

IMPACT SOCIÉTAL DE LA VACCINATION : AU-DELÀ DE LA PROTECTION INDIVIDUELLE REGAIN D'INTÉRÊT FACE À LA PANDÉMIE COVID-19 ?

DAUBY N (1, 2, 3)

RÉSUMÉ : L'hésitation vaccinale est croissante dans le monde, nuisant aux efforts de contrôle des maladies infectieuses. Les professionnels de la santé jouent un rôle important dans l'acceptation de la vaccination. Une conscientisation sur les effets bénéfiques de la vaccination est une des stratégies conseillées par l'OMS afin de contrer l'hésitation vaccinale. Au-delà de la protection individuelle vis-à-vis d'un pathogène, la vaccination est associée à une protection au niveau de la communauté. Dans cette revue narrative de la littérature, les effets sociétaux de la vaccination, au sens large, sont résumés. Les bénéfices incluent une meilleure probabilité de profiter d'une éducation complète, une augmentation de la productivité et un impact fiscal positif, la limitation des inégalités hommes-femmes et la prévention d'épidémies coûteuses. Les bénéfices larges de la vaccination doivent faire partie de la communication au sujet de l'impact de la vaccination et intégrer les programmes éducationnels destinés aux futurs professionnels de la santé. La pandémie liée à la COVID-19 a un impact social et économique sévère et est l'illustration paroxystique d'un monde sans vaccin. Malgré cela, des enquêtes récentes ont montré que l'acceptation d'un futur vaccin prévenant le SARS-CoV-2 ne sera pas automatique et illustrent l'importance d'une communication également axée sur la sécurité et la tolérance d'un futur vaccin.

MOTS-CLÉS : *Vaccination - Immunité de groupe - Bénéfices - Investissements - Épidémies - COVID-19 - SARS-CoV-2*

**SOCIETAL IMPACT OF VACCINATION : BEYOND INDIVIDUAL PROTECTION.
RENEWED INTEREST FOLLOWING COVID-19 PANDEMIC ?**

SUMMARY : Vaccine hesitancy is growing worldwide and hampering efforts to control vaccine-preventable diseases. Healthcare professionals have a critical role in the acceptance of vaccination by patients. Increased awareness about the benefits of vaccination is one of the recommended strategy to counter vaccine hesitancy. Beyond protection of individuals against specific pathogens, vaccination have broad benefits at multiple levels of society, partly mediated by community protection. These benefits include improved access to education, increased productivity and positive fiscal impact, limitation of gender inequalities, control and prevention of antibiotic resistant pathogens. In this narrative review, those benefits are summarized and relevant studies reviewed. The broad benefits of immunization should contribute to better communication about the impact of immunization and could be part of educational programs of future health-care workers. The COVID-19 pandemic has a tremendous socio-economic impact and is the illustration of a world without vaccine. Nevertheless, recent surveys indicate that the acceptance of a future SARS-CoV-2 vaccine will not be universal, illustrating the importance of communication centered on safety and tolerability of future vaccines.

KEYWORDS : *Vaccination - Herd immunity - Benefits - Investment - Outbreaks - COVID-19 - SARS-CoV2*

INTRODUCTION

La vaccination est l'intervention de santé publique qui a le plus grand impact sur la santé humaine, après l'eau potable. Malgré ses bénéfices importants en termes de santé publique, la résistance à la vaccination n'a jamais été aussi grande. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a déclaré l'hésitation vaccinale comme représentant une des dix plus grandes menaces sanitaires en 2019 (1). Les doutes concernant l'innocuité et l'efficacité de la vaccination sont, en effet, importants. L'Europe, et particulièrement la France, sont les pays où ces pourcentages sont les plus importants (2).

L'OMS a proposé le modèle des 3 «C» comme déterminant de l'hésitation vaccinale (3).

