



**HAL**  
open science

## **Couvertures vaccinales et déterminants de non-vaccination chez les enfants au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal**

Florian Verrier

### ► **To cite this version:**

Florian Verrier. Couvertures vaccinales et déterminants de non-vaccination chez les enfants au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal. Médecine humaine et pathologie. 2021. <dumas-03935163>

**HAL Id: dumas-03935163**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03935163v1>**

Submitted on 11 Jan 2023

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

## **AVERTISSEMENT**

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2 - L 335.10

**UNIVERSITÉ PARIS CITÉ**

Faculté de Santé

**UFR de Médecine**

**Année 2021**

**N°**

**THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement le : 18/10/2021

Par

**Florian VERRIER**

**Couvertures vaccinales et déterminants de non-vaccination chez les  
enfants au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal**

Dirigée par Mme la Docteure Bich-Trâm Huynh

JURY

Mme la Professeure Elsa Kermorvant, PU-PH

Présidente

Mme la Docteure Bich-Trâm Huynh

Directrice

Mme la Professeure Élisabeth Rouveix, PU-PH

Membre du jury

Mme la Docteure Alexandra Rouquette, MCU-PH

Membre du jury

Mme la Docteure Isabelle Bonmarin

Membre du jury

## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de ma thèse.

Je voudrais dans un premier temps remercier ma directrice de thèse, Dr. Bich-Tram Huynh, pour sa disponibilité malgré le contexte du télétravail, sa gentillesse, ses conseils avisés et pour m'avoir aidé à mener à bien ce projet.

Je tiens aussi à remercier Lison Rambliere pour sa disponibilité et sa précieuse expertise statistique.

Je remercie également toute l'équipe du projet Birdy à l'Institut Pasteur de Paris (Didier Guillemot (PI), Elisabeth Delarocque-Astagneau, Michael Padget, Benoit Garin, Maya Nadimpalli, Maud Seguy, Inma Perez-Ortega, Magali herrant), à l'hôpital Necker (Elsa Kermorvant), à l'Institut Pasteur de Dakar (Awa Ndir, Fatoumata Sarr, Marguerite Diatta, Muriel Vray, Abdoulaye Seck, Raymond Bercion), à l'Institut Pasteur du Cambodge (Agathe de Lauzanne, Laurence Borand, Patrice Piola, Alexandra Kerleguer, Thida Chon, Véronique Ngo, Sophie Goyet), à l'Institut Pasteur de Madagascar (Perlinot Herindrainy, Jean-Marc Collard, Frederique Randrianirina, Myriam Landau) ainsi que tous les collaborateurs des hôpitaux, des maternités, des établissements de soins de santé et les bailleurs de fond (MSD avenir, fondation Total, DCI Monaco).

Une pensée également pour ma famille, et notamment mes parents et mes frères et sœurs, ainsi que mes proches qui m'ont toujours soutenu depuis le début de mes études.

J'aimerais enfin remercier mon amour, Sarah Petri, qui m'a également soutenu et motivé tout au long de ce projet et su supporter mes longues heures de travail à la maison.

# Table des matières

<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
CONTEXTE .....	6
OBJECTIFS.....	8
<b>PREMIERE PARTIE : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>9</b>
<b>CHAPITRE 1 : DESIGN DE L'ETUDE ET PROGRAMMES DE VACCINATION DANS LES PAYS DE L'ETUDE.....</b>	<b>9</b>
1.1 DESIGN DE L'ETUDE .....	9
1.2 SCHEMAS DE VACCINATION ACTUELS DANS LES PAYS DE L'ETUDE .....	11
<b>CHAPITRE 2 : METHODES STATISTIQUES .....</b>	<b>13</b>
2.1 ANALYSE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE .....	13
2.2 COUVERTURE VACCINALE .....	13
2.2.1 VACCINS CONSIDERES .....	13
2.2.2 ESTIMATION DES COUVERTURES VACCINALES .....	14
2.3 ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES.....	15
<b>CHAPITRE 3 : ETHIQUE.....</b>	<b>17</b>
<b>PARTIE 2 RESULTATS .....</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITRE 1 FLOW-CHART.....</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITRE 2 ANALYSE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE .....</b>	<b>21</b>
2.1 CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION D'ETUDE .....	21
2.2 COMPARAISON DU PROFIL DES ENFANTS NES DANS LE CADRE DU PROJET BIRDY ET NON SUIVIS PAR LA SUITE ...	23
<b>CHAPITRE 3 COUVERTURE VACCINALE.....</b>	<b>24</b>
3.1 VACCINS RECOMMANDES A LA NAISSANCE.....	24
3.2 VACCINS RECOMMANDES APRES LA NAISSANCE .....	25
3.3 DISTRIBUTION DES COUVERTURES VACCINALES.....	27
<b>CHAPITRE 4 ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES AVEC LA NON-COMPLETUDE DES VACCINS .....</b>	<b>28</b>
4.1 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A LA NON-VACCINATION POUR LES VACCINS PRECONISES A LA NAISSANCE .....	28
4.1.1 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A L'ABSENCE DE VACCINATION BCG .....	28
4.1.2 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A L'ABSENCE DE VACCINATION ANTI-HEPATITE B A LA NAISSANCE .....	30
4.1.3 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A L'ABSENCE DE VACCINATION ANTIPOLIOMYELITIQUE ORAL A LA NAISSANCE	30
4.2 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A LA NON-COMPLETUDE POUR LES VACCINS PRECONISES APRES LA NAISSANCE .	30
4.2.1 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES AVEC LA NON-COMPLETUDE POUR LE VACCIN PENTAVALENT.....	30
4.2.2 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES AVEC LA NON-COMPLETUDE POUR LE VACCIN ANTIPOLIOMYELITIQUE ORAL ...	31
4.2.3 FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A L'ABSENCE DE VACCINATION CONTRE LA ROUGEOLE .....	31
<b>PARTIE 3 DISCUSSION.....</b>	<b>34</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>41</b>

<b><u>BIBLIOGRAPHIE.....</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b><u>ANNEXE 1.....</u></b>	<b><u>45</u></b>
<b><u>ANNEXE 2.....</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>ANNEXE 3.....</u></b>	<b><u>47</u></b>
<b><u>ANNEXE 4.....</u></b>	<b><u>48</u></b>

# Introduction

---

## Contexte

Plus de 5 millions d'enfants de moins de 5 ans décèdent chaque année dans le monde. Cette tranche d'âge représente 70% des décès parmi les jeunes de moins de 25 ans (1). Les maladies infectieuses, notamment la pneumonie, la diarrhée et le paludisme, représentent plus de la moitié des décès chez ces enfants de moins de cinq ans (2).

La vaccination est un outil majeur pour réduire cette mortalité liées aux maladies infectieuses à l'échelle mondiale (3). La vaccination protège l'individu vacciné de la maladie ciblée mais aussi l'ensemble de la population. Ce phénomène, appelé immunité collective ou de groupe (*herd immunity* en anglais), se produit lorsqu'une proportion suffisante d'une population est vaccinée. Cette proportion suffisante de personnes vaccinée est moins susceptible d'être infectée et/ou de transmettre la maladie ciblée, interrompant ainsi la circulation de l'agent pathogène. Ainsi, les personnes qui n'ont pas été vaccinées se retrouvent protégées de cette maladie. Le seuil de personnes vaccinées nécessaire pour atteindre l'immunité collective dépend de nombreux facteurs dont la contagiosité des pathogènes et est pris en compte pour la définition des objectifs de couverture vaccinale. Actuellement, il y a des vaccins homologués contre 25 infections, infections aussi bien virales comme la rougeole ou le rotavirus, que bactériennes comme les maladies à pneumocoque ou le choléra (4).

Malgré les 2 à 3 millions de décès évités chaque année par la vaccination des enfants (5), en partie liés aux vaccins contre le rotavirus et le pneumocoque, le poids de ces maladies à prévention vaccinale est encore largement supportée par les pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI), notamment en Afrique subsaharienne et en Asie Centrale et du Sud (1). Dans ces pays, les programmes nationaux de vaccination se fondent sur le Programme élargi de vaccination (PEV), initié en 1974 par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Celui-ci était composé initialement de vaccins ciblant 6 maladies puis s'est élargi avec les années. Il émet des recommandations sur les vaccins à administrer en priorité, et sur l'âge d'administration des différentes doses. De nombreux acteurs internationaux agissent en concert avec ces pays afin de diminuer le poids des maladies infectieuses par la vaccination. Ces acteurs sont notamment l'OMS, institution spécialisée de l'Organisation des Nations unies

(ONU) pour la santé publique créée en 1948, l'Unicef, agence de l'ONU consacrée à l'amélioration et à la promotion de la condition des enfants, ou plus récemment l'Alliance GAVI (L'Alliance du Vaccin), organisation internationale créée en 2000 regroupant des acteurs publics (comme l'OMS ou Unicef) et privés (comme la Fondation Bill-et-Melinda-Gates). L'ensemble de ces acteurs interagissent autour du Plan d'Action Mondial pour les Vaccins (Global Vaccine Action Plan, GVAP) (4) qui est un cadre approuvé par l'Assemblée mondiale de la Santé en mai 2012. Sa principale mission est « d'améliorer la santé en étendant tous les avantages de la vaccination à tous les individus, quel que soit l'endroit où ils sont nés, qui ils sont et où ils vivent d'ici à 2020 et au-delà ». De nouveaux objectifs de couverture vaccinale à atteindre dans chaque pays en 2020 ont été défini avec ce plan : 90% de couverture vaccinale au niveau national et 80% dans chaque district pour tous les vaccins inclus dans les programmes nationaux. Le précédent objectif de couverture vaccinale ciblait à l'horizon 2015 les mêmes proportions de couverture pour les trois doses du vaccin diphtérie-tétanos-coqueluche (DTP) uniquement.

Les principales sources de données sur la couverture vaccinale dans les PRFI sont les rapports nationaux, les Enquêtes Démographiques et de Santé (EDS<sup>1</sup>) et les enquêtes par Grappes à Indicateurs Multiples (MICS). Les rapports nationaux sont basés sur les données des enfants qui se présentent dans les établissements de santé, ce qui exclut ceux qui ne se sont pas présentés. De plus, certains rapports sont basés sur le nombre de doses distribuées aux centres de vaccination, ce qui peut conduire à une surestimation de la couverture vaccinale car cela ne reflète pas nécessairement le nombre de doses délivrées à la population. Les EDS et les MICS sont basés sur des sondages en grappe qui sont représentatifs de la population nationale mais ne sont pas exhaustifs pour chaque grappe sélectionnée. Toutes ces sources présentent des avantages mais également certaines limites, justifiant la nécessité d'études pour estimer la couverture des vaccins inclus dans les programmes nationaux des PRFI.

Afin de suggérer des interventions optimales pour améliorer la couverture vaccinale, il est nécessaire d'identifier les déterminants associés à la non-complétude du schéma vaccinal dans les PRFI. Des études, principalement des EDS, ont examiné ces déterminants dans ces pays (6–8). Elles ont trouvé des facteurs communs associés à la non-vaccination tels que l'éducation de la mère, l'âge de la mère à l'accouchement, le lieu de naissance ou la richesse.

---

<sup>1</sup> Les Enquêtes Démographiques et de Santé (EDS) sont des enquêtes transversales portant sur un échantillon national et destinées à fournir des renseignements sur la population, la planification familiale, la santé des mères et des enfants, l'état de survie des enfants, le VIH/sida et les Infections Sexuellement Transmissibles (IST), la santé reproductive et enfin sur l'état nutritionnel dans les pays en développement.

Certaines études ont trouvé des facteurs moins communs tels que l'éducation du père, l'accès aux médias ou le nombre de soins prénataux ou postnataux reçus. Cependant, l'adhésion aux vaccins peut différer d'un pays à l'autre et il est nécessaire d'explorer les facteurs dans chacun des pays étudiés.

L'estimation des couvertures vaccinales et des facteurs de non-vaccination, à la veille des nouveaux objectifs 2020, est nécessaire afin de mieux cibler les vaccins et les populations à risque pour diminuer la morbi-mortalité liée à ces infections à prévention vaccinale dans les PRFI.

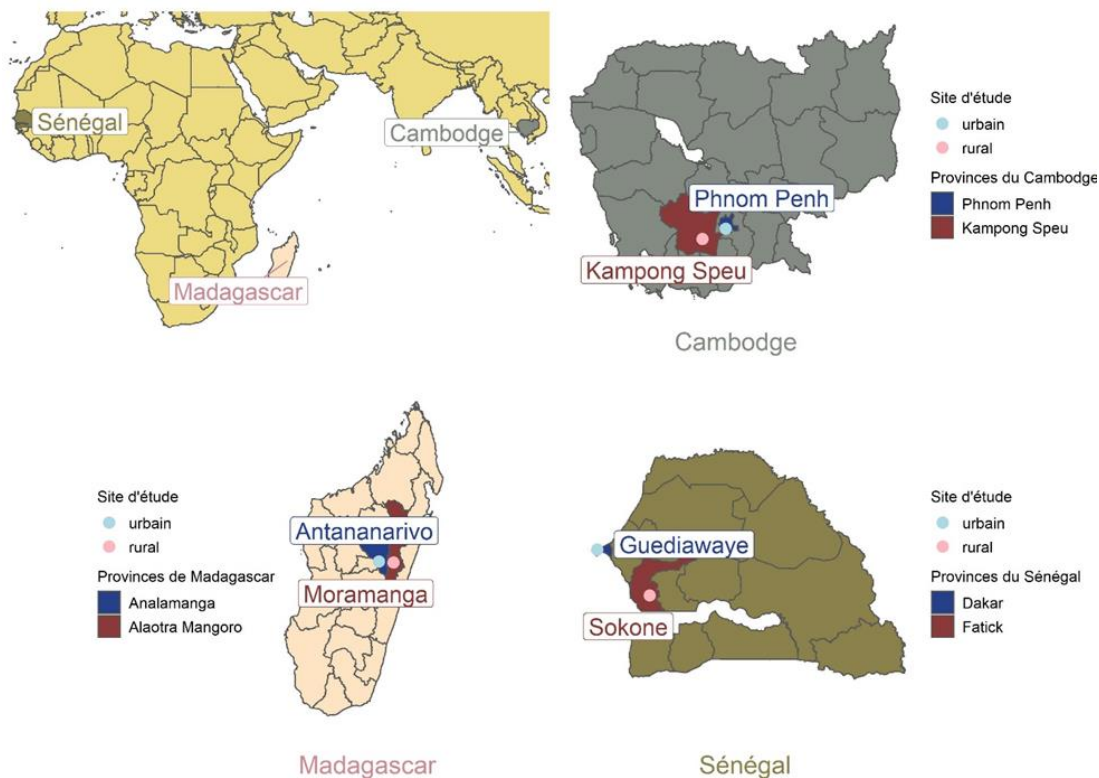
## Objectifs

Les objectifs de cette étude étaient d'estimer les couvertures vaccinales des vaccins inclus dans les programmes nationaux chez les enfants de deux zones, urbaine et rurale, de trois PRFI : Cambodge, Madagascar et Sénégal, et d'identifier les déterminants associés à une vaccination incomplète.

