



Efficacité du vaccin méningococcique protéinique à quatre composants contre les infections à *Neisseria gonorrhoeae* : accumulation de données probantes et implications pour la santé publique au Canada

Philippe De Wals^{1,2*}, Yen-Giang Bui², Michaël Desjardins^{3,4}

Résumé

Contexte : Au Canada, le fardeau de la gonorrhée n'a cessé d'augmenter au cours de la dernière décennie avec l'émergence de souches multirésistantes. Il existe une importante similitude génomique entre *Neisseria meningitidis* et *Neisseria gonorrhoeae*.

Méthodes : Examen des études publiées et des essais en cours avec le vaccin à quatre composants contre le méningocoque du sérogroupe B (4CMenB-Bexsero^{MD}).

Résultats : Des études d'observation ont démontré une protection contre l'infection par la gonorrhée allant de 35 % à 59 % pendant une période allant jusqu'à trois ans après l'administration du vaccin 4CMenB. Plusieurs essais cliniques randomisés sont également en cours. Les résultats de l'essai DOXYVAC ont été publiés, mais la taille de l'échantillon était trop petite pour exclure une protection de l'ordre de 30 à 50 %. Des recommandations sur l'utilisation du vaccin 4CMenB pour les personnes présentant un risque élevé de gonorrhée ont été émises au Royaume-Uni et dans l'État de New York sur la base des résultats d'études d'observation.

Conclusion : Si les conclusions des études d'observation sont confirmées par des essais randomisés avec un profil coût/efficacité acceptable dans le contexte canadien, un programme de vaccination ciblé avec le vaccin 4CMenB pourrait être mis en œuvre.

Citation proposée : De Wals P, Bui Y-G, Desjardins M. Efficacité du vaccin méningococcique protéinique à quatre composants contre les infections à *Neisseria gonorrhoeae* : accumulation de données probantes et implications pour la santé publique au Canada. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2025;51(8):339–45. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v51i08a04f>

Mots-clés : vaccin contre le méningocoque, gonorrhée, programme de vaccination, groupes à haut risque

Introduction

Au Canada, le fardeau de la gonorrhée n'a cessé d'augmenter au cours de la dernière décennie, avec un taux déclaré qui a presque triplé entre 2010 (33,5 pour 100 000 habitants) et 2019 (94,3 pour 100 000 habitants) (1,2). En raison de la pandémie de COVID-19, les années 2020 et 2021 ont été atypiques, avec une réduction des voyages et des contacts entre les individus, l'hésitation à consulter un médecin et une pénurie de tests diagnostiques (3). Les hommes représentent 56 % des cas diagnostiqués et la tranche d'âge la plus fréquemment touchée

est celle des 15 à 39 ans, qui représente 82 % du total des cas (2). L'incidence des infections transmissibles sexuellement est particulièrement élevée chez les jeunes de la rue, les travailleurs du sexe, les hommes ayant des relations sexuelles avec d'autres hommes, les consommateurs de drogues dures, les personnes incarcérées et certains groupes autochtones (4). La proportion de souches multirésistantes a également augmenté, passant de 8,6 % en 2015 à 12,4 % en 2019, ce qui est préoccupant pour l'efficacité des traitements (2).

Cette oeuvre est mise à la disposition selon les termes de la licence internationale [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Affiliations

¹ Département de médecine sociale et préventive, Université Laval, Québec, QC

² Institut national de santé publique du Québec, Québec, QC

³ Division des maladies infectieuses, Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Montréal, QC

⁴ Département de Microbiologie, infectiologie et immunologie, Faculté de médecine, Université de Montréal, Montréal, QC

*Correspondance :

philippe.dewals@criucpq.ulaval.ca



Ce commentaire présente les résultats d'études sur l'effet de la vaccination contre le méningocoque à quatre composants du sérotype B (4CMenB) sur le risque de gonorrhée, ainsi que la plausibilité biologique d'un tel effet et les analyses de coût/efficacité d'un programme. Les implications de ces conclusions pour la santé publique sont discutées en termes d'information sur les produits et de recommandations possibles pour des groupes particuliers à haut risque au Canada.

