

Rapport de stage

# Analyse des liens de référence entre maternités SONU après priorisation du réseau national dans dix pays d'Afrique subsaharienne

Analyse transversale des liens de référence observés en saison sèche et  
en saison des pluies et modélisation d'accessibilité avec AccessMod

Suzanne Adelaïde Schmitt  
06/12/2023

## Table des matières

Introduction.....	3
Méthodologie de priorisation UNFPA .....	4
Revue de la littérature scientifique .....	8
Objectif du rapport.....	9
Méthodologie .....	10
Extraction des données brutes .....	10
Modélisation des références avec AccessMod .....	11
Reformatage des données afin de faciliter leur analyse .....	12
Choix d'analyse et de représentation des résultats .....	13
Présentation des résultats.....	15
Analyse des liens de références observés en saison sèche et en saison des pluies .....	15
Analyse comparative entre les liens de références observés et modélisés.....	20
Conclusion .....	25
Bibliographie.....	26
Annexes .....	29
Tableaux et graphiques .....	29
Cartes.....	43

Ce rapport a été réalisé au sein du groupe de recherche Geohealth à l'Institut de Santé Globale de l'Université de Genève (Faculté de médecine et Institut des Sciences de l'environnement) sous la direction de Nicolas Ray, dans le cadre du certificat complémentaire en Géomatique proposé par l'Université de Genève.

## Introduction

Les objectifs 3.1 et 3.2 de développement durable (ODD) établis par l'Organisation des Nations Unies pour 2030 ont pour but de faire passer le taux mondial de mortalité maternelle au-dessous de 70 pour 100 000 naissances vivantes et d'éliminer les décès évitables de nouveau-nés et d'enfants de moins de 5 ans, tous les pays devant chercher à ramener la mortalité néonatale à 12 pour 1 000 naissances vivantes au plus et la mortalité des enfants de moins de 5 ans à 25 pour 1 000 naissances vivantes au plus (*Targets of Sustainable Development Goal 3*, s. d.).

« En 2020, 287 000 femmes dans le monde seraient mortes d'une cause maternelle, ce qui représente près de 800 décès maternels chaque jour et environ un toutes les deux minutes. Ce chiffre est inférieur de plus d'un tiers à celui de 2000, année où le nombre de décès maternels a été estimé à 446 000. [...] Selon les regroupements régionaux utilisés aux fins des ODD, l'Afrique subsaharienne était en 2020 la seule région enregistrant un taux de mortalité maternelle très élevé, estimé à 545 décès maternels pour 100 000 naissances vivantes (intervalle d'incertitude de 477 à 654). [...] Cette année-là, l'Afrique subsaharienne supportait à elle seule environ 70 % des décès maternels dans le monde, suivie de l'Asie centrale et du Sud qui en concentraient près de 17 %. » (*Tendances de la mortalité maternelle de 2000 à 2020*, 2023, p. 2-4)

**Tableau 1 : Estimations du taux de mortalité maternelle (TMM), du nombre de décès maternels, du risque vie entière et de la proportion de décès chez les femmes en âge de procréer dus à des causes maternelles (PM), par région, sous-région et autre regroupement des objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies, 2020**

Région et sous-région des ODD	Estimation ponctuelle du TMM <sup>a</sup> et plage de l'intervalle d'incertitude (80 %)			PM (%)	Risque vie entière de décès maternel (1 sur) <sup>b</sup>	Nombre de décès maternels <sup>c</sup>
	Intervalle d'incertitude plancher	Estimation ponctuelle	Intervalle d'incertitude plafond			
<b>Monde</b>	<b>202</b>	<b>223</b>	<b>255</b>	<b>9.8</b>	<b>210</b>	<b>287 000</b>
<b>Afrique subsaharienne</b>	<b>477</b>	<b>545</b>	<b>654</b>	<b>19.3</b>	<b>40</b>	<b>202 000</b>
Afrique de l'Est	304	351	412	15.5	63	50 000
Afrique centrale	430	539	742	23.9	32	39 000
Afrique australe	131	157	186	3.1	240	2 200
Afrique de l'Ouest	616	754	1024	21.9	27	111 000

Source : (*Tendances de la mortalité maternelle de 2000 à 2020*, 2023)

Le Fonds des Nations Unies pour la population (UNFPA), en collaboration avec l'organisation Mondiale de la Santé (OMS), le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), et le programme Averting Maternal Death and Disability (AMDD) se coordonnent depuis 1999 pour appuyer les Etats dans la planification, le financement, l'évaluation des besoins, l'orientation de prises de décisions au niveau programmatique et la réforme des politiques de santé pour lutter contre la mortalité maternelle et du nouveau-né dans différents pays et en Afrique Sub-saharienne notamment.

En collaboration avec ces instances internationales et les Ministères de la Santé de nombreux pays, le Groupe GeoHealth de l'Institut de Santé Globale de l'Université de Genève développe des méthodologies basées sur des données géospatiales et la modélisation de l'accessibilité physique afin d'optimiser les réseaux de centres de santé aux échelles nationales, et de permettre à d'avantage de

femmes d'accéder à des soins d'urgence dans un temps adéquat. Le groupe GeoHealth a créé et continue à améliorer AccessMod, un logiciel open source et gratuit qui vise à aider les praticiens de la santé et les ministères de la santé (et leurs partenaires) du monde entier à développer et appliquer des stratégies innovantes avec des données et des outils géospatiaux pour (1) mieux comprendre l'état de leurs services de santé et (2) optimiser la planification des services futurs. AccessMod permet notamment de modéliser l'accessibilité physique des services de santé existants, d'estimer la partie de la population cible qui ne recevrait pas de soins bien qu'elle soit physiquement accessible en raison de manque de capacité dans ces services (humaines ou matérielles), de mesurer les temps de référence et les distances entre les établissements de santé, et d'identifier les potentiels emplacement de nouveaux établissements de santé pour accroître la couverture de la population([1000] GeoHealth, 2019).

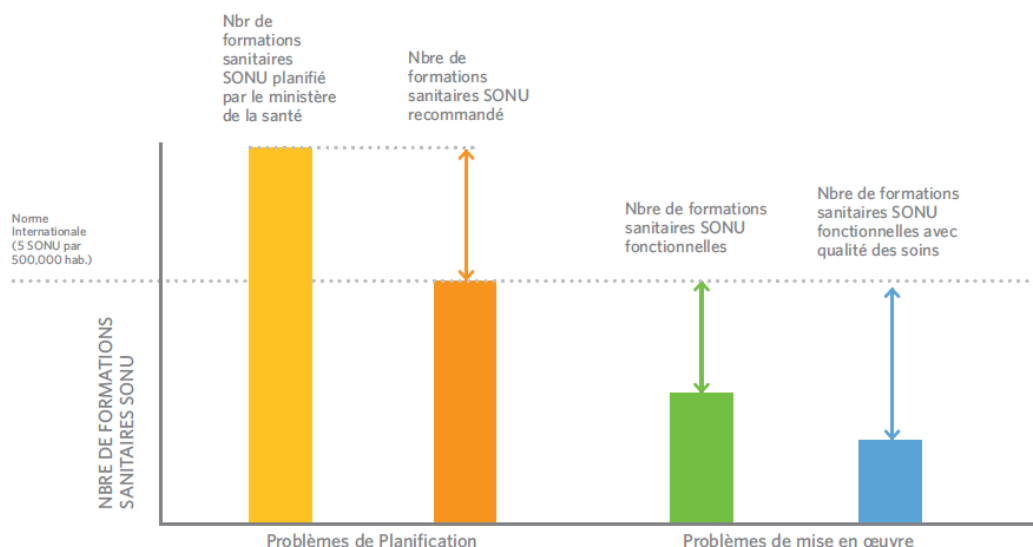
## Méthodologie de priorisation UNFPA

### Objectifs de la priorisation

Concernant les pays où l'on observe un fort taux de mortalité maternelle et néonatale, l'UNFPA recommande « d'initier un processus de priorisation pour trouver le meilleur compromis entre maximiser la couverture de la population ayant accès à une formation sanitaire offrant des soins obstétricaux et néonataux d'urgence (SONU) dans une durée définie [...] et l'allocation de ressources suffisantes à chaque maternité SONU afin de constituer, en un ou deux cycles programmatiques, un réseau national de maternités SONU fonctionnelles (faisabilité). » (Brun et al., 2020, p. 25) . En effet, sur la base d'enquêtes SONU menées dans 15 pays à haute mortalité maternelle, il ressort qu'il existe un décalage entre les ambitions programmatiques des Etats – supérieures aux standards internationaux - et les ressources financières et humaines réellement allouées aux programmes de santé maternelle. Cette situation entrave la création d'un réseau fonctionnel de maternités SONU.

**Figure 1 : situation des SONU dans les pays à haute mortalité maternelle et néonatale**

FIGURE 5 : SITUATION DES SONU DANS LES PAYS À HAUTE MORTALITÉ MATERNELLE ET NÉONATALE



Source: Adapté d'un schéma (non-publié) développé en 2016 par Lynn Freedman (AMDD, Columbia University) and Patricia Bailey (FHI360) sur base d'enquêtes SONU dans 15 pays à haute mortalité maternelle..

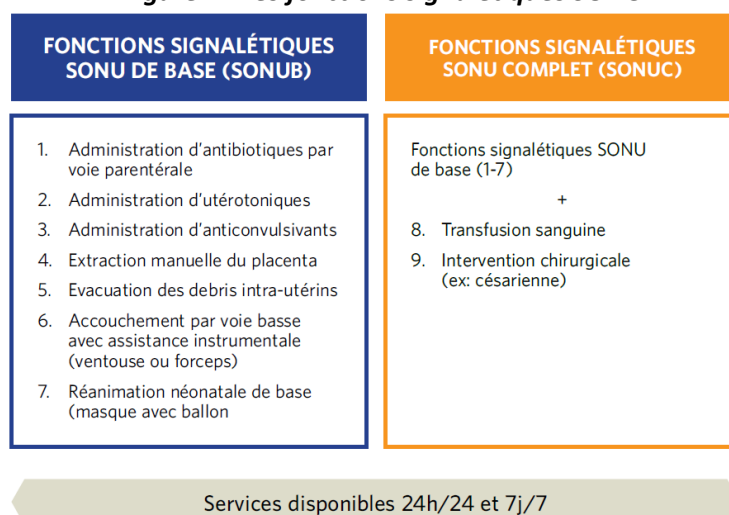
Source: Adapté d'un schéma (non-publié) développé en 2016 par Lynn Freedman (AMDD, Columbia University) and Patricia Bailey (FHI360) sur base d'enquêtes SONU dans 15 pays à haute mortalité maternelle..

Une méthodologie de priorisation a été formulée par l'UNFPA. Elle est formalisée et décrite dans le *Manuel de mise en œuvre pour le développement d'un réseau national de maternités* publié en 2020. Le processus de priorisation doit aboutir à une sélection d'un réseau national de maternités SONU selon un système pyramidal à trois niveaux :

« De l'ensemble des maternités réalisant actuellement des accouchements réguliers doit émerger un premier niveau de maternités prenant en charge les soins de routine et les soins obstétricaux et néonataux de base (SONUB). Ce premier niveau de référence constitue une stratégie plus périphérique par rapport au second niveau, les maternités offrant des SONU complets (SONUC), en général des hôpitaux situés dans les centres urbains. » (Brun et al., 2020, p. 6).

Les maternités du réseau sont classifiées comme SONUB ou SONUC selon des fonctions signalétiques reflétant leurs capacités à prendre en charge les principales urgences obstétricales responsables des décès maternels et néonataux (voir figure X).

**Figure 2 : Les fonctions signalétiques SONU**



Source: AMDD, OMS, UNFPA, UNICEF. Surveillance des soins obstétricaux d'urgence - manuel d'utilisation. 2009.

Cette priorisation se fait selon deux critères principaux - Le nombre d'accouchements réalisés et potentiels, et le temps de référence entre un SONUB et un SONUC – et permet de :

- S'assurer que la localisation des formations sanitaires choisies permette la meilleure couverture d'accès physique possible de la population ;
- Réaliser une planification et une distribution efficace des ressources, souvent limitées, aux formations sanitaires SONU désignées ;
- Définir les liens entre SONUB et SONUC mais aussi entre SONUB et institutions périphériques ;
- Faciliter le suivi et la supervision de ce réseau de référence ;
- améliorer la qualité des soins dans ces maternités (Brun et al., 2020, p. 38).

## Mise en œuvre de la priorisation

Un premier atelier « d'analyse de situation et de conception du développement du réseau national des maternités de référence » est organisé à l'échelle nationale, lors duquel les données suivantes sont récoltées :

- Les données concernant l'activité obstétricale et néonatale et les ressources humaines des maternités ;
- Les données démographiques ;
- Les données géo spatiales telles que la latitude et longitude des formations sanitaires (avec si possible leur identifiant national unique), limites administratives, réseau routier, réseau hydrographique, topographique et couverture du sol.

A la suite de cette première étape, de multiples ateliers de priorisation sont mis sur pied au niveau régional. Ces ateliers ont pour objectif d'identifier les maternités « capables de prendre en charge les urgences obstétricales et néonatales, [de] fournir des soins et des services de santé reproductive, maternelle et néonatale de qualité, centrés sur la personne, respectueux, adaptés aux cultures locales, continus et intégrés. Ces maternités SONU doivent être géographiquement et financièrement accessibles [...]. »(Brun et al., 2020, p. 41).

