Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique, Volume 9 (1)
ISSN: 1987-071X e-ISSN 1987-1023
Received, 28 August 2026
Accepted, 17 October 2026
Published, 4 November 2026
https://www.revue-rasp.org
To cite: Bountogo, M. et al.(2027). Vaccin conjugué antipneumococcique 13-valent et portage nasopharyngé des sérotypes vaccinaux chez les enfants de moins de cinq ans à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, 9(1), pp.94-112.* https://doi.org/10.4314/rasp.v9i1.8

Research

Vaccin conjugué antipneumococcique 13-valent et portage nasopharyngé des sérotypes vaccinaux chez les enfants de moins de cinq ans à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

13-valent pneumococcal conjugate vaccine and nasopharyngeal carriage of vaccine serotypes among children under five years of age in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Mamadou Bountogo *[1,2,3,4], Fatimata Nacro[5], Nogagna Zouré[5], Bintou Sanogo[5], Nicolas Meda[1]

[1]Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso
[2]Institut National de Santé Publique, Burkina Faso
[3]Centre de recherche en santé de Nouna
[4]Agence de médecine préventive
[5]Université Nazi Boni, Burkina Faso

***Correspondance** : email :drbountogo@yahoo.fr; Tel : +22670398944 ; Orcid : https://orcid.org/0000-0001-5010-1617

Résumé

Le portage nasopharyngé du pneumocoque constitue le réservoir à partir duquel s'effectue la transmission du germe. Une enquête transversale menée en octobre-novembre 2015 visait à analyser l'association entre le portage nasopharyngé des sérotypes vaccinaux (SV) du pneumocoque et le statut vaccinal au VPC-13 ainsi que d'autres facteurs associés, chez les enfants de moins de 5 ans à Bobo-Dioulasso, deux ans après l'introduction du vaccin. Les prélèvements nasopharyngés ont été analysés par culture puis par PCR. L'exposition principale était la réception d'au moins deux doses du VPC-13. Les rapports de prévalence ont été estimés par régression de Poisson avec des erreurs standard robustes par grappe (n=386). Parmi les 400 enfants, 41,3 % avaient reçu au moins deux doses du VPC-13. La prévalence du portage des SV était de 9,75 % (39/400) : 10,86 % (24/221) chez les enfants ayant reçu moins de deux doses du vaccin contre 7,27 % (12/165) chez ceux ayant reçu au moins deux doses. Chez les 386 enfants avec statut vaccinal connu, après ajustement sur l'âge, le nombre de chambres du ménage et l'antécédent récent d'infection respiratoire, la réception d'au moins deux doses du VPC-13 était associée à une prévalence ajustée du portage des SV inférieure de 63 % (RPa = 0,37 ; IC95 % : 0,16-0,84 ; p = 0,018). La réception d'au moins deux doses du VPC-13 est associée à un portage des SV plus faible. Cette association dépend toutefois des hypothèses retenues pour les 14 enfants dont le statut vaccinal était inconnu.

Mots clés : portage, pneumocoque, VPC-13, enfants, sérotype vaccinal, Burkina Faso

Abstract
Nasopharyngeal carriage of pneumococcus serves as the reservoir from which the bacterium is transmitted. A cross-sectional survey conducted in October–November 2015 aimed to analyze the association between vaccine-type (VT) pneumococcal carriage and vaccination status for the 13-valent pneumococcal conjugate vaccine (PCV-13), and other factors associated with VT carriage, among children under 5 years of age in Bobo-Dioulasso, two years after the vaccine's introduction. Nasopharyngeal swabs were analyzed by culture and then by PCR. The primary exposure was receipt of at least two doses of PCV-13. Prevalence ratios were estimated using Poisson regression with cluster-robust standard errors. Of the 400 children, 41.3% received at least two doses of PCV-13. The prevalence of VT pneumococcal carriage was 9.75% (39/400), including 10.86% (24/221) among children who had received fewer than two doses of the vaccine and 7.27% (12/165) among those who had received at least two doses. Among the 386 children with known vaccination status, after adjusting for age, the number of rooms in the household, and recent history of respiratory infection, receiving at least two doses of PCV-13 was associated with a 63% lower prevalence of VT pneumococcal carriage (aPR = 0.37; 95% CI : 0.16–0.84; p = 0.018). Receiving at least two doses of PCV-13 is associated with lower VT pneumococcal carriage. However, this association depends on the assumptions made for the 14 children with missing vaccination status.

Keywords: carriage pneumococcus, PCV-13, children, Vaccine type, Burkina Faso

1. Introduction

Streptococcus pneumoniae est une bactérie commensale du rhinopharynx, qui colonise progressivement les voies aériennes supérieures dès les premiers mois de vie (Bouskraoui et al., 2011). Elle est présente chez 20 à 40 % des enfants en bonne santé (Raymond et al., 2002), avec des taux plus élevés dans les pays à faible revenu (64,8 %) (Adegbola et al., 2014). En Afrique, le portage nasopharyngé du pneumocoque reste très élevé et est estimé à 63,2 % (Beissegulova et al., 2024). Au Burkina Faso, le portage nasopharyngé reste très élevé chez les enfants de moins de 5 ans variant de 57 % à 71 % en 2021 et ce, malgré l'introduction des vaccins antipneumococciques conjugués (Zoma et al., 2025). Plusieurs paramètres conditionnent le portage rhinopharyngé du Streptococcus pneumoniae, il s'agit entre autres de la promiscuité, la saison, la garde en collectivité, le jeune âge, les conditions socio-économiques défavorables (Raymond et al., 2002). Ce portage nasopharyngé asymptomatique de Streptococcus pneumoniae constitue le point de départ des maladies pneumococciques. Le portage est généralement asymptomatique, mais certaines conditions favorisent la progression vers des infections locales ou invasives. Lorsque les circonstances le permettent, les pneumocoques envahissent les organes proches du nasopharynx (oreille, sinus) ou franchissent les barrières muqueuses, provoquant des infections (Henriques-Normark & Tuomanen, 2013). Ces maladies causent de nombreux décès dans le monde, surtout chez les enfants de moins de 5 ans. Les pneumonies tuent environ 2000 enfants de moins de 5 ans par jour (UNICEF, s. d.). Face à ce poids des maladies pneumococciques, s'impose une méthode de prévention efficace dont les vaccins pneumococciques.

Les vaccins antipneumococciques conjugués (VPC) protéine-polysaccharide induisent une réponse immunitaire T-dépendante, avec production d'anticorps et de cellule mémoire, qui protège contre les infections et réduit le portage nasopharyngé du pneumocoque (Trück et al., 2017). Ils sont responsables de la réponse anticorps secondaire, plus rapide et quantitativement plus importante, et contribueraient également à la production continue de plasmocytes, assurant ainsi la persistance des anticorps à long terme (Trück et al., 2017).