Méthodes

Une revue des études d'observation publiées et des essais en cours sur le vaccin protéinique 4CMenB (Bexsero^{MD}, Glaxo-Smith-Kline) visant à protéger contre l'infection et la maladie à *Neisseria gonorrhoeae* a été réalisée. Une recherche de PubMed a été effectuée le 5 octobre 2023, en utilisant la combinaison de termes suivante : (vaccin contre le méningocoque OU 4CMenB) ET gonorrhée. Au total, 121 résultats ont été obtenus. Les titres et les résumés ont été examinés en fonction de critères d'inclusion et d'exclusion. Les critères d'inclusion comprenaient des études quantitatives chez l'humain visant à évaluer l'effet de la vaccination sur les cas d'infection à *N. gonorrhoeae* en comparant la vaccination avec le 4CMenB à un groupe témoin. Un critère d'exclusion comprenait tout modèle d'étude écologique utilisant des comparaisons avant-après sans vérification du statut vaccinal de chaque individu. Lorsque

plusieurs manuscrits décrivaient les résultats d'une même étude, l'analyse la plus récente a été retenue. Une recherche comparable a été effectuée dans Google Scholar, PubMed et Clinicaltrial.gov et les résultats ont été complétés par les renseignements fournis par le fabricant du vaccin 4CMenB.

Résultats

Études épidémiologiques

En 2009, une campagne de vaccination de masse a été mise en place dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean au Québec pour contrôler une augmentation de la méningococcie invasive du sérotype B à l'aide du vaccin 4CMenB. La campagne de vaccination a atteint 86 % de la population cible âgée de six mois à 20 ans, la plupart ayant reçu deux doses (5). Suite à la campagne de masse, une diminution inattendue du nombre d'infections gonococciques chez les personnes de 20 ans ou moins a été observée dans la région (6). Une telle diminution n'a pas été observée chez les adultes de plus de 20 ans, et le nombre d'infections à *Chlamydia trachomatis* a continué à augmenter dans tous les groupes d'âge. La revue a recensé cinq autres études d'observation sur cet enjeu et les résultats décrits dans le **tableau 1** soutiennent l'hypothèse d'une protection croisée contre la gonorrhée générée par le vaccin 4CMenB de l'ordre de 35 % à 59 % jusqu'à trois ans après la vaccination (7–11).

Tableau 1 : Études d'observation visant à évaluer l'efficacité du vaccin contre le méningocoque quadrivalent du sérotype B (4CMenB) contre la gonorrhée

Référence	Contexte	Modèle de l'étude	Principales conclusions
Wang <i>et al.</i> , 2023 (7)	En 2018, un programme de vaccination avec le 4CMenB financé par le secteur public a été introduit en Australie-Méridionale : trois doses sont proposées pour les nourrissons et deux doses pour les élèves de la dixième année (environ 15 ans).	L'incidence de la vaccination a été évaluée à l'aide d'un modèle de régression de Poisson ou binomiale négative, et l'efficacité réelle (ER) du vaccin a été estimée à l'aide de méthodes de dépistage et de cas-témoins. Des groupes témoins pour la chlamydia ont été utilisés pour contrôler les effets de confusion potentiels tels que les comportements sexuels à haut risque associés aux infections transmissibles sexuellement.	L'ER à deux doses était de 33,2 % (IC à 95 % : 15,9 %–47,0 %). L'estimation de l'ER 36 mois après la vaccination était de 23,2 % (IC à 95 % : 0 %–47,5 %) comparé à 34,9 % (IC à 95 % : 15,0 %–50,1 %) dans les 6 à 36 mois.
Abara <i>et al.</i> , 2022 (8)	Les taux de gonorrhée à New York et à Philadelphie sont parmi les plus élevés des États-Unis. Depuis 2015, l'ACIP recommande aux adolescents et aux jeunes adultes de 16 à 23 ans de se faire vacciner contre le méningocoque du sérotype B, sur la base d'une décision clinique partagée, afin d'obtenir une protection à court terme contre les maladies à méningocoques.	Une approche axée sur les cohortes utilisant des cas d'infections à gonorrhée et à chlamydia confirmés en laboratoire chez des individus de 16 à 23 ans établis dans les dossiers de surveillance des infections transmissibles sexuellement dans la ville de New York et à Philadelphie de 2016 à 2018, qui ont été liés aux dossiers du registre de vaccination pour déterminer le statut de vaccination avec le 4CMenB au moment de l'infection. L'ER ajustée a été estimée à l'aide d'une régression log-binomiale avec des équations d'estimation généralisées pour tenir compte des corrélations entre les infections multiples par patient.	L'ER de la série complète de vaccination avec le 4CMenB était de 40 % (IC à 95 % : 23 %–53 %) et la série partielle de vaccination était de 26 % (IC à 95 % : 12 %–37 %).
Robinson <i>et al.</i> , 2023 (9)	Les campagnes de vaccination de masse ont été déclenchées par des éclosions de méningocoques du sérotype B à l'Université de l'Orégon en 2015 et à l'Université de l'État de l'Orégon en 2016, pour lesquelles les deux vaccins contre le méningocoque du sérotype B disponibles ont été utilisés.	Étude de cas-témoins basée sur les personnes vaccinées de 18 à 29 ans déclarées au système de renseignements sur les vaccinations ALERT de l'Orégon, en lien avec les cas de gonorrhée déclarés aux autorités de santé publique entre un mois et deux ans après la vaccination.	L'ER globale du vaccin 4CMenB était de 47 % (IC à 95 % : 13 %–68 %). Chez les personnes de 18 à 19 ans, l'ER à deux doses était de 59 % (IC à 95 % : 20 %–79 %).

