoires de population d'Afrique Subsaharienne pris séparément (période : 2010- 2014)**



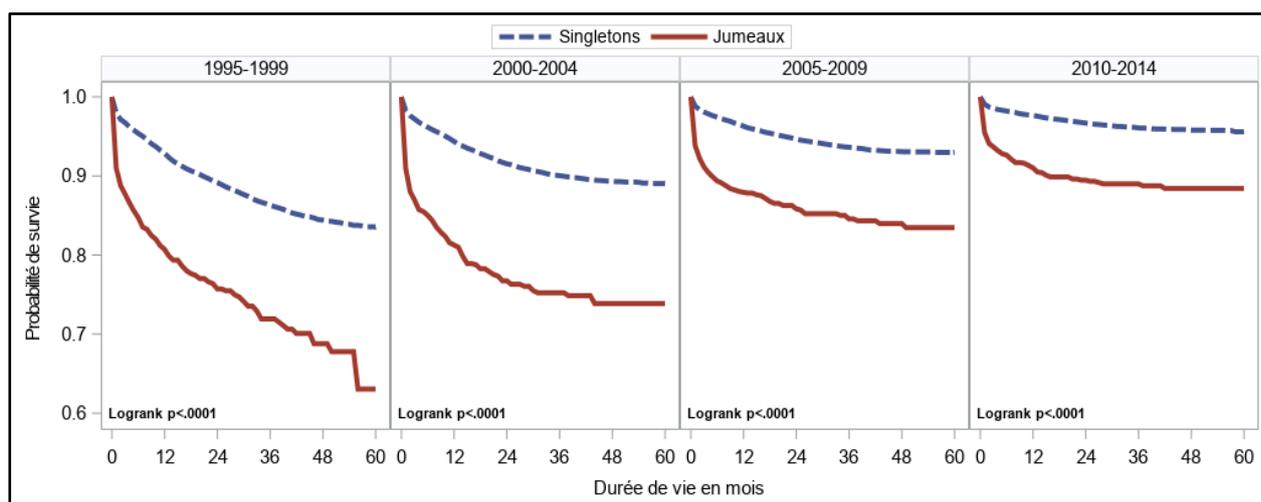
Source : Indepth's iShare Repository, calculs et construction des auteurs.

✓ **Evolution dans le temps des courbes de survie et de la surmortalité des jumeaux par rapport aux singletons**

Les deux figures ci-dessous (*figure 4* et *figure 5*) représentent les courbes de survie comparées entre jumeaux et singletons au cours de 4 périodes distinctes : 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 et 2010-2014. On observe ainsi l'évolution dans le temps de la surmortalité des jumeaux par rapport aux singletons. La *figure 4* présente cette évolution en utilisant les données agrégées des 6 observatoires les plus anciens (Agincourt, Bandafassi, Farafenni, Mlomp, Navrongo et Niakhar), et la *figure 5* la présente en considérant les 6 observatoires séparément.

Les résultats obtenus montrent une augmentation très nette des probabilités de survie pour les jumeaux comme pour les singletons avec le temps. Ils montrent aussi une réduction de la surmortalité gémellaire au fil du temps, suggérant une augmentation dans le temps des probabilités de survie plus importante chez les jumeaux que chez les singletons.

**Figure 4 : Survie comparée des jumeaux et des singletons de 0 à 5 ans dans 6 observatoires de population d'Afrique – évolution agrégée entre 1995 et 2014 <sup>9</sup>**

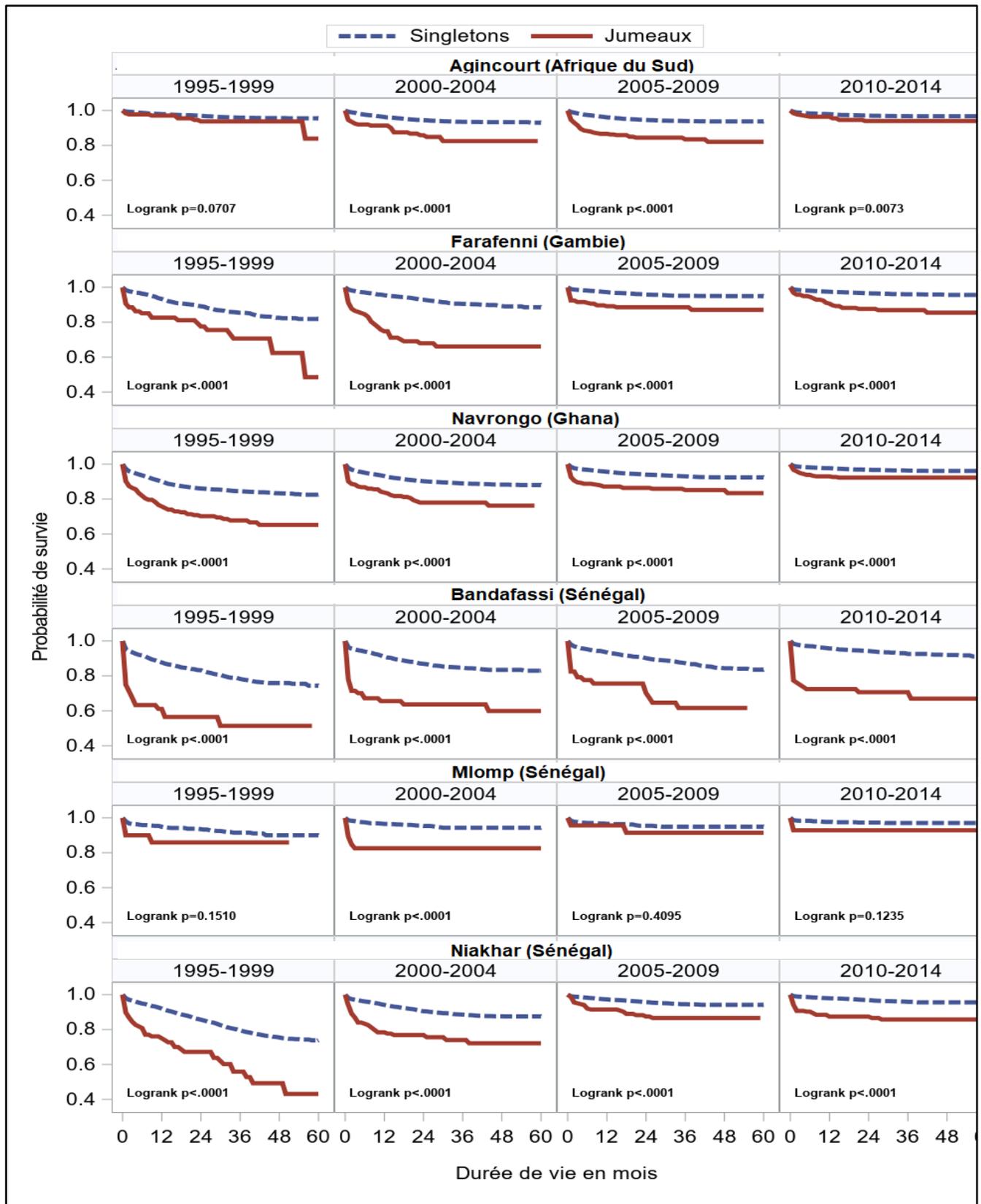


Source : InDEPTH's iShare Repository, calculs et construction des auteurs.

Mais quand on observe cette évolution observatoire par observatoire, des cas particuliers méritent d'être signalés. Le 1<sup>er</sup> cas concerne l'observatoire de Bandafassi au Sénégal pour lequel il apparaît que même si les probabilités de survie se sont accrues à la fois pour les jumeaux et les singletons, le différentiel de survie entre ces deux catégories d'enfants est resté à peu près constant au fil du temps. Le second cas concerne l'observatoire de Mlomp (Sénégal) pour qui, du fait de la faiblesse des effectifs, il est impossible de conclure sur l'existence d'un écart de survie entre jumeaux et singletons de moins de 5 ans en 1995-1999, 2005-2009 et 2009-2014.

<sup>9</sup> Voir la liste des 6 observatoires sur la *figure 5* ci-dessous.