L'introduction des VPC a considérablement réduit la charge des infections invasives à pneumocoque, en particulier chez l'enfant, en ciblant les sérotypes les plus fréquents et les plus virulents. En effet, une étude de cohorte indirecte couvrant 2010–2019, a démontré l'efficacité vaccinale d'au moins une dose du vaccin antipneumococcique conjugué treize-valent (PCV-13) contre la maladie pneumococcique invasive de type vaccinal à 86 % (Andrejko et al., 2024). Au Burkina Faso le VPC-13 a été introduit dans le programme élargi de vaccination le 31 octobre 2013 (Kambiré et al., 2016). Si l'efficacité vaccinale contre les maladies pneumococciques a été démontrée, peu d'études ont comparé des enfants vaccinés aux non vaccinés ou partiellement vaccinés après l'introduction du vaccin. La plupart comparent les données pré introduction aux données post-introduction. Nous avons mené une étude dont l'objectif principal était d'analyser l'association entre le VPC-13 et le portage des sérotypes vaccinaux (SV) du pneumocoque chez les enfants de moins de 5 ans dans la ville de Bobo Dioulasso en comparant les enfants ayant reçu au moins deux doses du vaccin à ceux ayant reçu moins de deux doses, 2 ans après l'introduction du vaccin dans le PEV. L'objectif secondaire était d'identifier les autres facteurs associés à ce portage.

2. Matériels et Méthodes

2.1.Site, type et durée de l'étude

Il s'est agi d'une analyse des données issue d'un volet transversale d'une étude intitulée « Détermination des seuils de détection appropriés pour un test de diagnostic urinaire d'antigènes pneumococciques et utilisation dans une étude cas-témoins pour l'évaluation de l'efficacité vaccinale du PCV-13 chez des enfants de moins de 5 ans au Burkina Faso ». Cette étude comportait deux volets : i) un volet communautaire qui consistait à déterminer le niveau d'antigène urinaire chez les enfants sains chez qui un prélèvement urinaire et un prélèvement nasopharyngé ont été réalisés ; ii) un volet hospitalier par une enquête cas-témoins ayant inclus les cas (enfants atteints de pneumonie) et des témoins hospitaliers (enfants sans pneumonie ni méningite). Les enfants sains servaient à détecter le niveau d'antigène urinaire chez les sujets sains et les cas à valider la positivité du test urinaire en comparant l'antigénurie des sujets sains et celle des cas de pneumonie. Les témoins hospitaliers servaient à évaluer l'efficacité du VPC-13 par l'utilisation de ce test urinaire. La collecte des données auprès des enfants sains en communauté s'est déroulée d'octobre à novembre 2015.

2.2.Population de l'étude

2.2.1. Critères d'inclusion

Les participants étaient répartis en deux groupes de taille égale : ceux âgés de 0 à 23 mois et ceux âgés de 24 à 59 mois. Les critères d'inclusion étaient :

- être âgé de moins de 5 ans au moment de l'inclusion

- résider à Bobo-Dioulasso
- un consentement écrit donné par les tuteurs légaux du participant.

2.2.2. Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- le sujet est un descendant direct d'une personne impliquée dans l'étude.
- suspicion de pneumonie communautaire ou de toute autre maladie infectieuse respiratoire (symptômes de toux, congestion, tachypnée, inhalation, etc.)
- déficit immunitaire soupçonné ou connu (VIH+, malnutrition sévère)
- malformations congénitales majeures ou maladies chroniques sévères connues.
- maladie neurologique sévère ou histoire de convulsions, y compris les convulsions fébriles, troubles notables stables ou évolutifs tels que la paralysie cérébrale, l'encéphalopathie, l'hydrocéphalie et d'autres troubles notables.
- fièvre déclarée par un parent ou constatée au toucher effectué par le personnel de l'étude au cours de l'examen clinique
- hospitalisation au cours des deux semaines précédentes pour une maladie quelconque y compris la pneumonie avec ou sans confirmation radiologique

2.3.Échantillonnage et taille de l'échantillon

La ville de Bobo-Dioulasso comprenait, avant le découpage de 2012, 25 secteurs répartis en 3 arrondissements. Un total de 19 secteurs a été inclus dans l'étude. Pour des raisons démographiques, quatre secteurs ont été exclus de l'échantillonnage : la zone industrielle (secteur 19), l'aéroport (secteur 23), le camp militaire (secteurs 7 et 18). Les secteurs 24 et 25, ne disposant pas d'une numérotation de carrefours issue des travaux antérieurs portant sur la surveillance du portage de Neisseria meningitidis, ont également été exclus (Mueller et al., 2012).

Le deuxième degré a été de tirer au sort des carrefours (point de départ) dans chaque secteur, réalisé grâce au logiciel Excel.

La taille de l'échantillon était de 400 enfants répartis comme suit :

- 200 d'âge < 2 ans et
- 200 d'âge compris entre 2 et 4 ans.

2.4.Recrutement des sujets

Dans un carrefour sélectionné, une direction a été choisie au hasard par un jet de crayon, et le recrutement s'est fait dans les concessions situées à gauche, de proche en proche. Un maximum de deux enfants était recruté par point de départ. Lorsque, dans une concession, plusieurs enfants étaient éligibles, le choix des enfants à inclure se faisait aléatoirement à partir d'une liste établie à cet effet. Si un participant potentiel était identifié, l'enquêteur présentait le formulaire de consentement éclairé avant toute procédure de l'étude. Lorsque l'enfant respectait les critères d'éligibilité, la partie socio-démographique du questionnaire était remplie et une carte était remise aux parents pour se rendre au CMA de Dô.

Au CMA de Dô, une équipe d'infirmiers, d'attachés de santé en ORL et d'un médecin recevait les enfants afin de s'assurer qu'ils répondaient aux critères d'éligibilité avant le prélèvement nasopharyngé. Les enfants dépistés malades étaient exclus et traités sur place par l'équipe.

Des points de départ de remplacement ont été prévus et utilisés au cas où le nombre d'enfants n'aurait pas été atteint dans le secteur, ou si un enfant ne s'était pas présenté au CMA après 3 rappels.

2.5. Variables et collecte des données

Les données collectées dans la présente étude ont été de différents ordres :

- socio-démographique : âge, sexe, lieu de résidence, antécédents de voyage récents, taille du ménage (nombre d'enfants et d'adultes), dimensions de la chambre (nombre d'enfants et d'adultes), énergie pour la cuisson des aliments, tabagisme dans la proximité immédiate de la famille,
- clinique : antécédents médicaux, données vaccinales avec un accent sur le VPC-13 (nombre et dates des doses).

Pendant la phase d'inclusion des enfants, la collecte des données démographiques a été faite par des enquêteurs sur place et les données cliniques par du personnel de santé formé avant le prélèvement. Le statut vaccinal a été collecté à partir du carnet de vaccination de l'enfant.

2.6.Prélèvements et analyse des échantillons

Les prélèvements ont été effectués par du personnel de santé formé au CMA de Dô.

2.6.1. Prélèvements nasopharyngés pour le portage

Les écouvillons nasopharyngés ont été obtenus selon une méthodologie standard déjà mise en place et expérimentée plus tôt dans la région de Bobo-Dioulasso, conformément aux directives de l'OMS pour des études de portage du pneumocoque.

Des écouvillons en nylon ont été utilisés pour les prélèvements nasopharyngés. Les prélèvements étaient transportés au laboratoire dans des glacières destinées à cet effet, vortexés et conservés à -80 °C.