**Tableau 1 : Études d'observation visant à évaluer l'efficacité du vaccin contre le méningocoque quadrivalent du sérotype B (4CMenB) contre la gonorrhée (suite)**

Référence	Contexte	Modèle de l'étude	Principales conclusions
Bruxvoort <i>et al.</i> , 2023 (10)	Le Kaiser Permanente Southern-California est un système de soins de santé prépayés qui dispose de bases de données administratives complètes comprenant les vaccinations et les résultats des tests de laboratoire.	Étude de cohorte de 2016 à 2020 chez les personnes de 15 à 30 ans : les personnes ayant reçu le vaccin 4CMenB ont été appariées dans un rapport de 1:4 à des personnes ayant reçu des vaccins polysidiques conjugués (MenACWY) et ont été suivies pour la gonorrhée incidente à l'aide d'une régression des risques proportionnels de Cox, en ajustant les facteurs de confusion potentiels. La même analyse a été effectuée avec le risque d'infection à chlamydia comme contrôle négatif.	Les taux de gonorrhée étaient plus faibles chez les receveurs du 4CMenB que chez les receveurs du MenACWY (ER = 46 %; IC à 95 % : 14 %–66 %), mais les taux de chlamydia étaient comparables entre les groupes de vaccins (ER = 2 %; IC à 95 % : –17 %–18 %).
Raccagni <i>et al.</i> , 2023 (11)	Depuis 2016, l'Italie recommande aux personnes vivant avec le VIH de recevoir deux doses de vaccin 4CMenB à huit semaines d'intervalle.	Étude de cas-témoins non appariée sur les hommes ayant des relations sexuelles avec d'autres hommes vivant avec le VIH, pris en charge à l'Institut scientifique San Raffaele, à Milan en Italie, avec gonorrhée, syphilis, chlamydia ou papillomavirus humain anal diagnostiqués entre juillet 2016 et février 2021. Pour l'analyse, les cas étaient des personnes infectées par la gonorrhée et les témoins étaient des personnes atteintes de syphilis, de chlamydia ou d'une infection anale par le papillomavirus humain. La régression logistique a été utilisée pour estimer l'ER du vaccin 4CMenB contre la gonorrhée.	L'ER ajustée était de 44 % (IC à 95 % : 9 %–65 %).

Abréviations : ACIP, Advisory Committee on Immunization Practices; ER, efficacité réelle du vaccin; VIH, virus de l'immunodéficience humaine; 4CMenB, vaccin contre le méningocoque à quatre composants du sérotype B

Essais cliniques

Comme l'indique le **tableau 2**, cinq essais cliniques randomisés (ECR) visant à démontrer l'efficacité potentielle du vaccin 4CMenB dans la prévention de la gonorrhée dans différents groupes à haut risque sont en cours et l'un d'entre eux a été achevé (12). Dans l'essai DOXYVAC en France, l'incidence d'un premier épisode de gonorrhée (issue principale) était de 58,3 pour 100 années-personnes (103 événements chez 274 participants) dans le groupe vacciné avec le 4CMenB et de 77,1 pour 100 années-personnes (122 événements chez 270 participants) dans le groupe non vacciné (rapport de risques instantanés ajusté = 0,78 (IC à 95 % : 0,60 %–1,01 %) (13). Lorsque l'analyse était restreinte aux participants ne recevant pas de prophylaxie post-exposition à la doxycycline afin d'exclure toute interférence entre les deux interventions, l'incidence était de 76,0 pour 100 années-personnes (40 événements chez 93 participants) dans le groupe vacciné avec le 4CMenB et de 105,3 pour 100 années-personnes (48 événements chez 90 participants) dans le groupe non vacciné (rapport de risques instantanés ajusté = 0,76 (IC à 95 % : 0,50 %–1,15 %). Étant donné que cet essai avait une puissance insuffisante dès le départ et qu'il a été interrompu prématurément, une protection vaccinale de l'ordre de 30 à 50 % ne peut être exclue. Des recherches sont également en cours pour mettre au point un vaccin spécifique contre *N. gonorrhoeae*, qui pourrait induire une protection de haut niveau et de longue durée (14). L'autorisation et la commercialisation d'un vaccin contre *N. gonorrhoeae* au Canada pourraient toutefois prendre plusieurs années.