« Pour chaque formation sanitaire considérée, cette sélection prend en compte plusieurs paramètres tels que : (1) l'activité obstétricale, (2) l'importance du bassin de population et de son aire de captage (estimé avec le logiciel AccessMod), (3) la capacité à référer vers une autre maternité (particulièrement le lien SONUB vers SONUC) dans un délai raisonnable, (4) le niveau d'infrastructure et de ressources humaines en adéquation avec les standards SONU (cf. Fiche technique #2 sur les maternités SONUB). Les maternités SONUC et les maternités déjà fonctionnelles sont sélectionnées d'office. » (Brun et al., 2020, p. 41)

Ces maternités peuvent être publiques ou privées. En effet, « dans certains pays, la contribution du secteur privé dans l'offre de soins de santé maternelle et néonatale n'est pas négligeable. On ne saurait de toute façon occulter les structures sanitaires privées à but non lucratif lors de la priorisation. » (Brun et al., 2020, p. 50).

A l'issue de ces ateliers régionaux, un rapport technique national est publié. Celui-ci décrit et analyse chaque région, au sujet de la proportion de la population couverte par l'ensemble des maternités de chaque région, par le réseau désigné et par le réseau des maternités SONU fonctionnelles. Il est le résultat de la validation des formations sanitaires SONU sélectionnées par les équipes régionales et « sert ensuite de référence à tous les acteurs pour planifier, gérer le développement du réseau et apporter les ressources nécessaires pour rendre l'ensemble de ces formations sanitaires fonctionnelles avec une qualité des soins dans le cycle de programmation considéré. »(Brun et al., 2020, p. 91).

Les analyses menées dans le cadre de ce stage et présentées dans ce rapport se basent sur les données produites et récoltées lors de ces ateliers nationaux et régionaux, en particulier au sujet des liens de référence entre SONU.

## L'identification et la qualification des liens de référence

La qualité des liens de référence des SONUB aux SONUC est crucial pour le fonctionnement effectif des maternités SONUB d'une part, et pour le fonctionnement du réseau selon son organisation pyramidale, d'autre part. Par ailleurs « en assurant la continuité des soins dans la pyramide sanitaire, ce lien, lorsqu'il s'avère efficace, constitue un facteur important de la crédibilité d'une maternité SONUB aux

yeux de la population » (Brun et al., 2020, p. 81). Ce sont lors des ateliers régionaux que les liens SONUB-SONUC sont identifiés et qualifiés. Pour chaque région, les liens de référence sont répertoriés dans un tableau suivant un même modèle.

Les informations retenues pour chaque lien sont :

- Le temps d'évacuation SONUB/SONUC en saison sèche/en saison des pluies : le lien administratif entre un SONUB et un SONUC ne devrait pas être considéré comme le critère principal dans la gestion des évacuations sanitaires. Une formation sanitaire SONUB donnée pourrait en conséquence être rattachée à un SONUC d'une autre zone géographique et administrative si son accès est plus rapide.
- Le moyen de locomotion habituellement utilisé
- Les obstacles principaux identifiés qui freinent une évacuation sanitaire efficace (délai et qualité, barrière financière)
- Les recommandations pour améliorer la situation.

A partir de ces informations, la qualité du lien de référence est définie par un code couleur :

- « Vert » pour une référence habituellement sans problème, réalisée en moins de 2 heures ;
- « Orange » pour indiquer des difficultés de référence liées à des problèmes pouvant être résolus assez simplement, en général par le système de santé lui-même ou liées à une durée de référence entre 2 et 4 heures ;
- « Rouge » pour indiquer des problèmes de référence majeurs, en général liés à un temps de référence supérieur à 4 heures ou liés à des problèmes d'état des routes, de franchissement de rivières, qu'il est difficile de résoudre à moyen terme et qui implique souvent d'autres secteurs que la santé.

#### *Les paliers temporels identifiés par UNFPA*

Parce que les taux de mortalité augmentent avec le hausse des temps de parcours, des limites temporelles sont identifiées par l'UNFPA :

- Un premier palier est fixé, pour des raisons cliniques, à deux heures (au-delà de deux heures, une hémorragie obstétrique peut être fatale);
- Un second palier est fixé à quatre heures. En effet, après le contrôle des variables extérieures telles que l'âge ou le diagnostic, un temps de trajet supérieur à quatre heures est associé à une hausse de la mortalité maternelle hospitalière (Pirkle et al., 2011).

Dans l'exemple ci-dessous, on voit que certaines maternités SONUC peuvent être priorisées et intégrées au réseau national sans pour autant être un SONUC de référence pour d'autres maternités SONUB (exemple de HG Lakota), et que certains SONUC réfèrent à des SONUC d'autres régions sanitaires (CSU Hire pour HG Oumé dans la région sanitaire de Goh).

## Revue de la littérature scientifique

Cette méthodologie de priorisation est à mettre en parallèle avec l'état de la littérature scientifique sur l'accès aux soins obstétricaux et néonataux d'urgence.

### Importance de la dimension spatiale et a fortiori des systèmes d'information géographique

D'une part, la littérature s'accorde pour dire que la dimension spatiale est cruciale pour déterminer l'accès aux soins. Les ratios population par centres de soin ne permettent pas une bonne évaluation de l'accessibilité, notamment du fait de l'hétérogénéité géographique des territoires nationaux : les spécificités locales des systèmes de santé à l'échelle sous-nationale et locale doivent être prises en compte (Campbell et al., 2016; Kyei-Nimakoh et al., 2017; Pirkle et al., 2011). Les méthodes bottom-up et l'implication des acteurs et experts locaux afin d'estimer au mieux les informations sur les infrastructures (placement des SONU, état des routes), les spécificités locales des systèmes de santé et les pratiques à l'échelle sous-nationale et locale permettent d'obtenir des informations contextualisées et précises, mais elles nécessitent des ressources humaines et financières qui ne sont pas facilement mobilisables. Du fait de l'importance de la dimension géographique, les méthodes et modèles analytiques avancés désormais intégrés aux systèmes d'information géographique sont de plus en plus employés en ce qu'elles permettent une analyse plus approfondie des causes des effets néfastes sur la santé maternelle et néonatale, que ce soit via la cartographie thématique, l'analyse ou la modélisation spatiale des zones d'accessibilité ou des temps de trajet (Ebener et al., 2015, 2019; Kyei-Nimakoh et al., 2017; Ouma et al., 2018).

### L'analyse de la priorisation, des références et des temps de trajet

Différentes études sous forme d'études de cas aux échelles nationales et sous-nationales se sont penchées sur la question des déterminants des temps de trajet, des effets de la priorisation et des temps de référence entre maternités.

E. Keyes et al., à travers une étude de cas de la région de Kayes au Mali, mettent ainsi en évidence que le choix d'accès des femmes aux services obstétricaux d'urgence, bien qu'influencé par le délai d'attente des soins, est également influencé par la qualité perçue du service, ce qui amène des comportements d'évitement (*bypass*) de certains établissements géographiquement plus proches, au profit d'établissements a priori moins accessibles. Le nombre de fonctions de signal de SONU fournies est également un puissant prédicteur du choix de l'établissement (Keyes et al., 2019). A. Curtis et al., dans un article comparant l'évolution de l'accessibilité au Togo entre 2013 et 2018, met en évidence que la priorisation du réseau de maternité qui a eu cours dans cet intervalle (et la baisse des structures de soins qui y est associée) n'a réduit que marginalement l'accessibilité aux soins obstétricaux et néonataux d'urgence. Il ressort également de ces différentes analyses qu'il existe un fort contraste dans l'accessibilité entre les zones urbaines bien desservies et la faible couverture en zones rurales et reculées – la qualité du système de priorisation pyramidale et les liens de référence entre structures de soins sont donc d'autant plus importants en dehors des zones urbaines (Curtis et al., 2021; Keyes et al., 2019).

### Limites aux études d'accessibilité

L'analyse et la modélisation de l'accessibilité des SONU est entravée par les difficultés à obtenir des données et à quantifier certains de ses déterminants. D'une part, des facteurs allongent le temps de trajet mais ne sont pas pris en compte car ils sont difficilement mesurables : le temps de la prise de décision, l'attente des transports, la durée de prise de décision du médecin de référer, l'attente d'être auscultée par un médecin, les coûts cachés des SONU et des références inter-SONU. D'autre part, les modélisations spatiales nécessitent des informations précises sur les localisations des centres de soin ou sur les réseaux routiers. Une coopération inter-institutionnelle est donc nécessaire afin d'apprécier



l'état des infrastructures de transport qui sont un déterminant clef de l'accès au soin, notamment dans des zones géographiques reculées (Curtis et al., 2021; Ebener et al., 2015; Kyei-Nimakoh et al., 2017; Ouma et al., 2018; Pirkle et al., 2011, 2011).

### Objectif du rapport

Ce rapport a pour objectif de dresser un état des lieux des liens de référence identifiés après le processus de priorisation du réseau de maternités SONU qui a eu cours dans dix pays d'Afrique subsaharienne avec le soutien de l'UNFPA : le Burundi, le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Guinée, Madagascar, le Mali, le Sénégal, le Soudan, le Tchad et le Togo.

Ce rapport propose, d'une part, une analyse des liens de références en saison sèche et en saison des pluies, de leur durée, leur qualité et le coût financier, à partir des informations contenues dans les rapports techniques de priorisation publiés post-processus de priorisation par ces dix pays. D'autre part, il présente les résultats d'une première modélisation des temps et trajets de référence avec AccessMod, et leur comparaison avec les données observées sur le terrain. Des cartes ont été produites pour chaque pays, en ayant recours à la même symbologie, afin de permettre des comparaisons de différentes données (références observées en saison sèche et en saison des pluies et références modélisées sur AccessMod), et cela à différentes échelles : à l'échelle d'une référence, à l'échelle sous-nationale des régions sanitaires, et à l'échelle transnationale afin de comparer les différents pays.

## Méthodologie

### Extraction des données brutes

Etape 1 : Extraction des informations brutes en rapport avec les liens de référence depuis les rapports techniques nationaux

Les données mobilisées pour l'analyse des références observées ont été extraites des rapports techniques nationaux.

Premièrement, l'extraction et la conversion en tableur des informations textuelles contenues dans les tableaux « Liens entre les maternités du réseau SONU » propres à chaque région sanitaire a été automatisée via l'utilisation de ChatGPT 4 (les durées en saison sèche et saison des pluies, les commentaires, la région sanitaire, le type de SONU). ChatGPT4 ne parvient pas à identifier les codes couleurs (vert, orange, rouge), ils ont donc été reportés manuellement. Par ailleurs, le mode de report des durées étant fortement variable selon les rapports techniques nationaux, la conversion en format Integer a dû être vérifiée et ajustée référence par référence. Dans le cas où un ordre de grandeur est donné (« maximum une heure », « entre 20 min et 1h »), la valeur maximale a été retenue pour les analyses.

Deuxièmement, une partie des informations au sujet des références (notamment celles inter-régions sanitaires) sont contenues en dehors de ces tableaux. Les commentaires ad-hoc ont été extraits manuellement des rapports techniques et ajoutés à un champ « commentaire modifié » (voir plus bas).

**Tableau 2 : Exemple de tableau répertoriant les liens de référence, reproduit ici sans modifications..**  
**Liens entre les maternités du réseau SONU de la région Loh-Djiboua en Cote d'Ivoire**

SONUC	SONUB	Temps de référence		Qualité globale de la référence
		saison sèche	saison pluies	
CHR Divo	CSU Hire	120 mn	120 mn	Mauvais état des routes/ Barrière financière, Insécurité, Ambulance/ Taxi brousse, 20 à- 25 000 fCFA,
	CSU Hermankono Garo	60 mn	60 mn	Ambulance, Taxi- brousse, 20 000 fCFA
	CSU-DM Public de Divo	20 mn	20 mn	
	HG De Guintry	120 mn	160 mn	route glissante en saison de pluies, Ambulance, 20 000 fCFA
HG Lakota				
HG Grand Lahou (Grands Ponts)	CSU YOCOBOUE	30 mn	30 mn	Taxi-brousse, 3000 fCFA
HG Oumé (Goh)	CSU HIRE	40 mn	40 mn	Ambulance, Taxi-brousse, 10000 fCFA

Source : Priorisation du réseau SONU et cartes des soins obstétricaux et néonataux d'urgence en Côte d'Ivoire - Rapport technique (Brun, n.d.)

Remarque : dans l'exemple de tableau ci-dessus, on voit que certaines maternités SONUC peuvent être priorisées et intégrées au réseau national sans pour autant être un SONU de référence pour d'autres maternités SONUB (exemple de HG Lakota), et que certains SONUC réfèrent à des SONUC d'autres régions sanitaires (CSU Hire pour HG Oumé dans la région sanitaire de Goh).

Etape 2 : Recherche de correspondance entre les noms des structures inscrites dans les rapports et celles des shapefile SONU

A partir des tables de références nationales obtenues à la première étape, une recherche de correspondance entre les noms des structures SONU telles que nommées dans les rapports et les noms des structures SONU identifiés dans les fichiers shapefile multipoints a été effectuée à l'aide de techniques de gestion des données dans Excel, de techniques de *fuzzymatching* dans ChatGPT4 et de correspondances manuelles. Avec ArcGISPro 3.2, grâce à l'outil « Join », ces tables ont été spatialisées et associées aux SONU correspondants.

## Modélisation des références avec AccessMod

### AccessMod

AccessMod est basé sur un algorithme de chemin le moins coûteux qui calcule l'itinéraire le plus rapide entre n'importe quel emplacement et le service de santé le plus proche. Il peut prendre en compte plusieurs modes de déplacement séquentiels (par exemple, marcher jusqu'à une route, pour ensuite prendre un véhicule motorisé), plusieurs types d'obstacles au mouvement, la capacité des établissements de santé et la population lors de la détermination des zones de desserte. De plus, AccessMod considère la direction du mouvement en appliquant une analyse anisotrope (c'est-à-dire en considérant la pente du terrain pour modéliser avec précision les vitesses de vélo et de marche). Contrairement à de nombreuses approches de modélisation de l'accessibilité basées sur un ensemble de données routières parfaitement routables, AccessMod peut prendre en compte les déplacements hors route en plus des déplacements routiers. Les vitesses de déplacement sur route et hors route et les modes de transport sont définis par l'utilisateur dans un scénario de déplacement qui attribue ces contraintes de déplacement à chaque couverture terrestre et/ou catégorie de route trouvée dans les données d'entrée (Curtis et al., 2021, p. 2-3) (Ray & Ebener, 2008).