# Chapitre 1 : Design de l'étude et programmes de vaccination dans les pays de l'étude

## 1.1 Design de l'étude

Cette étude s'appuie sur les données de la cohorte BIRDY (*Bacterial Infections and antibiotic Resistant Diseases among Young children in low-Income countries*) dont l'objectif principal était d'estimer l'incidence des infections bactériennes chez les jeunes enfants dans les PRFI (9). Cette cohorte s'est déroulée de 2012 à 2018 dans trois pays : Madagascar, Cambodge et Sénégal. La cohorte BIRDY était menée à la fois sur un site urbain situé à Antananarivo, Phnom Penh, Guédiawaye et un site rural situé à Moramanga, Kampong Speu et Sokone, à Madagascar, au Cambodge et au Sénégal respectivement (Figure 1).

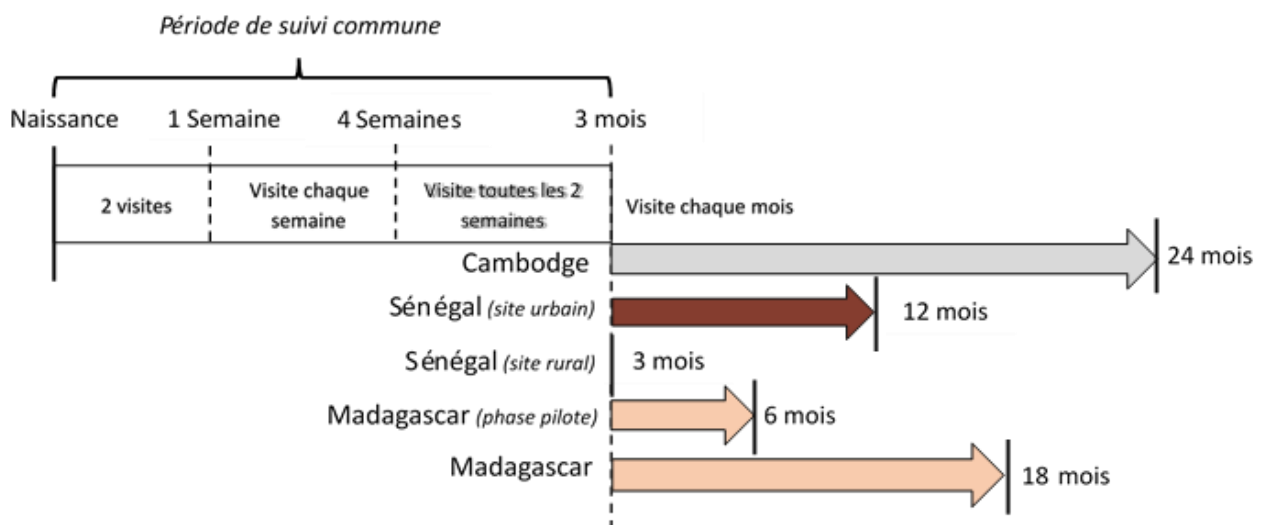


D'après Lison Ramblière

Figure 1. Pays participant à la cohorte BIRDY et sites de l'étude

Sur chacune des zones d'étude, toutes les femmes enceintes étaient recensées et incluses dans l'étude lors de leur troisième trimestre de grossesse. Au moment de l'accouchement, que celui-ci se déroule dans une structure de santé ou à domicile, le nouveau-né des femmes enceintes était alors inclus.

Le nouveau-né était alors suivi de manière active et passive pour documenter les épisodes infectieux présentés par celui-ci. Le suivi passif consistait à demander aux mères de prendre contact avec l'équipe en cas de signes infectieux présentés par l'enfant. Le suivi actif consistait en des visites à domicile de l'enfant, selon le calendrier présenté dans la figure 2. Deux visites étaient tout d'abord programmées au cours de la première semaine de vie, la première dans les trois jours suivant l'accouchement. Ensuite, les visites avaient lieu toutes les semaines pendant le premier mois de vie, puis tous les quinze jours jusqu'à l'âge de 3 mois et enfin tous les mois jusqu'à la durée maximale de suivi, propre à chaque pays de l'étude. A l'occasion de ces visites à domicile, les vaccinations délivrées aux enfants depuis la dernière visite étaient notifiées. Les dates des vaccinations étaient renseignées. Le recueil de ces données étaient vérifiées dans le carnet de vaccination de l'enfant.



*D'après Lison Ramblière*

Figure 2. Calendrier des visites à domicile de l'enfant inclus dans la cohorte BIRDY selon les pays et le site

La période de suivi des enfants différait en fonction des pays de l'étude et en fonction du site au Sénégal. La cohorte BIRDY a débuté à Madagascar avec une phase pilote entre 2012 et 2013 pendant laquelle les enfants ont été suivis pendant leur 6 premiers mois de vie. Le programme complet a ensuite débuté, les enfants inclus de 2014 à 2018 étaient suivis 18 mois.

Au Cambodge, la durée de suivi était de 24 mois. Au Sénégal, la durée de suivi était de 3 mois sur le site rural et d'un an sur le site urbain.

## 1.2 Schémas de vaccination actuels dans les pays de l'étude

Comme vu dans l'introduction, les programmes nationaux de vaccination des PRFI sont basés sur le PEV établi par l'OMS. Les vaccins et le calendrier d'administration définis par le PEV dans les trois pays de la présente étude présentent des similitudes pour une majorité des vaccins avec cependant de légères différences.

La figure 3 présente les programmes nationaux de vaccination du Cambodge (10,11), de Madagascar (12,13) et du Sénégal (7).

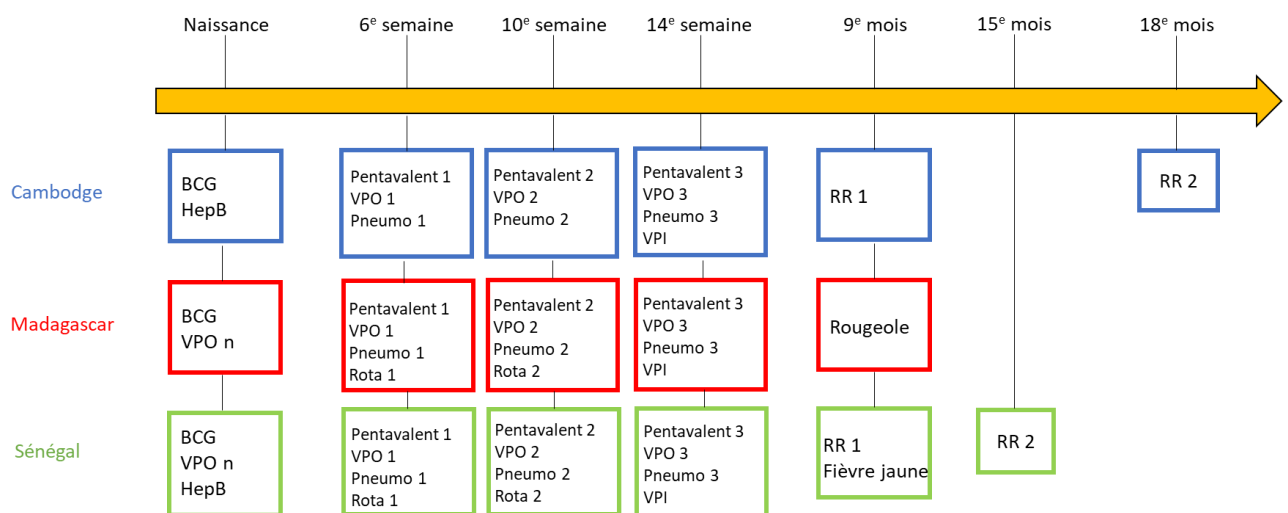


Figure 3. Programmes nationaux de vaccination du Cambodge, de Madagascar et du Sénégal

BCG : bacille de Calmette et Guérin ; HepB : vaccin anti-hépatite B ; VPO n : vaccin antipoliomyélitique oral à la naissance ; Pentavalent : vaccin pentavalent (DTP, Hib, Hépatite B) ; DTP : vaccin contre la diphtérie, le tétanos et la coqueluche ; Hib : vaccin contre *Haemophilus influenzae* type b ; VPO : vaccin antipoliomyélitique oral ; Pneumo : vaccin antipneumococcique ; Rota : vaccin contre le rotavirus ; VPI : vaccin antipoliomyélitique inactivé ; RR : Vaccin combiné rougeole rubéole

Le vaccin BCG est administré le plus tôt possible à la naissance dans les trois pays. La dose de ce vaccin peut également être rattrapée jusqu'au 12<sup>e</sup> mois.

Trois doses des vaccins pentavalent (ciblant la diphtérie, le tétanos, la coqueluche, *Haemophilus influenzae* type b et l'hépatite B) et antipneumococcique sont recommandées dans les trois pays autour respectivement de la 6<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaine de vie. Le vaccin antipneumococcique a été introduit en 2015 au Cambodge, en 2012 à Madagascar et en 2013

au Sénégal. Un délai minimal d'un mois entre deux injections de vaccin pentavalent est recommandé.

Une dose du vaccin contre l'hépatite B est recommandée à la naissance, dans les 24 premières heures, au Cambodge. Celle-ci est recommandée depuis 2016 au Sénégal.

Concernant la poliomyélite, deux vaccins antipoliomyélitiques sont utilisés dans les trois pays : un vaccin oral et plus récemment un vaccin inactivé. Trois doses du vaccin oral sont recommandées dans les trois pays autour respectivement de la 6<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaine de vie. En plus, une dose de vaccin antipoliomyélitique oral est recommandée à la naissance, dans les 14 premiers jours, au Sénégal et à Madagascar. Un délai minimal d'un mois entre deux injections de vaccin antipoliomyélitique oral est recommandé. Une dose de vaccin inactivé est recommandée dans les trois pays à la 14<sup>e</sup> semaine depuis 2015, en surplus de la dose orale délivrée lors de la même période. Cette recommandation a été introduite en prévision du switch réalisé pour le vaccin oral passant d'un vaccin trivalent ciblant les 3 types de poliovirus à un vaccin bivalent ciblant les types 1 et 3. La dose de vaccin inactivé, ciblant les 3 types, permet de continuer à cibler le type 2 et ainsi empêcher la réémergence ou la réintroduction de ce poliovirus. Pendant cette période de transition, les enfants reçoivent donc 2 vaccins (inactivé et oral) ciblant les types 1 et 3. renforçant l'immunité contre ces types. A terme, il est prévu de vacciner les enfants uniquement avec le vaccin inactivé couvrant les 3 types de poliovirus.

Une première dose du vaccin contre la rougeole est recommandée dans les trois pays au 9<sup>e</sup> mois. Celle-ci s'accompagne de la valence anti-rubéole depuis 2013 au Cambodge et au Sénégal. Dans ces pays, une 2<sup>e</sup> dose de vaccin ciblant ces deux maladies est recommandée au 15<sup>e</sup> mois au Sénégal et au 18<sup>e</sup> mois au Cambodge.

Deux doses du vaccin contre le rotavirus sont recommandées à Madagascar et au Sénégal depuis 2014 autour de la 6<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> semaine de vie.

La vaccination contre la fièvre jaune est recommandée au Sénégal au 9<sup>e</sup> mois.

Le vaccin contre l'encéphalite japonaise est recommandé dans certaines régions du Cambodge à un an.

## Chapitre 2 : Méthodes statistiques

Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel RStudio™ (version 1.3.1056). Les différentes analyses ont été faites par pays.

### 2.1 Analyse socio-démographique

Une analyse descriptive des caractéristiques socio-démographiques des enfants inclus dans l'étude a été réalisée. Les outils statistiques classiques ont été utilisés : moyenne et déviation standard pour les variables quantitatives, pourcentage pour les variables qualitatives. Les comparaisons ont été effectuées entre les pays et sites en utilisant le test du chi<sup>2</sup> (ou test exact de Fisher selon la distribution de la variable) pour les variables qualitatives et le test de Student (ou test non paramétrique de Mann-Whitney selon la distribution de la variable) pour les variables quantitatives. Les tests étaient bilatéraux et le seuil de significativité fixé à 0,05.

### 2.2 Couverture vaccinale

#### 2.2.1 Vaccins considérés

Les vaccins qui ont été pris en compte dans l'analyse sont le BCG (dans les 14 premiers jours et avec le rattrapage à 1 an), les doses d'anti-hépatite B (dans les 24 premières heures) et antipoliomyélitique oral (dans les 14 premiers jours) recommandées à la naissance, ainsi que le vaccin pentavalent et le vaccin antipoliomyélitique oral (doses recommandées tous deux à 6, 10 et 14 semaines de vie) et le vaccin contre la rougeole. Les vaccinations contre le pneumocoque, le rotavirus, la rubéole et le vaccin antipoliomyélitique inactivé ont été introduits au cours de l'étude à des années différentes dans les trois pays. Les données de ces vaccins ont été recueillies de manière hétérogène auprès des mères et n'ont donc pas été prises en compte dans les analyses. Les vaccinations contre l'encéphalite japonaise et la fièvre jaune étaient respectivement spécifiques au Cambodge et au Sénégal. Les données de ces vaccins n'ont pas été recueillies et n'ont pas été prises en compte dans les analyses.

## 2.2.2 Estimation des couvertures vaccinales

Pour évaluer les couvertures vaccinales dans les pays de l'étude, les proportions d'enfants vaccinés parmi le nombre d'enfants encore suivis dans la cohorte selon le calendrier du vaccin étaient calculées avec leur intervalle de confiance à 95% (IC95). Le détail des populations sélectionnées pour évaluer la couverture de chaque vaccin est présenté dans le tableau 1, où figure également les raisons explicitant les différents choix faits.