Discussion

Plausibilité biologique

Le vaccin 4CMenB qui a été homologué au Canada en 2014 contient quatre composants : la vésicule de la membrane externe (VME) de la souche NZ98/254, une protéine de liaison au facteur H (fHbp), l'antigène de liaison à l'héparine de *Neisseria* (NHBA) et l'adhésine A de *Neisseria* (NadA) avec les protéines accessoires GNA2091 et GNA1030 fusionnées avec la fHbp et le NHBA, respectivement, afin d'augmenter leur immunogénicité (15). Les conclusions des analyses d'hybridation de l'ADN ont démontré que *N. meningitidis* et *N. gonorrhoeae* partagent près de 90 % de leur identité génomique (16). Les séquences de nucléotides et d'acides aminés de collections de souches de *N. gonorrhoeae* ont été analysées et comparées aux antigènes inclus dans le vaccin 4CMenB et à leurs gènes codants. Le peptide NHBA-2 du vaccin 4CMenB présente une identité de séquence modérée (73 %) avec son homologue gonococcique, qui est très conservé au sein de *N. gonorrhoeae* et dont on prédit qu'il est exprimé en surface (17). Le gène codant pour NadA est absent chez *N. gonorrhoeae* (18). Bien que *N. gonorrhoeae* soit dépourvue de fHbp, elle code pour un homologue distinct, Ghfp, qui n'est pas exprimé à la surface de la bactérie (19). Des analyses bio-informatiques ont révélé qu'un homologue de 20 des 22 principales protéines VME du vaccin 4CMenB est présent dans *N. gonorrhoeae* – 16 protéines présentant une identité de plus de 90 % et 2 protéines présentant une identité de plus de 80 % (20). Chez la souris, on a constaté que le vaccin 4CMenB provoquait des anticorps qui se lient à la surface de *N. gonorrhoeae* *in vitro* et favorisent l'activité bactéricide sérique et l'activité de suppression par



Tableau 2 : Essais cliniques randomisés en cours visant à évaluer l'efficacité du vaccin contre le méningocoque quadrivalent du sérotype B (4CMenB) contre l'infection par la gonorrhée^a

Enregistrement	Titre de l'étude	Participants	Issue	Promoteur	Source
NCT04415424	<i>Efficacy Study of 4CMenB (Bexsero®) to Prevent Gonorrhoea Infection in Gay and Bisexual Men (GoGoVax) (en anglais seulement)</i>	Adultes à haut risque de 18 à 40 ans (n = 730)	Infection à <i>N. gonorrhoeae</i>	Institut Kirby, Australie	https://clinicaltrials.gov/study/NCT04415424
ACTRN12619001478101	<i>MenGO: Does the licensed meningococcal vaccine Bexsero® provide cross-protection against gonorrhoea in gay and bisexual men? (en anglais seulement)</i>	Adultes à haut risque de ≥ 18 à 40 ans (n = 130)	Infection à <i>N. gonorrhoeae</i>	Hôpital universitaire de Gold Coast, Australie	https://www.anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?id=376715
NCT04350138	<i>Safety and Efficacy Study of Meningococcal Group B Vaccine rMenB+OMV NZ (Bexsero) to Prevent Gonococcal Infection (en anglais seulement)</i>	Adultes à haut risque de 18 à 50 ans (n = 2 200)	Infection à <i>N. gonorrhoeae</i>	National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID), États-Unis	https://clinicaltrials.gov/study/NCT04350138
NCT05294588	<i>Efficacy of Immunization with 4C-MenB in Preventing Experimental Urethral Infection with Neisseria gonorrhoeae (en anglais seulement)</i>	Hommes en bonne santé de 19 à 35 ans (n = 140)	Infection expérimentale à <i>N. gonorrhoeae</i>	Université de Caroline du Nord, Chapel Hill, États-Unis	https://clinicaltrials.gov/study/NCT05294588
NCT05766904	<i>Efficacy Trial on Meningococcal B Vaccine for Preventing Gonorrhoea Infections (en anglais seulement)</i>	Hommes à haut risque de 18 à 50 ans (n = 150)	Infection à <i>N. gonorrhoeae</i>	Université chinoise de Hong Kong, Chine	https://clinicaltrials.gov/study/NCT05766904
NCT04597424	<i>Combined prevention of sexually transmitted infections (STIs) in men who have sex with men and using oral Tenofovir Disoproxil Fumarate/ Emtricitabine (TDF/FTC) for HIV pre-exposure prophylaxis (PrEP) (DOXYVAC) (en anglais seulement)</i>	Hommes à haut risque de ≥ 18 ans (n = 556)	Infections transmissibles sexuellement, y compris l'infection à <i>N. gonorrhoeae</i>	ANRS, France	https://clinicaltrials.gov/study/NCT04597424