Ces 3 «C» sont confiance, commodité et complaisance. Il s'agit de la confiance (i) dans les structures de santé distribuant et administrant les vaccins (services de santé et professionnels de la santé) et (ii) dans la sécurité des vaccins. La commodité fait référence aux obstacles pratiques liés à l'accès à la vaccination (prix, transport, facilité d'accès, qualité du service). Enfin, le troisième «C» est la complaisance vis-à-vis des dangers des maladies à prévention vaccinale (MPV). Le risque de la vaccination est vu comme supérieur aux conséquences des MPV. C'est là le paradoxe du succès de la vaccination qui permet une diminution drastique des cas de maladies à un tel point qu'elles disparaissent des mémoires collectives. Néanmoins, malgré l'impact apparent de la pandémie causée par la COVID-19, une étude récente, réalisée auprès d'un échantillon de la population française, indique que 1 français sur 4 refuserait un vaccin contre la COVID-19 si celui-ci était disponible (4).

Les professionnels de la santé ont un rôle critique dans l'acceptation de la vaccination par leurs patients. Une étude réalisée en France en 2015 a montré qu'un tiers des étudiants en médecine étaient insuffisamment préparés pour

(1) Département des Maladies infectieuses, CHU Saint-Pierre, Bruxelles, Belgique.

(2) Institute for Medical Immunology, Université Libre de Bruxelles, Belgique.

(3) Environmental Health Research Centre, Public Health School, Université Libre de Bruxelles (ULB), Belgique.

répondre à des questions sur la vaccination (5). De manière spécifique, 64 % des étudiants se disaient pas ou insuffisamment préparés pour communiquer sur l'impact historique de la vaccination et sur l'épidémiologie des MPV.

Les recommandations du groupe SAGE de l'OMS sur l'hésitation vaccinale incluent des efforts des collectivités, auprès de la société civile, afin d'améliorer la conscience par rapport aux bénéfices de la vaccination. Un nombre limité d'études suggère qu'une communication sur les avantages de la vaccination au niveau communautaire pourrait augmenter son acceptation (6-8).

Dans cet article, nous proposons de revoir les bénéfices larges de la vaccination au niveau sociétal et de montrer qu'ils vont au-delà de la protection d'un individu contre une maladie infectieuse. La maîtrise de ces aspects par le professionnel de la santé peut contribuer à favoriser une communication positive sur les vaccins et favoriser leur acceptation.

IMMUNITÉ DE GROUPE ET PROTECTION DE LA COMMUNAUTÉ

Au-delà de la protection individuelle, la vaccination contre certains pathogènes est associée à une immunité de groupe. Cette dernière est principalement causée par une diminution de la transmission du pathogène, mais également par une diminution de la proportion d'individus colonisés ainsi qu'une diminution de la contagiosité potentielle (9).

Cette «protection communautaire» est associée à une réduction importante de la mortalité des MPV, y compris parmi les groupes non vaccinés (10). La protection communautaire peut se vérifier dans les mêmes groupes d'âge. C'est le cas de la vaccination généralisée contre l'*Haemophilus influenzae* de type b (HIB) chez les enfants qui a été associée à une quasi-éradication de la maladie parmi les enfants non vaccinés plus âgés. L'effet au sein de la communauté est également transgénérationnel. La vaccination antipneumococcique chez les enfants est associée à une diminution de l'incidence des infections invasives à *Streptococcus pneumoniae* chez les sujets âgés. De même, l'implémentation de la vaccination contre le rotavirus a été associée à une diminution des cas chez les adultes. Enfin, la protection communautaire est également transgenre. La vaccination contre le HPV (papillomavirus humain) chez les jeunes filles a un effet sur l'incidence des verrues génitales chez les garçons (10).

CONCEPTS : EFFETS ÉTROITS VERSUS EFFETS LARGES DE LA VACCINATION

L'évaluation des programmes de vaccination est classiquement réalisée grâce à des analyses coût-efficacité. Ces analyses vont uniquement considérer les bénéfices directs au niveau de la santé et les économies en termes de soins de santé (11). Une analyse coût-efficacité est généralement exprimée en QALY, une mesure complexe prenant en compte l'espérance de vie et la qualité des années de vie restantes. Une telle analyse ne permet néanmoins qu'une comparaison avec d'autres interventions de santé, permettant aux décideurs de prioriser les interventions (12).