2.6.2. Analyse des prélèvements

Les écouvillons nasopharyngés ont été conservés dans des cryotubes contenant 1 ml de STGG à -80 °C au Laboratoire mixte de vaccinologie (LAMIVAC). Ils ont ensuite été transférés au laboratoire du CHUSS pour la culture. Après décongélation, un échantillon de 200 µL de ce STGG a été inoculé dans du Todd-Hewitt plus 0,5 % d'extrait de levure et 1 ml de sérum de lapin et a été laissé incubé sous CO2 à 5 % et à 37 °C pendant 6 heures, puis ensemencé sur gélose Columbia au sang de mouton incubée sous 5% de CO2 à 37°C pendant 24 à 48 heures, conformément à la méthode standard du groupe de travail de l'OMS sur le portage du pneumocoque (Satzke et al., 2013). Une PCR multiplex séquentielle a été réalisée sur les souches isolées par culture afin d'identifier le sérotype au Laboratoire du Centre Muraz (Pai et al., 2006). Un enfant a été considéré comme porteur de sérotype vaccinal si la PCR des souches identifiées à la culture comportait un des sérotypes suivants : 4, 6B, 9V, 14, 18C, 19F, 23F, 1, 3, 5, 6A, 7F, 19A contenus dans le VPC-13.

2.7.Le contrôle de qualité

Les questionnaires remplis ont été monitorés par un attaché de recherche clinique. Les données aberrantes ont été corrigées avant d'être saisies sur OpenClinica. Une vérification des données saisies a été effectuée par l'ARC et les incohérences ont été corrigées. À la fin, la base de données a été extraite et conservée sur plusieurs disques durs dans un endroit accessible uniquement aux investigateurs.
Les échantillons et les souches isolées ont été conservés congelés à -80°C sur le site du Centre Muraz pour d'éventuels besoins ultérieurs de confirmation.

2.8.Traitement et analyse des données

2.8.1. Extraction des données de l'enquête communautaire

Le cadre conceptuel, conçu à partir des trois modèles théoriques des déterminants de la santé, des facteurs de risque ou des « facteurs étiologiques », a permis d'identifier les variables nécessaires à la mesure de l'effet du VPC-13 sur le portage nasopharyngé des sérotypes vaccinaux du pneumocoque. Le tableau I ci-dessous présente la liste des variables extraites pour cette étude.

Tableau I: Variables disponibles dans la base de données organisées selon le cadre conceptuel pour l'étude de l'association entre VPC-13 et le portage des SV

Groupe de déterminants	Variables/modalités	Type	Codage	Source	Analyse
Biologiques	Sexe	Binaire	M/F	Questionnaire	Ajustement
	Age	Quantitative	Continue, regroupé en classe pour les analyses	Questionnaire	Ajustement
	Histoire de rhinite ou pharyngite dans les deux mois passés	Binaire	Oui/Non	Carnet de santé et déclaration de la mère ou tuteur	Ajustement
	Portage de sérotype vaccinal	Binaire	Oui si sérotype 4, 6B, 9V, 14, 18C, 19F, 23F, 1, 5, 7F, 3, 6A, 19A du pneumocoque isolé dans le prélèvement nasopharyngé et non si négatif et autre sérotype	Variable résultat (outcome)	-
Services de santé	Statut vaccinal VPC-13	Principale explicative binaire	< 2 doses/≥2 doses	Carnet de vaccination	RP ajusté
	Voyage récent	Binaire	Oui/Non	Questionnaire	Ajustement

	Nombre de chambres	Quantitative	Discret	Questionnaire	Ajustement
	Cuisine dans le dortoir	Binaire	Oui/Non	Questionnaire	Ajustement
	Adultes dans la chambre	Quantitative	Discret	Questionnaire	Ajustement
	Enfants dans la chambre	Quantitative	Discret	Questionnaire	Ajustement
	Énergie pour la cuisson	Catégorielle	Bois, charbon, gaz	Questionnaire	Ajustement
	Instruction des parents	Catégorielle	Aucun/primaire/secondaire/supérieur	Questionnaire	Ajustement
	Profession du père	Catégorielle	Chômeur Salarié Auto-emploi	Questionnaire	Ajustement
	Profession de la mère	Catégorielle	Chômeur Salarié Auto-emploi	Questionnaire	Ajustement
	Energie pour la cuisine (fumée de biomasse)	Catégorielle	Gaz/charbon ou bois de chauffe	Questionnaire	Ajustement

2.8.2. Analyse des données

L'enquête communautaire a fourni une base de données complète permettant de mesurer l'association entre le VPC-13 et le portage de SV du pneumocoque. Le logiciel Stata 14 a été utilisé pour l'analyse statistique ; le seuil de 5 % a servi de référence pour la significativité statistique. L'analyse de l'association du vaccin et portage des SV a été réalisée en trois étapes : i) une analyse descriptive qui a permis d'exprimer les variables qualitatives en effectifs et en pourcentage, et les variables quantitatives en moyenne et en écart-type pour les distributions symétriques, et en médiane et intervalle interquartile pour les distributions asymétriques : ii) une analyse bivariée consistant à mesurer l'association entre chaque variable explicative et la variable d'intérêt (porteur/non-porteur de sérotype vaccinal) ; iii) les variables significatives à 20 % ont été introduites dans un modèle multivarié et la procédure pas à pas descendante a été appliquée jusqu'à l'obtention d'un modèle avec les variables dont les RP sont significatifs à 5 % pour au moins une modalité (CORDIER et al., 2009). L'âge, facteur de confusion connu, a été maintenu de force dans le modèle. L'association entre le statut vaccinal et le portage de SV a été exprimée en rapport de prévalence (RP), mesure d'association adaptée aux études transversales. La régression logistique fournit un OR, qui n'approche correctement le RP que lorsque l'issue est rare. Au-delà d'une prévalence de 10%, il surestime l'association. La prévalence du portage des SV atteignant 10,86% chez les enfants ayant reçu moins de deux doses du vaccin, nous avons estimé directement le RP (Barros & Hirakata, 2003; Thompson et

al., 1998; Zhang & Yu, 1998). La régression log-binomiale, méthode de référence, n'ayant pas convergé, nous avons utilisé une régression de Poisson avec estimateur robuste de la variance (Poisson modifié). Cette méthode donne des estimations du RP non biaisées et des intervalles de confiance corrects (Barros & Hirakata, 2003; Ibáñez-Pinilla et al., 2023; Zou, 2004). Bien que Y (porteur de sérotype vaccinal/non porteur de sérotype vaccinal) soit en réalité une variable binaire, elle est considérée comme une variable qui suit une loi de Poisson (Ibáñez-Pinilla et al., 2023).

- ✓ **Distribution**

Y ~ Poisson(p)➔ E(Y) = p=μ la probabilité qu'un enfant soit porteur d'un sérotype vaccinal du pneumocoque. Y est codé 1 si l'enfant est porteur d'au moins un sérotype vaccinal du pneumocoque dans le prélèvement nasopharyngé et 0 si non.

- ✓ **La fonction de lien**

La fonction de lien est la fonction log comme dans la régression log-binomiale g(μ)=ln(μ).

- ✓ **Equation**

ln(μ) =β0+ β1X1+ β2X2+….. βpXp (Xi sont les différentes variables explicatives) si β1 correspond à la variable statut vaccinal alors $e^{\beta 1} = RP$, la réduction du portage de SV= 1-$e^{\beta 1}$=(1-RP) *100. Le statut vaccinal est l'exposition et les autres variables sont des covariables. Le statut vaccinal a été codé 1 si l'enfant avait reçu au moins deux doses du VPC-13 et 0 s'il en avait reçu moins (aucune ou une dose), une dose unique n'ayant pas d'effet significatif sur le portage des SV, contrairement à deux doses ou plus (Andrade et al., 2014; Russell et al., 2010).

Pour tenir compte du sondage en grappe, les erreurs standard ont été estimées par un estimateur robuste de la variance agrégée au niveau des 19 secteurs de résidence (Zou, 2004; Zou & Donner, 2013). La corrélation intra-grappe du portage nasopharyngé a été estimée par l'analyse de variance à un facteur.