Abréviations : *N. gonorrhoeae*, *Neisseria gonorrhoeae*; 4CMenB, vaccin contre le méningocoque quadrivalent du sérotype B

^a Les essais ont été recensés par des recherches dans PubMed, Google Scholar et ClinicalTrial.gov, complétées par des renseignements fournis par GSK

opsonophagocytose des granulocytes humains (21). Chez l'humain, le vaccin 4CMenB a généré des anticorps bactéricides de type immunoglobuline G (IgG) contre des épitopes conformationnels de *N. gonorrhoeae* impliquant des structures lipooligosaccharides glycosylées Hep I et Hep II partagées entre *N. meningitidis* et *N. gonorrhoeae* (22).

Les données probantes tirées de ces études d'observation répondent à sept des critères de causalité proposés par Austin Bradford Hill (23) : i) force de l'association (association forte et statistiquement significative); ii) cohérence (reproductibilité des résultats dans différentes études); iii) spécificité (protection contre la gonorrhée et non contre d'autres infections transmissibles sexuellement, comme l'indique une étude australienne) (24); iv) temporalité (l'effet survient après la vaccination); v) gradient biologique (effet plus important avec deux doses par rapport à une seule dose de vaccin); vi) mécanismes biologiques plausibles et la cohérence entre les résultats d'études épidémiologiques et de laboratoire (discutés dans la section précédente); et vii) analogie (une protection a également été observée avec un autre vaccin contre le méningocoque VME en Nouvelle-Zélande) (25). Les données probantes issues d'essais cliniques randomisés constituent le huitième critère de causalité et le plus convaincant (21). Le seul essai dont les résultats ont été publiés présentait de nombreuses

limites. Nous devons attendre les résultats d'autres essais en cours pour porter un jugement définitif (13).

Évaluations du rapport coût/efficacité

Pour étudier l'incidence potentielle sur la santé publique du vaccin 4CMenB chez les adolescents en Angleterre, un modèle déterministe de la dynamique de la transmission de l'infection par *N. gonorrhoeae* chez les hétérosexuels de 13 à 64 ans a été développé en supposant une efficacité potentielle de 31 %, une durée de protection de six ans et un taux d'acceptation de 85 %, ce qui se traduirait par une prévention de 25 % (intervalle de crédibilité de 95 % : 17 %–33 %) des infections chez des adultes hétérosexuels de plus de 70 ans (26). Aucune évaluation du rapport coût/efficacité n'a été réalisée dans le cadre de cette analyse. Dans un autre modèle économique intégré de la dynamique de la transmission en Angleterre, des stratégies ciblant uniquement les groupes à haut risque ont été évaluées, notamment la vaccination lors de la consultation pour le dépistage dans les cliniques de santé sexuelle, la vaccination lors du diagnostic de la gonorrhée ou la vaccination en fonction du risque proposée aux patients chez qui la gonorrhée a été diagnostiquée ainsi qu'aux personnes dont le test est négatif, mais qui déclarent avoir plus de cinq partenaires sexuels par an (27). Les résultats ont montré que la vaccination lors de la consultation aurait l'impact le plus rapide et le plus importante,



mais à un coût élevé; que la vaccination lors du diagnostic serait très rentable, mais avec un impact bien moindre; et que la vaccination en fonction du risque aurait un impact comparable à la vaccination lors de la consultation, à un coût moindre, et permettrait probablement de réaliser des économies du point de vue des services de santé aux coûts actuels des services nationaux de santé (8 £ par dose plus 10 £ pour l'administration). Ce modèle a été appliqué pour tester la vaccination ciblée des hommes ayant des relations sexuelles avec d'autres hommes en Angleterre avec une ou deux doses de 4CMenB (28). Les résultats indiquent que les stratégies à une ou deux doses seraient rentables, quel que soit le niveau d'utilisation et pour un prix unitaire du vaccin de 8 £ par dose plus 10 £ pour son administration.