Tableau 1. Populations d'étude à partir desquelles ont été évaluées les couvertures de chaque vaccin, par pays

Pays	Vaccins	Population	Raison
Cambodge	BCG HepB à la naissance	Enfants suivis au moins une fois dès la 1 <sup>ère</sup> semaine de vie	Dose recommandée à la naissance
	Pentavalent VPO	Enfants suivis au moins 4 mois	Doses recommandées à 6, 10 et 14 semaines
	Vaccin antirougeoleux 1 <sup>re</sup> dose	Enfants suivis au moins 8 mois	Dose recommandée à 9 mois
	Vaccin antirougeoleux 2 <sup>e</sup> dose	Enfants suivis au moins 17 mois	Dose recommandée à 18 mois
Madagascar	BCG VPO naissance	Enfants suivis au moins une fois dès la 1 <sup>ère</sup> semaine de vie	Dose recommandée à la naissance
	Pentavalent VPO	Enfants suivis au moins 4 mois	Doses recommandées à 6, 10 et 14 semaines
	Vaccin antirougeoleux 1 <sup>re</sup> dose	Enfants suivis au moins 8 mois	Dose recommandée à 9 mois
Sénégal	BCG VPO naissance HepB à la naissance	Enfants suivis au moins une fois dès la 1 <sup>ère</sup> semaine de vie	Dose recommandée à la naissance
	Pentavalent VPO	Enfants suivis au moins 3 mois	Dose recommandée à 6 et 10 semaines NB : enfants du site rural non suivis après 3 mois
	Vaccin antirougeoleux 1 <sup>re</sup> dose	Enfants suivis au moins 8 mois	Dose recommandée à 9 mois

BCG : bacille de Calmette et Guérin ; HepB : vaccin anti-hépatite B ; VPO naissance : vaccin antipoliomyélitique oral à la naissance ; Pentavalent : vaccin pentavalent (DTP, Hib, Hépatite B) ; DTP : vaccin contre la diphtérie, le tétanos et la coqueluche ; Hib : vaccin contre *Haemophilus influenzae* type b ; VPO : vaccin antipoliomyélitique oral

Pour les vaccins préconisés à la naissance (BCG, anti-hépatite B et antipoliomyélitique oral), tous les enfants ayant été suivis au moins une fois dès la 1<sup>ère</sup> semaine de vie étaient inclus dans l'estimation des couvertures vaccinales, dans les trois pays.

Pour les doses des vaccins pentavalent et antipoliomyélitique oral préconisées autour des 6<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaines de vie, les enfants suivis au moins 4 mois au Cambodge et à Madagascar

étaient inclus dans l'estimation des couvertures vaccinales. Pour les doses des vaccins pentavalent et antipoliomyélique oral préconisées autour des 6<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> semaines de vie, les enfants suivis au moins 3 mois au Sénégal étaient inclus dans l'estimation des couvertures vaccinales. Les enfants provenant du site rural n'étant pas suivis plus de 3 mois, il a été décidé de ne pas évaluer les doses de ces vaccins délivrées à la 14<sup>e</sup> semaine de vie, afin de conserver un plus grand effectif.

Pour la 1<sup>re</sup> dose de vaccin contre la rougeole, les enfants suivis au moins 8 mois étaient inclus dans l'estimation des couvertures vaccinales, dans les trois pays (sur le site urbain uniquement au Sénégal).

Pour la 2<sup>e</sup> dose de vaccin contre la rougeole, les enfants suivis au moins 17 mois étaient inclus dans l'estimation des couvertures vaccinales au Cambodge.

La population n'étant pas suivi plus de 12 mois au Sénégal, la 2<sup>e</sup> dose préconisée à 15 mois n'a pas pu être étudiée.

### 2.3 Analyse des facteurs de risques

Un des objectifs de l'étude était d'identifier les facteurs associés à la non-complétude de la couverture vaccinale. Etant donné le schéma d'administration spécifique de chacun des vaccins inclus dans le PEV, nous avons considéré qu'un enfant avait une couverture non complète :

- Pour les vaccins recommandés à la naissance :
  - Parmi les enfants suivis au moins une fois dès la 1<sup>ère</sup> semaine de vie :
    - Ne pas avoir reçu le vaccin contre l'hépatite B au cours des 24 premières heures de vie
    - Ne pas avoir reçu le vaccin contre la poliomyélite au cours des 14 premiers jours de vie
    - Ne pas avoir reçu le vaccin BCG au cours des 14 premiers jours de vie
- Pour les vaccins recommandés après la naissance :
  - Parmi les enfants suivis au moins 4 mois :
    - Avoir reçu moins de deux doses de vaccin pentavalent
    - Avoir reçu moins de deux doses de vaccin antipoliomyélique oral, la dose à la naissance n'étant pas prise en compte pour Madagascar et le Sénégal

- Parmi les enfants suivis au moins 8 mois :
  - Ne pas avoir reçu le vaccin contre la rougeole

Pour les vaccins recommandés après la naissance au Sénégal, nous n'avons considéré que les enfants du site urbain dans l'analyse, les enfants du site rural ayant été suivis jusqu'à 3 mois. La dose d'hépatite B administrée à la naissance étant recommandée à partir de 2016 pour le Sénégal, nous n'avons pas pu réaliser d'analyse pour ce vaccin, du fait de faibles effectifs.

Les variables socio-démographiques suivantes ont été incluses dans les analyses univariées :

- Variables liées au foyer : site (rural vs urbain), nombre de personnes vivant à domicile ;
- Variables liées à la mère : éducation (pas d'éducation/éducation primaire vs éducation secondaire/université), métier (sans emploi ou étudiante vs travail manuel, de bureau ou de direction), nombre d'enfants nés vivants (zéro vs au moins un), nombre de visites anténatales durant la grossesse ( $<4$  vs  $\geq 4$  visites) ;
- Variables liées à l'accouchement : âge à l'accouchement, accouchement par césarienne (oui vs non), lieu d'accouchement (structure de santé vs domicile) pour les vaccins préconisés à la naissance à Madagascar. Cette variable n'était pas incluse dans les analyses du Cambodge et du Sénégal, du fait du très faible nombre d'accouchements ayant lieu à domicile chez la population d'étude de ces pays ;
- Variables liées à l'enfant : sexe, faible poids à la naissance  $< 2500g$  (Oui vs non).

Des modèles de régression logistique ont été utilisés pour les analyses univariées et multivariées. Le seuil conservateur afin que la variable soit incluse dans le modèle multivarié initial était de 0,2. Une procédure manuelle pas à pas descendante a été utilisée. Le seuil de significativité dans le modèle multivarié final était fixé à 0,05. Les interactions ont été recherchées. Le sexe de l'enfant et le site ont été forcées dans toutes les analyses multivariées. Afin d'éviter la multi-colinéarité en introduisant des variables représentant le même phénomène, nous avons choisi de garder dans le modèle la variable dont la force d'association avec la variable réponse était la plus grande entre les deux variables en question. Ainsi, nous avons introduit la variable « nombre d'enfants né vivants » dans les analyses et n'avons pas utilisé la variable « âge de la mère à l'accouchement ». De même, nous avons utilisé la variable « éducation de la mère » et n'avons pas introduit la variable « métier de la mère » dans les modèles multivariés.

Le poids de naissance étant manquant pour un certain nombre d'enfant, une analyse cas-complet a été réalisée puis une analyse de sensibilité. Deux scénarios étaient envisagés, le

premier considérant les enfants sans donnée sur le poids comme ayant un faible poids à la naissance ; le deuxième considérant à l'inverse que ces enfants étaient nés avec un poids normal.

## Chapitre 3 : Ethique

L'étude a été approuvée par les comités d'éthique de Madagascar (068-MSANP/CE), du Sénégal (SEN 14-20), du Cambodge (108 NEHCR) et par l'Institutional Review Board de l'Institut Pasteur (IRB/2016/08/03), France. Tous les participants ont donné leur consentement éclairé et écrit.

### Chapitre 1 Flow-chart

Au Cambodge (Figure 4), 804 nouveau-nés sont nés dans le cadre de la cohorte BIRDY. Parmi eux, 789 avaient été suivis au moins une fois dès la 1<sup>ère</sup> semaine de vie, 761 suivis au moins 4 mois, 742 au moins 8 mois et 682 au moins 17 mois.

A Madagascar (Figure 5), 2 141 nouveau-nés sont nés dans le cadre de la cohorte BIRDY. Parmi eux, 2 078 avaient été suivis au moins une fois dès la 1<sup>ère</sup> semaine de vie, 1 733 suivis au moins 4 mois et 853 au moins 8 mois.

Au Sénégal (Figure 6), 748 nouveau-nés sont nés dans le cadre de la cohorte BIRDY. Parmi eux, 739 avaient été suivis au moins une fois dès la 1<sup>ère</sup> semaine de vie, 577 suivis au moins 3 mois (dont 225 du site rural) et 243 au moins 8 mois.

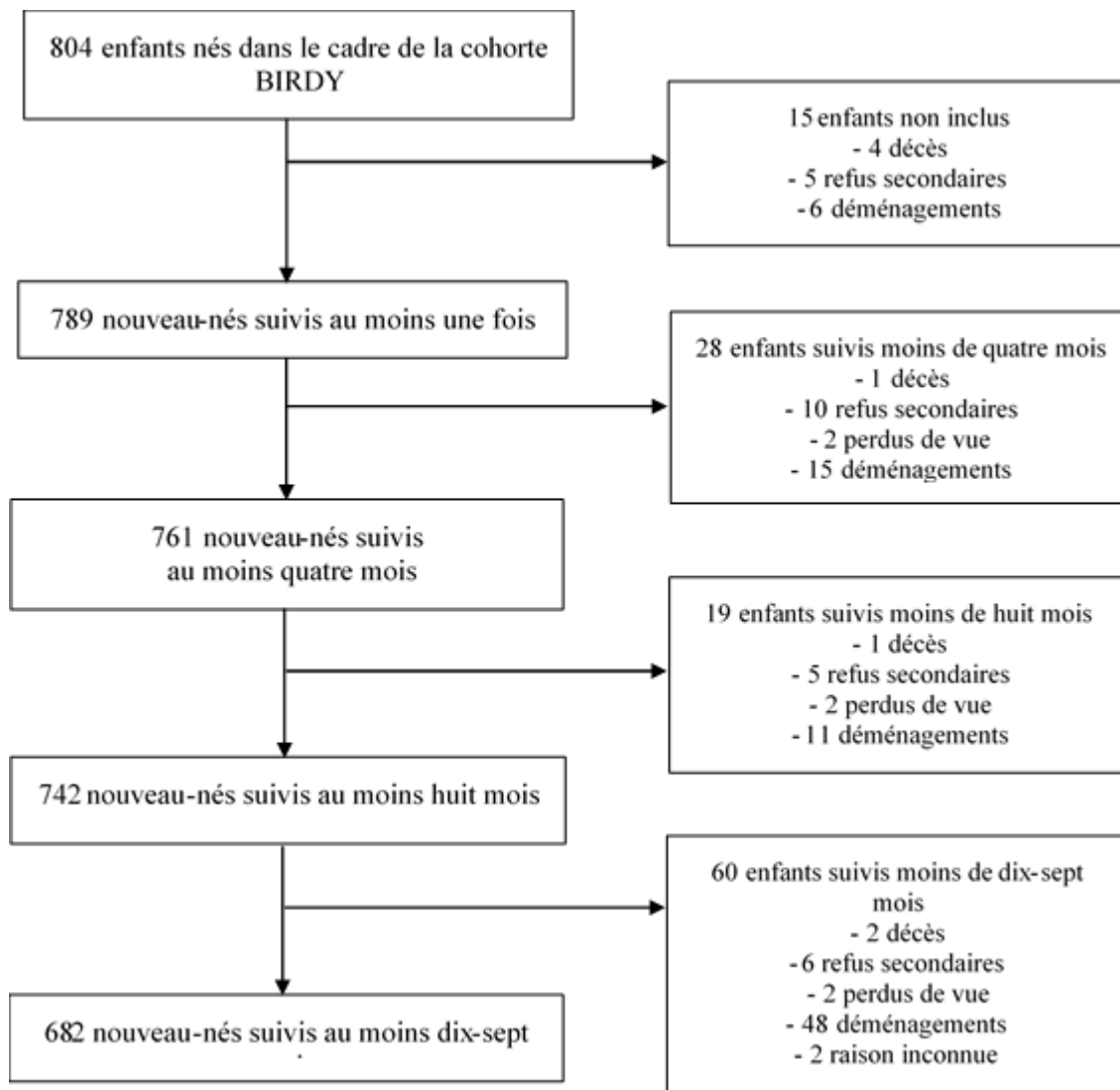


Figure 4. Flow-chart pour l'étude des couvertures vaccinales chez les nouveau-nés, Phnom Penh et Kampong Speu, Cambodge, 2012-2019

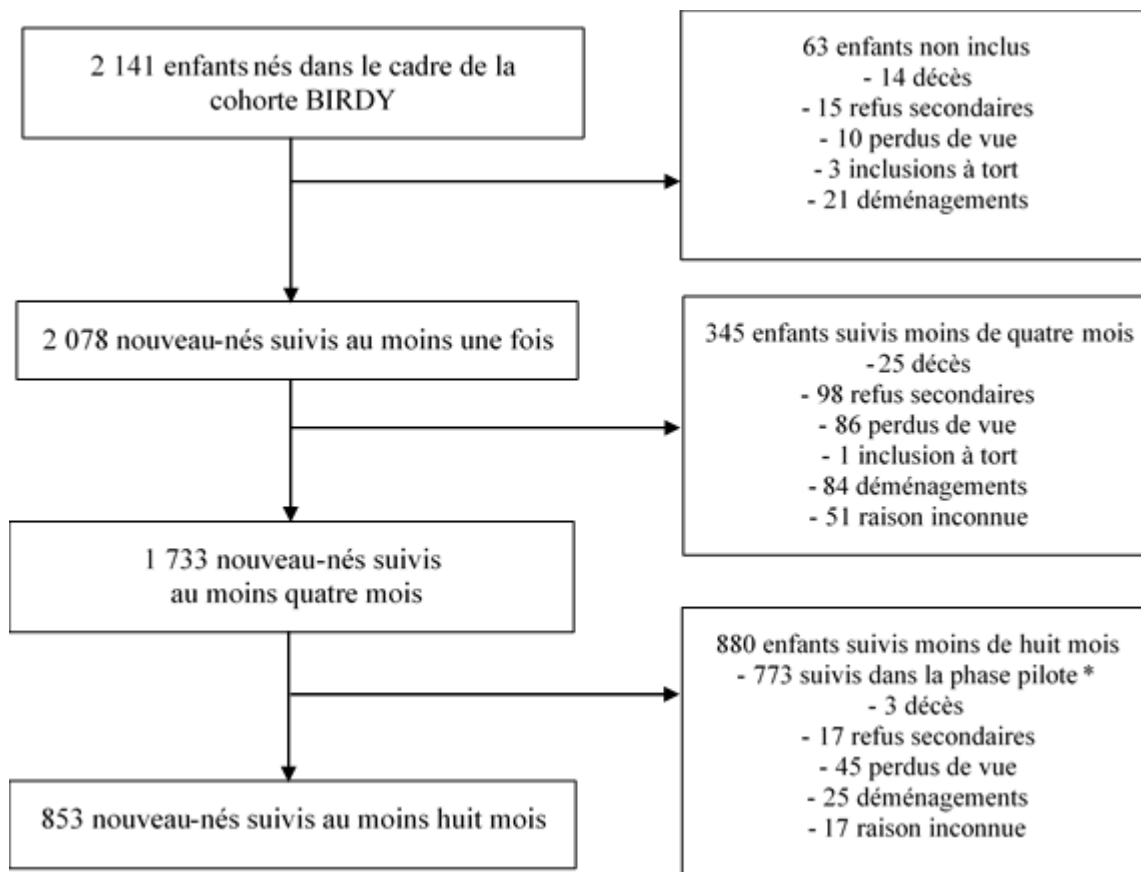


Figure 5. Flow-chart pour l'étude des couvertures vaccinales chez les nouveau-nés, Antananarivo et Moramanga, Madagascar, 2012-2019.