Figure 5 : Survie comparée des jumeaux et des singletons de 0 à 5 ans dans 6 observatoires de population d’Afrique pris séparément– évolution entre 1995 et 2014

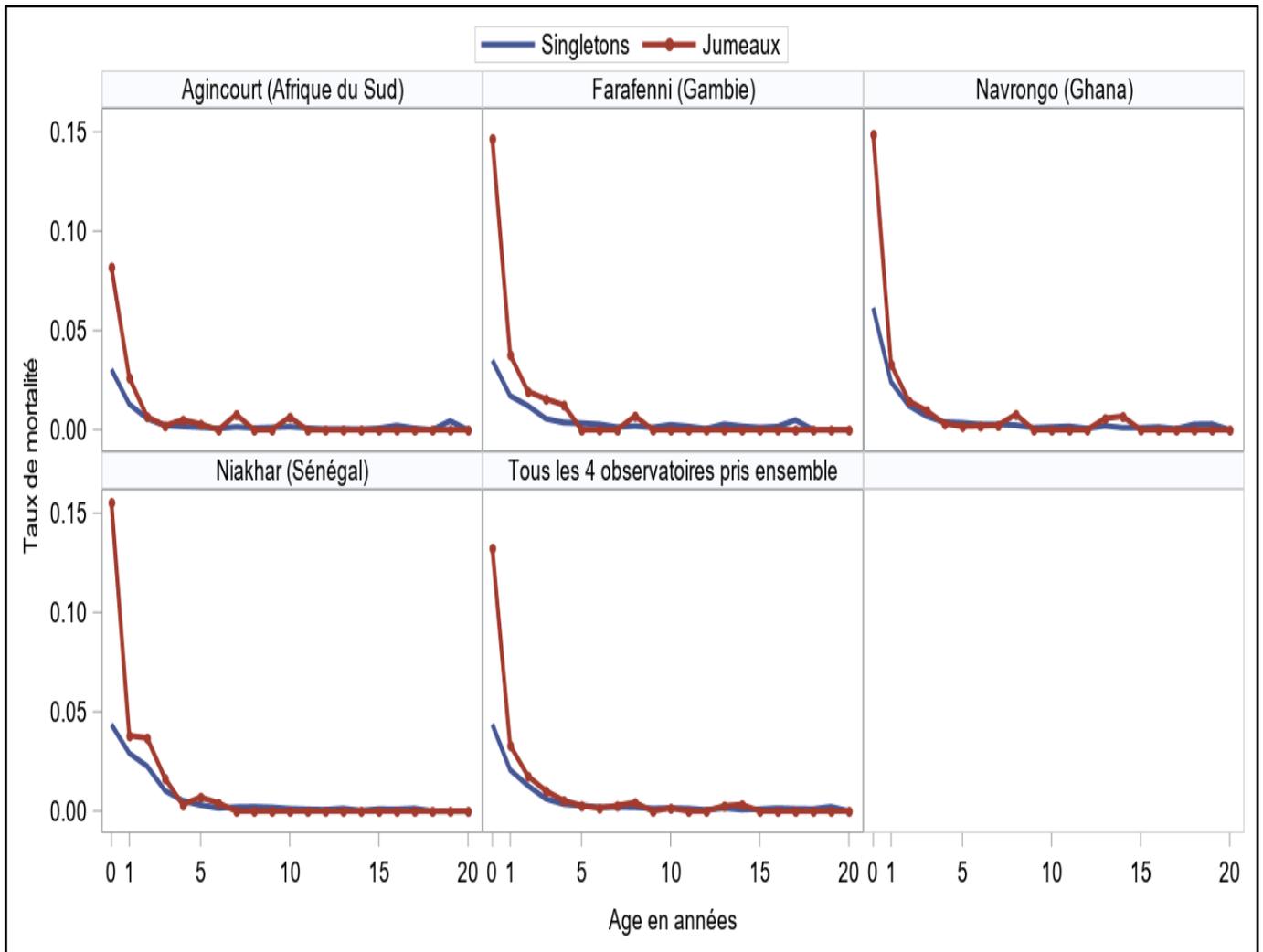


Source : Indepth's iShare Repository, calculs et construction des auteurs.

✓ **La surmortalité gémellaire se maintient-elle au-delà de 5 ans ?**

Pour répondre à cette question nous avons utilisé les données de quatre des six observatoires évoqués précédemment. Pour l'ensemble et pour chacun des 4 observatoires nous avons calculé les taux de mortalité par âge de la génération 1995-2014. Ces taux de mortalité sont dérivés des tables de l'analyse de survie. Les résultats obtenus sont représentés sur la **figure 6** ci-dessous.

**Figure 6 : Evolution du taux de mortalité par âge dans 4 observatoires de population d'Afrique Subsaharienne – comparaisons entre jumeaux et singletons**



Source : Indepth's iShare Repository, calculs et construction des auteurs.

Nos résultats confirment bien l'existence d'une surmortalité gémellaire selon l'âge. Toutefois celle-ci serait quasiment inexistante au-delà de la période infanto-juvénile (après la 5<sup>e</sup> année), ceci que l'on considère les données des 4 observatoires séparément ou qu'on les agrège (voir *figure 6* ci-dessus).

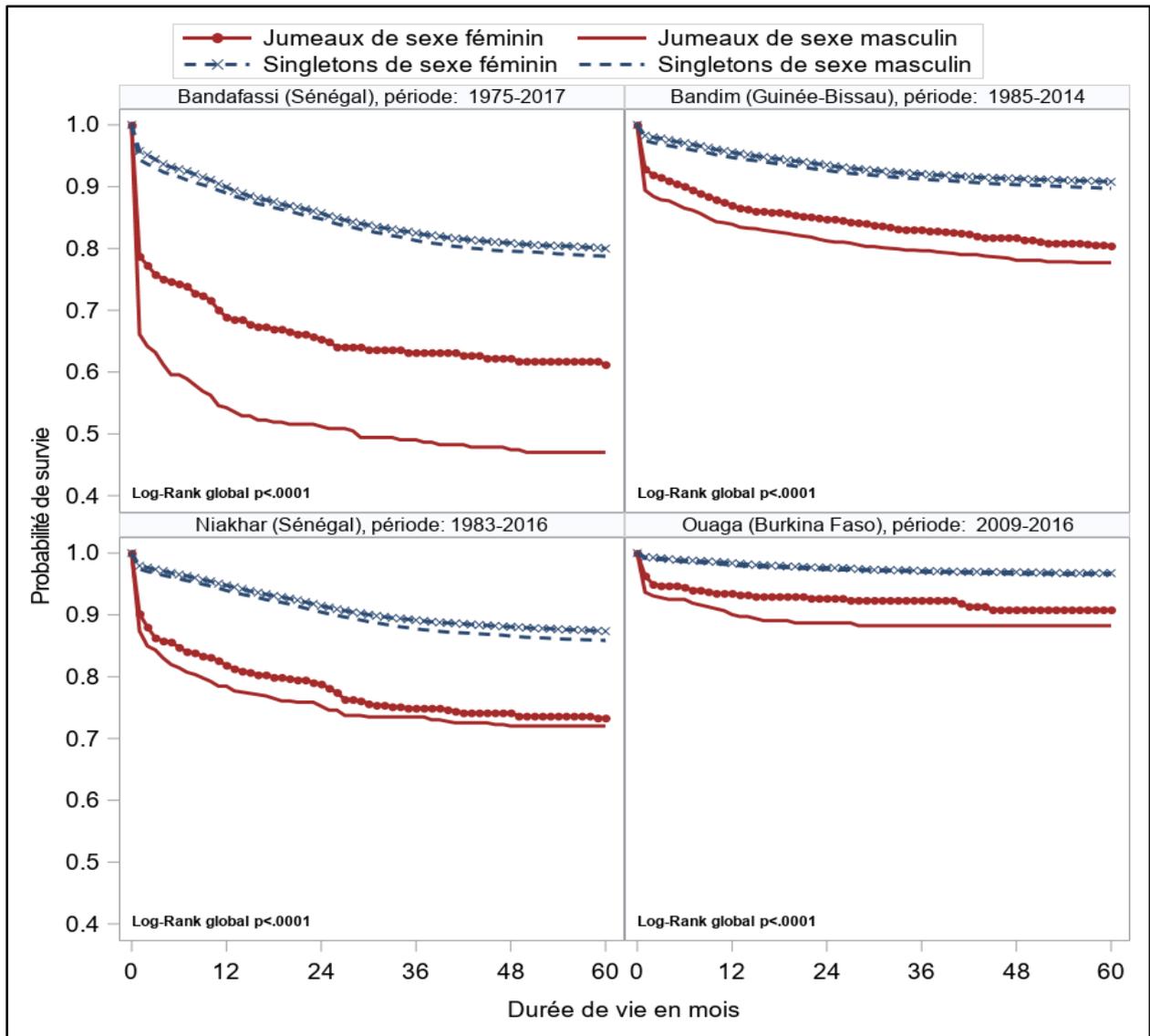
✓ **Facteurs associés à la surmortalité des jumeaux en Afrique Subsaharienne : cas des observatoires de populations de Bandafassi (Sénégal), Bandim (Guinée-Bissau), Niakhar (Sénégal) et Ouagadougou (Burkina Faso)**

Nous présenterons ici deux types de résultats. Dans un premier temps nous présentons les courbes de survie. Ces courbes sont stratifiées en fonction d'un certain nombre de variables explicatives (sexe, âge maternel à la naissance, le lieu d'accouchement, le poids à la naissance et la durée de la grossesse) qui sont, une à une, croisées à la variable gémellité. Il s'agit d'une sorte d'analyse bivariée permettant de conclure graphiquement à l'existence d'une différence de survie entre jumeaux et singleton en fonction des co-variables mis en croisement. Les résultats sont représentés dans les figures ci-dessous (*figure 7; figure 8 ; figure 9 ; figure 10 ; figure 11*).