Aucune multicolinéarité n'a été détectée, le facteur d'inflation de la variance moyen s'établissant à 1,46 pour un maximum de 2,51 (seuil usuel : 5). Les variables « voyage récent », « source d'énergie » et « cuisine confondue au dortoir » ont été exclues du modèle en raison des effectifs très faibles rendant les estimations instables. Le sexe était associé au portage de sérotypes vaccinaux en analyse bivariée et donc introduit dans le modèle conformément à la procédure pas à pas descendante. Il n'y est pas resté significatif après ajustement sur les autres variables (RPa=1,86 ; p=0,082). Son exclusion ne modifiait l'effet vaccinal que de 9 % environ, inférieur au seuil usuel de 10 %. L'association en analyse bivariée du sexe apparait donc confondue par les autres variables du modèle. L'adéquation du modèle a été vérifiée par le test de Hosmer-Lemeshow appliqué au modèle logistique équivalent (χ^2 (7) =7,32 ; p=0,397), ne montrant aucune preuve de mauvais ajustement aux données observées.

Le statut vaccinal était inconnu chez 14 enfants (3,5 %), exclus de l'analyse principale (n = 386). Une analyse de sensibilité a classé successivement ces enfants comme ayant reçu au moins deux doses, puis comme ayant reçu moins de deux doses.

2.9.Considérations éthiques

Le protocole de l'étude mère « Détermination des seuils de détection appropriés pour un test de diagnostic urinaire d'antigènes pneumococciques et utilisation dans une étude cas-témoins pour l'évaluation de l'efficacité vaccinale du PCV-13 chez des enfants de moins de 5 ans au Burkina Faso » a été approuvé par le comité d'éthique pour la recherche en santé sous le numéro éthique N° 2015-5-064 du 06 mai 2015. L'autorisation d'utilisation des données pour des recherches ultérieures est mentionnée dans le protocole approuvé par le comité éthique.

3. Résultats

3.1.Enrôlement des participants à l'étude

D'octobre à novembre 2015, 548 enfants ont été abordés dans la ville de Bobo-Dioulasso et 437 référés au CMA de Dô. Un total de 407 mères d'enfants s'étaient présentées au rendez-vous au CMA de Dô et 401 enfants ont été inclus dans l'étude (figure 1).

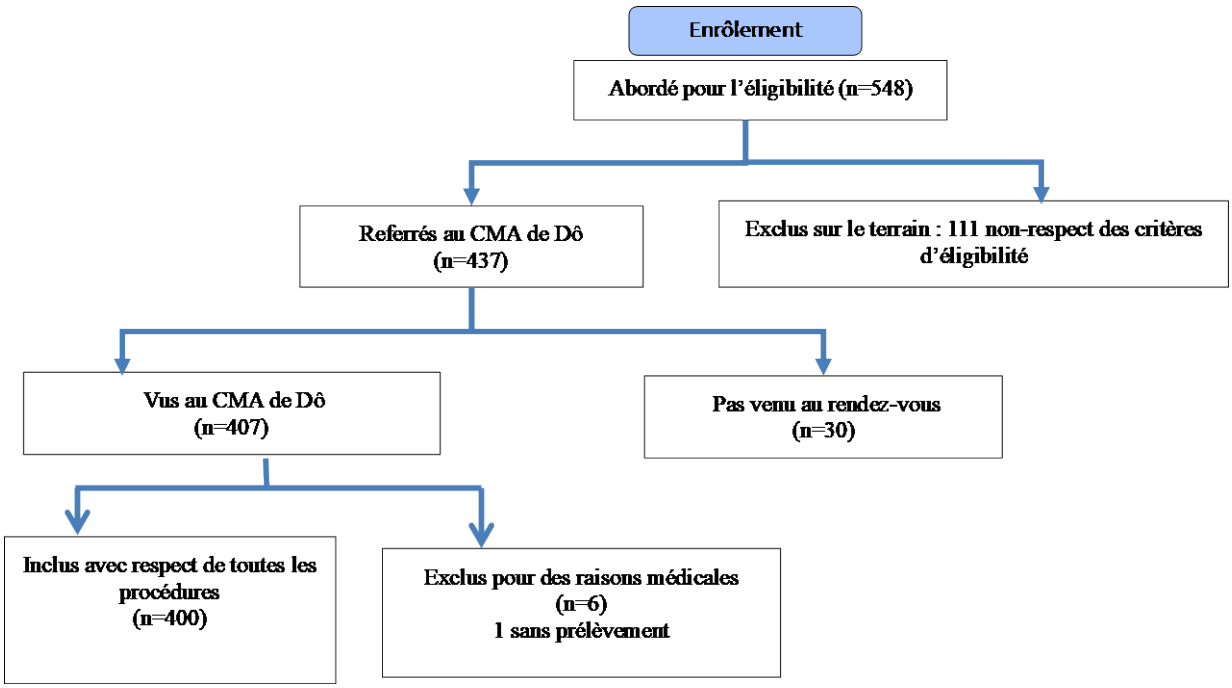

Figure 1 : Diagramme d'enrôlement des enfants de moins de 5 ans dans l'étude portage

3.2.Description de l'échantillon

Des 407 enfants reçus au CMA de Dô, après examen clinique par le personnel de santé, 401 ont été inclus et ont bénéficié de prélèvements nasopharyngés, 6 ont été exclus parce qu'ils présentaient des pathologies et pris en charge au CMA de Dô. Parmi les 401 prélèvements, un n'a pas été retrouvé lors de l'analyse (figure 1). Les enfants ayant reçu au moins deux doses de vaccin VPC-13 représentaient 41,25 %. Le sexe féminin et les enfants de plus de 2 ans représentaient chacun environ la moitié de l'échantillon. Les sources principales d'énergie pour la cuisson des aliments étaient le charbon ou le bois (83,50 %). Dans cette étude, 47 % des enfants vivaient dans un ménage possédant au moins trois chambres et 54,25% dormaient dans la même chambre avec au moins 2 autres enfants (Tableau II).

Tableau II : Répartition des enfants sains de la ville de Bobo-Dioulasso de moins de 5 ans de l'étude portage selon les caractéristiques socio-démographiques

Variables	Effectif	Pourcentage
VPC-13	**400**	
0 dose	205	51,25
1 dose	16	4,00
2 doses	28	7,00
3 doses	137	34,25
Inconnu	14	3,50
Sexe	**400**	
F	200	50,00
M	200	50,00
Age	**400**	
0-6 mois	58	14,50
7-11 mois	43	10,75
12-23 mois	98	24,50
≥24 mois	201	50,25
Age 0-6 mois	**58**	
< 2 doses	30	51,72
>=2 doses	28	48,28
Age 7-11 mois	**43**	
< 2 doses	4	9,30
>=2 doses	39	90,70
Age 12-23 mois	**95**	
< 2 doses	17	17,89
>=2 doses	78	82,11
Age >=24mois	**190**	
< 2 doses	170	89,47
>=2 doses	20	10,53
Voyage récent	**400**	
Non	393	98,25
Oui	7	1,75
Nombre de chambres[a]	**400**	
<3	212	53,00
≥3	188	47,00
Cuisine dans le dortoir	**400**	
Non	398	99,50
Oui	2	0,50
Nombre d'adultes dormant dans la chambre[b]	**400**	
<2	115	28,75
≥2	285	71,25
Nombre d'enfants dormant dans la chambre[c]	**400**	
<2	183	45,75
≥2	217	54,25