\* comme indiqué dans la méthodologie, la phase pilote s'est déroulée entre 2012 et 2013, pendant laquelle les enfants ont été suivis pendant leur 6 premiers mois de vie. Les 773 enfants de la phase pilote dont la durée de suivi était inférieure à 8 mois sont des enfants dont la durée de suivi est conforme au protocole initialement prévu

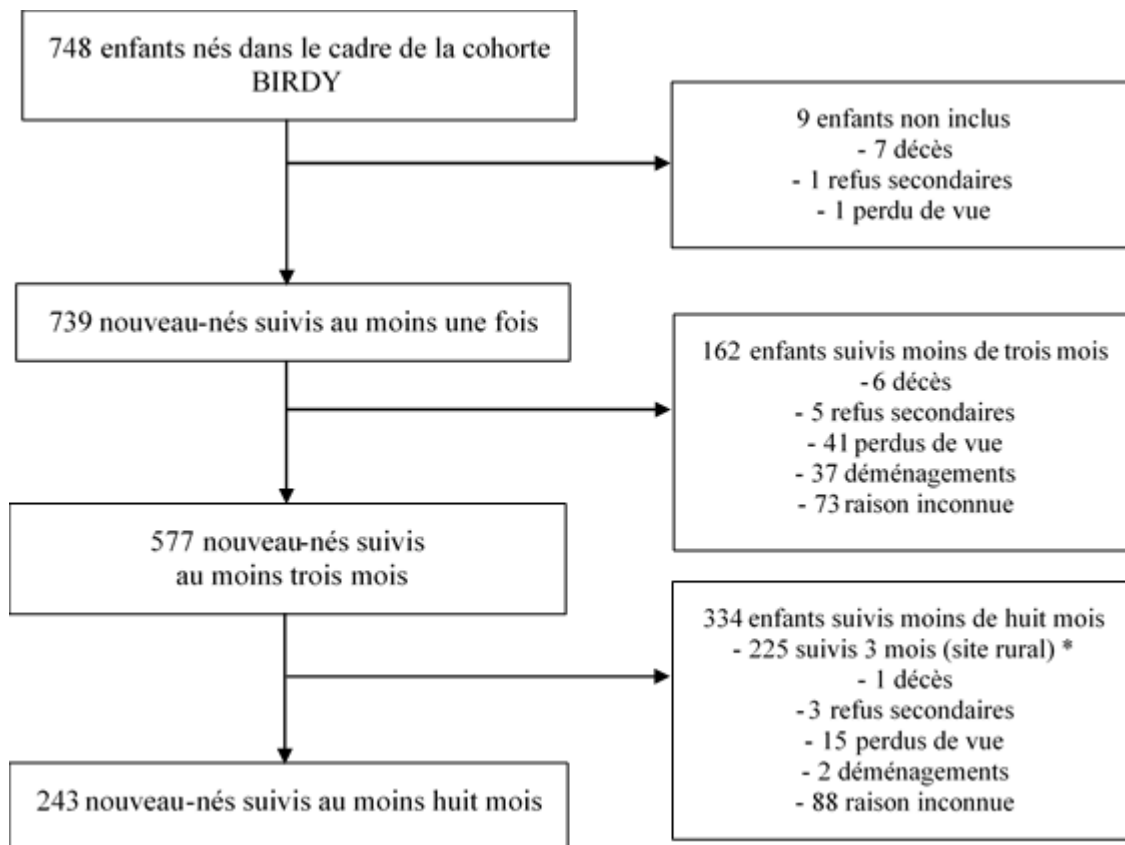


Figure 6. Flow-chart pour l'étude des couvertures vaccinales chez les nouveau-nés, Guédiawaye et Sokone, Sénégal, 2012-2019.

\* comme indiqué dans la méthodologie, les enfants du site rural n'ont été suivis que 3 mois. Les 225 enfants du site rural dont la durée de suivi était inférieure à 8 mois sont des enfants dont la durée de suivi est conforme au protocole initialement prévu.

## Chapitre 2 Analyse socio-démographique

### 2.1 Caractéristiques de la population d'étude

Le tableau 2 présente les caractéristiques socio-démographiques des enfants inclus et de leur mère par pays et par site.

Tableau 2. Caractéristiques socio-démographiques des enfants inclus et de leur mère par pays et par site, 2012-2018

	n (%) ou moyenne (SD)					
	Cambodge		Madagascar		Sénégal	
Femmes enceintes*	n = 786		n = 2 055		n = 725	
	Rural (n=430)	Urbain (n=356)	Rural (n=1 251)	Urbain (n=804)	Rural (n=292)	Urbain (n=433)
<b>Education</b>						
Aucune ou primaire	236 (54,9)	189 (53,1)	312 (24,9)	187 (23,3)	197 (67,5)	336 (77,6)
Secondaire ou université	194 (45,1)	167 (46,9)	939 (75,1)	617 (76,7)	95 (32,5)	97 (22,4)
<b>Métier</b>						
Sans emploi ou étudiant	102 (23,7)	171 (48,0)	949 (75,9)	468 (58,2)	238 (81,5)	317 (73,2)
Travail manuel, de bureau ou de direction	328 (76,3)	185 (52,0)	302 (24,1)	336 (41,8)	54 (18,5)	116 (26,8)
<b>Enfants nés vivants</b>						
0	202 (47,0)	130 (36,5)	419 (33,5)	345 (42,9)	75 (25,7)	117 (27,0)
≥ 1	228 (53,0)	226 (63,5)	832 (66,5)	459 (57,1)	217 (74,3)	316 (73,0)
<b>Visites durant la grossesse</b>						
<4	91 (21,2)	153 (43,0)	553 (44,2)	418 (52,0)	230 (78,8)	285 (65,8)
≥4	301 (70,0)	202 (56,7)	698 (55,8)	386 (48,0)	55 (18,8)	146 (33,7)
DM	38 (8,8)	1 (0,3)			7 (2,4)	2 (0,5)
<b>Age à l'accouchement (années)</b>						
Lieu d'accouchement						
Structure de santé	420 (97,7)	355 (99,7)	643 (51,4)	599 (74,5)	286 (97,9)	421 (98,8)
Domicile	10 (2,3)	1 (0,3)	601 (48,0)	202 (25,1)	6 (2,1)	5 (1,2)
DM			7 (0,6)	3 (0,4)	0 (0,0)	7 (1,6)
<b>Césarienne</b>						
Non	383 (89,1)	304 (85,4)	1 182 (94,5)	686 (85,3)	280 (95,9)	416 (96,1)
Oui	43 (10,0)	52 (14,6)	69 (5,5)	118 (14,7)	8 (2,7)	11 (2,5)
DM	4 (0,9)	0 (0,0)			4 (1,4)	6 (1,4)
<b>Nouveau-nés †</b>	n = 789		n = 2 078		n = 739	
	Rural (n=432)	Urbain (n=357)	Rural (n=1 264)	Urbain (n=814)	Rural (n=297)	Urbain (n=442)
<b>Poids à la naissance (g)</b>	3 075 (429,7)	3 149 (438,4)	3 007 (448,1)	2 929 (476,2)	3 092 (534,0)	3 022 (423,4)
<b>Poids &lt; 2,500 g à la naissance</b>						
Non	409 (94,7)	343 (96,1)	1 140 (90,2)	691 (84,9)	256 (86,2)	324 (73,3)
Oui	18 (4,2)	13 (3,6)	97 (7,7)	112 (13,8)	30 (10,1)	27 (6,1)
DM	5 (1,1)	1 (0,3)	27 (2,1)	11 (1,3)	11 (3,7)	91 (20,6)
<b>Sexe</b>						
Masculin	205 (47,5)	170 (47,6)	622 (49,2)	431 (52,9)	137 (46,1)	230 (52,0)
Féminin	223 (51,6)	187 (52,4)	642 (50,8)	383 (47,1)	159 (53,6)	207 (46,9)
DM	4 (0,9)	0 (0,0)			1 (0,3)	5 (1,1)

\* Total=3 566 femmes enceintes, dont 38 ayant accouché de jumeaux et 1 ayant accouché de triplés

† Total=3 606 nouveau-nés

DM : données manquantes

Ces caractéristiques variaient entre les pays. Les femmes enceintes provenaient plus souvent des zones rurales à Madagascar (60,9%, 1 251/2055) et au Cambodge (54,7%, 430/786), et plus souvent du site urbain au Sénégal (59,7%, 433/725) ( $p < 0,001$ ). Respectivement 73,5% (533/725), 54,1% (425/786) et 24,3% (499/2055) des mères au Sénégal, au Cambodge et à Madagascar n'ont pas été scolarisées ou n'ont fréquenté que l'école primaire ( $p < 0,001$ ). L'âge moyen des mères variait de 25,6 ans à Madagascar à 27,8 ans au Sénégal ( $p < 0,001$ ). Concernant le lieu de l'accouchement, 39,1% (803/2055) des naissances ont eu lieu à domicile à Madagascar, seulement 1,4% (11/786) et 1,5% (11/725) respectivement au Cambodge et au Sénégal ( $p < 0,001$ ). Au Cambodge, 3,9% (31/789) des nouveau-nés avaient un faible poids à la naissance ( $< 2\ 500\text{g}$ ). Cette proportion était de 10,1% (209/2078) à Madagascar et de 7,7% (57/739) au Sénégal ( $p < 0,001$ ). Il n'existait pas de différence significative concernant la distribution des sexes entre les trois populations.

Nous nous sommes intéressés aux caractéristiques selon le site (urbain/rural) dans chacun des pays. Au Cambodge, 56,7% (202/356) des mères du site urbain avaient effectué au moins quatre visites durant la grossesse. Elles étaient 70,0% (301/430) dans le site rural ( $p < 0,001$ ).

A Madagascar, 25,1% (202/804) des naissances du site urbain ont eu lieu à domicile. Cette proportion était de 48,0% (601/1 251) au site rural ( $p < 0,001$ ). Dans le site urbain, 13,8% (112/804) des nouveau-nés avaient un faible poids à la naissance. Ce pourcentage était de 7,7% (98/1 251) dans le site rural ( $p < 0,001$ ).

Au Sénégal, 77,6% (336/433) des mères du site urbain n'ont pas été scolarisées ou n'ont fréquenté que l'école primaire. Cette proportion atteignait 67,5% (197/292) chez les mères du site rural ( $p < 0,001$ ).

## 2.2 Comparaison du profil des enfants nés dans le cadre du projet BIRDY et non suivis par la suite

Au total, 118 enfants nés dans le cadre du projet BIRDY n'ont pas été suivis par la suite. Les raisons sont renseignées dans les flow-chart (Figures 4 à 6). En ne tenant pas compte des mères ou enfants décédés au décours de l'accouchement, 62 enfants nés vivants n'ont pas été suivis par la suite dont la majorité provenait du site de Madagascar ( $n=49$ ,  $n=11$  au Cambodge et  $n=2$  au Sénégal). Les caractéristiques des 49 enfants restants non inclus dans l'étude à Madagascar ont été comparées avec celles des enfants qui ont poursuivi l'étude à Madagascar.

La seule variable différenciant significativement entre les enfants non inclus et ceux inclus était le nombre d'enfants nés vivants chez la mère. Environ 60% des enfants non inclus étaient le premier enfant né vivant de leur mère, cette proportion étant de 37% chez les enfants inclus ( $p < 0,001$ ). Il n'y avait pas de différence significative concernant le site, l'âge à l'accouchement de la mère, l'éducation de la mère, le métier de la mère, le nombre de visites anténatales, le lieu d'accouchement, l'accouchement par césarienne, le faible poids à la naissance ou le sexe de l'enfant.

## Chapitre 3 Couverture vaccinale

### 3.1 Vaccins recommandés à la naissance

Pour le vaccin anti-hépatite B, 77% [IC95% 74-80] (effectifs en Annexe 1) des enfants au Cambodge et 71% [63-78] des enfants au Sénégal avaient reçu leur dose dans les 24 premières heures (Figure 7).

Pour le vaccin antipoliomyélitique oral, 47% [45-49] des enfants à Madagascar et 60% [57-64] des enfants au Sénégal avaient reçu leur dose dans les 14 premiers jours.

Pour le vaccin BCG, respectivement 88% [86-91] des enfants au Cambodge, 48% [46-50] à Madagascar et 62% [58-65] au Sénégal avaient reçu la dose dans les 14 premiers jours. Si l'on considère le rattrapage au cours de la première année de vie, ces proportions passaient à 91% [89-93] au Cambodge, 75% [73-77] à Madagascar et 72% [69-75] au Sénégal (Figure 8).

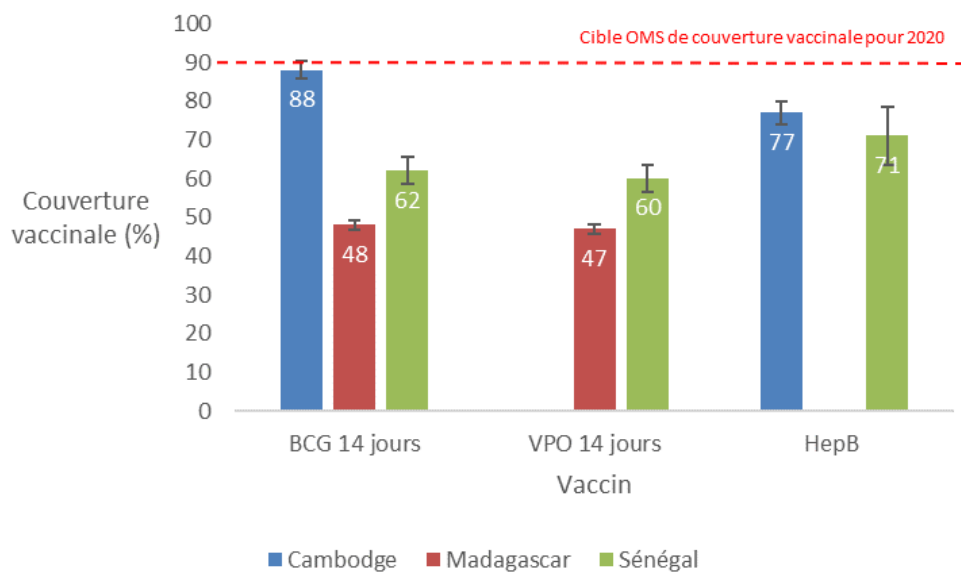


Figure 7. Couvertures vaccinales des vaccins BCG, antipoliomyélitique oral et anti-hépatite B chez les enfants suivis au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal, 2012-2019

BCG 14 jours : bacille de Calmette et Guérin dans les 14 premiers jours ; VPO 14 jours : vaccin antipoliomyélitique oral dans les 14 premiers jours ; HepB: vaccin anti-Hépatite B dans les 24 premières heures

### 3.2 Vaccins recommandés après la naissance

La figure 8 présente les couvertures vaccinales du vaccin BCG (à 1 an), pentavalent, antipoliomyélitique oral et contre la rougeole au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal conformément au schéma d'administration recommandé par le PEV de chacun des pays.