« L'analyse de référence permet de calculer les temps de trajet et / ou les distances le long des trajets de moindre coût [...] entre deux groupes de centres de santé. Ce chemin est différent d'une ligne droite car il prend en compte les contraintes du paysage ainsi que les modes et les vitesses de déplacement de la population. » (Ray et al., 2022, p. 73)

## Etape 3 : Préparation des données géospatiales d'entrée

Afin de produire une analyse de référence sur AccessMod, les données nécessaires ont été récupérées sur le Sharepoint du projet GeoHealth UNFPA, dans les fichiers correspondants à chaque pays.

- Le modèle numérique d'altitude (DEM) : « contient les valeurs d'élévation Digital Elevation Model dans un jeu de données au format raster. Il est important de prendre en compte la topographie du terrain car elle peut influencer (de manière positive ou négative) sur la vitesse de déplacement sur une occupation du sol donnée, en fonction du scénario de déplacement. Cela est particulièrement vrai lorsque les patients marchent ou utilisent un vélo pour se rendre dans un établissement de santé » (Ray et al., 2022, p. 19).
- La couche d'occupation du sol fusionnée : la couche d'occupation du sol au format raster créé en fusionnant le réseau routier, le réseau hydrographique (rivières et plans d'eau) et la couche d'occupation du sol de base.
- La table de scénario : les scénarios de déplacement pertinent pour chaque pays ou région sanitaire ont été établis en amont lors du processus de priorisation. De manière générale, les scénarios combinés marche et transport motorisés ont été préférés.

- Pour certains pays (comme le Soudan ou le Mali), des scénarios différents ont été identifiés pour chaque région sanitaire. A l'aide de la fonction R multi\_ts.R créé par Pablo Timoner qui permet de gérer différents scénarios de déplacement pour différentes unités administratives, un unique scénario de voyage et sa couche d'occupation du sol fusionnée correspondante ont été créés avec le logiciel RStudio.
- La couche des structures de santé : une couche SIG au format vectoriel contenant les localisations géographiques des structures de santé

#### Etape 4 : Choix de modélisation sur AccessMod

Après plusieurs essais, les paramètres suivants ont été sélectionnés :

- L'option Analyse anisotropique a été sélectionnée, en utilisant le DEM et en prenant en compte la pente ;
- Pas de temps de voyage maximum ;
- L'option "Knight's move" n'a pas été choisie. Elle permet d'effectuer une analyse sur 16 cellules voisines au lieu de 8. L'analyse est alors plus lente, mais plus précise et permet d'obtenir des aires de captage plus arrondies dans les régions avec une occupation du sol uniforme ;
- L'option "Permuter les groupes" a été activée : elle permet d'améliorer le temps de calcul lorsqu'il y a plus de structures sélectionnées dans le groupe de départ que dans celui d'arrivée. Mais 'Limiter l'analyse spatiale aux paires les plus proches en temps' n'est pas possible si cette option est sélectionnée. Nous n'allons pas utiliser cette option pour l'exercice ;
- L'option "Sortir une couche de tous les chemins entre structures sélectionnées" a été sélectionné car elle permet de sortir un shapefile polyline avec les chemins de moindre coût entre toutes les paires de points qui ont été considérées.
- L'option "Activer la parallélisation" a été sélectionnée, elle permet de distribuer la charge de calcul sur plusieurs processeurs, si possible et quand cela en vaut la peine en termes de mémoire.
- L'option "Limiter l'analyse aux paires les plus proches en temps" n'a pas été sélectionnée. Elle limite l'analyse et la table de sortie à la structure de santé la plus proche, en termes de temps de déplacement ;
- L'option "Mesurer les distances du centre de la cellule" a été sélectionnée.

Les fichiers de sortie utilisés pour cette étude sont :

- Le shapeline polyline avec les chemins de moindre coût ;
- La table contenant tous les résultats par paires, c'est-à-dire les distances et les temps de parcours de chaque paire "structure de santé" - "Hôpital"
- La table "référence plus proche par temps" qui indique laquelle des structures sélectionnées de départ est la plus proche en temps de parcours de chacune des structures d'arrivée.

#### Reformatage des données afin de faciliter leur analyse

##### Etape 5 : mise en forme d'une base de données finale

A partir de ces données compliées et modélisées, un fichier Excel commun à tous les pays a été créé. Un travail de décomposition et de précision des informations contenues dans et en dehors de la section « commentaires » des tableaux de références des rapports techniques a été effectué afin d'affiner les informations sur les prix et les causes des références de moindre qualité. Si les informations ont été

décomposées, les informations brutes sous leurs formes originales ont également été gardées dans la base de données afin de ne pas perdre d'informations (un tableau résumant les champs de la base de données finale est disponible en annexe).

## Choix d'analyse et de représentation des résultats

### Valeurs aberrantes, deux méthodes distinctes de classification des données

Un seuil a été fixé à 5% pour déterminer les valeurs aberrantes. Deux sélections différentes ont été faites. Pour les comparaisons transnationales de durée et de prix de référence, les données sans les valeurs aberrantes (95%) ont été utilisées. Pour les analyses qualitatives sur la qualité des références et la catégorisation des commentaires, la totalité des références a été prise en compte.

<b>Résumé des modifications pour les références observées</b>	
Calcul: palier de 5% maximum et minimum	
Saison sèche	Saison des pluies
< 20	< 29
> 240	> 300
Nombre de lignes avant filtrage: 965	
Nombre de lignes après filtrage : 878	

<b>Résumé des modifications pour la comparaison des références observées et modélisées</b>
Calcul: (durée modélisée / durée observée)/ durée observée *100
Parmi ces valeurs absolues, limite des 5% les plus extrêmes
Nombre de lignes avant filtrage: 965
Nombre de lignes après filtrage : 855

Les références se trouvant dans la région sanitaire de la capitale nationale ont été considérées comme des références urbaines, les références d'autres régions ont été considérées comme des références rurales. Ce système de classification manque de précision et doit être approfondi mais il permet d'obtenir une première analyse des différences d'accessibilité selon le type de milieu.

<b>Résumé des modifications pour la comparaison des références urbaines et rurales</b>
Calcul: à partir de la totalité des données (avec les valeurs aberrantes), les références ont été classifiées selon leur région d'appartenance (si le SONUB se trouve dans la région de la capitale administrative, la référence est considérée comme urbaine).
Nombre de références en zones urbaines: 142
Nombre de lignes en zones rurales : 823

### Paliers de durée de référence

Les paliers de temps de référence ont été sélectionnés selon la littérature scientifique et les recommandations UNFPA. Les choix de paliers sont similaires pour tous les pays malgré l'hétérogénéité des situations, afin d'établir une norme et de produire des analyses comparées.

### Choix cartographiques

Les cartes de temps de référence produits dans ce rapport ont été faites selon les paliers mentionnés ci-dessus. Afin de calculer les temps de référence moyenne à l'échelle régionale, les durées de référence ont été associés aux SONU de départ plutôt qu'aux SONU d'arrivée. En conséquence, certains liens de référence dont la majeure partie (en distance) se trouve dans la région sanitaire d'arrivée ont quand même été associés à la région sanitaire de départ.

### Catégorisation des commentaires

Les catégories de commentaires ont été sélectionnées au regard de la littérature existante sur l'accessibilité aux SONU et au regard des limitations les plus souvent mentionnées dans les rapports nationaux. Les catégories sont les suivantes : Infrastructure de transport, saison en climat, moyen de transport, carburant, coût financier, Raisons culturelles, Autres.

## Présentation des résultats

### Analyse des liens de références observés en saison sèche et en saison des pluies

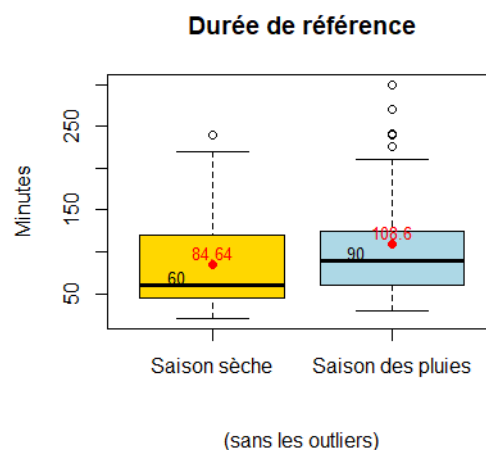
#### Analyse globale des durées de référence

##### *Pour l'ensemble des pays*

En saison sèche, la moitié des références sont réalisées en une heure ou moins, et les trois quarts sont réalisées en deux heures ou moins, ce qui correspond aux préconisations de l'UNFPA. Le temps médian de référence en saison des pluies augmente de 30% par rapport aux références en saison sèche et passe d'une heure à une heure et demie, ce qui est une augmentation importante. La différence en minute d'une saison à l'autre est de 23 minutes sans les valeurs extrêmes. Une référence en saison des pluies est en moyenne 28% plus longue qu'en saison sèche.

L'étendue est plus élevée en saison des pluies qu'en saison sèche car les problèmes de saison et de qualité des infrastructures de transport ont surtout des conséquences sur les longs trajets : la durée de la référence en valeur absolue augmente considérablement.

Les valeurs maximales sont difficilement interprétables du fait de la variabilité entre les pays de nombreux facteurs (des infrastructures, du nombre de formations sanitaires, hétérogénéité des géographies). L'écart type élevé met en évidence une grande variabilité entre les pays.



Statistiques récapitulatives des données (sans les outliers)							
Saison	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Max	Ecart-type
Saison sèche	20	45	60	84,64	120	240	120
Saison des pluies	29	60	90	108,6	125	300	125
Différence moyenne entre les saisons							
En minutes		23.9 minutes					
En % de la référence		28.31%					

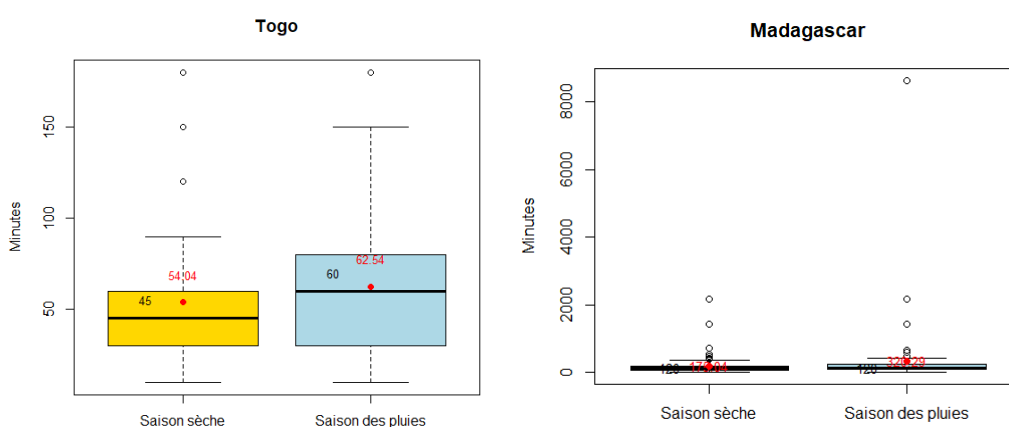
##### *Etude de cas pour le Togo et Madagascar (avec les outliers)*

La durée minimale de référence en saison sèche est de 10 minutes pour les deux pays (souvent des références en zones urbaines) cependant on observe de grands écarts sur les autres indicateurs, notamment leurs durées de référence médianes et le 3ème quartile.

Au Togo, 75% des références ont une durée inférieure ou égale à une heure en saison sèche. La durée médiane de référence est de 45 minutes en saison sèche et une heure en saison des pluies. Il y a peu d'écart de durée entre les deux saisons. C'est le pays où le temps de référence moyen est le plus bas. A Madagascar, seul un quart des références ont une durée inférieure ou égale à une heure. La durée médiane de référence est de deux heures toutes saisons confondues. C'est le pays où le temps de référence moyen est le plus haut. En saison des pluies, ces différences sont exacerbées. Les durées de références maximales à Madagascar peuvent atteindre 1,5 jours en saison sèche et 6 jours en saison des pluies. Les cartes mettent en évidence que l'accessibilité est moins bonne dans la partie sud du pays que dans la partie nord, ce qui correspond par ailleurs aux différences socio-économiques territoriales.

Togo : durées de références observées							
Saison	Min	Q1	Méd.	Moy.	Q3	Max	Ecart-type
Saison sèche	10	30	45	54,04	60	180	30,58
Saison des pluies	10	30	60	62,54	80	180	34,94

Madagascar : durées de références observées							
Saison	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Max	Ecart-type
Saison sèche	10	60	120	175,04	180	2160	245,02
Saison des pluies	10	90	120	320,3	240	8640	981,16



## Analyse des durées de référence par palier

### Pour l'ensemble des pays

En saison sèche, plus de 87% des références ont une durée inférieure ou égale à deux heures. En saison des pluies, plus de 70 % des références ont une durée inférieure ou égale à deux heures. Le palier de la demi-heure, récemment préconisé par l'UNFPA, n'est atteint que dans 17.65 % des cas en saison sèche, et 11.86% des cas en saison des pluies. Les références de plus de quatre heures représentent 3% du total en saison des pluies et sont nulles en saison sèche.