Implications pour la santé publique

Au Royaume-Uni, le *Joint Committee on Vaccination and Immunization* (JCVI) a recommandé la mise en œuvre d'un programme de vaccination avec le 4CMenB, le vaccin étant proposé de manière opportuniste par des services de santé sexuelle spécialisés qui ont une grande expérience de l'évaluation et de l'identification des personnes présentant un risque accru d'infection gonococcique (29). Aux États-Unis, la *New York State Department of Health AIDS Institute* recommande de proposer le vaccin 4CMenB aux patients présentant un risque élevé d'infection par la gonorrhée (i.e., les hommes ayant des relations sexuelles avec d'autres hommes et les autres personnes ayant eu une infection bactérienne transmissible sexuellement au cours des 12 mois précédents, les travailleurs du sexe et les personnes ayant des relations sexuelles sans préservatif avec des partenaires multiples) (30).

Conclusion

Une efficacité du vaccin 4CMenB contre les infections à *N. gonorrhoeae* est plausible mais cela n'est pas mentionné dans la dernière version de la monographie canadienne. Le fabricant devra soumettre une nouvelle demande pour ajouter cette indication (15). Cette hypothèse est brièvement mentionnée dans une récente déclaration du Comité consultatif national de l'immunisation sur la méningococcie publiée dans le *Relevé des maladies transmissibles au Canada* (RMTC) en septembre 2023, et plus de détails sur les données probantes scientifiques pourraient être facilement incorporés dans une révision du Guide canadien d'immunisation (31). L'étape suivante consisterait à évaluer soigneusement l'intégration du vaccin 4CMenB dans les programmes de vaccination provinciaux et territoriaux financés par le secteur public pour les groupes à haut risque, y compris les données probantes scientifiques, les bénéfices attendus pour la santé, les répercussions budgétaires, le rapport coût/efficacité, la faisabilité et l'acceptabilité des différentes stratégies de vaccination. Il est toujours difficile d'extrapoler les résultats d'évaluations économiques spécifiques à un pays. Il serait donc intéressant de développer un modèle canadien ou d'adapter un modèle existant au contexte canadien. Une première étape consisterait à estimer la taille des groupes à haut risque et les

taux d'infection par *N. gonorrhoeae* correspondants au Canada, ainsi que les moyens pratiques d'atteindre ces groupes à haut risque sans les stigmatiser. Entre-temps, les conclusions d'essais cliniques randomisés suffisamment puissants seront disponibles pour étayer, espérons-le, la pertinence d'une initiative canadienne de vaccination pour la prévention des infections à *N. gonorrhoeae*.

Déclaration des auteurs

P. D. W. a conceptualisé l'étude et rédigé la première version du manuscrit. Tous les auteurs ont contribué à la recherche documentaire, aux analyses et à l'interprétation des résultats. Tous les auteurs ont effectué la révision et l'édition du manuscrit de manière critique et ont approuvé la version finale pour présentation.

Intérêts concurrents

Les auteurs n'ont aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Identifiants ORCID

Philippe De Wals — [0000-0002-9239-3096](https://orcid.org/0000-0002-9239-3096)

Remerciements

Aucun.

Financement

Aucun.

Références

1. Bodie M, Gale-Rowe M, Alexandre S, Auguste U, Tomas K, Martin I. Considérations portant sur les taux croissants de gonorrhée et de gonorrhée résistante aux médicaments : il n'y a pas de temps à perdre. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2019;45(2/3):58–67. [DOI](#)
2. Agence de la santé publique du Canada. Surveillance nationale de la sensibilité aux antimicrobiens de *Neisseria gonorrhoeae* : Rapport sommaire annuel de 2019. Ottawa, ON : APSC; 2021. <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/medicaments-et-produits-sante/surveillance-nationale-sensibilite-antimicrobiens-neisseria-gonorrhoeae-rapport-sommaire-annuel-2019.html>