Variables	Effectif	Pourcentage
Instruction du père	**400**	
Aucun	117	29,25
Primaire	118	29,50
Secondaire et +	165	41,25
Instruction de la mère	**400**	
Aucun	161	40,25
Primaire	120	30,00
Secondaire et +	119	29,75
Profession du père	**400**	
Chômeur	81	20,25
Auto-emploi	229	57,25
Salarié	90	22,50
Profession de la mère	**400**	
Femme au foyer	260	65,00
Auto-emploi/ Salarié	140	35,00
Énergie pour la cuisson	**400**	
Gaz butane	66	16,50
Bois ou charbon	334	83,50
Infection respiratoire dans les 2 mois	**400**	
Non	246	61,50
Oui	154	38,50
Portage de sérotypes vaccinaux	**400**	
Non	361	90,25
Oui	39	9,75

aNombre de chambres dans le ménage, b nombre d'adultes partageant la même chambre que l'enfant, cnombre d'enfants partageant la même chambre que l'enfant, d'Infection respiratoire dans les deux mois. Les pourcentages des sous-groupes vaccinaux par âge sont calculés sur les enfants au statut vaccinal connu (n=386)

3.3.Analyse bivariée

Dans l'analyse bivariée, 7 variables étaient associées au portage du sérotype vaccinal de pneumocoque au seuil de 20 % (tableau III). Ces variables ont été introduites dans un modèle multivarié de régression en plus de la variable d'intérêt qui est le vaccin VPC-13.

Tableau III : Facteurs associés au portage des SV du pneumocoque en analyse bivariée chez les enfants de moins de 5 ans dans la ville de Bobo-Dioulasso

Variable	**Sérotype vaccinal** (SV)			
	N=400	%	RP brut (IC95 %)	P
VPC-13	**N=386**			
< 2 doses	24/221	10,86	1	
>=2 doses	12/165	7,27	0,67(0,34 - 1,30)	0,23
Sexe	**400**			
F	13/200	6,50	1	
M	26/200	13,00	2,00(1,06-3,78)	**0,03**
Age	**400**			

0-6 mois	2 /58	3,45	1	
7-11 mois	5/43	11,63	3,37(0,69-16,60)	0,13
12-23 mois	10/98	10,20	2,95(0,67-13,06)	0,15
≥24 mois	22/201	10,95	3,17(0,77-13,12)	0,11
Voyage récent	**400**			
Non	36/393	9,16	1	
Oui	3/7	42,86	4,67(1,88-11,64)	**<0,001**
Nombre chambres[a]	**400**			
<3	27/212	12,74	1	
≥3	12/188	6,38	0,50 (0,26-0,96)	**0,04**
Cuisine dans le dortoir				
Non	38/398	9,55	1	
Oui	1/2	50,00	5,23 (1,26-21,67)	**0,02**
Adultes dans la chambre[b]	**400**			
<2	11/115	9,57	1	
≥2	28/285	9,82	1,03 (0,52-2,00)	0,93
Enfants la chambre[c]	**400**			
<2	16/183	8,74	1	
≥2	23/217	10,60	1,21(0,66-2,23)	0,54
Instruction du père				
Aucun	11/117	9,40	1	
Primaire	12/118	10,17	1,08 (0,50-2,35)	0,84
Secondaire et +	16/165	9,70	1,03 (0,50-2,14)	0,93
Instruction de la Mère	**400**			
Aucun	18/161	11,18	1	
Primaire	11/120	9,17	0,82 (0,40-1,67)	0,57
Secondaire et +	10/119	8,40	0,75 (0,36-1,57)	0,46
Profession du père	**400**			
Chômeur	9/81	11,11	1	
Auto-emploi	23/229	10,04	0,90(0,44-1,87)	0,79
Salarié	7/90	7,78	0,70(0,27-1,80)	0,46
Profession de la mère	**400**			
Femme au foyer	27/260	10,38	1	
Auto-emploi/ Salarié	12/140	8,57	0,83(0,43-1,58)	0,56
Énergie de cuisson	**400**			
Gaz butane	1/66	1,52	1	
Bois ou charbon	38/334	11,38	7,51(1,05-53,74)	**0,045**
IR récente dans les 2 mois d	**400**			
Non	17/246	6,91	1	
Oui	22/154	14,29	2,08 (1,13-3,77)	**0,018**

RP rapport de prévalence aNombre de chambres dans le ménage, b nombre d'adultes partageant la même chambre que l'enfant, cnombre d'enfants partageant la même chambre que l'enfant, d'Infection respiratoire dans les deux mois

3.4.Analyse multivariée

Le nombre de grappes (n=19) était inférieur au seuil de 50 recommandé pour l'estimateur robuste par grappe (Zou & Donner, 2013). Toutefois, la corrélation intra-grappe du portage nasopharyngé des SV était nulle (coefficient de corrélation intra-classe = 0,00 ; IC95 % : 0,00-0,032), et les résultats concordaient avec ceux de l'estimateur robuste individuel, ce qui suggère un impact négligeable du plan de sondage. Le tableau IV présente les résultats de l'analyse multivariée. La prévalence ajustée du portage de SV du pneumocoque était inférieure de 63 %

chez les enfants ayant reçu au moins deux doses par rapport à ceux ayant reçu moins (RPa=0,37 ; IC95 % : 0,16-0,84 ; p = 0,018) en analyse multivariée. Les enfants issus des ménages qui possédaient au moins trois chambres avaient une prévalence de portage de SV du pneumocoque 55 % inférieure à celle des enfants issus des ménages qui possédaient moins de trois chambres (RPa = 0,45 ; IC95 % : 0,25-0,79 ; p=0,006). Les enfants ayant un antécédent d'infection respiratoire récente avaient une prévalence du portage de SV 2,02 fois plus élevée que les enfants sans antécédent d'infection respiratoire (IC95 % : 1,09-3,76 ; p=0,026).

Les 14 enfants au statut vaccinal inconnu étaient tous âgés d'au moins 12 mois, dont 11 (78,6 %) de 24 mois et plus. En les classant comme ayant reçu moins de deux doses, l'association persistait (RPa = 0,40 IC95 % : 0,18-0,88 ; p=0,024). En les classant comme ayant reçu au moins deux doses, elle n'était plus significative (RPa=0,57 ; IC95 % : 0,24-1,39 ; p=0,22). Or chez les enfants de 24 mois et plus, 89,5 % avaient reçu moins de deux doses (tableau II).