Au Sénégal, les enfants du site rural étaient suivis 3 mois. Les doses des vaccins pentavalent et antipoliomyélitique oral théoriquement délivrées autour de la 14<sup>e</sup> semaine soit 3 mois et demi, n'étaient donc pas encore délivrées à ces enfants et n'ont pas pu être prises en compte dans l'estimation de la couverture vaccinale. Nous ne présentons donc que les couvertures vaccinales relatives aux 2 premières doses à 6 et 10 semaines.

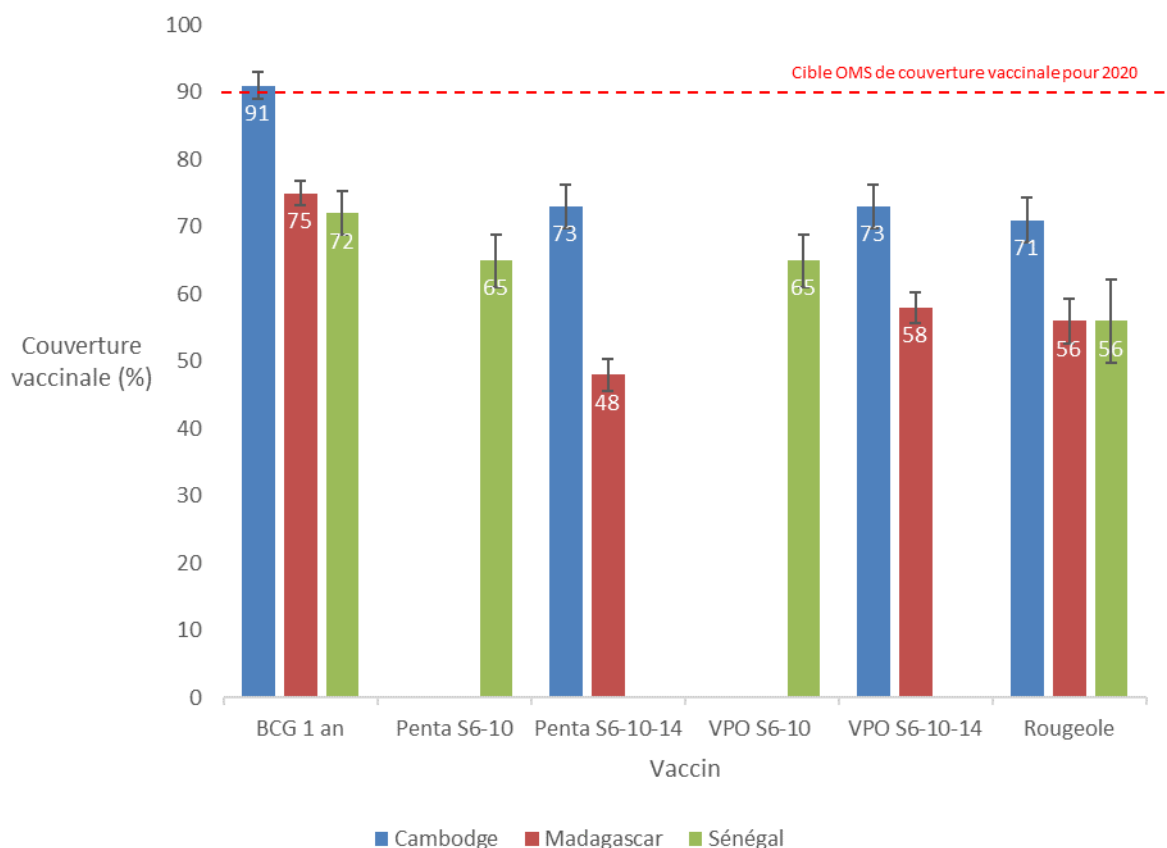


Figure 8. Couvertures vaccinales des vaccins BCG (rattrapage à 1 an), pentavalent, antipoliomyélitique oral et antirougeoleux chez les enfants suivis au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal, 2012-2019

BCG 1 an : bacille de Calmette et Guérin dans la 1<sup>re</sup> année; Pentavalent: vaccin pentavalent (DTP, Hib, Hépatite B); DTP : vaccin contre la diphtérie, le tétanos et la coqueluche; Hib : vaccin contre *Haemophilus influenzae* type b; Penta S6-10: vaccin pentavalent 2 doses recommandées à 6 et 10 semaines; Penta S6-10-14: vaccin pentavalent 3 doses recommandées à 6, 10 et 14 semaines; VPO S6-10: vaccin antipoliomyélitique oral 2 doses recommandées à 6 et 10 semaines; VPO S6-10-14: vaccin antipoliomyélitique oral 3 doses recommandées à 6, 10 et 14 semaines; Rougeole : vaccin contre la rougeole

A l'exception de la couverture vaccinale du BCG incluant le rattrapage à 1 an au Cambodge, l'ensemble de ces couvertures étaient inférieures à la cible fixée à 90% au niveau national par l'OMS en 2020 et de 80% au niveau du district/de la région.

Concernant le vaccin pentavalent, 73% [70-76] des enfants au Cambodge et 48% [46-50] à Madagascar avaient reçu les trois doses du vaccin (délivrées théoriquement autour des 6<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaine).

Pour le vaccin antipoliomyélitique oral, 73% [70-76] des enfants au Cambodge avaient reçu les doses de vaccin oral recommandées à 6, 10 et 14 semaines, et 58% [56-60] à Madagascar. Au Sénégal, 65% [61-69] des enfants avaient reçu les doses de vaccin pentavalent recommandées à 6 et 10 semaines, et les doses de vaccin polio oral recommandées à 6 et 10

semaines. Pour le vaccin contre la rougeole, 71% [67-74] des enfants au Cambodge, 56% [53-59] à Madagascar et 56% [50-63] au Sénégal avaient reçu la première dose.

### 3.3 Distribution des couvertures vaccinales

La figure 9 présente les couvertures vaccinales des différentes doses des vaccins pentavalent, antipoliomyélitique oral et antirougeoleux dans les trois pays de l'étude.

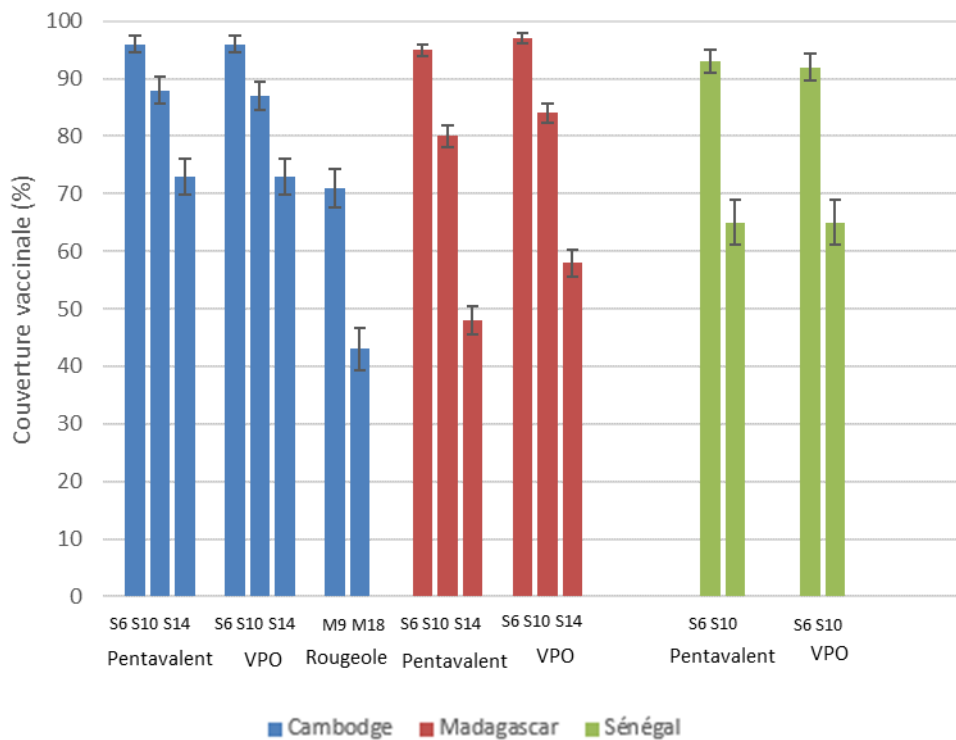


Figure 9. Couvertures vaccinales des différentes doses des vaccins pentavalent, antipoliomyélitique oral et antirougeoleux dans les trois pays de l'étude, 2012-2019.

Pentavalent : vaccin pentavalent (DTP, Hib, Hépatite B); DTP : vaccin contre la diphtérie, le tétanos et la coqueluche; Hib : vaccin contre *Haemophilus influenzae* type b; Pentavalent S6: vaccin pentavalent recommandées à 6 semaines; VPO S6: vaccin antipoliomyélitique oral recommandées à 6 semaines; Rougeole M9: vaccin contre la rougeole recommandé à 9 mois

Une diminution de la couverture avec l'âge a été observée pour tous les vaccins (Figure 9). Au Cambodge, la couverture vaccinale pour le vaccin pentavalent est passée de 96% [94-97] pour la première dose à 73% [70-76] pour la troisième dose. La même variation des proportions a été observée pour le vaccin antipoliomyélitique oral. La couverture vaccinale contre la rougeole est passée de 71% [67-74] pour la première dose à 43% [39-47] pour la deuxième dose.

A Madagascar, la couverture vaccinale pour le vaccin pentavalent est passée de 95% [94-96] pour la première dose à 48% [46-50] pour la troisième dose et elle est passée de 97% [96-98] à 58% [56-60] pour le vaccin antipoliomyélitique oral.

Au Sénégal, pour le vaccin pentavalent, la diminution est passée de 93% [91-95] pour la première dose à 65% [61-69] pour la deuxième dose et de 92% [89-94] à 65% [61-69] pour le vaccin antipoliomyélitique oral.

## Chapitre 4 Analyse des facteurs de risque associés avec la non-complétude des vaccins

Pour plus de clarté dans les tableaux, seules les variables incorporées dans les modèles multivariés initiaux ( $p < 0,2$  en univarié) sont présentées pour les résultats des analyses univariées. Pour les résultats des analyses multivariées, seules les variables forcées (site et sexe) ou significatives dans le modèle final ( $p < 0,05$ ) sont présentées.

### 4.1 Facteurs de risque associés à la non-vaccination pour les vaccins préconisés à la naissance

#### 4.1.1 Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination BCG

Les résultats des analyses univariées et multivariées concernant le vaccin BCG délivré dans les 14 premiers jours de vie sont présentés dans le tableau 3.

Nous avons trouvé qu'un faible poids de naissance était associé à l'absence de vaccination BCG au Cambodge (odds-ratio ajusté,  $ORa=4,28$  [1,85-9,37]), à Madagascar ( $ORa=2,40$  [1,75-3,32]) et au Sénégal ( $ORa=1,93$  [1,11-3,38]).

La vaccination par le BCG était plus élevée chez les enfants dont les mères ont assisté à plus de 4 visites pendant la grossesse à Madagascar ( $aOR=0,63$  [0,52-0,76]) et au Sénégal ( $aOR=0,61$  [0,41-0,88]).

Les enfants dont la mère a accouché à domicile étaient plus susceptibles de ne pas être vaccinés par le BCG que ceux dont la mère a accouché dans un établissement de santé ( $aOR=2,28$  [1,87-2,78]), à Madagascar. La vaccination par le BCG était plus élevée chez les enfants dont les mères étaient plus instruites ( $ORa=0,54$  [0,44-0,68]) à Madagascar.

Les enfants nés dans le site rural étaient plus souvent vaccinés par le BCG ( $ORa=0,46$  [0,29-0,72]) que ceux du site urbain au Cambodge.

Tableau 3. Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination BCG dans les 14 premiers jours de vie au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal

	Cambodge (n=789)				Madagascar (n=2 078)				Sénégal (n=739)				
	Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée		
	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	
<b>Sexe</b>													
Masculin (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
Féminin	1,14 [0,73-1,78]	0,571	1,10 [0,70-1,74]	0,665	1,06 [0,89-1,26]	0,522	1,04 [0,87-1,25]	0,663	0,95 [0,70-1,28]	0,726	0,93 [0,67-1,29]	0,657	
<b>Site</b>													
Urbain (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
Rural	0,51 [0,33-0,80]	0,003	0,46 [0,29-0,72]	0,001	1,16 [0,98-1,39]	0,090	1,03 [0,85-1,25]	0,775	0,84 [0,62-1,14]	0,258	0,76 [0,54-1,06]	0,105	
<b>Education</b>													
Aucune ou primaire (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
Secondaire or université	0,94 [0,60-1,45]	0,768			0,47 [0,38-0,58]	<0,001	0,54 [0,44-0,68]	<0,001	0,78 [0,55-1,09]	0,149			
<b>Enfants nés vivants avant la grossesse actuelle</b>													
0 (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
≥ 1	0,63 [0,41-0,98]	0,041			1,37 [1,15-1,64]	0,001			0,97 [0,70-1,36]	0,867			
<b>Visites durant la grossesse</b>													
<4 (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
≥4	0,63 [0,40-0,99]	0,044			0,51 [0,43-0,61]	<0,001	0,63 [0,52-0,76]	<0,001	0,65 [0,46-0,92]	0,015	0,61 [0,41-0,88]	0,010	
<b>Lieu d'accouchement</b>													
Structure de santé (Ref)													
Domicile					2,54 [2,12-3,05]	<0,001	2,28 [1,87-2,78]	<0,001					
<b>Césarienne</b>													
Non (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
Oui	0,91 [0,43-1,75]	0,790			0,69 [0,51-0,92]	0,013			3,15 [1,35-7,92]	0,010			
<b>Poids &lt; 2,500 g à la naissance</b>													
Non (Ref)	-		-		-		-		-		-		-
Oui	4,06 [1,77-8,73]	<0,001	4,28 [1,85-9,37]	<0,001	2,25 [1,66-3,08]	<0,001	2,40 [1,75-3,32]	<0,001	1,77 [1,02-3,06]	0,041	1,93 [1,11-3,38]	0,020	

ORa : odds ratio ajusté

Le sexe de l'enfant et le site ont été forcées dans toutes les analyses multivariées

#### 4.1.2 Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination anti-hépatite B à la naissance

Les résultats des analyses univariées et multivariées concernant le vaccin anti-hépatite B dans les 24 premières heures de vie au Cambodge sont présentés en annexe (Annexe 2).

Comme pour la vaccination BCG au Cambodge, un faible poids de naissance était associé à l'absence de vaccination anti-hépatite B. De plus, l'utilisation du vaccin anti-hépatite B était plus élevée chez les enfants dont les mères étaient plus instruites (ORa=0,55 [0,39-0,78]).