✚ *Sexe et surmortalité infanto-juvénile des jumeaux*

Les résultats montrent que la différence de survie entre jumeaux et singletons est influencée par le sexe de l'enfant. En effet, la survie infanto-juvénile des filles est supérieure à celle des garçons. A Bandafassi (Sénégal) et à Bandim (Guinée-Bissau), cette différence est plus importante parmi les jumeaux qu'elle ne l'est parmi les singletons (*figure 7*). A Niakhar (Sénégal) par contre, si une différence de survie selon le sexe existe pour les singletons, elle n'est pas confirmée pour les jumeaux. Pour ce qui concerne l'observatoire de Ouagadougou (Burkina Faso), aucune différence de survie selon le sexe n'a été observée ni chez les singletons ni chez les jumeaux.

**Figure 7 : Sexe et différentiel de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons dans les observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Ouagadougou et Niakhar**

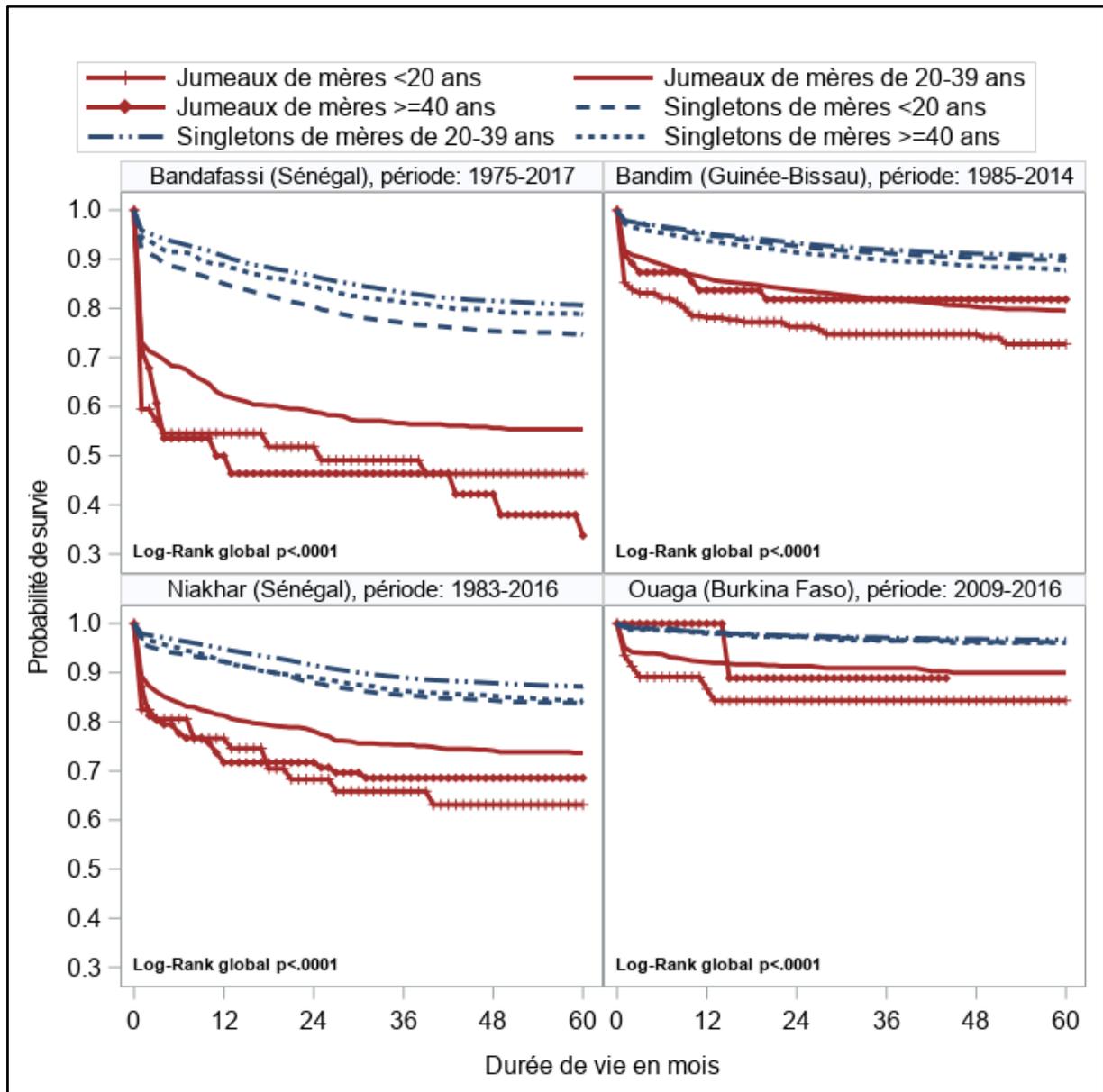


Source : Observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Ouagadougou et Niakhar ; construction des auteurs.

**📊 Age maternel et surmortalité infanto-juvénile des jumeaux**

Les enfants de mères de moins de 20 ans ainsi que ceux de mères âgées de plus de 39 ans ont des probabilités de survie qui sont moins élevées que celles des enfants de mères âgés entre 20 et 39 ans. L'amplitude de ces différences présentes des disparités entre jumeaux et singletons. Ainsi, dans les quatre observatoires analysés, on constate des différences de survie selon le groupe d'âge maternel plus importantes au sein des jumeaux par rapport aux singletons (figure 8).

**Figure 8 : Age maternel et différentiel de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons dans les observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Ouagadougou et Niakhar**



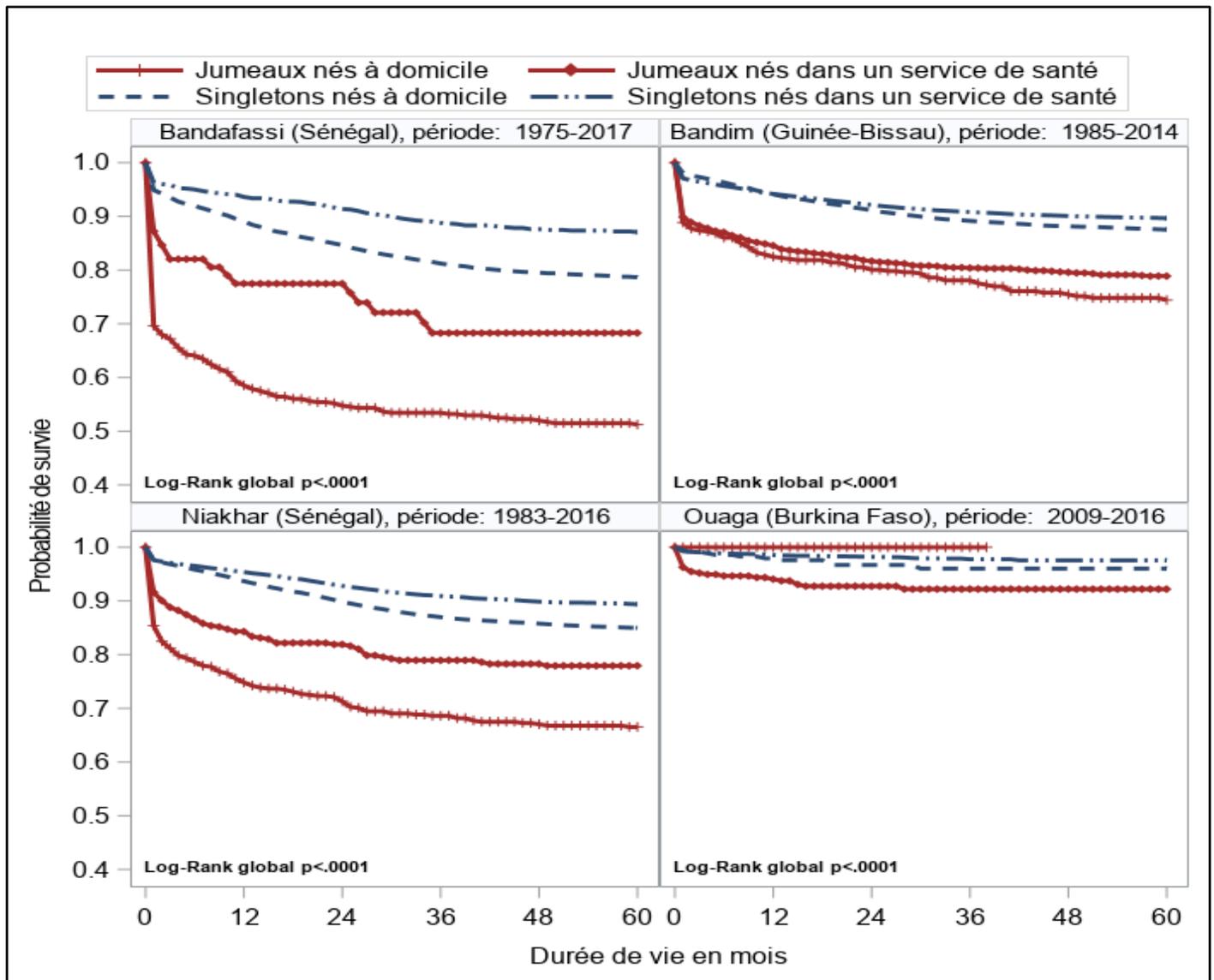
Source : Observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Ouagadougou et Niakhar ; construction des auteurs.