Tableau IV : Facteurs associés au portage des SV du pneumocoque en analyse multivariée chez les enfants de moins de 5 ans dans la ville de Bobo-Dioulasso

	SV		
Variable	%	RP ajusté (IC95 %)	P
VPC-13			
< 2 doses	10,86	1	
>=2 doses	7,27	0,37(0,16-0,84)	0,018
Age			
0-6 mois	3,45	1	
7-11 mois	11,63	5,63(1,20-26,33)	0,028
12-23 mois	10,20	3,87(1,25-11,95)	0,019
≥24 mois	10,95	2,24(0,62-8,10)	0,218
Nombre chambres[a]			
<3	12,74	1	
≥3	6,38	0,45(0,25 - 0,79)	0,006
IR récente dans les 2 mois [d]			
Non	6,91	1	
Oui	14,29	2,02(1,09 - 3,76)	0,026

RPa : rapport de prévalence ajusté, régression de Poisson avec erreurs standard robustes par grappe (19 secteurs) ; n=386. Les pourcentages descriptifs portent sur l'ensemble des enfants disponibles pour chaque variable (n=400 ; n=386 pour le VPC-13), tandis que le modèle ajusté porte sur 386 enfants
a Nombre de chambres dans le ménage, d infection respiratoire dans les deux mois

3.5.Analyse de sensibilité sur l'âge

Lorsque l'âge était modélisé de façon continue par des splines cubiques restreintes à quatre nœuds, l'association entre la réception d'au moins deux doses de VPC-13 et le portage des SV restait de même sens et d'ampleur comparable (RPa = 0,42 ; IC95 % : 0,18-0,99 ; p = 0,046), contre un RPa de 0,37 (IC95 % : 0,16-0,84 ; p = 0,018) dans le modèle principal. Les associations avec le nombre de chambres et l'infection respiratoire récente étaient également inchangées (tableau V).

Tableau V : test de sensibilité sur l'âge

Variable	RPa	IC95 %	p
VPC-13 >= 2 doses (réf. < 2 doses)	0,42	0,18–0,99	0,046
Chambres >= 3 (réf. < 3)	0,47	0,26–0,85	0,012
IRA récente (réf. non)	2,00	1,03–3,87	0,040
Age (splines, 4 nœuds) – test global	—	—	0,062

4. Discussion

4.1. Association entre la vaccination et le portage de SV

Cette étude avait pour objectif de déterminer l'association entre le statut vaccinal et le portage de sérotypes vaccinaux chez les enfants de moins de 5 ans dans la ville de Bobo-Dioulasso et d'identifier les facteurs associés. Les résultats montraient une prévalence ajustée du portage des SV inférieure de 63 % chez les enfants ayant reçu au moins deux doses par rapport à ceux ayant reçu moins de deux doses (IC95 % : 16–84 % ; p=0,018). L'association n'était pas significative en analyse bivariée (RP brut=0,67 IC95 % ; 0,34-1,30), mais l'est devenue après ajustement (RPa=0,37). Ce renforcement s'explique vraisemblablement par une confusion liée à l'âge. En effet, les enfants de 24 mois ou plus nés avant l'introduction du VPC-13 dans le PEV étaient majoritairement ceux qui ont reçu moins de deux doses (89,5%) contre 15,2% chez les enfants de 7 à 23 mois. Or, à statut vaccinal égal, le portage était plus élevé entre 7 et 23 mois (RPa=5,63 et 3,87) qu'à 24 mois ou plus (RPa=2,24). Les enfants ayant reçu au moins deux doses appartenaient majoritairement à cette tranche de 7 à 23 mois 117/165 soit 70,91%. La comparaison brute masquait cette association. Cette association est restée de même sens et d'ampleur comparable lorsque l'âge était modélisé de façon continue (RPa = 0,42 ; IC95 % : 0,18–0,99), ce qui indique qu'elle ne dépend pas du découpage de l'âge en classes. Ces résultats corroborent ceux d'une étude menée au Brésil (Andrade et al., 2014) qui avaient trouvé un effet dose-dépendant du VPC-10. Dans cette étude conduite chez les enfants de 7 à 18 mois, une seule dose de vaccin réduisait de 2,8% le portage des SV sans significativité. Une réduction significative était observée avec deux doses (réduction=35,9%, IC95 % : 4,2-57,1% ; p=0,03). L'effet de la troisième dose était plus marqué avec une réduction de 44% (IC95 % : 14,2-63,6%, p=0,008). Dans une revue narrative (Bountogo et al., 2026), portant sur 4 études réalisées en Gambie, la réduction des SV du pneumocoque avant et après l'introduction du VPC-13 variait entre 62 % (comparaison des données de 2009 prévaccinal et 2017) post VPC-13 et 68 % (comparaison des données de 2009 et 2015 post VPC-13). Au Malawi, Swarthout et al (Swarthout et al., 2020) ont trouvé une réduction significative des SV du pneumocoque chez les enfants vaccinés par rapport aux enfants non vaccinés.

4.2. Augmentation du portage entre 7 et 11 mois

La prévalence du portage des SV était de 3,45% chez les enfants de moins de 7 mois, de 11,63% chez les enfants âgés entre 7 et 11 mois, 10,20% chez 12-23 mois et 10,95% chez les 24 mois et plus. Ces résultats montrent une augmentation rapide du portage chez les enfants. Ainsi les enfants de 7-11 mois ont un risque plus élevé d'être porteur de SV que les enfants de moins de 7 mois (RPa=5,63 ; IC95 % : 1,20-26,33 ; p=0,028). Cette augmentation de la prévalence était aussi perceptible chez les enfants de 12 à 23 mois (RPa=3,87 ; IC95 % : 1,25-11,95 ; p=0,019).

Mais ces prévalences sont à prendre avec prudence vu les effectifs faibles de portage de SV dans ces groupes d'âge. Le faible portage chez les enfants plus jeunes pourrait s'expliquer par les anticorps maternels et le contact social réduit (Ojal et al., 2018; Osei et al., 2025). Le schéma vaccinal au Burkina Faso au moment de cette étude était 3+0 sans rappel. L'immunité muqueuse décline au cours de la première année de vie dans ce schéma vaccinal, ce qui pourrait expliquer l'augmentation et la stagnation du portage des SV après les 7 mois de vie (Swarthout et al., 2022).

4.3. Association entre le nombre de chambres du ménage et le portage des SV

Le risque de portage de sérotype vaccinal était inférieur de 55 % chez les enfants dont les ménages possédaient au moins 3 chambres par rapport aux enfants des ménages qui en possédaient moins (IC95 % : 21-75 % ; p=0,006). Le nombre de chambres constitue un indicateur indirect de la promiscuité qui est reconnue dans la littérature comme facteur de risque de portage du pneumocoque. Ifedayo Adetifa et al (Adetifa et al., 2018) dans une étude réalisée au Nigeria et Gizaw Abaye et al (Abaye et al., 2019) dans une autre étude réalisée en Éthiopie ont trouvé que la promiscuité est un facteur de risque du portage du pneumocoque.

4.4. Association entre infection respiratoire récente et le portage des SV

Le risque de porter les SV du pneumocoque était 2,02 fois plus élevé chez les enfants ayant un antécédent d'infection respiratoire récente que chez ceux sans antécédent d'infection respiratoire récente (IC95 % : 1,09-3,76 ; p=0,026). Les infections respiratoires, notamment virales, altèrent l'épithélium nasopharyngé et favorisent l'acquisition du pneumocoque (Bosch et al., 2013; Grijalva et al., 2014). Le devis transversal ne permet toutefois pas d'exclure une causalité inverse, le portage pouvant précéder l'infection.

4.5. Limites

Le statut vaccinal manquait pour 14 enfants. L'association n'était plus significative sous l'hypothèse où tous les 14 auraient reçu au moins deux doses (RPa = 0,57 ; IC95 % : 0,24–1,39). Ce scénario n'est pas à exclure.

Un biais de sélection ne peut être exclu : sur 437 enfants éligibles référés au CMA de Dô, 30 (6,9 %) ne s'y sont pas présentés et pourraient différer des enfants inclus. L'exclusion des secteurs périphériques 24 et 25 a pu sous-représenter les populations périurbaines. Le caractère transversal de l'étude ne permet pas d'établir un lien causal entre statut vaccinal et le portage des SV.