Depuis plusieurs années, plusieurs auteurs promeuvent une approche exhaustive de l'impact de la vaccination sur la société en utilisant des analyses coût-bénéfice (11-13). Ces analyses permettent d'apprécier plus largement les bénéfices des programmes de vaccination au sein des différents niveaux de la société. Elles prennent en compte les bénéfices directs des programmes de vaccination sur la santé (prévention d'une maladie et de sa mortalité, diminution des dépenses de santé), mais également les bénéfices indirects aux niveaux individuel et sociétal (14). Un résumé des effets larges potentiels de la vaccination est présenté dans le **Tableau I**. Ainsi, une MPV telle que la méningite à *Streptococcus pneumoniae* peut provoquer des séquelles importantes comprenant la surdité ou le retard mental (15). Ces séquelles auront un impact durable sur le développement d'un individu qui ne pourra bénéficier d'une éducation optimale. Les bénéfices de la vaccination peuvent également se traduire en gain de productivité. Les parents dont les enfants sont malades doivent souvent s'absenter du travail (16). Un sujet souffrant de séquelles d'une MPV sera impacté tout au long de sa vie (11), ce qui aura une incidence sur sa contribution économique au sein de la société.

BÉNÉFICES LARGES DE LA VACCINATION : ÉTUDES RÉALISÉES DANS LES PAYS À BAS ET MOYENS REVENUS

Ozawa et coll. ont réalisé une estimation de l'impact économique large des programmes de vaccination soutenus par GAVI dans 73 pays à bas et moyens revenus. Les vaccins évalués faisaient partie du programme de vaccination de routine (*Haemophilus influenzae*, hépatite B, HPV, rotavirus et *Streptococcus pneumoniae*)

Tableau I. Effets larges de la vaccination au niveau sociétal (adapté des références 11, 14).

	Mécanismes	Exemples
Productivité accrue des individus	Prévention des séquelles secondaires aux MPV et limitant l'accès à l'éducation et/ou à une profession	Pneumocoque, <i>haemophilus</i> de type b (14)
	Prévention des jours d'absence pour maladie (patient et parents)	Grippe (16)
	Prévention de l'impact économique du cancer aux niveaux personnel et familial	HPV (27)
Impact communautaire au niveau de la santé	Prévention de la maladie au sein de la population non vaccinée	Pneumocoque, <i>haemophilus</i> de type b, rotavirus, grippe (10)
	Diminution de la consommation d'antibiotiques	Grippe (43), pneumocoque, rotavirus (44)
Impact communautaire économique	Prévention de l'impact économique des épidémies	Dengue (45, 46)
	Augmentation des recettes fiscales	Programme de vaccination adulte contre la grippe, le zona, le pneumocoque et tétanos-diphthérie-coqueluche (21, 22)
	Augmentation du PIB sur le long terme secondaire aux économies	Polio (20), programmes de vaccination dans les PVD (17,18)

MPV : maladies à prévention vaccinale. PVD : pays en voie de développement. HPV : Papillomavirus humain.

ou étaient indiqués selon le contexte épidémiologique local (virus de l'encéphalite japonaise, rougeole, *Neisseria meningitidis*, rubéole et fièvre jaune) (17).

Les auteurs ont estimé les coûts évités, tant à court terme qu'à long terme, et ce dans 5 catégories : coûts liés au transport, au traitement, coûts de la diminution de la productivité des proches devant s'occuper d'un malade, coûts liés à la perte de productivité secondaire à une mort prématurée et coûts de la perte de productivité secondaire à un handicap. Les programmes de vaccination vont permettre à ces pays à bas et moyens revenus d'économiser 5 milliards de dollars en coûts directs liés aux traitements. Les gains en termes de productivité liés à la prévention des décès et des séquelles sont estimés à, respectivement, 330 milliards de dollars et 9 milliards de dollars durant ces 20 années. Au total, les bénéfices larges sont estimés à 820 milliards de dollars (17). Les mêmes auteurs ont évalué le retour sur investissement des programmes de vaccination dans 94 pays à bas et moyens revenus en déduisant des bénéfices larges de la vaccination les coûts liés à l'implémentation de ces programmes (18). Le retour sur investissement variait selon le vaccin (1,31 \$ pour le rotavirus, jusque 58,23 \$ pour la vaccination contre la rougeole pour chaque dollar investi). En moyenne, les programmes de vaccination ont un retour sur investissement de 16 \$ pour chaque dollar investi. Ce montant est supérieur à d'autres interventions telles que l'éducation (7 \$) ou les infrastructures publiques (3 \$).