**📍 Lieu d'accouchement et surmortalité infanto-juvénile des jumeaux**

Les enfants nés à domicile ont globalement des courbes de survie infanto-juvénile qui sont en dessous de celles des enfants nés dans un service de santé. C'est en effet ce que démontrent nos résultats ci-dessous (figure 9). Vu sous l'angle de la gémellité, ces résultats montrent en outre que les écarts observés sont plus importants au sein des jumeaux qu'ils ne le sont chez les singletons. Parmi les quatre sites analysés ici (Bandafassi, Bandim, Niakhar et Ouagadougou), c'est à Bandafassi et à Niakhar que nous avons obtenu des résultats démontrant des écarts plus importants de courbes de survie entre

jumeaux et singletons selon le lieu d'accouchement. De façon intéressante, dans l'observatoire de Ouagadougou, très peu de mères de jumeaux ont accouché à domicile (seulement une quinzaine). Ce résultat laisserait entrevoir qu'en milieu urbain Burkinabé, les services de santé materno-infantile ont conscience des risques de complications associées aux accouchements gémellaires et ne laissent pas aux femmes enceintes de jumeaux la possibilité d'accoucher à domicile.

**Figure 9 : Lieu d'accouchement et différentiel de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons dans les observatoires de population de Bandafassi, Bandim, Niakhar et Ouagadougou**

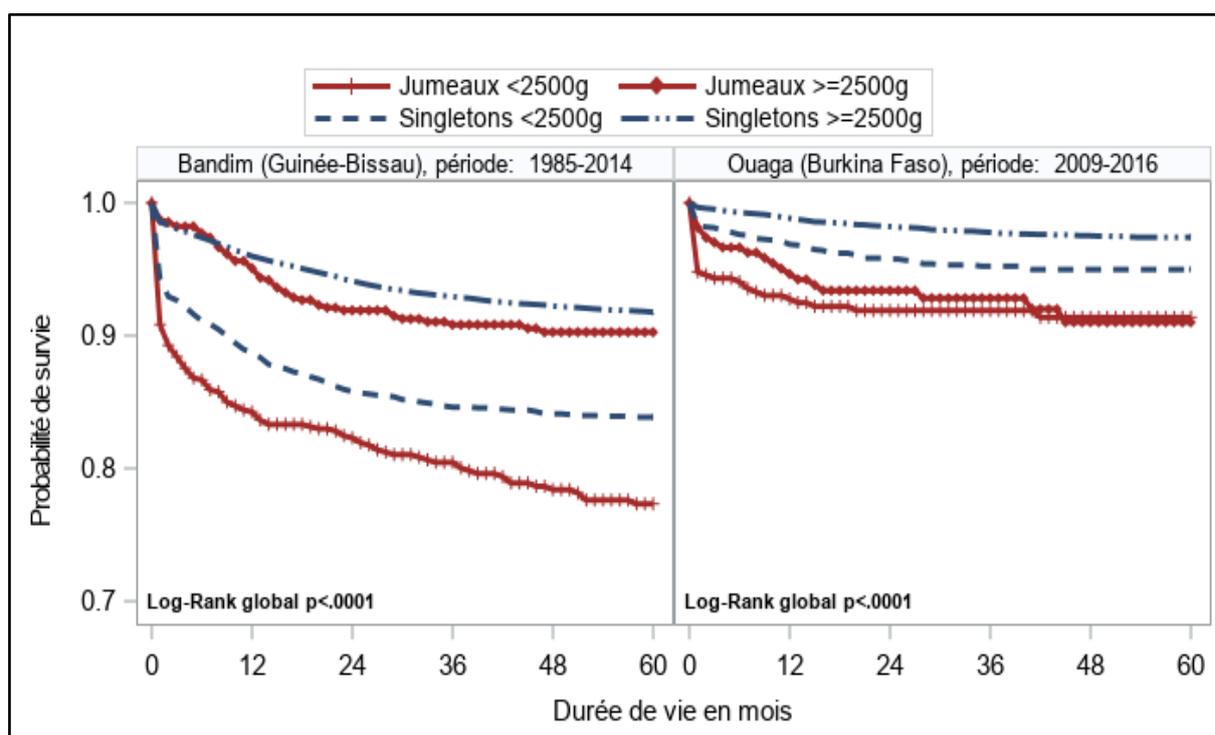


Source : Observatoires de population de Bandafassi, Bandim et Ouagadougou ; construction des auteurs.

✚ Poids à la naissance et surmortalité infanto-juvénile des jumeaux

Les courbes de survie selon le poids à la naissance (<2500g et >=2500g), avec une discrétisation entre jumeaux et singletons dans les observatoires de population de Bandim et de Ouagadougou sont présentées *figure 10* ci-dessous. A Bandim, les singletons de faible poids ont une courbe de survie en-dessous de celles des singletons de poids « normal » et les jumeaux de faible poids ont une courbe de survie très largement en-dessous de celle des jumeaux de poids « normal ». Ces écarts de survie selon le poids de naissance sont plus importants au sein des jumeaux comparativement aux singletons. A Ouagadougou en revanche, les singletons de faible poids présentent une courbe de survie nettement plus basse que celle des singletons de poids « normal », mais chez les jumeaux l'écart observé n'est pas statistiquement significatif. Notons que la persistance d'un écart de survie entre jumeaux et singletons parmi les enfants de petit poids (moins de 2,5 kg) peut s'expliquer par le fait que parmi l'ensemble des enfants de petit poids, les jumeaux ont des poids en moyenne plus faibles que les singletons (ils sont encore de plus petit poids).

**Figure 10 : Poids à la naissance et différentiel de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons dans les observatoires de population de Bandim et Ouagadougou**

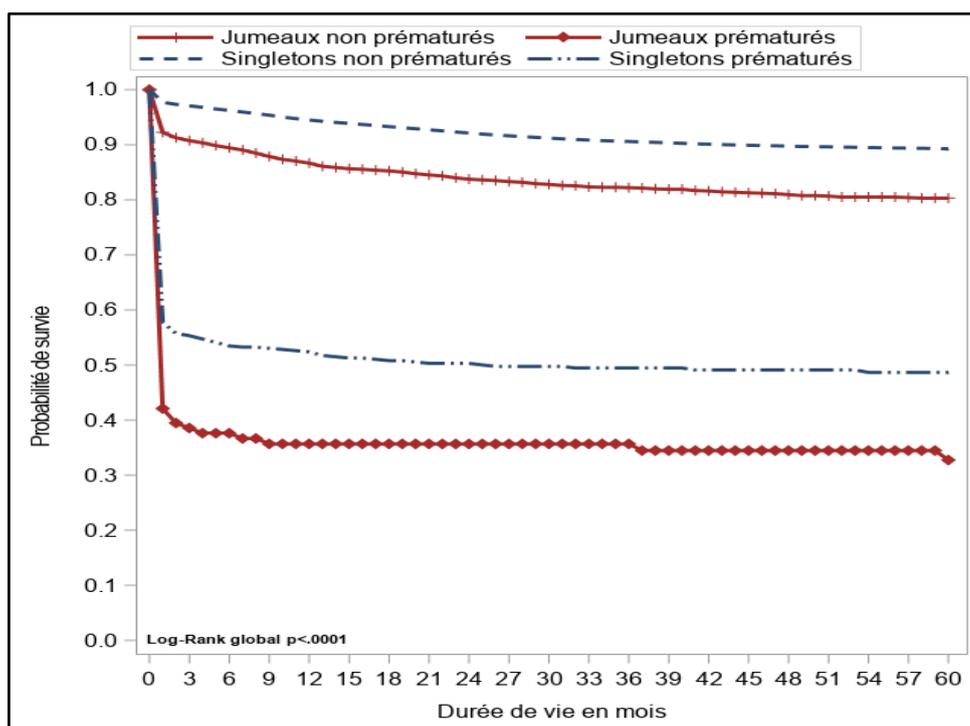


Source : Observatoires de population de Bandim et Ouagadougou ; construction des auteurs.