#### 4.1.3 Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination antipoliomyélitique oral à la naissance

Les résultats des analyses univariées et multivariées concernant le vaccin antipoliomyélitique oral délivré dans les 14 premiers jours de vie à Madagascar et au Sénégal sont présentés en annexe (Annexe 3).

Nous avons obtenu des résultats similaires à la vaccination BCG pour le vaccin antipoliomyélitique oral à Madagascar d'une part et au Sénégal d'autre part.

De plus, les enfants nés dans le site rural étaient plus souvent vaccinés par le vaccin antipoliomyélitique oral (ORa=0,69 [0,49-0,97]) que ceux du site urbain au Sénégal.

### 4.2 Facteurs de risque associés à la non-complétude pour les vaccins préconisés après la naissance

#### 4.2.1 Facteurs de risque associés avec la non-complétude pour le vaccin pentavalent

Les résultats des analyses univariées et multivariées concernant le vaccin pentavalent sont présentés dans le tableau 4.

Les mêmes facteurs de risque ont été identifiés au Cambodge et à Madagascar en analyse multivariée. Le fait d'avoir reçu au moins deux doses de vaccin était plus élevé chez les enfants dont les mères étaient plus instruites (ORa=0,61 [0,38-0,97] et 0,66 [0,51-0,86]) et celles ayant assisté à plus de 4 visites pendant la grossesse (ORa=0,39 [0,25-0,63] et 0,66 [0,52-0,84]) au Cambodge et à Madagascar, respectivement. Dans ces deux pays, des analyses considérant la complétude de la couverture du vaccin pentavalent avec le seuil trois doses au

lieu de deux ont également été réalisées. Ces analyses rapportaient des résultats similaires aux analyses présentées ci-dessus.

Nous n'avons pas trouvé de facteur significativement associé au fait d'avoir reçu moins de deux doses de vaccin pentavalent au Sénégal dans notre analyse multivariée (pour rappel, seuls les enfants du site urbain étaient inclus dans cette analyse).

#### 4.2.2 Facteurs de risque associés avec la non-complétude pour le vaccin antipoliomyélitique oral

Les résultats des analyses univariées et multivariées concernant le vaccin antipoliomyélitique oral au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal sont présentés en annexe (Annexe 4).

Nous avons obtenu des résultats similaires au vaccin pentavalent pour le vaccin antipoliomyélitique oral pour chaque pays de l'étude.

#### 4.2.3 Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination contre la rougeole

Les résultats des analyses univariées et multivariées concernant la 1<sup>re</sup> dose du vaccin antirougeoleux sont présentés dans le tableau 5.

L'utilisation du vaccin contre la rougeole était plus élevée chez les enfants dont les mères avaient assisté à plus de 4 visites pendant la grossesse (ORa=0,50 [0,35-0,71]) au Cambodge.

Les enfants nés dans le site rural étaient plus souvent vaccinés par le vaccin contre la rougeole (ORa=0,40 [0,30-0,53]) que ceux du site urbain à Madagascar.

Nous n'avons pas trouvé de facteur significativement associé au fait de ne pas avoir reçu de dose de vaccin contre la rougeole au Sénégal dans notre analyse multivariée (pour rappel, seuls les enfants du site urbain étaient inclus dans cette analyse).

Pour l'ensemble des modèles, des analyses de sensibilité ont été réalisées afin de prendre en compte les enfants avec un poids à la naissance non renseigné (n=6 au Cambodge, 38 à Madagascar et 102 au Sénégal) pour les modèles où le faible poids à la naissance ressortait comme un facteur de risque de non-vaccination. Les résultats de l'ensemble de ces analyses ne différaient pas de ceux obtenus précédemment, quel que soit le scénario envisagé.

Tableau 4. Facteurs de risque associés avec la non-complétude (= moins de deux doses) du vaccin pentavalent au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal

	Cambodge (n=761)				Madagascar (n=1 733)				Sénégal (n=261)			
	Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée	
	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p
<b>Sexe</b>												
Masculin (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Féminin	0,83 [0,54-1,28]	0,403	0,85 [0,54-1,34]	0,489	1,23 [0,97-1,56]	0,086	1,25 [0,98-1,59]	0,067	0,71 [0,37-1,33]	0,286	0,79 [0,38-1,63]	0,527
<b>Site</b>												
Urbain (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Rural	0,71 [0,46-1,09]	0,114	0,85 [0,53-1,36]	0,498	0,82 [0,65-1,05]	0,113	0,84 [0,66-1,07]	0,158				
<b>Education</b>												
Aucune ou primaire (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Secondaire or université	0,60 [0,38-0,94]	0,026	0,61 [0,38-0,97]	0,039	0,63 [0,48-0,81]	<0,001	0,66 [0,51-0,86]	0,002	1,07 [0,47-2,26]	0,855		
<b>Enfants nés vivants avant la grossesse actuelle</b>												
0 (Ref)	-		-		-		-		-		-	
≥ 1	1,52 [0,97-2,41]	0,070			1,39 [1,08-1,79]	0,011			1,53 [0,72-3,56]	0,288		
<b>Visites durant la grossesse</b>												
<4 (Ref)	-		-		-		-		-		-	
≥4	0,37 [0,24-0,59]	<0,001	0,39 [0,25-0,63]	<0,001	0,62 [0,49-0,78]	<0,001	0,66 [0,52-0,84]	0,001	1,38 [0,73-2,64]	0,320		
<b>Poids &lt; 2,500 g à la naissance</b>												
Non (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Oui	1,04 [0,30-2,73]	0,947			1,29 [0,87-1,87]	0,190			1,25 [0,27-4,25]	0,739		

ORa : odds ratio ajusté

Le sexe de l'enfant et le site ont été forcées dans toutes les analyses multivariées (uniquement le sexe de l'enfant au Sénégal)

Tableau 5. Facteurs de risque associés avec la non-complétude (= non-vaccination) du vaccin contre la rougeole au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal

	Cambodge (n=742)				Madagascar (n=853)				Sénégal (n=243)			
	Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée	
	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p
<b>Sexe</b>												
Masculin (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Féminin	0,78 [0,57-1,07]	0,118	0,78 [0,56-1,09]	0,144	1,18 [0,90-1,54]	0,242	1,17 [0,89-1,54]	0,271	0,93 [0,56-1,56]	0,794	0,93 [0,56-1,56]	0,794
<b>Site</b>												
Urbain (Ref)	-		-		-		-					
Rural	1,25 [0,91-1,72]	0,177	1,38 [0,98-1,95]	0,066	0,40 [0,30-0,53]	<0,001	0,40 [0,30-0,53]	<0,001				
<b>Education</b>												
Aucune ou primaire (Ref)	-				-				-			
Secondaire or université	0,73 [0,53-1,00]	0,054			0,77 [0,56-1,07]	0,119			0,52 [0,26-0,98]	0,049		
<b>Visites durant la grossesse</b>												
<4 (Ref)	-		-		-		-		-		-	
>=4	0,53 [0,38-0,75]	<0,001	0,50 [0,35-0,71]	<0,001	0,92 [0,70-1,21]	0,549			1,01 [0,60-1,68]	0,979		

ORa : odds ratio ajusté

Le sexe de l'enfant et le site ont été forcées dans toutes les analyses multivariées (uniquement le sexe de l'enfant au Sénégal)

## Partie 3 Discussion

---

Grâce à une approche communautaire, nous avons montré que les couvertures vaccinales au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal étaient inférieures à celles recommandées par l'OMS. Pour les vaccins nécessitant plusieurs doses, nous avons également montré que la couverture vaccinale diminue fortement avec l'âge. Pour tous les vaccins recommandés à la naissance, nous avons identifié que le faible poids de naissance était un facteur associé à l'absence de vaccination. Nous avons également identifié que le faible niveau d'éducation de la mère et le faible suivi de la mère pendant la grossesse étaient des facteurs associés à une vaccination incomplète.

La majorité des couvertures vaccinales n'atteignait pas l'objectif de l'OMS de 90 % au niveau national et de 80 % au niveau des districts/régions fixé pour 2020. Seule la couverture vaccinale du vaccin BCG au Cambodge dépassait ce seuil. La vaccination est largement reconnue comme l'un des investissements les plus coût-efficaces en matière de santé publique (14). Cependant, pour protéger l'ensemble de la population, la couverture vaccinale doit atteindre certains seuils, dépendant de la contagiosité des pathologies, afin d'obtenir une immunité de groupe et ainsi interrompre la circulation des agents pathogènes ciblés.

Les données de cette étude étaient similaires pour certains vaccins avec les données officielles ou provenant d'enquêtes disponibles, pour la majorité des Enquêtes Démographiques et de Santé (EDS). Les résultats de notre étude pour la couverture vaccinale des doses de vaccin antipoliomyélitique oral et pentavalent recommandées à 6 et 10 semaines, du vaccin BCG et de la dose de vaccin contre l'hépatite B à la naissance au Cambodge étaient concordants avec la dernière enquête démographique et de santé (EDS) du Cambodge réalisée en 2014 et les estimations de l'OMS (15,16). A Madagascar, les résultats de notre étude pour la couverture vaccinale des doses de vaccin antipoliomyélitique oral et pentavalent recommandées à 6 et 10 semaines, du vaccin BCG étaient concordants avec la dernière enquête par Grappes à Indicateurs Multiples (MICS) réalisée en 2018 et les estimations de l'OMS (17,18). Au Sénégal, les résultats de notre étude pour la dose de vaccin contre l'hépatite B à la naissance étaient concordants avec les estimations de l'OMS (19).

A l'inverse, les couvertures estimées de notre étude étaient plus basses pour certains vaccins. La couverture vaccinale des doses de vaccins pentavalent et antipoliomyélitiques oral préconisées à la 14<sup>e</sup> semaine étaient plus basse respectivement de 10 à 20 points au Cambodge (15,16) et de 20 à 40 points à Madagascar (18,20) par rapport aux données existantes. La 2<sup>e</sup> dose de rougeole au Cambodge était également concernée avec 30 points de moins que les données existantes (16). La couverture de la dose de vaccin antipoliomyélitique oral préconisée à la naissance à Madagascar était plus basse de 10 points (17). Enfin, la couverture vaccinale du vaccin BCG au Sénégal était plus basse de 20 à 25 points par rapport aux données existantes (8,19). Peu de données étaient disponibles pour comparer la couverture vaccinale de la dose de vaccin antipoliomyélitique oral préconisée à la naissance au Sénégal. La couverture vaccinale plus faible par rapport aux données existantes pour ces vaccins pourrait s'expliquer par différentes raisons. Premièrement, la couverture vaccinale de notre étude a été calculée à partir de deux sites, l'un urbain et l'autre rural, dans chacun des pays. Il est possible que les zones de notre étude aient une couverture vaccinale inférieure aux taux de couverture nationale présentés dans les différentes sources disponibles. Deuxièmement, la durée limitée du suivi de la cohorte n'a pas permis d'aussi bien prendre en compte les éventuelles vaccinations de rattrapage que les EDS. En effet, tous les enfants pouvaient potentiellement bénéficier d'une vaccination de rattrapage après avoir quitté l'étude. Les données de l'EDS ont été collectées de manière transversale parmi les enfants jusqu'à 4 ans, permettant ainsi de considérer ces vaccinations de rattrapage chez les enfants plus âgés inclus dans ces enquêtes. Cette différence de méthodologie pourrait expliquer pourquoi les taux de couverture trouvés dans notre étude étaient plus faibles que ceux trouvés dans l'EDS. Ainsi, il est important de souligner que le design de notre étude nous a permis de disposer d'informations sur les calendriers de vaccination dont les EDS ne disposent pas, ce qui suggère un retard dans l'injection de certains vaccins par rapport aux recommandations.

Un résultat important de notre étude était que les couvertures vaccinales les plus élevées étaient observées à la naissance avec une décroissance très marquée par la suite avec l'âge. En particulier, il a été observé une baisse de 23 points entre les doses recommandées aux 6<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaine des vaccins pentavalent et antipoliomyélitique oral au Cambodge. Cette baisse était de 47 points pour le vaccin pentavalent à Madagascar, et de 39 points pour le vaccin antipoliomyélitique oral. Nos résultats sont concordants avec les données de la littérature. Au Cambodge, l'EDS 2014 (15) montrait que la couverture vaccinale du vaccin pentavalent baissait de 12 points entre ces doses, et que celle du vaccin antipoliomyélitique oral baissait

de 15 points. Une étude réalisée en 2014 à Madagascar (13) observait également une baisse de 10 points entre les doses recommandées aux 6<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaine du vaccin pentavalent. Cette décroissance des couvertures avec l'âge peut s'expliquer par des opportunités plus élevées d'être vacciné à la naissance et dans les premières semaines de vie. A la naissance, l'accouchement se déroule le plus souvent dans une structure de santé, où les vaccinations sont intégrées dans la prise en charge initiale du nouveau-né (21). Par la suite, le contact de l'enfant avec les structures de santé est limité et dépend des événements de santé présentés par l'enfant, de l'accès aux soins, des ressources financières et de raisons culturelles. De plus, même si l'enfant consulte pour une raison quelconque, il peut ne pas avoir avec lui son carnet de vaccination et/ou les professionnels de santé peuvent ne pas vérifier systématiquement que les vaccinations sont à jour. Ce résultat suggère donc qu'une intervention possible pour augmenter la couverture vaccinale pourrait être de structurer le suivi de l'enfant avec des consultations obligatoires autour des âges où les vaccins sont recommandés dans ces pays.

Un autre résultat intéressant était que des vaccins recommandés selon un même calendrier avaient des couvertures différentes dans un même pays.

Au Sénégal, la dose de vaccin antipoliomyélitique oral à la naissance n'avait été administrée qu'à 60% des enfants, alors que 71% des enfants avaient reçu la dose de vaccin contre l'hépatite B à la naissance. Cette différence peut s'expliquer par l'organisation des soins de santé. Au Sénégal, les vaccins BCG et antipoliomyélitique oral sont délivrés par le service de vaccination pendant les jours de semaine uniquement. Contrairement au vaccin contre l'hépatite B, qui est disponible à la maternité et peut être administré directement à la naissance. Ainsi, selon le jour et l'heure de la naissance, certains enfants peuvent ne pas bénéficier des vaccins BCG et antipoliomyélitique oral, car la plupart des mères ont quitté la maternité quelques heures après la naissance, en dehors des heures d'ouverture du service de vaccination. Ceci est d'autant plus contraignant pour l'administration du vaccin antipoliomyélitique oral, qui doit être administré dans les 14 jours pour respecter l'intervalle de 4 semaines, la dose suivante étant recommandée à la 6<sup>e</sup> semaine. Ainsi, si un nouveau-né qui n'a pas reçu le vaccin antipoliomyélitique oral à la naissance ne s'est pas présenté dans les 14 jours, alors cette dose n'est pas rattrapée.