L'ancienneté des données 2015 est aussi une limite mais cela s'intègre bien dans les études de portage réalisées à Bobo-Dioulasso par Kaboré et al., 2021 et Childs et al., 2024. Cette succession d'études de portage pourrait refléter l'évolution du portage dans le temps et dans la même zone.

5. Conclusion

Une prévalence plus faible du portage nasopharyngé des SV était associée à la réception d'au moins deux doses du VPC-13 chez les enfants de moins de 5 ans à Bobo-Dioulasso après ajustement sur l'âge, le nombre de chambre du ménage et l'infection respiratoire récente. Cette association, stable selon le traitement de l'âge mais non significative dans l'un des scénarios de gestion des données manquantes, est compatible avec un effet protecteur du VPC-13, qui reste

à confirmer par des études de plus grande taille. Ces résultats plaident pour un maintien d'une bonne couverture vaccinale et la mise en œuvre d'études longitudinales pour évaluer l'effet direct du vaccin sur le portage de SV.

6. Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements aux mères d'enfants de la ville de Bobo-Dioulasso qui ont accepté la participation de leurs enfants à cette étude. Nous remercions également le personnel du CMA de Dô, du laboratoire du CHUSS et du laboratoire du Centre Muraz pour l'analyse des échantillons nasopharyngés.

7. Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent ne détenir aucun intérêt financier, personnel ou professionnel susceptible d'influencer la conduite de ce travail ou l'interprétation des résultats.

Références

Abaye, G., Fekadu, H., Haji, K., Alemu, D., Anjulo, A. A., & Yadate, D. T. (2019). Prevalence and risk factors of pneumococcal nasopharyngeal carriage in healthy children attending kindergarten, in district of Arsi Zone, South East, Ethiopia. BMC Research Notes, 12(1), 253. https://doi.org/10.1186/s13104-019-4283-3

Adegbola, R. A., DeAntonio, R., Hill, P. C., Roca, A., Usuf, E., Hoet, B., & Greenwood, B. M. (2014). Carriage of Streptococcus pneumoniae and other respiratory bacterial pathogens in low and lower-middle income countries : A systematic review and meta-analysis. PloS One, 9(8), e103293. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103293

Adetifa, I. M. O., Adamu, A. L., Karani, A., Waithaka, M., Odeyemi, K. A., Okoromah, C. A. N., Bello, M. M., Abubakar, I. S., Inem, V., & Scott, J. A. G. (2018). Nasopharyngeal Pneumococcal Carriage in Nigeria : A two-site, population-based survey. Scientific Reports, 8(1), 3509. https://doi.org/10.1038/s41598-018-21837-5

Andrade, A. L., Ternes, Y. M., Vieira, M. A., Moreira, W. G., Lamaro-Cardoso, J., Kipnis, A., Cardoso, M. R., Brandileone, M. C., Moura, I., Pimenta, F. C., Da Gloria Carvalho, M., Saraiva, F. O., Toscano, C. M., & Minamisava, R. (2014). Direct Effect of 10-Valent Conjugate Pneumococcal Vaccination on Pneumococcal Carriage in Children Brazil. PLoS ONE, 9(6), e98128. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098128

Andrejko, K. L., Gierke, R., Rowlands, J. V., Rosen, J. B., Thomas, A., Landis, Z. Q., Rosales, M., Petit, S., Schaffner, W., Holtzman, C., Barnes, M., Farley, M. M., Harrison, L. H., McGee, L., Chochua, S., Verani, J. R., Cohen, A. L., Pilishvili, T., & Kobayashi, M. (2024). Effectiveness of 13-valent pneumococcal conjugate vaccine for prevention of invasive pneumococcal disease among children in the United States between 2010 and 2019 : An indirect cohort study. Vaccine, 42(16), 3555-3563. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2024.04.061

Barros, A. J., & Hirakata, V. N. (2003). Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies : An empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. BMC Medical Research Methodology, 3(1), 21. https://doi.org/10.1186/1471-2288-3-21

Beissegulova, G., Ramazanova, B., Mustafina, K., Begadilova, T., Koloskova, Y., Seitkhanova, B., Mamatova, A., Iskakova, U., Sailaubekuly, R., & Seiitbay, Z. (2024). Prevalence of nasopharyngeal Streptococcus Pneumoniae carriage in infants : A systematic review and meta-analysis of cohort studies and randomized controlled trials. PloS One, 19(12), e0315461. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315461

Bosch, A. A. T. M., Biesbroek, G., Trzcinski, K., Sanders, E. A. M., & Bogaert, D. (2013). Viral and bacterial interactions in the upper respiratory tract. PLoS Pathogens, 9(1), e1003057. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003057

Bountogo, M., Sawadogo, A., Nana, F. W., Barry, Y., & Meda, N. (2026). Effect of the 13-valent pneumococcal conjugate vaccine on nasopharyngeal carriage of vaccine serotypes in West Africa : A narrative review. Revue Africaine Des Sciences Sociales et de La Sante Publique, 8(1), 19-35. https://doi.org/10.4314/rasp.v8i1.2

Bouskraoui, M., Soraa, N., Zahlane, K., Arsalane, L., Doit, C., Mariani, P., & Bingen, E. (2011). Étude du portage rhinopharyngé de Streptococcus pneumoniae et de sa sensibilité aux antibiotiques chez les enfants en bonne santé âgés de moins de 2 ans dans la région de Marrakech (Maroc). Archives de pédiatrie, 18(12), 1265-1270.

Childs, L., Ouedraogo, I., Zoma, R. L., Tarbangdo, T. F., Sawadogo, G., Aké, H. F., Ouangraoua, S., Sanou, S., Tran, T., Velusamy, S., Adebanjo, T., Van Beneden, C. A., McGee, L., & Kobayashi, M. (2024). Pneumococcal Carriage in Burkina Faso After 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine Introduction and Before a Schedule Change. Open Forum Infectious Diseases, 11(6), ofae303. https://doi.org/10.1093/ofid/ofae303

CORDIER, S., HÉMON, D., & BOUYER, J. (2009). Épidémiologie : Principes et méthodes quantitatives. Éd. Tec & Doc Éd. médicales internationales.

Grijalva, C. G., Griffin, M. R., Edwards, K. M., Williams, J. V., Gil, A. I., Verastegui, H., Hartinger, S. M., Vidal, J. E., Klugman, K. P., & Lanata, C. F. (2014). The role of influenza and parainfluenza infections in nasopharyngeal pneumococcal acquisition among young children. Clinical Infectious Diseases, 58(10), 1369-1376. https://doi.org/10.1093/cid/ciu148

Henriques-Normark, B., & Tuomanen, E. I. (2013). The Pneumococcus : Epidemiology, Microbiology, and Pathogenesis. Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine, 3(7), a010215. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a010215

Ibáñez-Pinilla, M., Villalba-Niño, S., & Olaya-Galán, N. N. (2023). Negative log-binomial model with optimal robust variance to estimate the prevalence ratio, in cross-sectional population studies. BMC Medical Research Methodology, 23, 219. https://doi.org/10.1186/s12874-023-01999-1