Durée par paliers (95%)						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-120	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	14.12	37.65	35.70	9.07	3.44	0.00
	<i>Cumul</i>	<i>51.78</i>	<i>87.49</i>	<i>96.56</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>
Saison des pluies	7.69	30.65	36.62	13.66	8.26	3.10
	<i>Cumul</i>	<i>38.35</i>	<i>74.97</i>	<i>88.63</i>	<i>96.90</i>	<i>100.00</i>

En analysant séparément les liens de référence en milieu urbain et en milieu rural, il ressort que la quasi-totalité des références en milieu urbain ont une durée inférieure ou égale à deux heures, tandis que près d'une référence sur cinq est supérieure à deux heures en saison sèche, et près d'une sur trois en saison des pluies. Cette comparaison entre zones urbaines et rurales met en évidence l'importance de la mise en place de liens de référence de qualité en zones rurales.



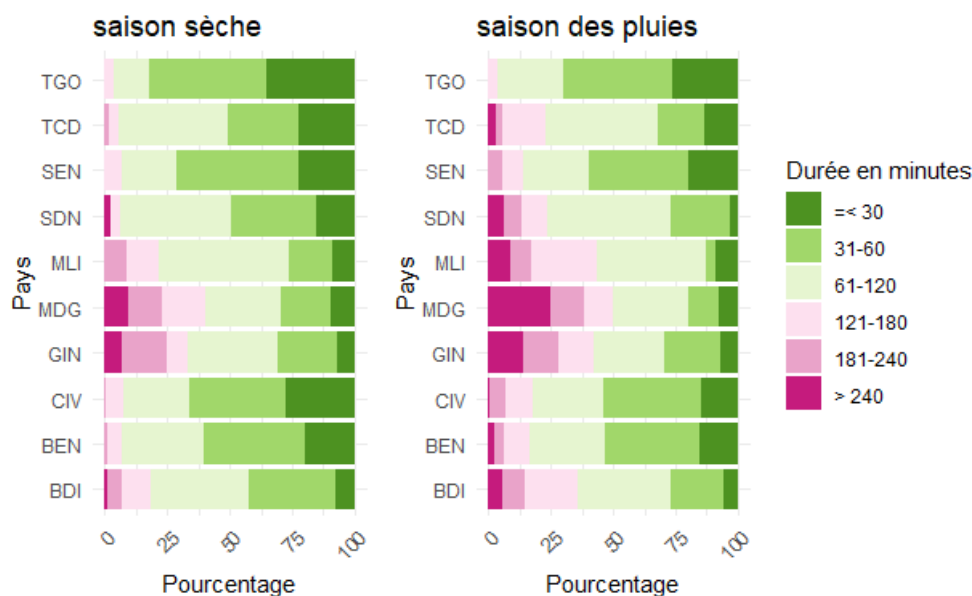
Durée par paliers hors zones urbaines						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-120	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	15,71	31,30	34,35	9,99	5,72	2,92
	<i>Cumul</i>	<i>47,02</i>	<i>81,36</i>	<i>91,35</i>	<i>97,08</i>	<i>100,00</i>
Saison des pluies	9,40	24,66	34,19	14,41	8,79	8,55
	<i>Cumul</i>	<i>34,07</i>	<i>68,25</i>	<i>82,66</i>	<i>91,45</i>	<i>100,00</i>

Durée par paliers en zones urbaines						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	28,87	50,00	20,42	0,70	0,00	0,00
	<i>Cumul</i>	<i>78,87</i>	<i>99,30</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
Saison des pluies	26,06	45,77	27,46	0,70	0,00	0,00
	<i>Cumul</i>	<i>71,83</i>	<i>99,30</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>

#### Analyse par paliers pays par pays

Il ressort des analyses distinctes par pays que Madagascar, la Guinée et le Mali sont les pays avec le plus de références dont la durée est supérieure à deux heures. Par ailleurs, le Tchad, le Sénégal, le Burundi et le Mali ont les plus grandes variations inter saisonnières.

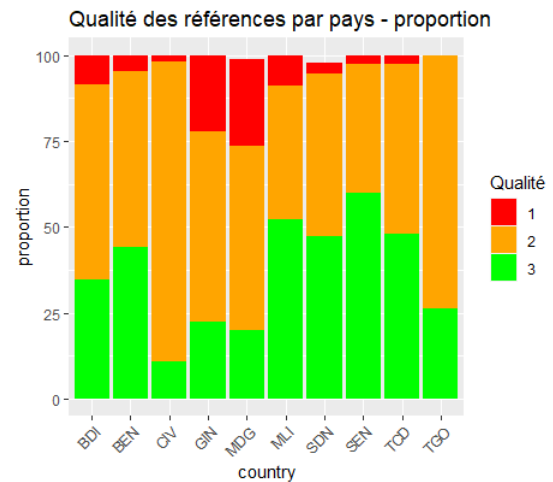
A Madagascar, les cartes mettent en évidence que l'accessibilité est moins bonne dans la partie sud du pays que dans la partie nord, ce qui correspond par ailleurs aux différences socio-économiques territoriales.



## Analyse de la qualité de référence

Un tiers des références sont considérées comme de bonne qualité, environ 60% de qualité moyenne et seulement 10% sont considérées comme difficiles. A l'échelle nationale, les pays aux références les plus qualitatives sont le Sénégal, le Mali, le Soudan et le Tchad.

Qualité des références, tous		
Qualité de la référence	Compte	% du total
Référence difficile	87	9.02
Référence moyenne	555	57.51
Référence bonne	323	33.47
Total	965	100



La méthode de catégorisation des commentaires aux références a été explicitée plus haut. Les analyses issues de cette classification mettent en évidence que la cause principale des références difficiles et moyennes est le coût financier associé à la référence vers un SONUC : la limite du coût financier est mentionnée plus d'une fois sur deux, pour environ 65% des références. Le coût financier des références est plus souvent mentionné que l'absence d'ambulances ou l'existence d'ambulances obsolètes. Il faut cependant noter que ces commentaires se regroupent car s'il n'y a pas d'ambulance, une partie des patientes ont recours à un taxi, qui est donc payant. Une analyse plus approfondie des coûts financiers à la référence sera abordée dans la partie suivante de ce rapport). La seconde catégorie la plus mentionnée au sujet des références rouges et orange est la mauvaise qualité des infrastructures de transport (la mauvaise qualité des routes, l'absence de routes etc.). Si la question des coûts n'a pas encore bien été documenté dans la littérature scientifique, le lien entre la qualité des infrastructures routières et l'accessibilité des SONU a été largement documentée. Enfin, les références associées aux catégories « Raisons culturelles » et « Autres » peuvent être mises en lien direct avec les conclusions de Keyes et al. Au sujet des comportement de *bypassing*. En effet, on retrouve dans la catégorie « Autres » des commentaires tels que la difficulté à se loger, une mauvaise communication ou une absence de motivation de la part des équipes médicales (Keyes et al., 2019).

Causes	Références moyennes		Références difficiles	
	Compte	%	Compte	%
Coût financier	360	64.86	57	65.52
Infrastructure de transport	191	34.41	72	82.76
Moyen de transport	188	33.87	18	20.69
Saison et climat	52	9.37	19	21.84
Carburant	40	7.21	3	3.45
Raisons culturelles	12	2.16	0	0.00
Insécurité	12	2.16	13	14.94
Autres	14	2.52	3	3.45

### Analyse des coûts de référence

L'analyse des prix menée dans cette partie doit être interprétée en lien avec ce qui a été soulevé dans la revue de la littérature : les estimations de prix des références sont lacunaires, et il existe des coûts cachés difficilement estimables. Ainsi, dans le cas du Burundi, du Mali et du Togo, les rapports techniques ne font aucune mention des coûts de la référence. Cette information est interprétée strictement comme un manque d'informations plutôt que comme le résultat de la gratuité des références gratuites. Par ailleurs, au sein d'un même rapport national, certaines références font l'objet d'une estimation financière et d'autres non. A nouveau, il ne semble pas pertinent de considérer de tels liens de référence comme complètement gratuits. Afin de calculer des coûts moyen et médian par kilomètre les plus justes, les données aux modélisations aberrantes ont été retirées du jeu de données.

#### Pour l'ensemble des pays

Sur 855 références, 450 mentionnent un problème de coût financier dans leurs commentaires, soit plus de la moitié. Le coût médian d'une référence est de 21 USD au total, et de 0.73 USD par kilomètre parcouru (selon les informations de distances modélisées sur AccessMod).

#### Analyse des prix pays par pays :

En Côte d'Ivoire, à Madagascar et au Soudan, plus des trois quarts des références sont payantes. En Guinée, plus d'une référence sur deux est payante. La proportion de références payantes dans les autres pays est plus modérée.

A Madagascar, le coût médian de 2.3281USD par kilomètre en moyenne, ou un coût médian par référence de 67.5 USD. En Côte d'Ivoire, le coût médian de la référence est 23.03USD, soit 0.72 USD par kilomètre.

Données filtrées sans les outliers modélisés							
Pays	Nombre total de références	Mention du prix (v. absolue)	Mention du prix (%)	Coût moyen	Coût médian	Coût médian par kilomètre	Ecart-type
Totalité des pays	855	450	52.6	37.44	21	0.73	46.15
BDI	102.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA
BEN	84.00	31.00	36.90	7.16	6.88	0.23	6.78
CIV	150.00	143.00	95.33	27.86	23.03	0.72	19.59
GIN	77.00	44.00	57.14	35.61	35.75	1.09	27.26
MDG	125.00	102.00	81.60	97.20	67.50	2.28	82.48
MLI	20.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA
SDN	78.00	68.00	87.18	20.92	15.88	0.27	16.66
SEN	116.00	31.00	26.72	24.40	27.00	0.60	8.78
TCD	49.00	9.00	18.37	29.75	29.75	0.76	6.01
TGO	54.00	22.00	40.74	NA	NA	NA	NA

## Analyse comparative entre les liens de références observés et modélisés

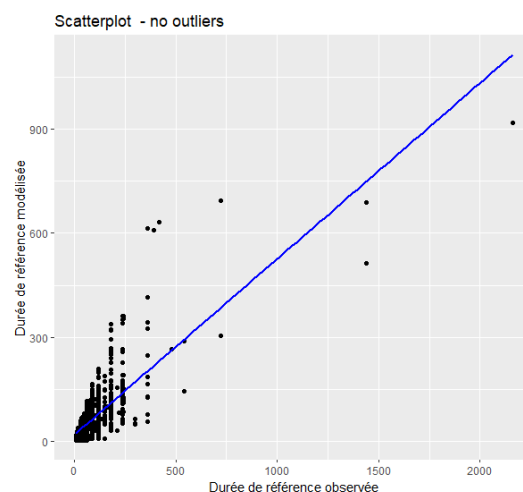
### Comparaison globale des durées de références observées et modélisées

Statistiques récapitulatives des données observées vs. Modélisées (95%)							
Jeu de données	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Max	Ecart-type
Données observées	10	45	60	97.91	120	2160	122.76
Données modélisées	2	26	49	68.47	83	918	80.61

Différence moyenne entre les jeux de données (95%)	
En minutes	29.44
En % de la référence	30.07%

De manière globale, on observe une tendance à la sous-estimation des temps de référence. La différence entre la durée moyenne estimée et observée est de 29.44 minutes, soit une sous-estimation du temps de parcours de 30.07%. La différence entre la durée médiane estimée et observée est de 11 minutes, soit une sous-estimation du temps de parcours de 18.33%. Ces écarts entre durée observée et durée modélisée sont relativement faibles. Le modèle semble avoir du mal à prédire les temps de trajet dans les zones urbaines, indiqué par un  $R^2$  et un coefficient de Pearson bas.

	Données totales	Sans les outliers modélisés	Références en zones urbaines	Références hors zones urbaines
$R^2$	0.31	0.60	0.17	0.77
C. de Pearson	0.56	0.77	0.41	0.55
RMSE	110.53	84.52	47.8	89.67
MAE	58.10	44.39	39.17	45.35



## Analyse des durées de référence par palier

### Pour l'ensemble des pays

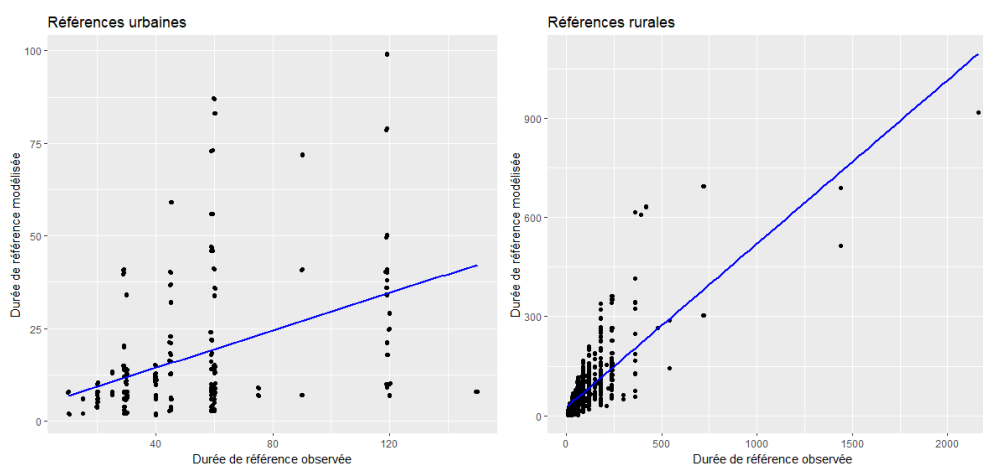
On voit que AccessMod a tendance à sous-estimer fortement les durées de référence pour les trajets courts. Si seulement 8% des références observées ont une durée inférieure ou égale à 30 minutes, près de 30% des références sont modélisées en deca de 30 minutes. Cela est un premier indice de difficulté en lien avec les trajets en zone urbaines.