✚ *Prématurité et surmortalité infanto-juvénile des jumeaux*

A Bandim (Guinée-Bissau), les enfants prématurés (moins de 37 semaines de grossesse) présentent une courbe de survie très basse comparativement à celle des enfants nés à terme (*figure 11*). Et cette différence est plus importante au sein des jumeaux par rapport aux singletons.

**Figure 11 : Prématurité et différentiel de survie infanto-juvénile entre jumeaux et singletons dans l'observatoire de population de Bandim**



Source : Observatoire de population de Bandim ; construction des auteurs.

Le second type de résultats sur les facteurs associés à la surmortalité gémellaire que nous présentons dans cette partie (toujours la section 4.4.) concerne la régression de Cox. Elle mesure le risque instantané de décès (avant le 5<sup>e</sup> anniversaire) des enfants tout en mettant en exergue l'écart entre jumeaux et singletons et en croissant avec quelques facteurs de risque. En rappel, cette régression ne concerne que l'observatoire de population de Bandim qui est le seul qui possède un nombre suffisant de co-variables empiriquement influençant la mortalité des enfants en Afrique. Les résultats sont consignés dans le *tableau 5*. D'entrée de jeu, nous précisons que les différents tests de pertinence effectués ont démontré la validité du modèle construit (une confiance à 95%). Ils ont aussi démontré la pertinence de chacune des co-variables comme étant un déterminant du risque de décès infanto-juvénile.

Dans l'observatoire de population de Bandim, les jumeaux ont des rapports de risque bruts de décès infanto-juvénile (des hazard ratios, HR) qui sont 2,5 fois plus élevés que ceux des singletons. La prise

en compte de facteurs potentiellement associés à la mortalité a permis d'ajuster à la baisse l'écart de HR entre jumeaux et singletons. Ainsi, en introduisant des facteurs biomédicaux tels que le poids à la naissance, le lieu d'accouchement et la durée de la grossesse, le HR de décès des jumeaux baisse à 1,35 fois celui des singletons. Ce résultat confirme bien le rôle prépondérant des facteurs biomédicaux dans l'explication de la différence de survie entre jumeaux et singletons. Cette prépondérance s'explique principalement le fait que d'une part, parmi les enfants de plus petits poids, les jumeaux ont des poids en moyenne plus faibles que les singletons. Et d'autre part, les enfants jumeaux prématurés sont encore plus prématurés en moyenne que les enfants singletons prématurés.

En ajoutant par la suite des facteurs démographiques (sexe, âge maternel et année de naissance), puis des facteurs socioculturels (éducation et ethnie de la mère), le hazard ratio (HR) de décès infanto-juvénile entre jumeaux et singletons à Bandim est de 1,42 (ce qui n'est pas statistiquement différent de la valeur précédente du HR). Par conséquent, le fait d'ajouter les facteurs démographiques et socio-culturels ne modifie pas le HR, suggérant qu'ils n'ont pas d'impact indépendamment des autres facteurs. D'ailleurs, les forts hazard ratio trouvés avec les facteurs biomédicaux, principalement la prématurité ( $HRa^{10}=3,5$ ) et le poids à la naissance ( $HRa=2,01$ ), confirment la prédominance de ces deux facteurs dans l'explication de la surmortalité gémellaire (*tableau 5*). Les autres facteurs significativement associés à la mortalité étaient : le sexe masculin ( $HRa=1,13$ ), un jeune âge des mères ( $HRa=1,12$ ), une année de naissance plus ancienne ( $HRa=0,955$ ), et l'absence d'éducation de la mère ( $HRa=1,74$ ). Pour l'origine ethnique, les résultats varient selon l'ethnie. Par exemple, le HR de décès infanto-juvénile qui est 20% plus important chez les enfants de mères appartenant aux ethnies Papels ou Mandjacques que chez les enfants de mères Mandingues, pourraient en partie expliquer une différence de mortalité entre singletons et jumeaux qui serait liée au fait que ces derniers sont traditionnellement mieux acceptés chez les Mandingues que chez les Papels et les Mandjacques (Carreira, 1971 ; Pison, 1987 ; Einarsdóttir, 2005). Toutefois, en mettant dans le modèle une variable d'interaction entre le facteur « gémellité » et le facteur « ethnie maternelle », les HR obtenus (pour cette variable d'interaction) n'ont pas statistiquement démontré l'existence de risques de décès plus importants chez les jumeaux Papels et Mandjacques comparativement aux jumeaux des autres ethnies (Mandingues et Peuls notamment).

---

<sup>10</sup> Hazard Ratio ajusté

**Tableau 5 : Risque instantané de décès dans l'observatoire de population de Bandim (Guinée-Bissau)**

Variables & modalités	HR non ajustés		co-variables biomédicales		HR ajustés		co-variables biomédicales, démographiques et socioculturelles	
	HR	IC à 95%	HR	IC à 95%	HR	IC à 95%	HR	IC à 95%
<b>Gémellité</b>								
Jumeau	2,46***	2,25–2,70	1,35	1,15–1,57	1,43 ***	1,22–1,66	1,42 ***	1,22–1,66
Singleton	Réf		Réf		Réf		Réf	
<b>Prématurité</b>								
Non			Réf		Réf		Réf	
Oui			3,33	2,70–4,10	3,40 ***	2,72–4,21	3,50 ***	2,80–4,35
<b>Poids à la naissance</b>								
Poids « normal »			Réf		Réf		Réf	
Faible poids			2,04	1,84–2,25	2,00 ***	1,82–2,22	2,01 ***	1,82–2,23
<b>Lieu</b>								
Domicile			1,24	1,05–1,50	1,10	0,92–1,30	1,08	0,91–1,30
Service de santé			Réf		Réf		Réf	
<b>Sexe de l'enfant</b>								
Masculin					1,14 ***	1,06–1,23	1,13 **	1,05–1,22
Féminin					Réf		Réf	
<b>Age maternel</b>								
<20 ans					1,14 **	1,04–1,24	1,12 *	1,02–1,22
20-39 ans					Réf		Réf	
>=40 ans					1,20	0,95–1,55	1,21	0,94–1,55
<b>Année de naissance</b>								
					0,956	0,95–0,961	0,955	0,95–0,96
<b>Éducation de la</b>								
<b>Éducation formelle</b>								
Aucune							Réf	
							1,74 ***	1,42–2,13
<b>Ethnie maternelle</b>								
Balantes							0,98	0,80–1,21
Mancagnes							0,92	0,75–1,13
Mandingues							Réf	
Mandjacques							1,20 *	1,00–1,44
Papels							1,21 *	1,02–1,43
Peuls							0,88	0,73–1,06
Autres							1,01	0,85–1,20

Notes : HR =Hazard Ratio mesurant le risque instantané de décès ; IC=Intervalle de Confiance ;  
 \*\*\*=1%, \*\*=1% et \*=5 % ; réf =paramètre de référence.

Source : Observatoire de population de Bandim ; calculs des auteurs.

## 5. DISCUSSION

Le constat fait d'une surmortalité infanto-juvénile des jumeaux par rapport aux singletons dans la présente étude n'est pas une nouveauté en soi. En effet, comme évoqué plus haut dans la section 2, la faible survie des jumeaux par rapport aux singletons a déjà été universellement démontrée. Mais, les résultats du présent travail concernant la dynamique de cette surmortalité gémellaire ont apporté un éclairage supplémentaire. En effet, ils ont montré que sur la période 1995-2014, la survie des enfants a connu une amélioration importante dans les observatoires étudiés, avec une nette diminution des écarts entre jumeaux et singletons. Le résultat indiquant une forte augmentation de la survie des enfants (jumeaux comme singletons) avec le temps sont en phase avec la dynamique de baisse de la mortalité infanto-juvénile qui est constatée sur le continent depuis près de trois décennies (Monden & Smits, 2017 ; Ouedraogo, 2020a). Et la mise en place de nombreux politiques et programmes sanitaires et sociaux axés sur la promotion de la santé maternelle et infantile est certainement à l'origine de cette amélioration de la survie des enfants sur le continent. Le résultat indiquant une nette diminution, avec le temps, des écarts de survie entre jumeaux et singletons en faveur des jumeaux sont quant à eux à l'opposé de ceux obtenus par Monden & Smits (2017) ainsi que Ouedraogo (2020a) avec les données d'enquêtes nationales, qui ont montré une augmentation de la surmortalité gémellaire avec le temps. Trois hypothèses d'explication sont à retenir. La première serait que la priorisation de des interventions mentionnées précédemment sur des groupes plus fragiles a pu favoriser la survie des enfants jumeaux. Il n'est pas toutefois à exclure que ça soit l'implantation même des observatoires qui ait favorisé des interventions de ce genre. La deuxième hypothèse d'explication est liée aux approches méthodologiques : analyse de survie versus analyse transversale. En effet, il se pourrait qu'à génération de naissance égale, il existe une réduction de l'écart de survie entre jumeaux et singletons au fil du temps que l'analyse transversale [utilisé par Monden & Smits (2017) et Ouedraogo (2020a) sur les données d'enquêtes nationales] ne révèle pas. La troisième et dernière hypothèse d'explication est en rapport avec la qualité relative des différentes sources de données utilisées. En fait, il n'est pas à exclure que le résultat inhabituel obtenu soit le reflet d'une relative qualité des données que nous avons utilisées.