BÉNÉFICES LARGES DE LA VACCINATION : ÉTUDES RÉALISÉES DANS LES PAYS À HAUTS REVENUS

Zhou et coll. ont modélisé l'impact économique du programme de vaccination infantile de routine au sein de la cohorte de 4,2 millions d'enfants nés aux Etats-Unis en 2009 (19). Ils ont pris en compte tant les coûts directs liés à la prévention des maladies infectieuses et leurs séquelles (traitement et hospitalisation, frais de déplacement, requis pour enfants handicapés), mais aussi les coûts sociétaux directs (contrôle des épidémies) et indirects (perte de productivité suite au décès précoce ou à un handicap). De manière intéressante, ils ont également pris en compte le coût des effets secondaires, rares mais significatifs, des vaccins comme l'anaphylaxie. Pour chaque pathogène, a été pris en compte l'incidence en se basant sur les chiffres prévacinations, la probabilité d'hospitalisation secondaire à la maladie ou à ses complications et le coût de cette hospitalisation. Il a été estimé qu'au cours de la vie de cette cohorte, née en 2009 : 20 millions de cas de MPV et 42.032 décès auront été évités. Les coûts directs économisés représentent 20 milliards de dollars alors que les coûts indirects sociétaux atteignent 76 milliards de dollars. Ces économies sont valables pour chaque cohorte à naître.

Une étude rétrospective menée par des chercheurs de Harvard a évalué l'impact économique du programme de vaccination contre la poliomyélite aux Etats-Unis entre 1955 et 2005 et entre 2006 et 2015 (20). L'investissement du gouvernement américain a été de 36,4 mil-

liards de dollars. Les chercheurs ont estimé que 1,1 million de cas de poliomyélite paralytique ont été prévenus et que 160.000 décès ont été évités. Le gouvernement américain a épargné 180 milliards de dollars après soustraction du coût du programme de vaccination.

Les évaluations concernant l'impact social ont également été réalisées pour un programme de vaccination adulte. Une équipe de chercheurs néerlandais a modélisé l'impact au niveau fiscal de la vaccination d'adultes âgés de plus de 50 ans contre le tétanos, la diphtérie, la coqueluche, le pneumocoque et le zona associé à une vaccination anti-influenza annuelle (21). Ils ont pris en compte les transferts d'argent de ces adultes vers le gouvernement (impôts sur le revenu, cotisations sociales, TVA) et en provenance du gouvernement (pensions, dépenses de santé, aide sociale), en prenant en compte une retraite à 67 ans. Le coût du programme de vaccination contre ces 5 MPV et la vaccination annuelle contre l'influenza sont estimés à 136 millions d'euros. Il est estimé qu'un tel programme permettrait de prévenir 34.528 cas de MPV, 5.782 décès et de gagner 127.480 jours de travail, ce qui se traduit par un montant de 537 millions d'euros en recette fiscale et épargne en dépenses de santé. Les auteurs concluent que, pour un euro investi dans la vaccination chez les adultes de plus de 50 ans, le gouvernement néerlandais récupérera 4 euros. Une étude italienne de modélisation de l'impact des vaccinations anti-influenza, anti-pneumocoque et anti-zostériennes a également montré un bénéfice important de ces programmes de vaccination adulte en termes de recette fiscale et de gain de productivité (22).

LE COÛT D'UNE ÉPIDÉMIE

Le coût des épidémies de MPV peut rapidement atteindre des montants élevés. Le coût de la pandémie de COVID-19, exemple extrême d'un monde sans vaccin, est actuellement estimé à 1 trillion de US dollars (23).