<b>Durée par paliers (95%)</b>						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Données observées	8.68	24.38	38.45	15.01	6.45	7.03
	<i>Cumul</i>	<i>33.06</i>	<i>71.51</i>	<i>86.52</i>	<i>92.97</i>	<i>100.00</i>
Données modélisées	29.12	30.76	26.78	7.95	1.99	3.39
	<i>Cumul</i>	<i>59.88</i>	<i>86.67</i>	<i>94.62</i>	<i>96.61</i>	<i>100.00</i>

En décomposant les temps de référence par paliers entre les zones urbaines et non urbaines, il ressort que AccessMod est effectivement moins performant pour modéliser les durées de références en zones urbaines. Alors que seulement 30.8% des références observées sont inférieures à 30 minutes en zones urbaines, 78.2% des références urbaines modélisées sont comprises dans cet intervalle. Pour les références hors zones urbaines, les durées modélisées sont plus proches des données observées.

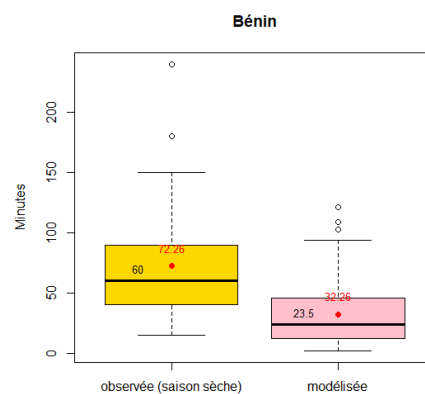
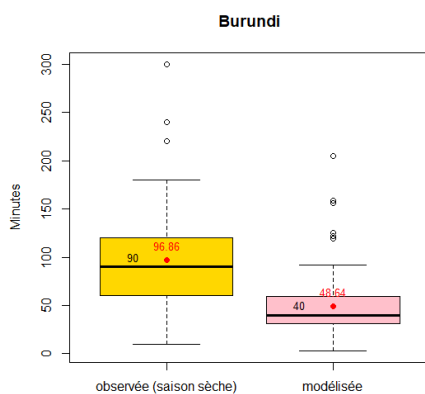
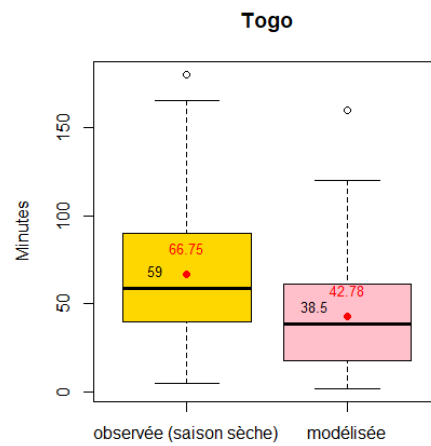
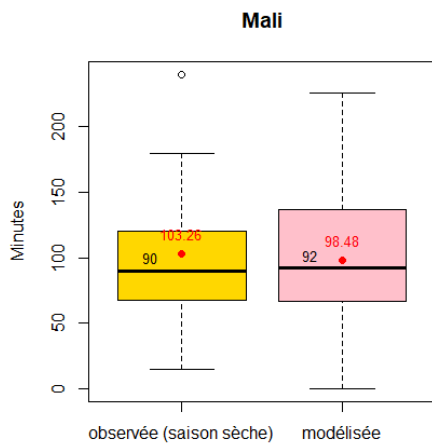
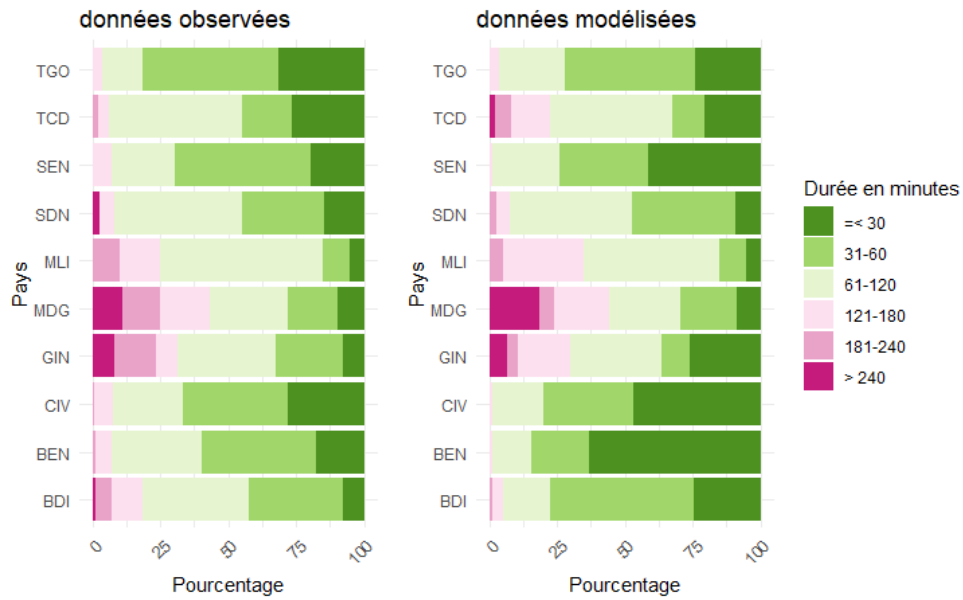
<b>Durée par paliers, références urbaines</b>						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Données observées	30.83	50.38	18.05	0.75	0.00	0.00
	<i>Cumul</i>	<i>81.20</i>	<i>99.25</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>
Données modélisées	78.20	17.29	4.51	0.00	0.00	0.00
	<i>Cumul</i>	<i>95.49</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>

<b>Durée par paliers, références rurales</b>						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Données observées	14.86	30.83	35.28	10.28	5.56	3.19
	<i>Cumul</i>	<i>45.69</i>	<i>80.97</i>	<i>91.25</i>	<i>96.81</i>	<i>100.00</i>
Données modélisées	21.33	32.55	30.47	9.28	2.35	4.02
	<i>Cumul</i>	<i>53.88</i>	<i>84.35</i>	<i>93.63</i>	<i>95.98</i>	<i>100.00</i>



*Analyse des modélisations pour certains pays*

Les pays pour lesquels on observe la meilleure modélisation sont la Mali (la différence relative moyenne est de 9.49%, la différence relative médiane de 4.4 % et la différence relative écart type de 16.4 minutes) et le Togo (la différence relative moyenne est de 6.9%, la différence relative médiane de 20.90 % et la différence relative écart type de 9.32 minutes). A l'inverse, il semble que les modélisations de durée de référence au Bénin et au Burundi soit plus éloignées des temps de trajet observés.



### Modélisations aberrantes et outliers :

D'une part, les écarts entre données modélisées et observées sont d'une part dues à la fiabilité et la précision des données disponibles, d'autre part à des mauvaises interprétations d'AccessMod. La présentation de quelques exemples permet de mettre en évidence les différentes limites à la modélisation des parcours et durées de référence via AccessMod.

#### *Manque de fiabilité des informations sur les réseaux routiers*

Selon le rapport technique national produit par les équipes du Burundi, la durée de référence depuis le CDS Nyamakarabo vers la Clinique Agape de Rugombo (région sanitaire de Cibitoke) est estimée à une heure, tandis que la modélisation AccessMod estime le temps de trajet à 142 minutes. Le rapport précise :

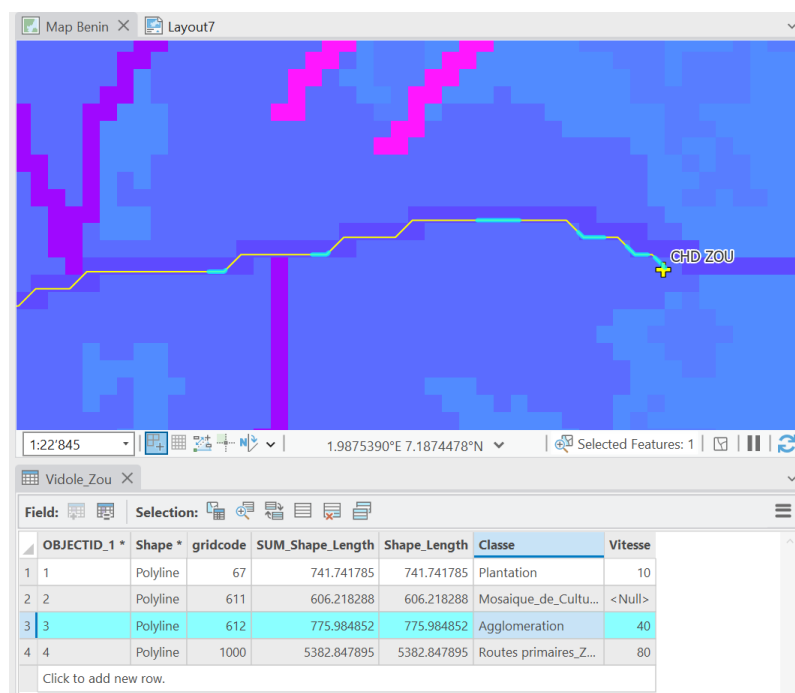
« Les aires de captage des maternités du réseau identifiées par le groupe de travail sont longilignes, démontrant une grande dépendance au réseau routier. Ceci peut être une conséquence de la faible fiabilité de la cartographie disponible pour le réseau routier tertiaire. Cela semble être le cas pour les centres de santé de Nyamakarabo et de Murwi qui montre une aire de captage ronde, caractéristique des zones enclavées. En l'absence de routes, c'est en effet le modèle "marche" qui est utilisé et qui s'étend beaucoup moins - avec la contrainte des 120min de voyage - que le modèle "motorisé". [...] L'absence de réseau routier semble être responsable d'une mauvaise desserte du centre de la province, à moins que l'insuffisance d'information sur le réseau tertiaire ne vienne fausser cette appréciation. » (Brun, 2017, p. 44)

On voit que des informations lacunaires sur les infrastructures routières – à la fois leur existence et leur état – empêche la juste estimation des durées et des parcours de référence.

#### *Association au mauvais pixel du raster*

Dans le cas de la référence depuis le CS Vidole jusqu'au CHD Zou au Bénin dans la région sanitaire de Zou, certains tronçons de la référence sont associés à des classes qui ne correspondent pas à la réalité du terrain. La capture d'écran laisse penser que ces tronçons de références devraient être associés à la classe « Route primaire » cependant AccessMod les associe en partie à la classe « Agglomération » pour laquelle la vitesse de déplacement est inférieure. Ainsi, alors que la durée de cette référence est catégorisée comme inférieure à 30 minutes dans le rapport technique, la durée modélisée est de 324 minutes par AccessMod.

**Figure 3 : Capture d'écran du Projet ArcGIS Pro mettant en évidence l'erreur de classification de la référence CS Vidole - CHD Zou**



#### Mauvaise appréciation des vitesses dans les scénarios de voyage

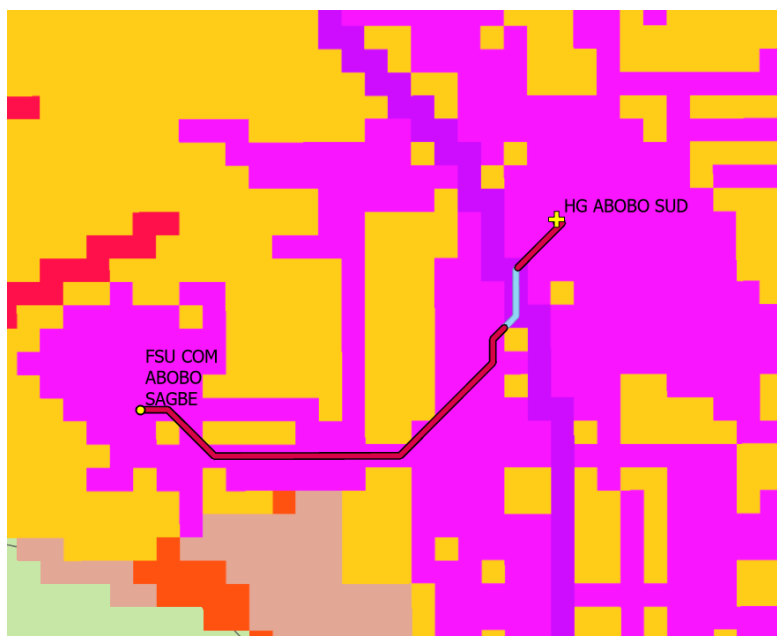
Dans le cas de la référence HG Gueyo – CHR Gagnoa dans la région sanitaire du Nawa en Côte d'Ivoire, les informations contenues dans le rapport sur l'état des routes ne semblent pas correspondre aux vitesses définies dans le scénario de voyage. La durée de référence est estimée à deux heures et demie dans le rapport technique et est modélisée à 304 minutes (soit le double).

#### Modélisation en zone urbaine et limites du processus de fusion de la couche d'occupation du sol

Le cas de la référence FSU Com Abobo Sagbe– HG Abobo Sud dans la région sanitaire de Abidjan 1 en Côte d'Ivoire illustre deux limites de la modélisation. Premièrement, les informations contenues dans le rapport sur l'état de la circulation ne correspondent pas aux vitesses définies dans le scénario de voyage. En effet, le rapport précise que les embouteillages sont fréquents dans cette région alors que les vitesses sont définies à 110 et 80 km/h. On retrouve ici une occurrence des faiblesses de modélisation en zones urbaines présentées plus haut dans ce rapport.

Deuxièmement, une partie du segment (segment bleu) est associé à l'autoroute (raster de couleur violette). Lors de la fusion de la couche d'occupation du sol dans AccessMod, les routes sont superposées au-dessus des barrières, de sorte que toute route existante passant par-dessus une barrière soit considérée comme praticable. Ce processus est applicable ici également : s'il ne semble pas crédible qu'une patiente emprunte l'autoroute pour parcourir 200 mètres en centre-ville, la vitesse de 110 km/heure a été appliquée à cette portion de la référence. On voit donc que la multiplicité des modes et des infrastructures de transports propre aux zones urbaines est difficilement prise en compte par Accessmod.