Les couvertures de la dose de vaccin BCG administrée dans les 14 jours étaient de 48% à Madagascar et de 62% au Sénégal. Elles atteignaient respectivement 75% et 72% à 12 mois. La contrainte de temps observée pour le vaccin antipoliomyélitique oral n'existe pas pour le BCG qui, bien que recommandé le plus tôt possible à la naissance, peut bénéficier d'un

rattrapage jusqu'à 12 mois. Pourtant, certaines études ont montré que la vaccination BCG administrée tôt à la naissance protège contre les maladies infectieuses non tuberculeuses pendant la période néonatale, en plus d'avoir des effets spécifiques à la tuberculose (22). Il est donc nécessaire de vacciner par le BCG le plus précocement possible.

A Madagascar, les couvertures du vaccin pentavalent étaient inférieures à celles du vaccin contre la poliomyélite, bien que ces vaccins soient recommandés et donc normalement administrés selon le même calendrier. Ces différences peuvent être expliquées par les éventuelles vaccinations de masse ciblant le vaccin antipoliomyélitique, pendant lesquelles tous les enfants d'une tranche d'âge donnée, indépendamment de la maladie ou des antécédents de vaccination, sont vaccinés (23). De plus, la voie d'administration orale du vaccin antipoliomyélitique, plus facile à mettre en œuvre que celle intramusculaire du vaccin pentavalent (nécessitant un personnel formé) peut aussi expliquer cette différence de couverture. Enfin, les ruptures de stock dans les circuits de distribution ou éventuellement les pannes de congélateur peuvent également être un facteur explicatif. Ces résultats suggèrent des problèmes logistiques ou d'organisation des soins nécessitant une réponse globale impliquant aussi bien les acteurs internationaux tels l'OMS, l'Unicef ou l'Alliance GAVI que les acteurs nationaux et notamment les ministères de la santé.

Nous avons trouvé certains facteurs associés à une vaccination incomplète des enfants.

Un résultat important de notre étude était que le faible poids à la naissance était associé au risque de non-vaccination pour l'ensemble des vaccins préconisés à la naissance, au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal. Les enfants avec un faible poids à la naissance étaient moins souvent vaccinés que ceux avec poids normal pour le vaccin BCG délivré dans les 14 premiers jours dans les trois pays de l'étude. Ce même résultat était retrouvé pour le vaccin antipoliomyélitique oral délivré dans les 14 premiers jours à Madagascar et au Sénégal, ainsi que pour la dose d'anti-hépatite B délivrée dans les 24 premières heures au Cambodge.

La prématurité est l'une des principales causes de faible poids à la naissance (24). Le retard de croissance intra-utérin peut également engendrer des insuffisances pondérales à la naissance chez les nouveau-nés à terme. La difficulté de mesurer exactement l'âge gestationnel dans les pays à revenu faible et intermédiaire ne permet de distinguer ces deux mécanismes sous-jacents au faible poids à la naissance. Ainsi dans notre étude, nous ne pouvons pas quantifier la part de faibles poids de naissance dus à la prématurité. Les enfants nés

prématurément sont confrontés à un risque accru de maladies évitables par la vaccination (25) du fait notamment de l'immaturation de leur système immunitaire. Les bébés prématurés peuvent également avoir une succion moins efficace que les bébés matures, entraînant potentiellement un passage plus faible des anticorps maternels et une moindre protection immunitaire. Les vaccinations de cette population à risque sont souvent retardées (26) alors que leurs calendriers suivent ceux des enfants nés à terme (27,28). De récentes études ont en effet montré que la vaccination précoce présentait un profil de sécurité et d'efficacité similaire entre les nourrissons prématurés et ceux ne l'étant pas (29,30).

Les raisons liées à cette non-vaccination chez les enfants avec un faible poids à la naissance pourraient être des résistances du personnel soignant ou encore des familles par rapport à la fragilité que peut représenter un enfant avec un faible poids à la naissance. Ces freins à la vaccination pourraient être explorés à l'aide d'approche anthropologique. Une sensibilisation auprès des professionnels de santé, des accoucheuses traditionnelles et des parents des recommandations vaccinales ciblant les enfants avec un faible poids à la naissance pourraient être mis en place afin d'améliorer leur couverture vaccinale.

Le faible niveau d'éducation des mères était associé à un schéma de vaccination incomplet chez l'enfant pour les vaccins pentavalent et antipoliomyélitique oral au Cambodge et à Madagascar, mais aussi pour le vaccin BCG à Madagascar et le vaccin contre l'hépatite B à la naissance au Cambodge dans notre étude. Ce résultat est concordant avec la littérature. Ce facteur de risque a également été retrouvé à Madagascar pour les vaccins BCG, pentavalent et antipoliomyélitique oral (6), et en Ethiopie pour toutes les vaccinations recommandées dans ce pays (31). Les OR ajustés variaient de 2,05 à 5,31 (un faible niveau d'instruction a été identifié comme un facteur de risque par rapport à un niveau d'instruction plus élevé) dans ces études. Un niveau d'éducation plus élevé est souvent associé à une meilleure sensibilisation aux soins préventifs tels que les services de vaccination des enfants (32). De plus, les mères instruites ont une meilleure autonomie dans la prise de décision en matière de soins de santé, ce qui conduit à l'utilisation de la vaccination infantile (33). Ce résultat souligne l'utilité des approches et des outils adaptés aux populations moins éduquées pour améliorer la sensibilisation aux vaccins et à leur efficacité pour protéger les enfants.

Un suivi prénatal moins important de la mère était associé à un schéma de vaccination incomplet chez l'enfant pour les vaccins antipoliomyélitique oral et pentavalent au Cambodge et à Madagascar, le vaccin BCG à Madagascar et au Sénégal, mais aussi le vaccin contre la

rougeole au Cambodge dans notre étude. Ce facteur de risque a également été retrouvé dans la littérature antérieure au Cambodge pour les vaccins BCG et pentavalent (34) et au Sénégal pour toutes les vaccinations recommandées dans ce pays (7). Les OR ajustés variaient de 2,06 à 12,60 (un moindre suivi de la grossesse était identifié comme un facteur de risque par rapport à un suivi de grossesse régulier) dans ces études. Ce moindre suivi prénatal peut refléter une moindre accessibilité ou affinité de la mère pour le système de santé traditionnel ou pour les soins de santé en général, pouvant ainsi expliquer une adhésion plus faible pour la vaccination. Le suivi prénatal est un moment privilégié où chaque consultation peut être l'occasion de discuter de l'importance des vaccinations infantiles et de fournir des sources d'information officielles. L'accouchement à domicile, qui représente environ 40% des accouchements à Madagascar, peut également refléter cette moindre accessibilité ou affinité. Dans ce pays, il a été associé à un schéma de vaccination incomplet pour les doses délivrées autour de la naissance (BCG et antipoliomyélitique oral dans les 14 premiers jours de vie) dans notre étude. Ce facteur de risque a également été retrouvé dans des études menées au Ghana (35) et au Sénégal (7) pour toutes les vaccinations recommandées dans ces pays. Les OR ajustés variaient de 1,47 à 1,71 (l'accouchement à domicile était identifié comme un facteur de risque par rapport à l'accouchement dans un établissement de santé) dans ces études.

La couverture des vaccins administrés à la naissance à Madagascar apparaissait plus faible qu'au Cambodge et au Sénégal. Ceci peut être expliqué par le taux plus élevé d'accouchement à domicile à Madagascar par rapport aux deux autres pays de l'étude. En effet, les vaccins peuvent ne pas être disponibles lorsque l'accouchement a lieu à domicile. Cela pourrait expliquer pourquoi l'accouchement à domicile est associé à la non-vaccination à la naissance. Il serait donc important, dans les pays où les accouchements à domicile sont encore courants, de sensibiliser les accoucheuses traditionnelles à l'importance de promouvoir la vaccination.

La principale force de cette étude est son approche communautaire, qui permet de suivre tous les nouveau-nés de notre zone d'étude dans 3 PRFI. Ainsi, nous avons également pu considérer dans notre analyse les enfants qui ne se présentent pas dans les centres de santé pour être vaccinés, soit au décours de leur naissance (accouchement à domicile), soit plus tard au cours de leur suivi. De plus, nous avons pu comparer et montrer des écarts de couvertures vaccinales de vaccins recommandés selon un même calendrier. Cette comparaison nous a permis de mettre en lumière des obstacles à la mise en œuvre des vaccinations liés aux conditions de stockages et administrations (par exemple vaccination anti-hépatite B délivrable

directement à la naissance contrairement aux vaccins antipoliomyélitique et BCG) pouvant différer selon les vaccins étudiés. Il s'agit, à notre connaissance, d'une des premières études à analyser les facteurs de risque associés à l'absence de vaccination pour les vaccins anti-hépatite B et antipoliomyélitique oral administrés à la naissance.

Notre étude a présenté certaines limites. Il est possible que les enfants, suivis dans le cadre d'une étude de recherche, aient bénéficié d'un meilleur suivi vaccinal que la population générale. Il est donc possible qu'en réalité les couvertures vaccinales soient encore inférieures à celles retrouvées dans notre étude. Cependant, il n'y avait pas d'incitation particulière à se faire vacciner. Les enfants suivis dans cette étude provenaient de deux sites, un urbain et un rural, dans chacun des pays, ce qui limite la généralisation des résultats. Enfin, il est possible que notre analyse des facteurs de risque, notamment au Sénégal, ait manqué de puissance, ne permettant pas de mettre en évidence les facteurs de risque retrouvés dans les deux autres pays de l'étude.

## Conclusion

---

L'objectif fixé pour 2020 par l'OMS était de 90% de couverture vaccinale au niveau national et de 80% dans chaque district pour tous les vaccins inclus dans les programmes nationaux. Notre travail portant sur des enfants suivis en communautaire entre 2012 et 2019 au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal montre qu'aucun vaccin (à l'exception de la vaccination par le BCG au Cambodge) n'atteint le seuil de 80%. Pour les vaccins nécessitant plusieurs doses, la couverture vaccinale diminue fortement avec l'âge.

L'introduction de consultations obligatoires aux âges où les doses de vaccin sont recommandées, ou une meilleure disponibilité/logistique de certains vaccins recommandés à la naissance (notamment les vaccins BCG et antipoliomyélitique oral) pourraient contribuer à améliorer les couvertures.

Le faible poids de l'enfant à la naissance était un facteur de risque important de non-vaccination pour les vaccins recommandés à la naissance dans les trois pays. Un faible niveau d'éducation de la mère et un moindre suivi prénatal ont également été identifiés comme des facteurs de risque de vaccination incomplète. Ces profils doivent être ciblés afin d'améliorer les couvertures vaccinales.

D'autres facteurs non explorés dans cette étude peuvent constituer des freins à la vaccination, notamment chez les soignants ou les familles. Ces freins pourraient être explorés à l'aide d'approche anthropologique. En effet, une approche multidisciplinaire impliquant l'ensemble des parties prenantes (décideurs de santé publique, responsables logistiques, économistes de la santé, professionnels de santé, ménages...) est nécessaire afin d'améliorer ces couvertures et ainsi endiguer le poids des maladies transmissibles dans les pays à revenu faible et intermédiaire.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Unicef. Levels and trends in child mortality 2020 [Internet]. 2020 [cité 11 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.unicef.org/reports/levels-and-trends-child-mortality-report-2020>
2. Liu L, Oza S, Hogan D, Perin J, Rudan I, Lawn JE, et al. Global, regional, and national causes of child mortality in 2000-13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis. *Lancet*. 31 janv 2015;385(9966):430-40.
3. Andre FE, Booy R, Bock HL, Clemens J, Datta SK, John TJ, et al. Vaccination greatly reduces disease, disability, death and inequity worldwide. *Bull World Health Organ*. févr 2008;86(2):140-6.
4. Organisation Mondiale de la Santé. Plan d'Action Mondial pour les Vaccins 2011-2020. 2013 [Internet]. [cité 21 nov 2020]. Disponible sur: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79315/9789242504989\\_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79315/9789242504989_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
5. World Health Organization. Immunization coverage [Internet]. [cité 11 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage>
6. Clouston S, Kidman R, Palermo T. Social inequalities in vaccination uptake among children aged 0-59 months living in Madagascar: an analysis of Demographic and Health Survey data from 2008 to 2009. *Vaccine*. 12 juin 2014;32(28):3533-9.
7. Sarker AR, Akram R, Ali N, Chowdhury ZI, Sultana M. Coverage and Determinants of Full Immunization: Vaccination Coverage among Senegalese Children. *Medicina (Kaunas)*. 14 août 2019;55(8).
8. Peretti-Watel P, Cortaredona S, Ly EY, Seror V, Ndiaye S, Gaye I, et al. Determinants of childhood immunizations in Senegal: Adding previous shots to sociodemographic background. *Hum Vaccin Immunother*. 2020;16(2):363-70.
9. Huynh B-T, Padget M, Garin B, Delarocque-Astagneau E, Guillemot D, BIRDY study group. Bacterial neonatal sepsis and antibiotic resistance in low-income countries. *Lancet*. 6 févr 2016;387(10018):533-4.
10. Ministry of Health of Cambodia. National Immunization Program Strategic Plan 2008-2015; 2008 [Internet]. [cité 22 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.gavi.org/sites/default/files/document/comprehensive-multi-year-plan-for-2008-2015pdf.pdf>
11. Ministry of Health of Cambodia. National Immunization Program Strategic Plan 2016-2020. 2016.
12. Ministère de la Santé et du Planning Familial de Madagascar. Plan pluriannuel complet programme élargi de vaccination 2010-2014. 2010.
13. Randriatsarafara FM, Ralamboson S, Rahoelison H, Ranjalaly RJ, Ratsimbazafimahefa RH. Respect du calendrier vaccinal selon le programme élargi de vaccination au CSMIU de Moramanga. 2014;7.
14. Ehreth J. The global value of vaccination. *Vaccine*. 30 janv 2003;21(7-8):596-600.
15. National Institute of Statistics. Cambodia Demographic and Health Survey 2014. 1 sept 2015 [cité 22 nov 2020]; Disponible sur: <https://dhsprogram.com/publications/publication-fr312-dhs-final-reports.cfm>
16. World Health Organization. Cambodia: WHO and UNICEF estimates of immunization coverage: 2019 revision [Internet]. [cité 22 nov 2020]. Disponible sur: [https://www.who.int/immunization/monitoring\\_surveillance/data/khm.pdf](https://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/khm.pdf)