3. Sawatzky P, Lefebvre B, Diggle M, Hoang L, Wong J, Patel S, Van Caessele P, Minion J, Garceau R, Jeffrey S, Haldane D, Lourenco L, Gravel G, Mulvey M, Martin I. Sensibilité de *Neisseria gonorrhoeae* aux antimicrobiens au Canada, 2021. Relevé des maladies transmissibles au Canada 2023;49(9):427–37. DOI
4. Blouin K, Lambert G, Perrault Sullivan G. Portrait des infections transmissibles sexuellement et par le sang (ITSS) au Québec : année 2021 et projection 2022. Institut national de santé publique du Québec. 2023. <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/2023-07/3364-portrait-itss-2021-projections-2022.pdf>
5. De Wals P, Deceuninck G, Lefebvre B, Tsang R, Law D, De Serres G, Gilca V, Gilca R, Boulianne N. Impact of an immunization campaign to control an increased incidence of Serogroup B meningococcal disease in one region of Quebec, Canada. *Clin Infect Dis* 2017;64(9):1263–7. DOI PubMed
6. Longtin J, Dion R, Simard M, Betala Belinga JF, Longtin Y, Lefebvre B, Labbé AC, Deceuninck G, De Wals P. Possible impact of wide-scale vaccination against Serogroup B *Neisseria Meningitidis* on gonorrhoea incidence rates in one region of Quebec, Canada. *Open Forum Infect Dis* 2017;4 Suppl 1:S734–5. DOI PubMed
7. Wang B, Giles L, Andraweera P, McMillan M, Almond S, Beazley R, Mitchell J, Ahoure M, Denehy E, Flood L, Marshall H. 4CMenB sustained vaccine effectiveness against invasive meningococcal B disease and gonorrhoea at three years post programme implementation. *J Infect* 2023;87(2):95–102. DOI PubMed
8. Abara WE, Bernstein KT, Lewis FM, Schillinger JA, Feemster K, Pathela P, Hariri S, Islam A, Eberhart M, Cheng I, Ternier A, Slutsker JS, Mbaeyi S, Madera R, Kirkcaldy RD. Effectiveness of a serogroup B outer membrane vesicle meningococcal vaccine against gonorrhoea: a retrospective observational study. *Lancet Infect Dis* 2022;22(7):1021–9. DOI PubMed
9. Robison SG, Leman RF. Association of Group B meningococcal vaccine receipt with reduced gonorrhoea incidence among university students. *JAMA Netw Open* 2023;6(8):e2331742. DOI PubMed
10. Bruxvoort KJ, Lewnard JA, Chen LH, Tseng HF, Chang J, Veltman J, Marrazzo J, Qian L. Prevention of *Neisseria gonorrhoeae* with meningococcal B vaccine: A matched cohort study in Southern California. *Clin Infect Dis* 2023;76(3):e1341–9. DOI PubMed
11. Raccagni AR, Galli L, Spagnuolo V, Bruzzesi E, Muccini C, Bossolasco S, Ranzenigo M, Gianotti N, Lolatto R, Castagna A, Nozza S. Meningococcus B vaccination effectiveness against *Neisseria gonorrhoeae* infection in people living with HIV: A case-control study. *Sex Transm Dis* 2023;50(5):247–51. DOI PubMed
12. Haese EC, Thai VC, Kahler CM. Vaccine candidates for the control and prevention of the sexually transmitted disease gonorrhoea. *Vaccines (Basel)* 2021;9(7):804. DOI PubMed
13. Molina JM, Bercot B, Assoumou L, Rubenstein E, Algarte-Genin M, Pialoux G, Katlama C, Surgers L, Bébéar C, Dupin N, Ouattara M, Slama L, Pavie J, Duvivier C, Loze B, Goldwirt L, Gibowski S, Ollivier M, Ghosn J, Costagliola D; ANRS 174 DOXYVAC Study Group. Doxycycline prophylaxis and meningococcal group B vaccine to prevent bacterial sexually transmitted infections in France (ANRS 174 DOXYVAC): a multicentre, open-label, randomised trial with a 2 × 2 factorial design. *Lancet Infect Dis* 2024;24(10):1093–104. DOI PubMed
14. Lyu Y, Choong A, Chow EPF, Seib KL, Marshall HS, Unemo M, de Voux A, Wang B, Miranda AE, Gottlieb SL, Mello MB, Wi T, Baggaley R, Marshall C, Abu-Raddad LJ, Abara WE, Chen XS, Ong JJ. Vaccine value profile for *Neisseria gonorrhoeae*. *Vaccine*. 2024;42(19S1):S42–S69. DOI PubMed
15. GlaxoSmithKline. Bexsero. Product monograph, 2022. <https://ca.gsk.com/media/6309/bexsero.pdf>
16. Hoke C, Vedros NA. Taxonomy of the *Neisseriae*: deoxyribonucleic acid base composition, interspecific transformation, and deoxyribonucleic acid hybridization. *Int J Syst Bacteriol* 1982;32(1):57–66. DOI
17. Marjuki H, Topaz N, Joseph SJ, Gernert KM, Kersh EN, Wang X; Antimicrobial-Resistant *Neisseria gonorrhoeae* Working Group. Antimicrobial-Resistant *Neisseria gonorrhoeae* Working Group; Wang X. Genetic similarity of gonococcal homologs to meningococcal outer membrane proteins of Serogroup B vaccine. *MBio* 2019;10(5):e01668–016719. DOI PubMed
18. Hadad R, Jacobsson S, Pizza M, Rappuoli R, Fredlund H, Olcén P, Unemo M. Novel meningococcal 4CMenB vaccine antigens - prevalence and polymorphisms of the encoding genes in *Neisseria gonorrhoeae*. *APMIS* 2012;120(9):750–60. DOI PubMed
19. Jongerius I, Lavender H, Tan L, Ruivo N, Exley RM, Caesar JJ, Lea SM, Johnson S, Tang CM. Distinct binding and immunogenic properties of the gonococcal homologue of meningococcal factor h binding protein. *PLoS Pathog* 2013;9(8):e1003528. DOI PubMed