**Figure 5 : Capture d'écran du Projet ArcGIS Pro mettant en évidence le passage sur l'autoroute pour la référence FSU Com Abobo Sagbe– HG Abobo Sud**



#### Impossibilité de modéliser les références sur l'eau

Enfin, AccessMod ne permet pas de modélisation des références effectuées en transport maritime. Un certain nombre de références – comme celle depuis le CS Kassa situé de l'archipel de Loos au large de Conakry, vers le HN Ignace Deen et le CMC Bernard Kouchner. Cette référence se fait en bateau et n'est pas modélisable sur AccessMod.



## Conclusion

L'étude des liens de référence présenté dans ce rapport permet de confirmer plusieurs facteurs influençant l'accessibilité des femmes au SONU. Premièrement, il existe une différence d'accessibilité entre la saison sèche et la saison des pluies : les conditions météorologiques en saison des pluies allongent les temps de parcours. L'analyse des durées de référence par palier et en différenciant les parcours intra et extra-urbains met en évidence le fait que la qualité et l'efficacité des liens de références au sein d'un réseau sanitaire sont d'autant plus importantes en dehors des zones urbaines. En lien avec ces deux propositions, une coordination entre les institutions sanitaires et celles en charge des infrastructures routières semble nécessaire afin d'augmenter l'accessibilité dans les zones géographiquement reculées.

Ce rapport met également en évidence la difficile comparaison internationale des durées de référence, du fait des réalités socioéconomiques différentes, de l'hétérogénéité des territoires nationaux et des spécificités locales des systèmes de santé et des pratiques sociales.

Cette étude a permis de faire un état des lieux des coûts financiers rattachés à la référence inter-SONU et supportés par les patientes. Il ressort de l'analyse des commentaires et des prix que plus de la moitié des références retenues post-processus de priorisation du réseau sanitaires sont payantes : c'est la première cause mentionnée pour justifier d'une qualité médiocre ou mauvaise de référence. Si les données disponibles au sujet des prix sont lacunaires, elles permettent d'établir le coût financier comme un facteur majeur empêchant l'accessibilité aux SONU.

Les modélisations de temps et de parcours de référence ont démontré l'efficacité d'AccessMod pour estimer les durées de trajet en zones rurales, mais une forte tendance à la surestimation des durées de références est observée en zones urbaines : la complexité des mobilités urbaines est un frein à une modélisation efficace. Par ailleurs, les références s'effectuant par des moyens de transport fluviaux ne sont pas modélisables.

Enfin, les analyses de prix et les écarts entre références modélisées et observées mettent en évidence l'importance de la qualité et de la précision des données, notamment au sujet des infrastructures de transport. Les mauvaises estimations de vitesses ou les lacunes dans l'établissement de réseaux routiers influencent les trajets et les durées de référence modélisée. Il est également nécessaire de rappeler que ces estimations de durée ne prennent pas en compte certains déterminants à l'accessibilité présentés en introduction de ce rapport : comportement de bypassing, durée de la prise de décision à recourir à des soins de la part de la patiente, et à référer vers un SONUC pour le médecin, temps d'attente intra-hospitalier, contexte social local et personnel.

## Bibliographie

- [1000] *GeoHealth*. (2019, mars 22). <https://www.unige.ch/medecine/isg/en/research/1000ray/>
- Brun, M. (s. d.). *Priorisation du réseau SONU et cartes des soins obstétricaux et néonataux d'urgence en Côte d'Ivoire—Rapport technique* (p. 262). UNFPA.
- Brun, M. (2017). *Priorisation et cartes des soins obstétricaux et néonataux d'urgence au Bénin—Rapport technique* (p. 127). UNFPA.
- Brun, M., Monet, J., Moreira, I., Agbigbi, Y., Lysias, J., Schaaaf, M., & Ray, N. (2020). *Améliorer les Soins Obstétricaux et Néonataux d'Urgence (SONU). - Manuel de mise en œuvre pour le développement d'un réseau national de maternités de référence* (p. 164) [Manuel]. UNFPA.
- Campbell, O. M. R., Calvert, C., Testa, A., Strehlow, M., Benova, L., Keyes, E., Donnay, F., Macleod, D., Gabrysch, S., Rong, L., Ronsmans, C., Sadruddin, S., Koblinsky, M., & Bailey, P. (2016). The scale, scope, coverage, and capability of childbirth care. *The Lancet*, 388(10056), 2193-2208. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31528-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31528-8)
- Curtis, A., Monet, J.-P., Brun, M., Bindaoudou, I. A.-K., Daoudou, I., Schaaf, M., Agbigbi, Y., & Ray, N. (2021). National optimisation of accessibility to emergency obstetrical and neonatal care in Togo : A geospatial analysis. *BMJ Open*, 11(7), e045891. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045891>
- Ebener, S., Guerra-Arias, M., Campbell, J., Tatem, A. J., Moran, A. C., Amoako Johnson, F., Fogstad, H., Stenberg, K., Neal, S., Bailey, P., Porter, R., & Matthews, Z. (2015). The geography of maternal and newborn health : The state of the art. *International Journal of Health Geographics*, 14(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s12942-015-0012-x>
- Ebener, S., Stenberg, K., Brun, M., Monet, J.-P., Ray, N., Sobel, H. L., Roos, N., Gault, P., Conlon, C. M., Bailey, P., Moran, A. C., Ouedraogo, L., Kitong, J. F., Ko, E., Sanon, D., Jega, F. M., Azogu, O., Ouedraogo, B., Osakwe, C., ... Torres, T. T. (2019). Proposing standardised geographical indicators of physical access to emergency obstetric and newborn care in low-income and

- middle-income countries. *BMJ Global Health*, 4(Suppl 5), e000778.  
<https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000778>
- Keyes, E. B., Parker, C., Zisette, S., Bailey, P. E., & Augusto, O. (2019). Geographic access to emergency obstetric services : A model incorporating patient bypassing using data from Mozambique. *BMJ Global Health*, 4(Suppl 5), e000772. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000772>
- Kyei-Nimakoh, M., Carolan-Olah, M., & McCann, T. V. (2017). Access barriers to obstetric care at health facilities in sub-Saharan Africa—A systematic review. *Systematic Reviews*, 6(1), 110.  
<https://doi.org/10.1186/s13643-017-0503-x>
- Ouma, P. O., Maina, J., Thurair, P. N., Macharia, P. M., Alegana, V. A., English, M., Okiro, E. A., & Snow, R. W. (2018). Access to emergency hospital care provided by the public sector in sub-Saharan Africa in 2015 : A geocoded inventory and spatial analysis. *The Lancet Global Health*, 6(3), e342-e350. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30488-6](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30488-6)
- Pirkle, C. M., Fournier, P., Tourigny, C., Sangaré, K., & Haddad, S. (2011). Emergency Obstetrical Complications in a Rural African Setting (Kayes, Mali) : The Link Between Travel Time and In-Hospital Maternal Mortality. *Maternal and Child Health Journal*, 15(7), 1081-1087.  
<https://doi.org/10.1007/s10995-010-0655-y>
- Ray, N., & Ebener, S. (2008). AccessMod 3.0 : Computing geographic coverage and accessibility to health care services using anisotropic movement of patients. *International Journal of Health Geographics*, 7(1), 63. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-63>
- Ray, N., Ebener, S., & Moser, F. (2022). *AccessMod 5. Modéliser l'accessibilité physique aux centres de santé en vue d'une couverture sanitaire universelle. Guide de l'Utilisateur et Tutoriel.*  
<https://doc-accessmod.unepgrid.ch/pages/viewpage.action?pageId=820281>
- Targets of Sustainable Development Goal 3.* (s. d.). Consulté 5 décembre 2023, à l'adresse  
<https://www.who.int/europe/about-us/our-work/sustainable-development-goals/targets-of-sustainable-development-goal-3>

*Tendances de la mortalité maternelle de 2000 à 2020 : Estimations de l'OMS, de l'UNICEF, du FNUAP, du Groupe de la Banque mondiale et de la Division de la population des Nations Unies : résumé d'orientation* (978 92 4 006931 2; p. 13). (2023). Organisation Mondiale de la Santé.  
<https://www.who.int/fr/publications-detail/9789240069251>

## Annexes

### Tableaux et graphiques

#### Champs retenus pour la base de données

<b>Champs retenus pour la base de données</b>			
Nom du champ	Code	Explication	Type de données
Pays	Country	Pays de la référence	Text
Région sanitaire	Region_sanitaire	Région sanitaire dans laquelle se trouve la maternité SONU de départ	text
Maternité de départ	From_sonu	Nom de la maternité SONU de départ	Text
Maternité d'arrivée	To_sonu	Nom de la maternité SONU d'arrivée	Text
Durée de référence en saison sèche brute	SS_brut	Information sur la durée telle qu'écrite dans le rapport (saison sèche)	Text
Durée en saison des pluies brute	SP_brut	Information sur la durée telle qu'écrite dans le rapport (saison des pluies)	Text
Durée en saison sèche en minutes	SS_int	Information sur la durée convertie en format integer (saison sèche)	Int
Durée en saison des pluies en minutes	SP_int	Information sur la durée convertie en format integer (saison des pluies)	Int
Durée modélisée en minutes	Time_AM	Durée de référence modélisée par AccessMod, version 5.7.8	Int
Distance parcourue en km	Distance_km	Durée de référence modélisée par AccessMod, version 5.7.8	int
Qualité	Qualite_categorie	Les références classées en vert prennent la valeur 3, en orange la valeur 2 et en rouge la valeur 1	Int
Commentaire brut	Commentaire_brut	Commentaires contenus dans les tableaux pour chaque lien de référence, auxquels ont été ajoutés les informations au sujet des références dispersées ailleurs dans les rapports	Text

Commentaire catégorisé	Commentaire_Cat	Identifie sept catégories auxquelles un commentaire peut être rattaché. Ces catégories ne sont pas exclusives, elles sont cumulables. Valeurs possibles : Infrastructure de transport, Saison en climat, Moyen de transport, Carburant, Coût financier, Raisons culturelles, Autres	Liste
Date de l'atelier de priorisation	Date_atelier	Date exacte si disponible. Sinon, date arrondie au dernier jour de la semaine/du mois/de l'année	date
Mention du prix	Price_mention	Indique si la référence a un coût financier pour la patiente. Si l'information n'est pas disponible, le champ reste vide.	Yes / no
Devise locale	devise	Code international ISO 4217 de la devise dans laquelle le coût de la référence est spécifié	text
Coût financier brut	Prix_brut	Extrait textuel du commentaire au sujet de coût financier	text
Coût financier en devise locale	Price_amount	Coût financier converti en format integer, dans la devise locale	Int
Taux de change vers le dollar	Taux_change	Taux de change à la date de l'atelier en USD, à la date du 31 octobre 2023	float
Coût de la référence standardisé en dollars	Prix_USD	Prix converti des devises locales vers l'USD selon le taux de change applicable à la date du 31 octobre 2023	int
Différence de durée en %	Diff_pc	Différence entre la durée modélisée et la durée observée en saison sèche en pourcentage	float
Différence de durée en minutes	Diff_min	Différence entre la durée modélisée et la durée observée en saison sèche en minutes	int
Modélisation aberrante	Outlier_95_ys	Définit si la durée modélisée est supérieure à 95% de la durée observée	Yes / no
Région urbaine	Region_urbaine	Si la référence est située dans la région sanitaire où se trouve la capitale administrative du pays	Yes / no

Statistiques récapitulatives des données observées totales

**Statistiques récapitulatives des données observées totales**

Saison	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Max	Ecart-type
Saison sèche	45	60	96,62	120	2160	117,53
Saison des pluies	59	90	139,90	150	8640	409,67
<b>Différence moyenne entre les saisons</b>						
En minutes	43.3 minutes					
En % de la reference	0.45%					

### Statistiques récapitulatives des données observées par pays

Saison sèche - toutes les données							
country	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	SD
BDI	10	60	90	96.73	120	300	57.75
BEN	15	40	60	71.28	90	240	42.23
CIV	10	30	60	66.40	90	240	43.18
GIN	10	60	120	136.24	180	360	91.08
MDG	10	60	120	175.04	180	2160	245.02
MLI	15	67.5	90	103.26	120	240	59.86
SDN	20	45	75	83.73	119	360	55.83
SEN	5	40	59	66.75	90	180	38.99
TCD	10	37.5	60	73.33	90	240	42.31
TGO	10	30	45	54.04	60	180	30.58

Saison sèche – données sans les outliers							
country	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	SD
BDI	10	60	90	96.73	120	300	57.75
BEN	15	40	60	71.28	90	240	42.23
CIV	10	30	60	66.40	90	240	43.18
GIN	10	60	120	136.24	180	360	91.08
MDG	10	60	120	175.04	180	2160	245.02
MLI	15	67.5	90	103.26	120	240	59.86
SDN	20	45	75	83.73	119	360	55.83
SEN	5	40	59	66.75	90	180	38.99
TCD	10	37.5	60	73.33	90	240	42.31
TGO	10	30	45	54.04	60	180	30.58

Saison des pluies - toutes les données							
country	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	SD
BDI	10	60	120	126.07	180	330	71.56
BEN	15	41.25	60	87.50	120	300	62.38
CIV	10	45	60	85.94	120	300	58.23
GIN	10	60	120	159.76	240	480	119.49

MDG	10	90	120	320.29	240	8640	981.16
MLI	15	90	120	148.91	165	480	103.46
SDN	30	60	119	123.44	120	600	83.08
SEN	5	50	59	80.16	100	240	54.00
TCD	10	60	120	107.00	120	360	64.17
TGO	10	30	60	62.54	80	180	34.94

Saison des pluies – sans les outliers							
country	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	SD
BDI	15	60	90	97.10	120	240	53.46
BEN	30	40	60	73.19	90	240	41.74
CIV	15	40	60	70.42	90	240	42.42
GIN	30	60	120	122.11	165	240	65.81
MDG	30	60	90	112.01	180	240	58.17
MLI	30	71.25	90	94.00	112.5	180	40.99
SDN	20	42.5	60	77.66	119	180	38.12
SEN	20	59	59	69.99	90	180	37.77
TCD	15	42.5	80	74.23	90	240	39.87
TGO	30	30	55	56.11	60	180	30.04