La rougeole est une MPV potentiellement éradicable, comme la variole. Le dernier objectif de l'OMS était d'éradiquer la rougeole pour 2020. Malheureusement, la diminution des taux de couverture vaccinale dans de nombreux pays, au nord comme au sud, a contribué à la résurgence et l'explosion du nombre de cas de rougeole depuis 2017 (24). En plus du coût humain important, les épidémies de rougeole ont un coût économique qui inclut les dépenses de santé et les dépenses relatives aux interventions de santé publique destinées à contrôler la maladie.

Une épidémie de rougeole en 2002 en Italie a mené à 5.124 hospitalisations. Il a été estimé que les coûts directs de l'épidémie, seulement en termes d'hospitalisations, étaient équivalents au coût requis à la vaccination de 1,5-1,9 millions d'enfants, soit 3 à 4 cohortes. Lors d'une épidémie en Allemagne, le coût moyen de la prise en charge d'un cas de rougeole était de 520 euros en moyenne en prenant en compte le coût de la réponse des autorités sanitaires. Le coût moyen de prise en charge d'un patient hospitalisé était de 1.877 euros. Ces montants sont nettement supérieurs au coût des 2 doses de vaccination recommandées (25, 26).

VACCINATION ET ÉGALITÉ HOMMES-FEMMES

Différentes études illustrent comment la vaccination peut contribuer à l'égalité hommes-femmes en prévenant une maladie chez la mère ou ses enfants. Le cancer du col de l'utérus causé par le HPV peut être prévenu de manière efficace grâce à la vaccination. La majorité des cas de cancer du col surviennent dans les pays en voie de développement chez des femmes qui sont au pic de leur activité professionnelle et économique (13). La survenue du cancer du col va avoir un impact majeur sur l'activité professionnelle des femmes, mais aussi sur le foyer, y compris les enfants. Une étude argentine a montré une diminution importante des revenus, des apports alimentaires du foyer et du présentisme scolaire après le diagnostic d'un cancer du col (27).

La rubéole est une MPV responsable du syndrome rubéole congénitale, mais aussi de mort fœtale *in utero* et de fausse couche. Dans certaines zones, la naissance d'un enfant malformé a un impact important sur les femmes qui peuvent souffrir de stigmatisation, voire d'ostracisme au sein de leur communauté (28). La naissance d'un enfant malformé a également un impact sur l'accès à la profession ou l'éducation des mères, comme montré lors de l'épidémie du virus Zika dans les Amériques (29, 30).

Les infections respiratoires infantiles, telles que la grippe ou le virus respiratoire syncytial (VRS), sont une cause fréquente d'absentéisme parental au travail (31, 32). Une étude italienne a montré que les mères d'enfants avec une maladie grippale étaient plus souvent absentes du travail que les pères (16).

REGAIN D'INTÉRÊT FACE À LA PANDÉMIE COVID-19 ?

La pandémie liée à la COVID-19 aura un impact global et prolongé sur nos sociétés dont le coût est actuellement estimé à 100 trillions de US dollars (23). La vaccination permettra de prévenir les formes sévères d'infection au SARS-CoV-2, mais également la circulation du virus grâce à l'obtention d'une immunité de groupe. Les données obtenues chez les primates montrent la possibilité de certains vaccins de prévenir une infection pulmonaire, mais également une excrétion nasale du virus (33). Les études de phase I/II chez l'homme ont montré une bonne tolérance, avec des effets indésirables locaux et systémiques, comme de la fièvre, mais contrôlés avec du paracétamol (34, 35).