17. Unicef. MICS 6 (2018) : Vaccination des enfants [Internet]. [cité 13 août 2021]. Disponible sur: <https://www.unicef.org/madagascar/documents/mics-6-2018-vaccination-des-enfants>
18. World Health Organization. Madagascar: WHO and UNICEF estimates of immunization coverage: 2019 revision [Internet]. [cité 22 nov 2020]. Disponible sur: [https://www.who.int/immunization/monitoring\\_surveillance/data/mdg.pdf](https://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/mdg.pdf)
19. World Health Organization. Senegal: WHO and UNICEF estimates of immunization coverage: 2019 revision [Internet]. [cité 22 nov 2020]. Disponible sur: [https://www.who.int/immunization/monitoring\\_surveillance/data/sen.pdf](https://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/sen.pdf)
20. Ministère de la Santé Publique de Madagascar. Bulletin d'information du programme élargi de vaccination N°01. Juin 2017 [Internet]. [cité 22 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-07/bulletin2%2017juil.pdf>
21. World Health Organization. Practices to improve coverage of the hepatitis B birth dose vaccine [Internet]. World Health Organization; 2012 [cité 13 août 2021]. Report No.: WHO/IVB/12.11. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/78616>
22. Prentice S, Nassanga B, Webb EL, Akello F, Kiwudhu F, Akurut H, et al. BCG-induced non-specific effects on heterologous infectious disease in Ugandan neonates: an investigator-blind randomised controlled trial. *Lancet Infect Dis.* juill 2021;21(7):993-1003.
23. Nimpa MM, Razafiarivao NR, Robinson A, Fidiniaina MR, Razafindratsimandresy R, Masembe YV, et al. Efforts Towards Polio Eradication in Madagascar: 1997 to 2017. *Journal of Immunological Sciences* [Internet]. 13 avr 2021 [cité 12 août 2021];specialissue(2). Disponible sur: <https://www.immunologyresearchjournal.com/articles/efforts-towards-polio-eradication-in-madagascar-1997-to-2017.html>
24. World Health Organization. Care of the preterm and low-birth-weight newborn [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 22 nov 2020]. Disponible sur: [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/newborns/prematurity/en/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/newborns/prematurity/en/)
25. Bonhoeffer J, Siegrist C-A, Heath PT. Immunisation of premature infants. *Arch Dis Child.* nov 2006;91(11):929-35.
26. Sisson H, Gardiner E, Watson R. Vaccination timeliness in preterm infants: An integrative review of the literature. *J Clin Nurs.* déc 2017;26(23-24):4094-104.
27. World Health Organization. BCG Vaccines: WHO Position Paper-February 2018; The Weekly Epidemiological Record (WER): Geneva, Switzerland, 2018; Volume 93, pp. 73–96.
28. Santé WHO= O mondiale de la. Hepatitis B vaccines: WHO position paper – July 2017 – Vaccins anti-hépatite B: note de synthèse de l’OMS – juillet 2017. *Weekly Epidemiological Record = Relevé épidémiologique hebdomadaire.* 7 juill 2017;92(27):369-92.
29. Badurdeen S, Marshall A, Daish H, Hatherill M, Berkley JA. Safety and Immunogenicity of Early Bacillus Calmette-Guérin Vaccination in Infants Who Are Preterm and/or Have Low Birth Weights: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 01 2019;173(1):75-85.
30. Gagneur A, Pinquier D, Quach C. Immunization of preterm infants. *Hum Vaccin Immunother.* 2015;11(11):2556-63.
31. Geweniger A, Abbas KM. Childhood vaccination coverage and equity impact in Ethiopia by socioeconomic, geographic, maternal, and child characteristics. *Vaccine.* 29 2020;38(20):3627-38.
32. Owais A, Hanif B, Siddiqui AR, Agha A, Zaidi AKM. Does improving maternal knowledge of vaccines impact infant immunization rates? A community-based randomized-controlled trial in Karachi, Pakistan. *BMC Public Health.* 17 avr 2011;11:239.

33. Singh K, Haney E, Olorunsaiye C. Maternal autonomy and attitudes towards gender norms: associations with childhood immunization in Nigeria. *Matern Child Health J.* juill 2013;17(5):837-41.
34. Ngy M-H, Nakamura K, Ohnishi M, Kizuki M, Suyama S, Seino K, et al. Improved perinatal health through qualified antenatal care in urban Phnom Penh, Cambodia. *Environ Health Prev Med.* sept 2007;12(5):193-201.
35. Moran EB, Wagner AL, Asiedu-Bekoe F, Abdul-Karim A, Schroeder LF, Boulton ML. Socioeconomic characteristics associated with the introduction of new vaccines and full childhood vaccination in Ghana, 2014. *Vaccine.* 23 2020;38(14):2937-42.

## Annexe 1

Tableau S1. Effectifs des enfants inclus pour l'estimation des couvertures vaccinales au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal

Vaccin	Cambodge			Madagascar			Sénégal		
	n tot	n vac	% [IC95%]	n tot	n vac	% [IC95%]	n tot	n vac	% [IC95%]
BCG 1 an	789	721	91 [89-93]	2 078	1 556	75 [73-77]	739	534	72 [69-75]
BCG 14 premiers jours	789	697	88 [86-91]	2 078	996	48 [46-50]	739	457	62 [58-65]
VPO 14 premiers jours				2 078	971	47 [45-49]	739	445	60 [57-64]
HepB 24 premières heures	789	606	77 [74-80]				143 *	101	71 [63-78]
Pentavalent S6	761	729	96 [94-97]	1 733	1 653	95 [94-96]	577	539	93 [91-95]
Pentavalent S10	761	666	88 [85-90]	1 733	1 389	80 [78-82]	577	374	65 [61-69]
Pentavalent S14	761	555	73 [70-76]	1 733	832	48 [46-50]			
VPO S6	761	728	96 [94-97]	1 733	1 678	97 [96-98]	577	529	92 [89-94]
VPO S10	761	659	87 [84-89]	1 733	1 453	84 [82-86]	577	375	65 [61-69]
VPO S14	761	553	73 [70-76]	1 733	1 003	58 [56-60]			
Vaccin antirougeoleux M9	742	524	71 [67-74]	853	479	56 [53-59]	243	137	56 [50-63]
Vaccin antirougeoleux M18	682	294	43 [39-47]						

n tot : nombre total d'enfants inclus dans l'estimation de la couverture vaccinale ; n vac : nombre d'enfants vaccinés ; BCG : bacille de Calmette et Guérin ; Pentavalent : vaccin pentavalent (DTP, Hib, Hépatite B) ;

DTP : vaccin contre la diphtérie, le tétanos et la coqueluche; Hib : vaccin contre *Haemophilus influenzae* type b; HepB : vaccin anti-hépatite B ; Pentavalent S6: vaccin pentavalent recommandées à 6 semaines; VPO S6: vaccin antipoliomyélitique oral recommandées à 6 semaines; Vaccin antirougeoleux M9: vaccin contre la rougeole recommandé à 9 mois

\* Pour l'estimation de la couverture du vaccin hépatite-B à la naissance au Sénégal, seuls les enfants nés après l'introduction du vaccin sont inclus (n=143)

## Annexe 2

Tableau S2. Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination anti-hépatite B à la naissance au Cambodge

	Cambodge (n=789)			
	Analyse univariée		Analyse multivariée	
	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p
<b>Sexe</b>				
Masculin (Ref)	-		-	
Féminin	1,31 [0,85-2,04]	0,231	1,25 [0,89-1,76]	0,204
<b>Site</b>				
Urbain (Ref)	-		-	
Rural	2,32 [1,47-3,77]	<0,001	0,94 [0,67-1,33]	0,743
<b>Education</b>				
Aucune ou primaire (Ref)	-		-	
Secondaire or université	0,61 [0,39-0,94]	0,027	0,55 [0,39-0,78]	0,001
<b>Poids &lt; 2,500 g à la naissance</b>				
Non (Ref)	-		-	
Oui	3,84 [1,68-8,24]	0,001	3,48 [1,66-7,31]	0,001

ORa : odds ratio ajusté

Le sexe de l'enfant et le site ont été forcées dans l'analyse multivariée

### Annexe 3

Tableau S3. Facteurs de risque associés à l'absence de vaccination antipoliomyélitique oral dans les 14 premiers jours de vie à Madagascar et au Sénégal

	Madagascar (n=2 078)				Sénégal (n=739)			
	Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée	
	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p
<b>Sexe</b>								
Masculin (Ref)	-		-		-		-	
Féminin	1,05 [0,88-1,24]	0,600	1,03 [0,86-1,23]	0,766	0,88 [0,65-1,18]	0,382	0,87 [0,62-1,20]	0,394
<b>Site</b>								
Urbain (Ref)	-		-		-		-	
Rural	1,21 [1,02-1,45]	0,033	1,10 [0,90-1,33]	0,352	0,77 [0,57-1,04]	0,088	0,69 [0,49-0,97]	0,033
<b>Education</b>								
Aucune ou primaire (Ref)	-		-		-		-	
Secondaire or université	0,48 [0,39-0,59]	<0,001	0,57 [0,45-0,71]	<0,001	0,80 [0,57-1,12]	0,197		
<b>Enfants nés vivants avant la grossesse actuelle</b>								
0 (Ref)	-		-		-		-	
≥ 1	1,30 [1,08-1,55]	0,004			0,98 [0,70-1,37]	0,889		
<b>Visites durant la grossesse</b>								
<4 (Ref)	-		-		-		-	
≥4	0,52 [0,43-0,61]	<0,001	0,61 [0,51-0,74]	<0,001	0,65 [0,46-0,91]	0,014	0,60 [0,41-0,87]	0,008
<b>Lieu d'accouchement</b>								
Structure de santé (Ref)	-		-		-		-	
Domicile	2,39 [1,99-2,87]	<0,001	2,12 [1,74-2,58]	<0,001				
<b>Césarienne</b>								
Non (Ref)	-		-		-		-	
Oui	0,67 [0,49-0,90]	0,007			2,95 [1,26-7,41]	0,015		
<b>Poids &lt; 2,500 g à la naissance</b>								
Non (Ref)	-		-		-		-	
Oui	2,24 [1,65-3,07]	<0,001	2,38 [1,73-3,30]	<0,001	2,26 [1,30-3,94]	0,004	2,52 [1,44-4,45]	0,001

ORa : odds ratio ajusté

Le sexe de l'enfant et le site ont été forcées dans toutes les analyses multivariées

## Annexe 4

Tableau S4. Facteurs de risque associés avec la non-complétude (= moins de deux doses) du vaccin antipoliomyélitique oral au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal

	Cambodge (n=761)				Madagascar (n=1 733)				Sénégal (n=261)			
	Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée		Analyse univariée		Analyse multivariée	
	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	ORa [IC95%]	p
<b>Sexe</b>												
Masculin (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Féminin	0,85 [0,56-1,30]	0,459	0,90 [0,58-1,41]	0,644	1,21 [0,94-1,57]	0,141	1,23 [0,95-1,60]	0,113	0,73 [0,39-1,34]	0,311	0,73 [0,39-1,34]	0,311
<b>Site</b>												
Urbain (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Rural	0,72 [0,48-1,10]	0,129	0,82 [0,52-1,30]	0,398	0,78 [0,60-1,01]	0,057	0,79 [0,61-1,03]	0,083				
<b>Education</b>												
Aucune ou primaire (Ref)	-		-		-		-		-		-	
Secondaire or université	0,61 [0,40-0,94]	0,027	0,56 [0,35-0,89]	0,015	0,62 [0,47-0,82]	0,001	0,66 [0,50-0,87]	0,003	0,89 [0,40-1,86]	0,771		
<b>Enfants nés vivants avant la grossesse actuelle</b>												
0 (Ref)	-		-		-		-		-		-	
≥ 1	1,72 [1,11-2,71]	0,017			1,36 [1,04-1,80]	0,026			1,05 [0,53-2,18]	0,887		
<b>Visites durant la grossesse</b>												
<4 (Ref)	-		-		-		-		-		-	
≥4	0,35 [0,23-0,55]	<0,001	0,38 [0,24-0,60]	<0,001	0,60 [0,46-0,78]	<0,001	0,64 [0,49-0,83]	0,001	1,02 [0,55-1,87]	0,950		

ORa : odds ratio ajusté

Le sexe de l'enfant et le site ont été forcés dans toutes les analyses multivariées (uniquement le sexe de l'enfant au Sénégal)

## Couvertures vaccinales et déterminants de non-vaccination chez les enfants au Cambodge, à Madagascar et au Sénégal

La vaccination permet de réduire la mortalité liée aux maladies infectieuses, première cause de décès chez les enfants de moins de 5 ans, survenant surtout dans les pays à revenus faible et intermédiaire (PRFI). Le dernier Plan d'Action Mondial pour les Vaccins a fixé pour 2020 un objectif de couverture vaccinale à 90% pour tous les vaccins inclus dans les programmes nationaux. Les objectifs de cette étude étaient d'estimer les couvertures vaccinales chez les enfants à Madagascar, au Cambodge et au Sénégal et d'identifier les déterminants associés à une vaccination incomplète.

Cette étude s'appuie sur les données d'une cohorte d'enfants suivis en communautaire, déroulée de 2012 à 2019 dans ces 3 pays. Les couvertures vaccinales des vaccins BCG, anti-hépatite B, antipoliomyélitique oral, pentavalent et du vaccin antirougeoleux ont été estimées. L'analyse des facteurs de risque a été réalisée avec des modèles de régression logistiques.

Au total, 3 606 enfants ont été suivis et les couvertures vaccinales étaient inférieures au seuil de 90%. Elles étaient plus élevées pour les vaccins préconisés à la naissance et une décroissance des couvertures avec l'âge était observée pour les vaccins nécessitant plusieurs doses. Le faible poids à la naissance de l'enfant était un facteur de risque important de non-vaccination pour les vaccins préconisés à la naissance dans les trois pays. Un faible niveau d'éducation de la mère et un moindre suivi prénatal ont également été identifiés comme facteurs de risque.

Les couvertures vaccinales sont encore très insuffisantes dans ces pays. Une approche multidisciplinaire est nécessaire afin d'améliorer les couvertures vaccinales dans les PRFI.

### Mots clés :

Vaccination, couverture vaccinale, déterminants, Cambodge, Madagascar, Sénégal

## Vaccination coverage and its determinants among children in Cambodia, Madagascar, and Senegal

Vaccination reduces mortality from infectious diseases, the leading cause of death in children under five years of age, occurring mainly in low- and middle-income countries (LMICs). The latest Global Vaccine Action Plan has set a target of 90% immunisation coverage for all vaccines included in national programmes by 2020.

The objectives of this study were to estimate immunisation coverage among children in Madagascar, Cambodia, and Senegal and to identify the determinants associated with incomplete immunisation. This study is based on data from a community-based cohort of children followed from 2012 to 2019 in these three countries. Vaccination coverage for BCG, hepatitis B, oral polio, pentavalent and measles vaccines was estimated. Risk factor analysis was performed with logistic regression models.

A total of 3,606 children were followed up and the vaccine coverage was below the 90% threshold. They were higher for vaccines recommended at birth and a decrease in coverage with age was observed for vaccines requiring several doses. Low birth weight was an important risk factor for non-vaccination for vaccines recommended at birth in all three countries. Low maternal education and poor antenatal care were also identified as risk factors.

Vaccination coverage is still very low in these countries. A multidisciplinary approach is needed to improve immunisation coverage in LMICs.

Keywords : Vaccination, vaccine coverage, determinants, Cambodia, Madagascar, Senegal

Université de Paris  
UFR de Médecine de Paris Centre  
15, rue de l'École de Médecine  
75270 Paris cedex 06