Analyse des durées de référence par palier pour l'ensemble des pays

Durée par paliers, toutes les données						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	17.65	34.06	32.29	8.62	4.88	2.49
	<i>Cumul</i>	<i>51.71</i>	<i>84.01</i>	<i>92.63</i>	<i>97.51</i>	<i>100.00</i>
Saison des pluies	11.86	27.78	33.19	12.38	7.49	7.28
	<i>Cumul</i>	<i>39.65</i>	<i>72.84</i>	<i>85.22</i>	<i>92.72</i>	<i>100.00</i>

Durée par paliers, sans les outliers						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	14.12	37.65	35.70	9.07	3.44	0.00
	<i>Cumul</i>	<i>51.78</i>	<i>87.49</i>	<i>96.56</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>
Saison des pluies	7.69	30.65	36.62	13.66	8.26	3.10
	<i>Cumul</i>	<i>38.35</i>	<i>74.97</i>	<i>88.63</i>	<i>96.90</i>	<i>100.00</i>

Analyse des durées de référence par palier pays par pays

Durée de référence par palier et par pays (toutes les données)
--



		< = 30	31-60	61-120	121-180	181-240	> 240
BDI	saison sèche	7,69	34,62	39,42	11,54	5,77	0,96
	saison des pluies	5,77	21,15	37,50	21,15	8,65	5,77
BEN	saison sèche	19,77	40,70	32,56	5,81	1,16	0,00
	saison des pluies	15,12	38,37	30,23	10,47	3,49	2,33
CIV	saison sèche	27,67	38,36	26,42	6,92	0,63	0,00
	saison des pluies	14,47	39,62	28,30	10,69	6,29	0,63
GIN	saison sèche	7,06	23,53	36,47	8,24	17,65	7,06
	saison des pluies	7,06	22,35	28,24	14,12	14,12	14,12
MDG	saison sèche	9,43	20,13	30,19	17,61	13,21	9,43
	saison des pluies	7,64	12,10	30,57	11,46	13,38	24,84
MLI	saison sèche	8,70	17,39	52,17	13,04	8,70	0,00
	saison des pluies	8,70	4,35	43,48	26,09	8,70	8,70
SDN	saison sèche	15,05	34,41	44,09	4,30	0,00	2,15
	saison des pluies	3,23	23,66	49,46	10,75	6,45	6,45
SEN	saison sèche	22,13	49,18	22,13	6,56	0,00	0,00
	saison des pluies	19,67	40,16	26,23	8,20	5,74	0,00
TCD	saison sèche	22,67	28,00	44,00	4,00	1,33	0,00
	saison des pluies	13,33	18,67	45,33	17,33	2,67	2,67
TGO	saison sèche	35,09	47,37	14,04	3,51	0,00	0,00
	saison des pluies	26,32	43,86	26,32	3,51	0,00	0,00

<b>Durée de référence par palier et par pays (sans les outliers)</b>							
<b>country</b>	<b>saison</b>	< = 30	31-60	61-120	121-180	181-240	> 240
BDI	saison sèche	5,00	36,00	41,00	12,00	6,00	0,00
	saison des pluies	3,00	22,00	39,00	22,00	9,00	5,00
BEN	saison sèche	16,87	42,17	33,73	6,02	1,20	0,00
	saison des pluies	12,05	39,76	31,33	10,84	3,61	2,41
CIV	saison sèche	21,77	41,50	28,57	7,48	0,68	0,00
	saison des pluies	7,48	42,86	30,61	11,56	6,80	0,68
GIN	saison sèche	1,41	28,17	43,66	9,86	16,90	0,00
	saison des pluies	1,41	26,76	33,80	16,90	16,90	4,23
MDG	saison sèche	6,56	26,23	39,34	20,49	7,38	0,00
	saison des pluies	4,10	15,57	39,34	14,75	17,21	9,02
MLI	saison sèche	5,00	20,00	60,00	15,00	0,00	0,00
	saison des pluies	5,00	5,00	50,00	30,00	10,00	0,00
SDN	saison sèche	15,38	35,16	45,05	4,40	0,00	0,00
	saison des pluies	3,30	24,18	50,55	10,99	6,59	4,40
SEN	saison sèche	17,39	52,17	23,48	6,96	0,00	0,00
	saison des pluies	14,78	42,61	27,83	8,70	6,09	0,00
TCD	saison sèche	19,72	29,58	46,48	2,82	1,41	0,00
	saison des pluies	9,86	19,72	47,89	18,31	2,82	1,41
TGO	saison sèche	31,48	50,00	14,81	3,70	0,00	0,00

	saison des pluies	22,22	46,30	27,78	3,70	0,00	0,00
--	-------------------	-------	-------	-------	------	------	------

#### Analyse des durées de référence par palier selon zone urbaines / rurales

Durée par paliers rural						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-120	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	15,71	31,30	34,35	9,99	5,72	2,92
	<i>Cumul</i>	<i>47,02</i>	<i>81,36</i>	<i>91,35</i>	<i>97,08</i>	<i>100,00</i>
Saison des pluies	9,40	24,66	34,19	14,41	8,79	8,55
	<i>Cumul</i>	<i>34,07</i>	<i>68,25</i>	<i>82,66</i>	<i>91,45</i>	<i>100,00</i>

Durée par paliers urban						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
Saison sèche	28,87	50,00	20,42	0,70	0,00	0,00
	<i>Cumul</i>	<i>78,87</i>	<i>99,30</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
Saison des pluies	26,06	45,77	27,46	0,70	0,00	0,00
	<i>Cumul</i>	<i>71,83</i>	<i>99,30</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>

#### Analyse globale des prix

Jeu de donnée	Nombre total de références	Mention du prix (v. absolue)	Mention du prix (%)	Coût moyen	Coût médian	Coût moyen par kilomètre	Coût médian par kilomètre	Ecart-type
Données globales	965	505	52.33	38.14	21.8	2.63	0.74	45.49
Données filtrées saison sèche / saison des pluies	871	453	52.01	33.86	21	1.82	0.73	33.81
Données sans outliers modélisés	855	450	52.6	37.44	21	0.73	46.15	

#### analyse des prix par pays

**Données non filtrées**

Pays	Nombre total de références	Mention du prix (v. absolue)	Mention du prix (%)	Coût moyen	Coût médian	Coût médian par kilomètre	Ecart-type
BDI	104	0	0	NA	NA	NA	NA
BEN	86	33	38.37	6.90	5.16	0.49	6.71
CIV	159	152	95.60	27.47	21.00	1.39	19.48
GIN	85	46	54.12	34.90	33.00	1.33	26.87
MDG	159	126	79.25	95.27	80.15	9.82	76.53
MLI	23	0	0	NA	NA	NA	NA
SDN	95	80	84.21	23.10	16.77	0.51	19.68
SEN	122	32	26.23	24.40	27.00	0.62	8.78
TCD	75	13	17.33	29.75	29.75	0.76	6.01
TGO	57	23	40.35	NA	NA	NA	NA

Données filtrées sans les extrêmes (saison sèche / saison des pluies)

Pays	Nombre total de références	Mention du prix (v. absolue)	Mention du prix (%)	Coût moyen	Coût médian	Coût médian par kilomètre	Ecart-type	Pays
BDI	99	0	0.00					
BEN	83	33	39.76	6.90	5.16	0.49	0.22	6.71
CIV	146	141	96.58	28.98	25.05	1.44	0.73	19.23
GIN	71	34	47.89	32.64	33	1.33	1.08	20.35
MDG	122	100	81.97	81.65	67.5	6.31	2.38	56.52
MLI	20	0	0.00					
SDN	91	78	85.71	23.10	16.768	0.51	0.31	19.68
SEN	115	32	27.83	24.40	27	0.62	0.60	8.78
TCD	70	13	18.57	29.75	29.75	0.76	0.76	6.01
TGO	54	22	40.74					

Données filtrées sans les outliers modélisés

Pays	Nombre total de références	Mention du prix (v. absolue)	Mention du prix (%)	Coût moyen	Coût médian	Coût médian par kilomètre	Ecart-type
BDI	102.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA
BEN	84.00	31.00	36.90	7.16	6.88	0.23	6.78
CIV	150.00	143.00	95.33	27.86	23.03	0.72	19.59
GIN	77.00	44.00	57.14	35.61	35.75	1.09	27.26
MDG	125.00	102.00	81.60	97.20	67.50	2.28	82.48
MLI	20.00	0.00	0.00	NA	NA	NA	NA
SDN	78.00	68.00	87.18	20.92	15.88	0.27	16.66
SEN	116.00	31.00	26.72	24.40	27.00	0.60	8.78
TCD	49.00	9.00	18.37	29.75	29.75	0.76	6.01
TGO	54.00	22.00	40.74	NA	NA	NA	NA

Comparaison globale entre les liens de références observés et modélisés

Statistiques récapitulatives des données observées vs. modélisées totales							
Jeu de données	Min	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Max	Ecart-type
Données observées	5	45	60	96.62	120	2160	117.53
Données modélisées	0	28	53	87.78	101	1170	116.05

Différence moyenne entre les jeux de données ( <b>données totales</b> )	
En minutes	8.84
En % de la référence	9.15%

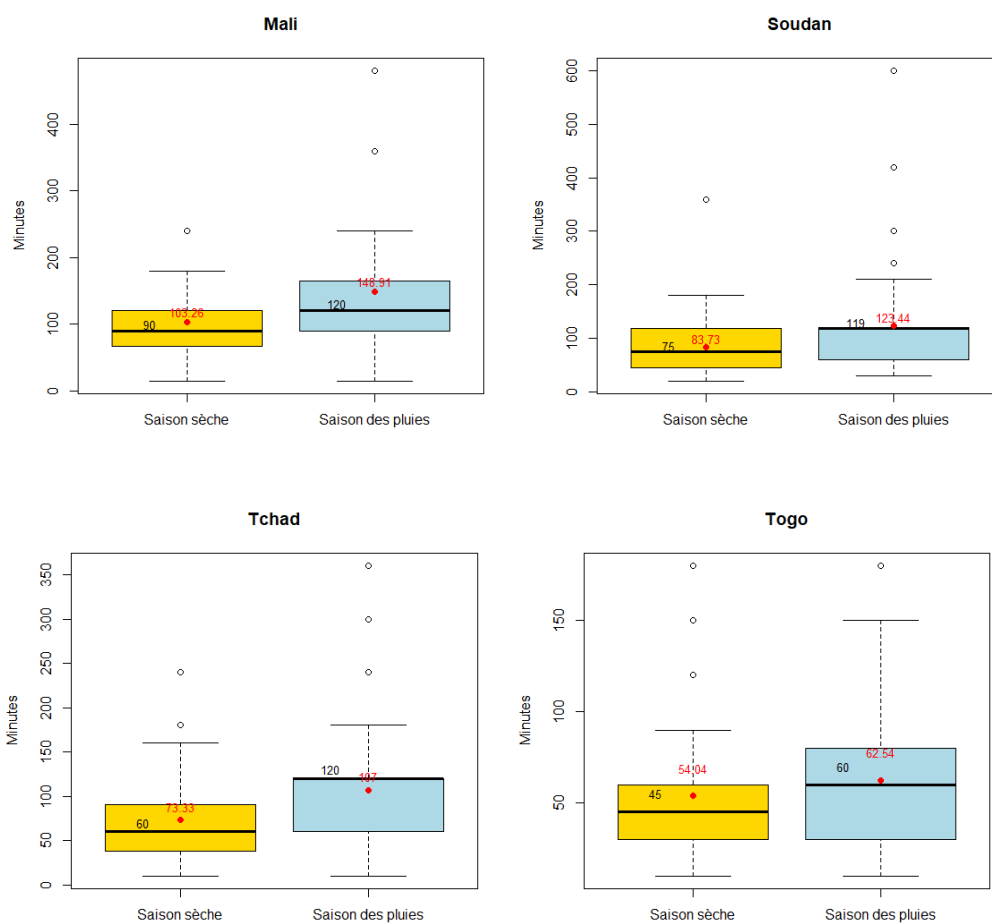
Comparaison entre les liens de références observés et modélisés zones rurales / zones urbaines