Par ailleurs, nos résultats montrent que la surmortalité gémellaire n'est plus observable au-delà du 5<sup>e</sup> anniversaire, sans qu'il soit possible de le démontrer. C'est pourquoi la plupart des études qui ont abordé ce sujet ont plutôt parlé de baisse importante de la surmortalité gémellaire post 5<sup>e</sup> anniversaire sans pour autant exclure l'éventualité de son maintien aussi infime soit-elle. Ainsi, Guo & Grummer-Strawn (1993) de même que Pison (2000) suggèrent que la surmortalité gémellaire quoique baissant très rapidement au fil de l'âge durant la période infanto-juvénile pourrait persister durant toute l'enfance. Notons que l'absence d'une nette surmortalité gémellaire au-delà de la période infanto-

juvénile pourrait être le résultat d'une « sélection naturelle » (un « biais de survie ») au sein des jumeaux, les survivants (après 5 ans) étant ceux qui seraient aussi « résistants » que des singletons. Une étude récente menée sur l'Afrique sub-saharienne, utilisant les données d'Enquêtes démographiques et de santé (EDS) de plusieurs pays) confirme notre résultat selon lequel la surmortalité gémellaire serait quasi-inexistante au-delà du 5<sup>e</sup> anniversaire (Pongou & al., 2019).

Les résultats de nos analyses démontrent également une prédominance des facteurs de types biomédicaux à savoir la prématurité et le poids à la naissance dans l'explication de la différence de survie entre jumeaux et singletons. Ces résultats témoignent du caractère « fragile » des naissances gémellaires qui sont fréquemment prématurées et de faible poids par rapport aux singletons (Couvert, 2007 ; Althabe et al, 2012). A ces facteurs peuvent s'ajouter les complications (besoin de césarienne par exemple) durant la grossesse et/ou à l'accouchement dans des contextes ruraux subsahariens (la majorité des observatoires étudiés sont en milieu rural) où les infrastructures sanitaires adéquates font certainement défaut. Par conséquent, il en résulte pour les jumeaux un gap important non seulement en matière de santé, mais aussi et surtout en matière de survie.

Des études antérieures ont aussi relevé l'importance, voire la prédominance des facteurs biomédicaux principalement le poids à la naissance dans l'explication de la différence de survie entre jumeaux et singletons. Ainsi, Pongou (2013) dans son étude sur la différence de mortalité entre filles et garçons parmi les jumeaux a trouvé que « *the higher mortality of twins is mainly attributed to low birth weight* ». Monden & Smits (2017) ont quant à eux montré qu'en Afrique Subsaharienne le poids à la naissance joue un rôle important dans l'explication de la surmortalité des jumeaux sur la période infanto-juvénile. Mais ils ont nuancé leurs résultats en expliquant que sur la période néonatale, ce serait plutôt le manque d'assistance médicale à l'accouchement (42% selon leurs résultats) qui expliqueraient mieux les différences de mortalité entre jumeaux et singletons en Afrique subsaharienne. En revanche, pour Bellizzi et al. (2018) le poids à la naissance reste le principal facteur explicatif du différentiel de mortalité entre jumeaux et singletons même dans le premier mois de vie. En effet, en étudiant les données de 60 pays moins développés dont ceux d'Afrique Subsaharienne, ces auteurs ont démontré que le poids à la naissance à lui seul expliquerait plus de 63% de la différence de mortalité entre jumeaux et singletons durant la première semaine de vie. Il faut toutefois noter que nos résultats ont peut-être sous-estimé le rôle du poids à la naissance dans l'explication de la surmortalité gémellaire du fait de l'importance des valeurs manquantes ou inadéquates (57% de valeurs manquantes ou inadéquates concernant le poids à la naissance) dans l'observatoire de Bandim. Et ces valeurs manquantes seraient en grande partie dues à la proportion importante (32%) d'accouchements à domicile.

Pour ce qui concerne la prématurité, son lien avec la surmortalité gémellaire a aussi été confirmé par plusieurs études précédentes dont celui de Pons et al.(1998) portant sur 842 grossesses gémellaires suivies entre 1979 et 1992 en France. Les résultats de leur étude ont montré que « *les grossesses gémellaires sont responsables d'une mortalité périnatale 4 fois plus importante que les grossesses uniques, et d'une morbidité élevée, conséquence surtout de la prématurité* » (Pons et al., 1998).

Les facteurs biomédicaux ne sont cependant pas les seuls qui influencent la différence de survie entre jumeaux et singletons. Nos résultats ont en effet montré que des facteurs démographiques (sexe de l'enfant, âge maternel et l'année de naissance) et socioculturelles (niveau d'instruction et appartenance ethnique de la mère) ont eux aussi un impact quoique celui-ci soit moins important. Nous avons choisi ici de discuter particulièrement du rôle du sexe de l'enfant. En fait, nos résultats (courbes de survie bivariées) montrent l'existence non seulement d'une survie infanto-juvénile meilleure des filles par rapport aux garçons, mais ils montrent aussi que cet écart est plus important au sein des jumeaux qu'il ne l'est chez les singletons. Ainsi, la différence de survie selon le sexe est un autre élément qui explique la différence de survie entre jumeaux et singletons. Des résultats similaires à ceux que nous avons obtenu ont été trouvés par Justesen & Kunst (2000). En effet ces auteurs ont affirmé que "*the excess mortality of twins is marked, especially among male children and in children of families in poor socioeconomic circumstances, ...*". Mais comment s'explique ce résultat ? Nous pensons que le rôle du sexe de l'enfant dans l'explication de la différence de survie entre jumeaux et singletons est à inscrire globalement dans la surmortalité masculine (si l'on considère l'effet physiologique du sexe) empiriquement démontré par plusieurs travaux (Waldron, 1983 ; Barbieri, 1991). Et il n'est donc pas à exclure que les carences, surtout biologiques (poumons plus fragiles, immunité naturelle moins importante, développement fœtal « différent », ... (Khoury & al., 1985 ; Waldron, 1983), qui seraient à l'origine d'une surmortalité masculine chez les enfants, soient plus prononcées chez les jumeaux de sexe masculin comparativement aux singletons de sexe masculin. Ce qui justifierait par conséquent un écart de survie entre jumeaux et jumelles qui soit plus important que celui qui existe entre singletons garçons et singletons filles.

## 6. CONCLUSION

En conclusion, notons que le présent travail a confirmé que les enfants jumeaux sont confrontés à des probabilités de survie nettement plus faibles que celles des non jumeaux, mais que cette différence de survie a baissé avec le temps. Les résultats montrent aussi un rôle important du faible poids à la naissance et de la prématurité dans l'explication de la surmortalité gémellaire et l'absence d'une nette surmortalité des jumeaux par rapport aux singletons après la période infanto-juvénile. L'apport de notre démarche a été de mettre en évidence, en mobilisant un nombre assez important

d'observatoires de population, des disparités très locales en matière de surmortalité gémellaire. En outre, la dynamique décroissante de la différence de survie entre jumeaux et singletons que nous avons montrée constitue un apport important. En effet, les études sur la surmortalité des jumeaux en Afrique subsaharienne ont très peu abordé cet aspect.

Toutefois, nous relevons que le présent travail présente certaines limites. En effet, en nous lançant dans cette analyse des données d'une vingtaine d'observatoires de population d'Afrique Subsaharienne, nous étions certains de rencontrer de nombreuses difficultés liées à la qualité des données et à leur cohérence interne, car le management de ces données est loin d'être uniforme dans les observatoires de population malgré l'existence du réseau Indepth qui tente de les harmoniser. Par exemple, la disparité des types de variables collectées, les différences d'expérience dans la gestion des observatoires, les difficultés d'accès aux données, le caractère sommaire des données disponibles sur la plateforme Indepth iShare, etc. sont autant d'éléments qui *a priori* constituaient des obstacles à notre démarche. Mais, les solutions méthodologiques que nous avons mobilisées de même que la rigueur dans la sélection et l'analyse des données ont permis de dépasser ces limites.