20. Semchenko EA, Tan A, Borrow R, Seib KL. The Serogroup B meningococcal vaccine Bexsero elicits antibodies to *Neisseria gonorrhoeae*. *Clin Infect Dis* 2019;69(7):1101–11. [DOI PubMed](#)
21. Gray MC, Thomas KS, Lamb ER, Werner LM, Connolly KL, Jerse AE, Criss AK. Evaluating vaccine-elicited antibody activities against *Neisseria gonorrhoeae*: cross-protective responses elicited by the 4CMenB meningococcal vaccine. *Infect Immun* 2023;91(12):e0030923. [DOI PubMed](#)
22. Tzeng YL, Sannigrahi S, Borrow R, Stephens DS. *Neisseria gonorrhoeae* lipooligosaccharide glycan epitopes recognized by bactericidal IgG antibodies elicited by the meningococcal group B-directed vaccine, MenB-4C. *Front Immunol* 2024;15:1350344. [DOI PubMed](#)
23. Hill AB. The environment and disease: association or causation? 1965. *J R Soc Med* 2015;108(1):32–7. [DOI PubMed](#)
24. Abara WE, Bernstein KT, Lewis FM, Pathela P, Islam A, Eberhart M, Cheng I, Ternier A, Sanderson Slutsker J, Madera R, Kirkcaldy R. Healthy vaccinee bias and MenB-FHbp vaccine effectiveness against gonorrhea. *Sex Transm Dis* 2023;50(6):e8–10. [DOI PubMed](#)
25. Petousis-Harris H, Paynter J, Morgan J, Saxton P, McArdle B, Goodyear-Smith F, Black S. Effectiveness of a group B outer membrane vesicle meningococcal vaccine against gonorrhoea in New Zealand: a retrospective case-control study. *Lancet* 2017;390(10102):1603–10. [DOI PubMed](#)
26. Looker KJ, Booton R, Begum N, Beck E, Shen J, Turner KM, Christensen H. The potential public health impact of adolescent 4CMenB vaccination on *Neisseria gonorrhoeae* infection in England: a modelling study. *BMC Public Health* 2023;23(1):1. [DOI PubMed](#)
27. Whittles LK, Didelot X, White PJ. Public health impact and cost-effectiveness of gonorrhoea vaccination: an integrated transmission-dynamic health-economic modelling analysis. *Lancet Infect Dis* 2022;22(7):1030–41. [DOI PubMed](#)
28. Nikitin D, Whittles LK, Imai-Eaton JW, White PJ. Cost-effectiveness of 4CMenB Vaccination Against Gonorrhea: Importance of Dosing Schedule, Vaccine Sentiment, Targeting Strategy, and Duration of Protection. *J Infect Dis* 2025;231(1):71–83. [DOI PubMed](#)
29. Department of Health & Social Care. JCVI advice on the use of meningococcal B vaccination for the prevention of gonorrhoea. London, UK: DHSC; 2023. <https://www.gov.uk/government/publications/meningococcal-b-vaccination-for-the-prevention-of-gonorrhoea-jcvi-advice-10-november/jcvi-advice-on-the-use-of-meningococcal-b-vaccination-for-the-prevention-of-gonorrhoea>
30. New York State Department of Health Aids Institute. Clinical Guidelines Program. Immunizations for adults with HIV. New York, NY: NYSDOH AI; 2023. https://www.hivguidelines.org/guideline/hiv-immunizations/?mytab=tab_10&mycollection=hiv-care#Molina_et_al_2023
31. Pham-Huy A, Zafack J, Deeks S, Zafack J, Primeau C, Baclic O, Salvadori M, Deeks S au nom du Comité consultatif national de l'immunisation. Mise à jour du Comité consultatif national de l'immunisation (CCNI) sur l'épidémiologie de la méningococcie invasive (MI) et considérations pertinentes pour les programmes de prévention de la MI chez les personnes à haut risque d'exposition. *Relevé des maladies transmissibles au Canada* 2023;49(9):394–404. [DOI](#)