Malgré un impact évident sur la santé humaine, l'économie et nos modes de vie, différentes études ont montré que l'acceptation d'un vaccin prévenant l'infection au SARS-CoV-2 ne sera pas universelle et garantie. Lors de la pandémie de grippe H1N1, dont l'impact avait été moindre que celui de la COVID-19, le taux d'acceptation du vaccin avait été faible. Les principales raisons évoquées étaient la peur de manifestations indésirables liées à un nouveau vaccin, la méfiance vis-à-vis des autorités, mais également une sous-estimation du risque d'être infecté par le virus influenza H1N1 (36). Des résultats préliminaires concernant l'acceptation d'un éventuel vaccin destiné à prévenir l'infection au SARS-CoV-2 ont été publiés. Ces enquêtes montrent un taux variable d'acceptation d'un hypothétique vaccin, selon les pays et les opinions politiques (4, 37-39). Une large étude européenne réalisée dans 7 pays auprès de 7.662 individus a identifié la crainte des effets secondaires comme étant un des principaux obstacles à l'acceptation de ce futur vaccin. Les sujets plus âgés, plus à risque de complications, avaient tendance à être plus enclins à se faire vacciner (37). L'hésitation vaccinale vis-à-vis d'un futur vaccin anti-SARS-CoV-2 sera également compliquée par les rumeurs et «fake news» circulant sur les réseaux sociaux. La communication destinée à augmenter la confiance dans la vaccination devra passer par ces plateformes (40).

Il semble donc que malgré son impact majeur sur le fonctionnement de nos sociétés, l'acceptation d'un vaccin prévenant le SARS-CoV-2 ne sera pas automatique. Il est important pour les professionnels de la santé de communiquer sur le processus d'essais de nouveaux vac-

cins, incluant différentes phases destinées à évaluer la tolérance, l'immunogénicité et, enfin, l'efficacité du vaccin. Toutes ces étapes seront requises avant l'approbation. Les vaccins sont les produits pharmaceutiques les plus contrôlés en termes de contrôle qualité et de surveillance des effets secondaires après mise sur le marché (41).

CONCLUSIONS

La vaccination est une des interventions les plus avantageuses au niveau coût-efficacité dans le domaine de la santé. Elle représente un investissement à long terme pour les sociétés. Son impact est bénéfique sur plusieurs générations en termes d'accès à l'éducation, d'égalité des sexes, de main d'œuvre mais également de paramètres macro-économiques (42). Le retour sur investissement est un des plus élevés des interventions publiques. La vaccination permet la prévention d'épidémies qui ont un impact économique élevé. Les bénéfices larges de la vaccination au niveau sociétal devraient être intégrés dans les programmes d'éducation destinés aux professionnels de la santé. Malgré des bénéfices évidents, la bataille pour l'acceptation d'un vaccin prévenant le SARS-CoV-2 n'est pas gagnée d'avance et nécessitera des efforts de communications importants concernant les aspects de tolérance et de sécurité d'un futur vaccin.

Remarques

Nicolas Dauby est chercheur spécialiste post-doctorant du FRS-FNRS. Une partie des éléments de cet article ont été présentés au Symposium Vaccins de l'Agence Fédérale des Médicaments et des Produits de Santé (AFMPS) le 6/12/2019.

BIBLIOGRAPHIE

1. WHO. Ten threats to global health in 2019 [Internet]. Disponible sur: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/ten-threats-to-global-health-in-2019>. Dernière consultation le 26 juin 2020.
2. Larson HJ, de Figueiredo A, Xiaohong Z, et al. The state of vaccine confidence 2016: global insights through a 67-country survey. *EBioMedicine* 2016;**12**:295-301.
3. MacDonald NE. Vaccine hesitancy : definition, scope and determinants. *Vaccine* 2015;**33**:4161-4.
4. Peretti-Watel P, Seror V, Cortaredona S, et al. A future vaccination campaign against COVID-19 at risk of vaccine hesitancy and politicisation. *Lancet Infect Dis* 2020;**20**:769-70.
5. Kernéis S, Jacquet C, Bannay A, et al. Vaccine education of medical students : a nationwide cross-sectional survey. *Am J Prev Med* 2017;**53**:e97-104.
6. Hakim H, Provencher T, Chambers CT, et al. Interventions to help people understand community immunity : a systematic review. *Vaccine* 2019;**37**:235-47.