En termes de recommandations, nous insistons sur le fait que la santé des jumeaux reste un défi majeur pour les pays d'Afrique Subsaharienne qui est le continent comportant les taux de gémellité les plus élevés au monde. Nous savons qu'il est utopique de penser pouvoir supprimer tout le différentiel de survie qui existe entre jumeaux et singletons. Toutefois, il reste possible non seulement de faire baisser davantage la mortalité des enfants sur le continent mais aussi de réduire encore les disparités entre jumeaux et singletons. Cette réduction devra s'appuyer sur le développement de services obstétricaux et pédiatriques accessibles et essentiels à la prise en charge des complications liées à la gémellité. Elle doit aussi s'effectuer en incluant dans les politiques sanitaires et sociales, des actions qui permettent aux parents d'apporter une prise en charge « domestique » qui est à la hauteur des charges qu'engendrent les naissances multiples. Il s'agit en résumé de poursuivre et d'accentuer les efforts qui ont contribué à la baisse de la mortalité sur le continent au cours des années passées (et la réduction du différentiel jumeaux-singletons) à travers le dépistage précoce des grossesses gémellaires, l'amélioration du suivi des grossesses à risques, l'amélioration de la prise en charge obstétricale, et l'amélioration de la surveillance postnatale des nouveau-nés et leur prise en charge.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

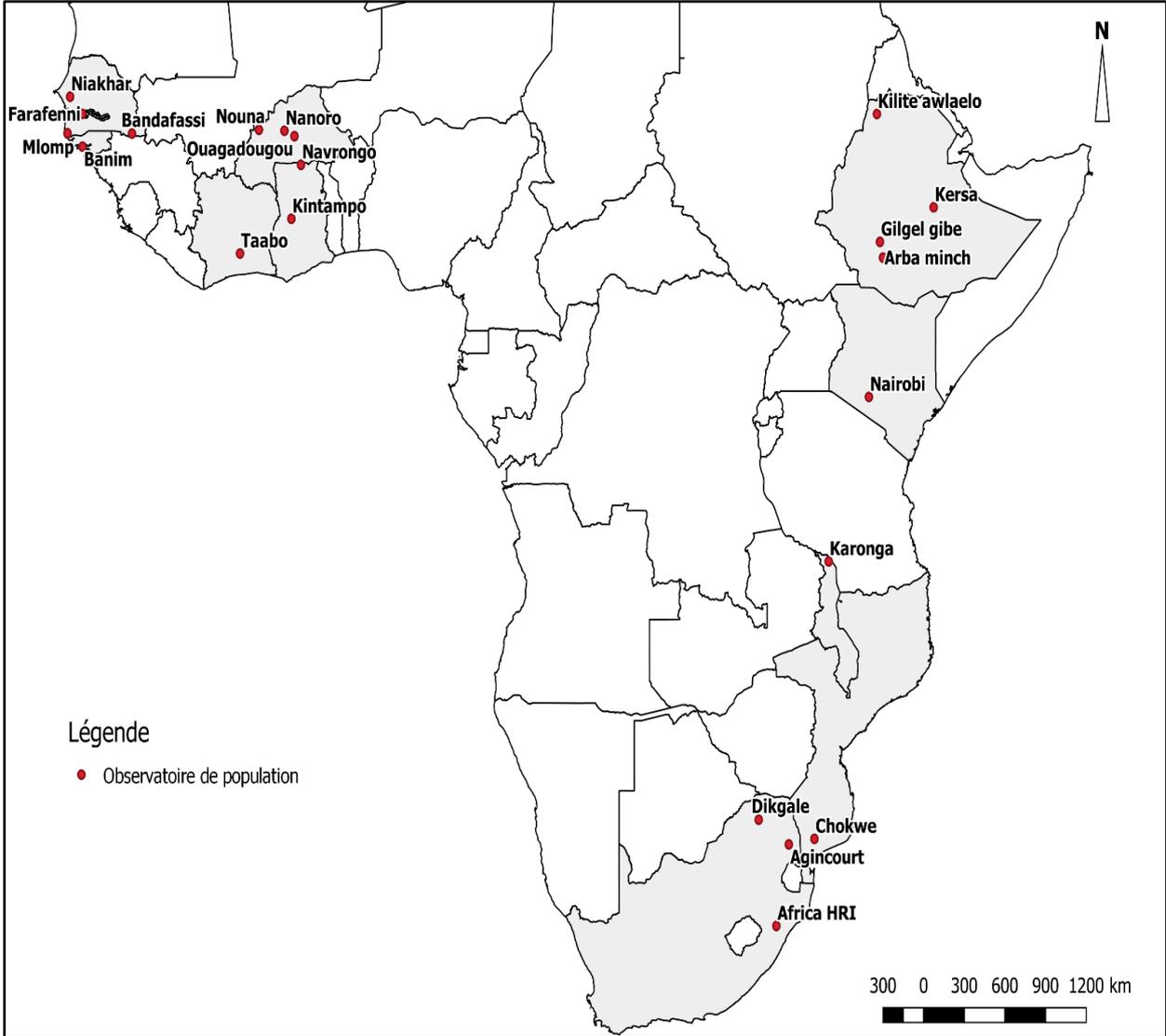
- Adler, A. (1973). Les Jumeaux sont rois. *L'Homme*, 13(1), 167-192. <https://doi.org/10.3406/hom.1973.367332>
- Akaba, G. O., Agida, T. E., Onafowokan, O., Offiong, R. A., & Adewole, N. D. (2013). Review of twin pregnancies in a tertiary hospital in Abuja, Nigeria. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, 31(2), 272-277.
- Almond, D., Chay, K. Y., & Lee, D. S. (2005). The Costs of Low Birth Weight. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(3), 1030-1083.
- Althabe, F., Howson, C. P., Kinney, M., Lawn, J., & World Health Organization. (2012). *Born too soon : The global action report on preterm birth*. [http://www.who.int/pmnch/media/news/2012/201204\\_borntoosoon-report.pdf](http://www.who.int/pmnch/media/news/2012/201204_borntoosoon-report.pdf)
- Barbieri, M. (1991). *Les déterminants de la mortalité des enfants dans le tiers-monde*. Centre français sur la population et le développement.
- Bellizzi, S., Sobel, H., Betran, A. P., & Temmerman, M. (2018). Early neonatal mortality in twin pregnancy : Findings from 60 low- and middle-income countries. *Journal of Global Health*, 8(1). <https://doi.org/10.7189/jogh.08.010404>
- Bernat, N. (2010). *Prise en charge des grossesses gémellaires monoamniotiques*. HAL - archives-ouvertes.fr. Gynecology and obstetrics. <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00563916>
- Bjerregaard-Andersen, M., Lund, N., Jepsen, F. S., Camala, L., Gomes, M. A., Christensen, K., Christiansen, L., Jensen, D. M., Aaby, P., Beck-Nielsen, H., Benn, C. S., & Sodemann, M. (2012). A prospective study of twinning and perinatal mortality in urban Guinea-Bissau. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2393-12-140>
- Carreira, A. (1971). *O infanticídio ritual em Africa*. <https://books.google.sn/books?id=fiK8mgEACAAJ>
- Chabra, S. (2016). Consistent definition of preterm birth : A research imperative! *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 214(4), 552. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.12.033>
- Chauhan, S. P., Scardo, J. A., Hayes, E., Abuhamad, A. Z., & Berghella, V. (2010). Twins : Prevalence, problems, and preterm births. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 203(4), 305-315. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2010.04.031>
- Chiwanga, E. S., Massenga, G., Mlay, P., Obure, J., & Mahande, M. J. (2014). Maternal outcome in multiple versus singleton pregnancies in Northern Tanzania : A registry-based case control study. *Asian Pacific Journal of Reproduction*, 3(1), 46-52. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(14\)60001-4](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(14)60001-4)
- Costeloe, K., Hennessy, E., Gibson, A. T., Marlow, N., & Wilkinson, A. R. (2000). The EPICure study : Outcomes to discharge from hospital for infants born at the threshold of viability. *Pediatrics*, 106(4), 659-671.
- Couvert, N. (2007). La mortalité aux âges jeunes des jumeaux. *La Conférence Universitaire de Démographie et d'Étude des Populations (CUDEP)-Université Bordeaux 4*, 291-307.
- Couvert, N. (2011). *Un siècle de démographie des jumeaux en France : Fréquence, mortalité et parcours de vie*. Université Paris 1 Panthéon Sorbonne - Ecole doctorale de géographie.