Kaboré, L., Adebanjo, T., Njanpop-Lafourcade, B. M., Ouangraoua, S., Tarbangdo, F. T., Meda, B., Velusamy, S., Bicaba, B., Aké, F., McGee, L., Yaro, S., Betsem, E., Gervaix, A., Gessner, B. D., Whitney, C. G., Moïsi, J. C., & Van Beneden, C. A. (2021). Pneumococcal Carriage in Burkina Faso After 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine Introduction : Results From 2 Cross-sectional Population-Based Surveys. The Journal of Infectious Diseases, 224(12 Suppl 2), S258-S266. https://doi.org/10.1093/infdis/jiab037

Kambiré, D., Soeters, H. M., Ouédraogo-Traoré, R., Medah, I., Sangare, L., Yaméogo, I., Sawadogo, G., Ouédraogo, A.-S., Hema-Ouangraoua, S., McGee, L., Srinivasan, V., Aké, F., Congo-Ouédraogo, M., Sanou, S., Ba, A. K., Novak, R. T., Van Beneden, C., & MenAfriNet Consortium. (2016). Nationwide Trends in Bacterial Meningitis before the Introduction of 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine-Burkina Faso, 2011-2013. PloS One, 11(11), e0166384. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166384

Mueller, J. E., Yaro, S., Ouédraogo, M. S., Levina, N., Njanpop-Lafourcade, B.-M., Tall, H., Idohou, R. S., Sanou, O., Kroman, S. S., Drabo, A., Nacro, B., Millogo, A., van der Linden, M., & Gessner, B. D. (2012). Pneumococci in the African meningitis belt : Meningitis incidence and carriage prevalence in children and adults. PloS One, 7(12), e52464. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052464

Ojal, J., Goldblatt, D., Tigoi, C., & Scott, J. A. G. (2018). Effect of Maternally Derived Anti-protein and Anticapsular IgG Antibodies on the Rate of Acquisition of Nasopharyngeal Carriage of Pneumococcus in Newborns. Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America, 66(1), 121-130. https://doi.org/10.1093/cid/cix742

Osei, I., Mendy, E., Van Zandvoort, K., Young, B., Jobe, O., Sarwar, G., Mohammed, N. I., Bruce, J., Greenwood, B., Flasche, S., & Mackenzie, G. A. (2025). Social contacts and mixing patterns in rural Gambia. BMC Infectious Diseases, 25(1), 243. https://doi.org/10.1186/s12879-025-10640-z

Pai, R., Gertz, R. E., & Beall, B. (2006). Sequential Multiplex PCR Approach for Determining Capsular Serotypes of Streptococcus pneumoniae Isolates. Journal of Clinical Microbiology, 44(1), 124-131. https://doi.org/10.1128/JCM.44.1.124-131.2006

Raymond, J., Cohen, R., Moulin, F., Gendrel, D., & Berche, P. (2002). Facteurs influençant le portage de Streptococcus pneumoniae. Médecine et Maladies Infectieuses, 32, 13-20.

Russell, F. M., Carapetis, J. R., Satzke, C., Tikoduadua, L., Waqatakirewa, L., Chandra, R., Seduadua, A., Oftadeh, S., Cheung, Y. B., Gilbert, G. L., & Mulholland, E. K. (2010). Pneumococcal Nasopharyngeal Carriage following Reduced Doses of a 7-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccine and a 23-Valent Pneumococcal Polysaccharide Vaccine Booster. Clinical and Vaccine Immunology, 17(12), 1970-1976. https://doi.org/10.1128/CVI.00117-10

Satzke, C., Turner, P., Virolainen-Julkunen, A., Adrian, P. V., Antonio, M., Hare, K. M., Henao-Restrepo, A. M., Leach, A. J., Klugman, K. P., Porter, B. D., Sá-Leão, R., Scott, J. A., Nohynek, H., O'Brien, K. L., & WHO Pneumococcal Carriage Working Group. (2013). Standard method for detecting upper respiratory carriage of Streptococcus pneumoniae : Updated recommendations from the World Health Organization Pneumococcal Carriage Working Group. Vaccine, 32(1), 165-179. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.08.062

Swarthout, T. D., Fronterre, C., Lourenço, J., Obolski, U., Gori, A., Bar-Zeev, N., Everett, D., Kamng'ona, A. W., Mwalukomo, T. S., Mataya, A. A., Mwansambo, C., Banda, M., Gupta, S., Diggle, P., French, N., & Heyderman, R. S. (2020). High residual carriage of vaccine-serotype Streptococcus pneumoniae after introduction of pneumococcal conjugate vaccine in Malawi. Nature Communications, 11(1), 2222. https://doi.org/10.1038/s41467-020-15786-9

Swarthout, T. D., Henrion, M., Thindwa, D., Meiring, J. E., Mbewe, M., Kalizang'Oma, A., Brown, C., Msefula, J., Moyo, B., Mataya, A. A., Barnaba, S., Pearce, E., Gordon, M., Goldblatt, D., French, N., & Heyderman, R. S. (2022). Waning of antibody levels induced by a 13-valent pneumococcal conjugate vaccine, using a 3 + 0 schedule, within the first year of life among children younger than 5 years in Blantyre, Malawi : An observational, population-level, serosurveillance study. The Lancet Infectious Diseases, 22(12), 1737-1747. https://doi.org/10.1016/s1473-3099(22)00438-8

Thompson, M. L., Myers, J. E., & Kriebel, D. (1998). Prevalence odds ratio or prevalence ratio in the analysis of cross sectional data : What is to be done? Occupational and Environmental Medicine, 55(4), 272-277. https://doi.org/10.1136/oem.55.4.272

Trück, J., Thompson, A., Morales-Aza, B., Clutterbuck, E. A., Voysey, M., Clarke, E., Snape, M. D., Kelly, D. F., Finn, A., & Pollard, A. J. (2017). Memory B cell response to a PCV-13 booster in 3.5year old children primed with either PCV-7 or PCV-13. Vaccine, 35(20), 2701-2708. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.03.079

UNICEF. (s. d.). Pneumonia in Children Statistics. UNICEF DATA. Consulté 3 octobre 2026, à l'adresse https://data.unicef.org/topic/child-health/pneumonia/

Zhang, J., & Yu, K. F. (1998). What's the Relative Risk? : A Method of Correcting the Odds Ratio in Cohort Studies of Common Outcomes. JAMA, 280(19), 1690. https://doi.org/10.1001/jama.280.19.1690

Zoma, R. L., Childs, L., Ouedraogo, I., Sawadogo, G., Tarbangdo, T. F., Zoma, A., Sanou, S., Bicaba, B., Sanou, S., Akhter, F., Ouattara, M., Verani, J. R., McGee, L., Kobayashi, M., & Aké, H. F. (2025). Pneumococcal Carriage in the Sahel Region of Burkina Faso before a 13-Valent Pneumococcal Conjugate Vaccination Campaign. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, tpmd240746. https://doi.org/10.4269/ajtmh.24-0746

Zou, G. (2004). A Modified Poisson Regression Approach to Prospective Studies with Binary Data. American Journal of Epidemiology, 159(7), 702-706. https://doi.org/10.1093/aje/kwh090

Zou, G., & Donner, A. (2013). Extension of the modified Poisson regression model to prospective studies with correlated binary data. Statistical Methods in Medical Research, 22(6), 661-670. https://doi.org/10.1177/0962280211427759

© 2027 BOUNTOGO, Licensee *Bamako Institute for Research and Development Studies Press*. Ceci est un article en accès libre sous la licence the Créative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Note de l'éditeur

Bamako Institute for Research and Development Studies Press reste neutre quant aux revendications juridictionnelles dans les publications de cartes/maps et d'affiliations institutionnelles.