7. Logan J, Nederhoff D, Koch B, et al. 'What have you HEARD about the HERD?' Does education about local influenza vaccination coverage and herd immunity affect willingness to vaccinate? *Vaccine* 2018;**36**:4118-25.
8. Betsch C, Böhm R, Korn L, et al. On the benefits of explaining herd immunity in vaccine advocacy. *Nat Hum Behav* Disponible sur: <http://www.nature.com/articles/s41562-017-0056>. Dernière consultation le 26 juin 2020.
9. Fine P, Eames K, Heymann DL. «Herd Immunity» : a rough guide. *Clin Infect Dis* 2011;**52**:911-6.
10. Anderson EJ, Daugherty MA, Pickering LK, et al. Protecting the community through child vaccination. *Clin Infect Dis* 2018;**67**:464-71.
11. Jit M, Hutubessy R, Png ME, et al. The broader economic impact of vaccination : reviewing and appraising the strength of evidence. *BMC Med* 2015;**13**:209.
12. Bloom DE, Fan VY, Sevilla J. The broad socioeconomic benefits of vaccination. *Sci Transl Med* 2018;**10**:eaaj2345.
13. Bärnighausen T, Bloom DE, Cafiero ET, et al. Economic evaluation of vaccination capturing the full benefits, with an application to human papillomavirus. *Clin Microbiol Infect* 2012;**18**:70-6.
14. Bärnighausen T, Bloom DE, Cafiero-Fonseca ET, et al. Valuing vaccination. *Proc Natl Acad Sci* 2014;**111**:12313-9.
15. Goetghebuer T, West TE, Wermenbol V, et al. Outcome of meningitis caused by *Streptococcus pneumoniae* and *Haemophilus influenzae* type b in children in The Gambia. *Trop Med Int Health* 2000;**5**:207-13.
16. Esposito S, Cantarutti L, Molteni CG, et al. Clinical manifestations and socio-economic impact of influenza among healthy children in the community. *J Infect* 2011;**62**:379-87.
17. Ozawa S, Clark S, Portnoy A, et al. Estimated economic impact of vaccinations in 73 low- and middle-income countries, 2001-2020. *Bull World Health Organ* 2017;**95**:629-38.
18. Ozawa S, Clark S, Portnoy A, et al. Return on investment from childhood immunization in low- and middle-income countries, 2011-20. *Health Aff* 2016;**35**:199-207.
19. Zhou F, Shefer A, Wenger J, et al. Economic evaluation of the routine childhood immunization program in the United States, 2009. *Pediatrics* 2014;**133**:577-85.
20. Thompson KM, Tebbens RJD. Retrospective cost-effectiveness analyses for polio vaccination in the United States. *Risk Anal* 2006;**26**:1423-40.
21. SAATI Partnership. Adult Vaccination : a key component of healthy ageing. 2013.
22. Ruggeri M, Di Brino E, Cicchetti A. Estimating the fiscal impact of three vaccination strategies in Italy. *Int J Technol Assess Health Care* 2020;**36**:133-8.
23. UNCTAD. The coronavirus shock : a story of another global crisis foretold and what policy makers should be doing about it. 2020.
24. Sansonetti PJ. Measles 2018 : a tale of two anniversaries. *EMBO Mol Med* 2018;**10**:e9176.
25. Wichmann O, Siedler A, Sagebiel D, et al. Further efforts needed to achieve measles elimination in Germany : results of an outbreak investigation. *Bull World Health Organ* 2009;**87**:108-15.
26. Svihrova V, Szilagyi M, Waczulikova I, et al. The estimation of the economic burden of measles in terms of direct and indirect costs per case. *Infect Dis* 2018;**50**:324-7.
27. Arrossi S, Matos E, Zengarini N, et al. The socio-economic impact of cervical cancer on patients and their families in Argentina, and its influence on radiotherapy compliance. Results from a cross-sectional study. *Gynecol Oncol* 2007;**105**:335-40.
28. Dellicour S, Desai M, Mason L, et al. Exploring risk perception and attitudes to miscarriage and congenital anomaly in rural western Kenya. *PLoS ONE* 2013;**8**:e80551.