- Daguet, F. (2002, décembre). La fécondité en France au cours du XXe siècle. *INSEE PREMIERE*, 873, 4.
- Dugast, S. (1996). Meurtriers, jumeaux et devins : Trois variations sur le thème du double (Bassar, Togo). *Systèmes de pensée en Afrique noire*, 14, 175-209. <https://doi.org/10.4000/span.1528>
- Einarsdóttir, J. (2005). *Tired of weeping : Mother love, child death, and poverty in Guinea-Bissau*. Univ of Wisconsin Press.
- Fernandes, G., Rakoto, I., & Rabetokotany, N. (2010). Les Jumeaux de Mananjary : Entre Abandon et Protection. *Antananarivo (UNICEF)*.
- Guo, G., & Grummer-Strawn, L. M. (1993). Child Mortality Among Twins in Less Developed Countries. *Population Studies*, 47(3), 495-510.
- Hendrik van der POL. (1989). L'influence du type d'allaitement : Le cas de Yaoundé. In G. Pison, M. Sala-Diakanda, International Union for the Scientific Study of Population, & E. V. de Walle, *Mortalité et société en Afrique au sud du Sahara* (p. 325-338). Institut national d'études démographiques.
- Hu, I.-J., Hsieh, C.-J., Jeng, S.-F., Wu, H.-C., Chen, C.-Y., Chou, H.-C., Tsao, P.-N., Lin, S.-J., Chen, P.-C., & Hsieh, W.-S. (2015). Nationwide Twin Birth Weight Percentiles by Gestational Age in Taiwan. *Pediatrics & Neonatology*, 56(5), 294-300. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2014.12.004>
- Jahn, A., Kynast-Wolf, G., Kouyaté, B., & Becher, H. (2006). Multiple pregnancy in rural Burkina Faso : Frequency, survival, and use of health services. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 85(1), 26-32. <https://doi.org/10.1080/00016340500324357>
- Justesen, A., & Kunst, A. (2000, janvier 24). Postneonatal and child mortality among twins in southern and eastern Africa. *International Epidemiological Association*, 678-683.
- Khoury, M. J., Marks, J. S., McCarthy, B. J., & Zaro, S. M. (1985). Factors affecting the sex differential in neonatal mortality : The role of respiratory distress syndrome. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 151(6), 777-782. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(85\)90518-6](https://doi.org/10.1016/0002-9378(85)90518-6)
- Luke, B., Brown, M. B., Misiunas, R., Anderson, E., Nugent, C., van de Ven, C., Burpee, B., & Gogliotti, S. (2003). Specialized prenatal care and maternal and infant outcomes in twin pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 189(4), 934-938. [https://doi.org/10.1067/S0002-9378\(03\)01054-8](https://doi.org/10.1067/S0002-9378(03)01054-8)
- Mabiala-Babela, J.-R., Samba-Louaka, C., Mouko, A., & Senga, P. (2008). Morbidité et mortalité des jumeaux au CHU de Brazzaville. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 21(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.jpp.2008.02.002>
- Makarius-Lévi, L. (1967). Les jumeaux : De l'ambivalence au dualisme. *L'Année sociologique (1940/1948-), Troisième série*, 18, 373-390.
- Makrydimas, G., & Sotiriadis, A. (2014). Prediction of preterm birth in twins. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 28(2), 265-272. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2013.11.007>
- Mama, S. (2013, juillet 21). *Les jumeaux en Afrique Noire : De la réalité scientifique aux croyances populaires* [Magazine]. mediaafrik.com. <http://mediaafrik.com/les-jumeaux-en-afrique-noire-de-la-realite-scientifique-aux-croyances-populaires/>

- Marlow, N., Wolke, D., Bracewell, M. A., & Samara, M. (2005). Neurologic and Developmental Disability at Six Years of Age after Extremely Preterm Birth. *New England Journal of Medicine*, 352(1), 9-19. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa041367>
- Ministère du travail, de l'emploi et de la santé, & Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). (2011). *ENQUÊTE NATIONALE PÉRINATALE 2010—Les naissances en 2010 et leur évolution depuis 2003* (p. 132). Institut national de la santé et de la recherche médicale.
- Monden, C. W. S., & Smits, J. (2017). Mortality among twins and singletons in sub-Saharan Africa between 1995 and 2014 : A pooled analysis of data from 90 Demographic and Health Surveys in 30 countries. *The Lancet Global Health*, 5(7), e673-e679. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30197-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30197-3)
- Organisation Mondiale de la Santé. (2018, février 18). *Naissances prématurées*. Organisation Mondiale de la Santé. <http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>
- Organisation mondiale de la santé (OMS) (Éd.). (2007). *Soins hospitaliers pédiatriques : Prise en charge des affections courantes dans les petits hopitaux*. Organisation mondiale de la santé.
- Ouedraogo, A. (2020a). *Démographie et santé des jumeaux en Afrique subsaharienne* [Theses, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02954209>
- Ouedraogo, A. (2020b). Perceptions, connaissances et attitudes concernant les naissances gémellaires en Afrique subsaharienne : Le cas du Burkina Faso et du Sénégal. *Dialogue*, n° 229(3), 185-204.
- Peek, P. M. (Éd.). (2011). *Twins in African and diaspora cultures : Double trouble, twice blessed*. Indiana University Press.
- Pison, G. (1987). *Les jumeaux en Afrique au sud du Sahara : Fréquence, statut social et mortalité*. Institut National d'Etudes Démographiques - Dossiers et recherches N°11.
- Pison, G. (1989). Les jumeaux en Afrique au sud du Sahara : Fréquence, statut social et mortalité. In G. Pison, E. Van de Walle, M. Sala-Diakanda, & International Union for the Scientific Study of Population, *Mortalité et société en Afrique au sud du Sahara* (p. 245-269). Institut national d'études démographiques.
- Pison, G. (2000, septembre). Près de la moitié des jumeaux naissent en Afrique. *Population Et Sociétés, bulletin mensuel d'information de l'Institut national d'études démographiques*, 360, 4.
- Pison, G. (2005). Population observatories as sources of information on mortality in developing countries. *Demographic Research*, 13, 301-334. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.13.13>
- Pison, G., Monden, C., & Smits, J. (2014). *Is the twin-boom in developed countries coming to an end?* Institut national d'études démographiques.
- Pongou, R. (2013). Why Is Infant Mortality Higher in Boys Than in Girls ? A New Hypothesis Based on Preconception Environment and Evidence From a Large Sample of Twins. *Demography*, 50(2), 445-446. <https://doi.org/10.1007/s13524-012-0183-z>
- Pongou, R., Shapiro, D., & Tenikue, M. (2019). Mortality convergence of twins and singletons in sub-Saharan Africa. *Demographic Research*, 41, 1047-1058. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2019.41.36>

- Pons, J. C., Soares, F., Duyme, M., Pourade, A., Vial, M., Papiernik, E., & Frydman, R. (1998). Prévention de la prématurité au cours du suivi de 842 grossesses gémellaires consécutives. */data/revues/03682315/00270003/319/*. <https://www.em-consulte.com/en/article/113681>
- Pons, J.-C., Papiernik, E., Charlemaïne, C., Delétraz, T., & Dumas, F. (2007). *Le guide des jumeaux : La conception, la grossesse, l'enfance*. O. Jacob.
- Quinn, J.-A., Munoz, F. M., Gonik, B., Frau, L., Cutland, C., Mallett-Moore, T., Kissou, A., Wittke, F., Das, M., Nunes, T., Pye, S., Watson, W., Ramos, A.-M. A., Cordero, J. F., Huang, W.-T., Kochhar, S., & Buttery, J. (2016). Preterm birth : Case definition & guidelines for data collection, analysis, and presentation of immunisation safety data. *Vaccine*, *34*(49), 6047-6056. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.03.045>
- Rao, P. S. S., Inbaraj, S. G., & Muthurathnam, S. (1983a). Twinning Rates in Tamilnadu. *Journal of Epidemiology and Community Health* (1979-), *37*(2), 117-120.
- Rao, P. S. S., Inbaraj, S. G., & Muthurathnam, S. (1983b). Twinning Rates in Tamilnadu. *Journal of Epidemiology and Community Health* (1979-), *37*(2), 117-120.
- Saint Pierre, P. (2015). *Introduction à l'analyse des durées de survie*. Université Pierre et Marie Curie. [http://www.lsta.upmc.fr/psp/Cours\\_Survie\\_1.pdf](http://www.lsta.upmc.fr/psp/Cours_Survie_1.pdf)
- Timsit, J.-F., Alberti, C., & Chevret, S. (2005). Le modèle de Cox. *Revue des Maladies Respiratoires*, *22*(6), 1058-1064.
- Vincent, J.-F. (2002). Des enfants pas comme les autres, les jumeaux dans les montagnes mofu-Diamaré du Nord-Cameroun. *Journal des africanistes*, *72*(1), 105-118. <https://doi.org/10.3406/jafr.2002.1289>
- Waldron, I. (1983). Sex differences in human mortality : The role of genetic factors. *Social Science & Medicine*, *17*(6), 321-333. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(83\)90234-4](https://doi.org/10.1016/0277-9536(83)90234-4)
- Wardlaw, T. M., World Health Organization, & UNICEF (Éds.). (2004). *Low birthweight : Country, regional and global estimates*. WHO ; UNICEF.

Annexe: localisation géographique des sites étudiés



Source : Construction des auteurs