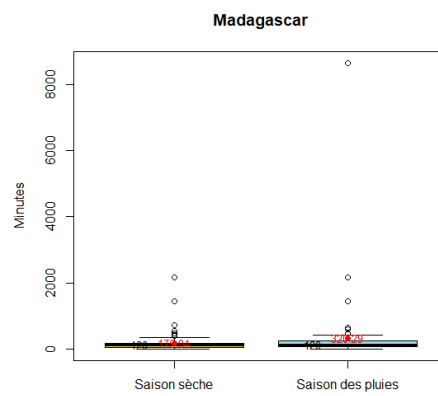
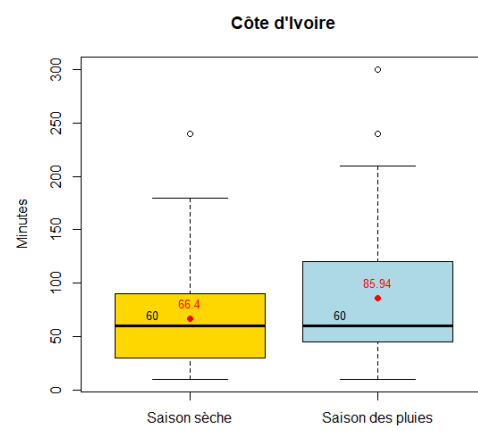
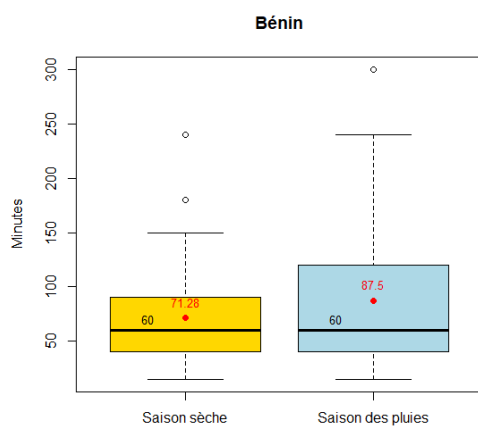
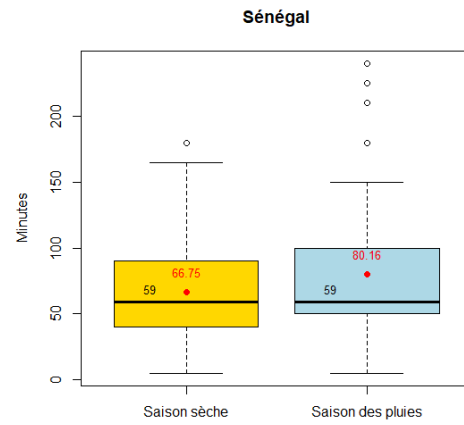
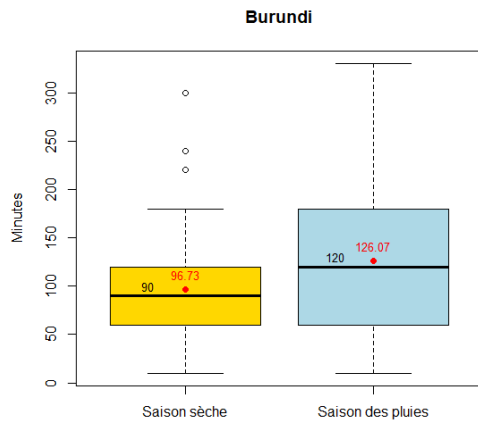
Durée par paliers, données urbaines						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
données observées	30.83	50.38	18.05	0.75	0.00	0.00
	<i>Cumul</i>	<i>81.20</i>	<i>99.25</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>

données modélisées	78.20	17.29	4.51	0.00	0.00	0.00
	<i>Cumul</i>	<i>95.49</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>	<i>100.00</i>

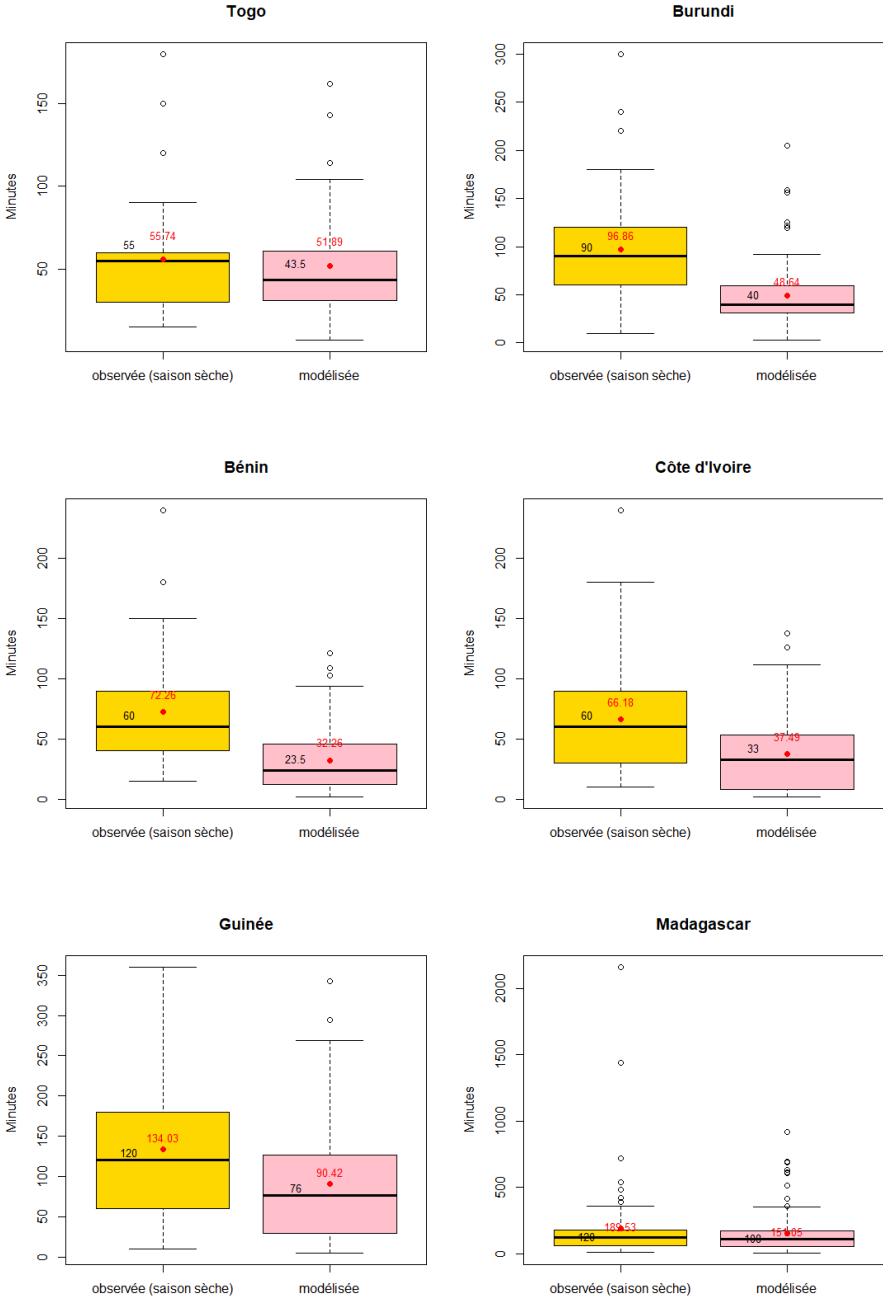
Durée par paliers, données rurales						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
données observées	14.86	30.83	35.28	10.28	5.56	3.19
	<i>Cumul</i>	<i>45.69</i>	<i>80.97</i>	<i>91.25</i>	<i>96.81</i>	<i>100.00</i>
données modélisées	21.33	32.55	30.47	9.28	2.35	4.02
	<i>Cumul</i>	<i>53.88</i>	<i>84.35</i>	<i>93.63</i>	<i>95.98</i>	<i>100.00</i>

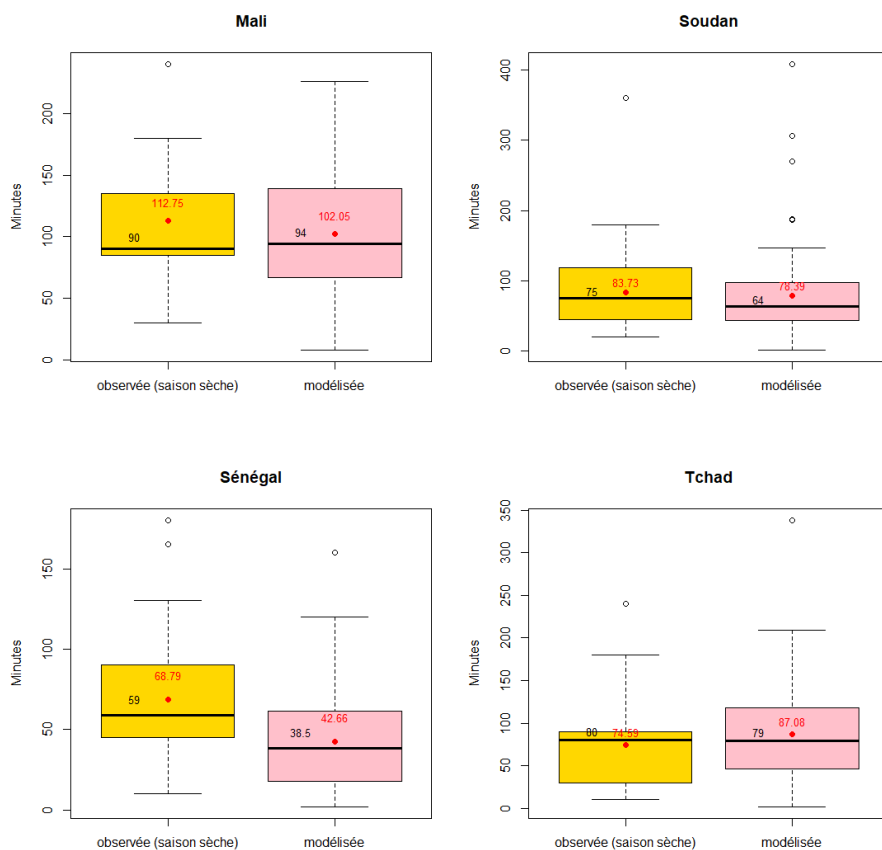
Boxplot des temps de référence en saison sèche et saison des pluies





Boxplot des temps de référence observés et modélisés





Analyse des durées de référence observées vs. modélisées par palier

Durée par paliers, toutes les données						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
données observées	8.41	24.40	38.94	14.85	6.44	6.96
	<i>Cumul</i>	32.81	71.75	86.60	93.04	100.00
données modélisées	27.06	27.89	25.60	9.16	2.71	7.60
	<i>Cumul</i>	54.94	80.54	89.70	92.40	100.00

Durée par paliers, données sans outliers						
Palier en minutes	< = 30	31-60	61-119	121-180	181-240	> 240
données observées	8.68	24.38	38.45	15.01	6.45	7.03
	<i>Cumul</i>	33.06	71.51	86.52	92.97	100.00
données modélisées	29.12	30.76	26.78	7.95	1.99	3.39
	<i>Cumul</i>	59.88	86.67	94.62	96.61	100.00



Comparaison obs. Vs. modelisées - sans les outliers AM

Pays	jeu de données	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	SD	Diff moyenne %	Diff mediane %	Diff E-type %
<b>Burundi</b>	observées	10	60	90	96.86	120	300	58.16			
	modélisées	3	31	40	48.64	58.75	205	31.77	49.79	55.56	45.38
<b>Bénin</b>	observées	15	40	60	72.26	90	240	42.24			
	modélisées	2	12	23.5	32.26	46	121	27.93	55.35	60.83	33.88
<b>Côte d'Ivoire</b>	observées	10	30	60	66.18	90	240	43.53			
	modélisées	2	8.5	33	37.49	52.25	138	30.43	43.36	45.00	30.08
<b>Guinée</b>	observées	10	60	120	134.03	180	360	92.61			
	modélisées	5	29	76	90.42	127	343	73.77	32.54	36.67	20.34
<b>Madagascar</b>	observées	10	60	120	189.53	180	2160	271.99			
	modélisées	6	51	108	151.05	174	918	155.67	20.30	10.00	42.77
<b>Mali</b>	observées	30	87.5	90	112.75	127.5	240	58.03			
	modélisées	8	68	94	102.05	139	226	48.53	9.49	4.44	16.36
<b>Soudan</b>	observées	20	45	90	88.49	119	360	58.88			
	modélisées	9	43.5	63.5	68.54	80.5	188	36.12	22.47	29.44	38.20
<b>Sénégal</b>	observées	10	47.5	59	68.79	90	180	38.70			
	modélisées	2	18	38.5	42.66	61.25	160	30.26	37.99	34.75	21.81
<b>Tchad</b>	observées	10	30	80	74.59	90	240	47.42			
	modélisées	2	46	79	87.08	118	338	64.81	16.74	1.25	36.67
<b>Togo</b>	observées	15	30	55	55.74	60	180	30.44	6.91	20.91	9.32

<i>modélisées</i>	7	31	43.5	51.89	61	162	33.28
-------------------	---	----	------	-------	----	-----	-------

### Comparaison obs. Vs. modelisées - toutes les données

Pays	jeu de données	Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	SD	Diff moyenne %	Diff mediane %	Diff E-type %
<b>Burundi</b>	observées	10	60	90	96.73	120	300	57.75			
	<i>modélisées</i>	3	31	40.5	52.06	59.25	311	41.6	46.18	55	27.97
<b>Bénin</b>	observées	15	40	60	71.28	90	240	42.23			
	<i>modélisées</i>	2	12	24	36.08	46.75	324	42	49.38	60	0.54
<b>Côte d'Ivoire</b>	observées	10	30	60	66.4	90	240	43.18			
	<i>modélisées</i>	1	8	33	39.63	54	304	39.11	40.04	45	9.83
<b>Guinée</b>	observées	10	60	120	136.24	180	360	91.08			
	<i>modélisées</i>	5	32.5	82	114.1	143	602	118.67	16.93	31.67	29.14
<b>Madagascar</b>	observées	10	60	120	175.04	180	2160	245.02			
	<i>modélisées</i>	6	68	124	197.93	270	918	187.99	13.08	3.33	23.27
<b>Mali</b>	observées	15	67.5	90	103.26	120	240	59.86			
	<i>modélisées</i>	0	67	92	98.48	136.5	226	50.47	4.63	2.22	15.69
<b>Soudan</b>	observées	20	45	75	83.73	119	360	55.83			
	<i>modélisées</i>	2	44	64	78.39	98	408	59.99	6.06	14.67	8.38
<b>Sénégal</b>	observées	5	40	59	66.75	90	180	38.99			
	<i>modélisées</i>	2	18.25	38.5	42.78	60.75	160	30.19	35.92	34.75	22.58
<b>Tchad</b>	observées	10	37.5	60	73.33	90	240	42.31	96.71	95	265.76

	<i>modélisées</i>	2	66	117	144.25	176	1170	154.75			
<b>Togo</b>	observées	10	30	45	54.04	60	180	30.58			
	<i>modélisées</i>	0	31	44	51.35	61	162	33.17	4.97	2.22	8.48

## Cartes

Voir le PDF joint au dossier.