29. United Nations Development Programme. A socio-economic impact assessment of the Zika virus in Latin America and the Caribbean : with a focus on Brazil, Colombia and Suriname. 2017.
30. Albuquerque MSV, Lyra TM, Melo APL, et al. Access to healthcare for children with Congenital Zika Syndrome in Brazil: perspectives of mothers and health professionals. *Health Policy Plan* 2019;**34**:499-507.
31. Antonova EN, Rycroft CE, Ambrose CS, et al. Burden of paediatric influenza in Western Europe: a systematic review. Disponible sur: <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-12-968>. Dernière consultation le 26 juin 2020.
32. Mitchell I, Defoy I, Grubb E. Burden of respiratory syncytial virus hospitalizations in Canada. *Can Respir J* 2017;**2017**:1-9.
33. Corbett KS, Flynn B, Foulds KE, et al. Evaluation of the mRNA-1273 Vaccine against SARS-CoV-2 in Nonhuman Primates. *N Engl J Med* 2020;**383**:1544-55.
34. Folegatti PM, Ewer KJ, Aley PK, et al. Safety and immunogenicity of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine against SARS-CoV-2: a preliminary report of a phase 1/2, single-blind, randomised controlled trial. *Lancet* 2020;**S0140-6736**:31604-4.
35. Jackson LA, Anderson EJ, Roupael NG, et al. An mRNA Vaccine against SARS-CoV-2 - Preliminary Report. *N Engl J Med* 2020;**383**:1920-1931.
36. Blasi F, Aliberti S, Mantero M, et al. Compliance with anti-H1N1 vaccine among healthcare workers and general population. *Clin Microbiol Infect* 2012;**18**:37-41.
37. Cornwall W. (2020) Just 50 % of Americans plan to get a COVID-19 vaccine. Here's how to win over the rest. Science Disponible sur: <https://www.sciencemag.org/news/2020/06/just-50-americans-plan-get-covid-19-vaccine-here-s-how-win-over-rest>. Dernière consultation le 26 juin 2020.
38. Barello S, Nania T, Dellafiore F, et al. 'Vaccine hesitancy' among university students in Italy during the COVID-19 pandemic. *Eur J Epidemiol* 2020;**35**:781-83.
39. Thunstrom L, Ashworth M, Finnoff D, et al. (2020) Hesitancy towards a COVID-19 vaccine and prospects for herd immunity. Disponible sur: <https://www.ssrn.com/abstract=3593098>. Dernière consultation le 26 juin 2020.
40. Puri N, Coomes EA, Haghbayan H, et al. Social media and vaccine hesitancy: new updates for the era of COVID-19 and globalized infectious diseases. *Hum Vaccines Immunother* 2020;**1-8**.doi:10.1080/21645515.2020.1780846.
41. Di Pasquale A, Bonanni P, Garçon N, et al. Vaccine safety evaluation: Practical aspects in assessing benefits and risks. *Vaccine* 2016;**34**:6672-80.
42. Quilici S, Smith R, Signorelli C. Role of vaccination in economic growth. *J Mark Access Health Policy* 2015;**3**:27044.
43. Klein EY, Schueller E, Tseng KK, et al. The impact of influenza vaccination on antibiotic use in the United States, 2010-2017. *Open Forum Infect Dis* 2020;**7**:ofaa223.
44. Lewnard JA, Lo NC, Arinaminpathy N, et al. Childhood vaccines and antibiotic use in low- and middle-income countries. *Nature* 2020;**581**:94-9.
45. Sher CY, Wong HT, Lin YC. The impact of dengue on economic growth: the case of southern Taiwan. *Int J Environ Res Public Health* 2020;**17**:750.
46. Hung TM, Clapham HE, Bettis AA, et al. The estimates of the health and economic burden of dengue in Vietnam. *Trends Parasitol* 2018;**34**:904-18.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr N. Dauby, Département des Maladies infectieuses, CHU Saint-Pierre, Bruxelles, Belgique.
Email : Nicolas_dauby@stpierre-bru.be