



LES VACCINS, CES PIQÛRES QUI NOUS PROTÈGENT

Marie Neunez¹, Michel Goldman^{1*}, Sylvie Goldman² et Paul-Henri Lambert³

¹ Institut I3H pour l'Innovation en santé, Université libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

² Département de Neurologie, Université Columbia, Centre Médical Irving, New York, NY, États-Unis

³ Centre de Vaccinologie, Université de Genève, Genève, Suisse

Mise à jour de <https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2019.00031> par Urszula Hibner (Institut de Génétique Moléculaire de Montpellier, Montpellier, France) avec ajout d'un paragraphe concernant les vaccins à ARNm.

VACCIN. Produit pharmaceutique utilisé pour prévenir une infection.

MICROBE / MICRO-ORGANISME. Organisme invisible à l'œil nu. Les microbes comprennent les bactéries, les archées, les eucaryotes microscopiques (algues, champignons, parasites) et les virus. Certains causent des infections et des maladies, on dit qu'ils sont pathogènes ou infectieux ; mais la plupart nous sont bénéfiques.

ROUGEOLE. Maladie de l'enfant très contagieuse, causée par un virus.

VIRUS. Microbe très petit qui contient de l'information génétique mais n'est pas une cellule. Pour se reproduire, il doit infecter une cellule.

INTRODUCTION

Demain, ta maman t'emmène chez le médecin pour recevoir un vaccin. Pourquoi as-tu besoin de cette piqûre alors que tu es en bonne santé et que tu as déjà été vacciné.e lorsque tu étais bébé ? Dans cet article, tu découvriras les nombreuses raisons pour lesquelles les rappels de vaccination sont indispensables, pour vous protéger toi, ta sœur, ton frère, mais aussi tes camarades de classe et tes amis.

LES VACCINS, DES MÉDICAMENTS PAS COMME LES AUTRES

Alors que les médicaments sont en général donnés aux personnes malades pour les soigner, les **vaccins** sont injectés à des personnes en bonne santé pour les protéger de maladies transmises par des **microbes**. La vaccination est la meilleure manière d'empêcher l'apparition de ces maladies qu'on appelle maladies infectieuses.

LA ROUGEOLE, UNE MALADIE INFECTIEUSE OUBLIÉE

Lorsque tes grands-parents avaient ton âge, de nombreux enfants étaient atteints de la **rougeole**, une maladie causée par un **virus**. Le plus souvent, ils guérissaient de cette maladie mais de graves complications pouvaient survenir au niveau de leurs poumons et de leur cerveau. Il arrivait que des enfants en meurent. La rougeole a presque complètement disparu chez nous

grâce à la vaccination. Il en est de même pour de nombreuses autres maladies de l'enfant comme la poliomyélite qui causait des paralysies des jambes. Aujourd'hui, ce sont plus de 10 maladies infectieuses qui peuvent être évitées grâce aux vaccins. Malheureusement, tous les enfants n'ont pas la chance d'être protégés dans des régions du monde où les vaccins ne sont pas facilement accessibles. De graves épidémies de rougeole surviennent encore chaque année dans ces pays pauvres où la vaccination des enfants n'est pas suffisante pour faire barrage au virus. Retiens ce chiffre : 500 enfants meurent de la rougeole tous les jours dans le monde !

COL DE L'UTÉRUS. Extrémité extérieure étroite de l'utérus, l'organe où se développe le fœtus pendant la grossesse.

CERTAINS MICROBES CAUSENT DES CANCERS

Dans certains cas, des infections peuvent finir par provoquer un cancer. Par exemple, les femmes infectées par le virus du papillome humain peuvent développer un cancer du **col de l'utérus**, une partie de l'utérus, un organe essentiel à la reproduction humaine. Même si c'est beaucoup plus rare, les hommes aussi peuvent développer des cancers à cause de ce virus. La vaccination est le moyen le plus efficace de prévenir l'apparition de ces cancers.

CONTAGIEUSE. Se dit d'une infection qui se transmet facilement d'une personne à l'autre.

LES MICROBES SE DÉPLACENT D'UNE PERSONNE À UNE AUTRE

Les microbes peuvent être transmis d'une personne à l'autre, de différentes manières. Dans le cas de la rougeole, un individu infecté peut potentiellement contaminer jusqu'à 20 autres personnes en propageant le virus dans l'air. C'est ce que signifie le terme "**contagieux**" lorsqu'on parle de maladie infectieuse. Le COVID-19 est un autre exemple de maladie très contagieuse. Plus la maladie est contagieuse, plus la vaccination est importante pour protéger la population.

IMMUNITÉ COLLECTIVE. Situation atteinte lorsqu'un nombre suffisant de personnes ont été vaccinées/immunisées au sein d'une population, empêchant une maladie de se propager. En conséquence, les quelques personnes qui ne peuvent pas être vaccinées pour raison médicale ou parce qu'elles sont trop jeunes ne risquent pas d'être infectées.

LES ENFANTS VACCINÉS FONT BARRAGE AU VIRUS

Quand tu es vacciné contre la rougeole, en plus d'être protégé contre le microbe, tu diminues le risque de transmettre la maladie à ton entourage. C'est ce qu'on appelle **l'immunité collective** (Figure 1).

Ainsi, lorsque 9 personnes sur 10 sont vaccinées contre la rougeole, la maladie devient «invisible». Toutefois, elle peut resurgir à tout instant si la proportion d'individus vaccinés diminue. C'est malheureusement ce qui se passe aujourd'hui dans certains pays riches. En 2018, plus de 40 000 personnes ont développé la rougeole en Europe alors que certains pensaient que cette maladie avait définitivement disparu.

Lorsque la majorité de la population est vaccinée, le microbe ne parvient pas à se répandre. La vaccination est donc très importante; en as-tu déjà discuté avec tes parents ? La vaccination ne se fait pas seulement lorsqu'on est tout petit. Tout au long de la vie, il est nécessaire de répéter certains vaccins pour maintenir leur action protectrice. Tu comprendras pourquoi dans les pages qui suivent.

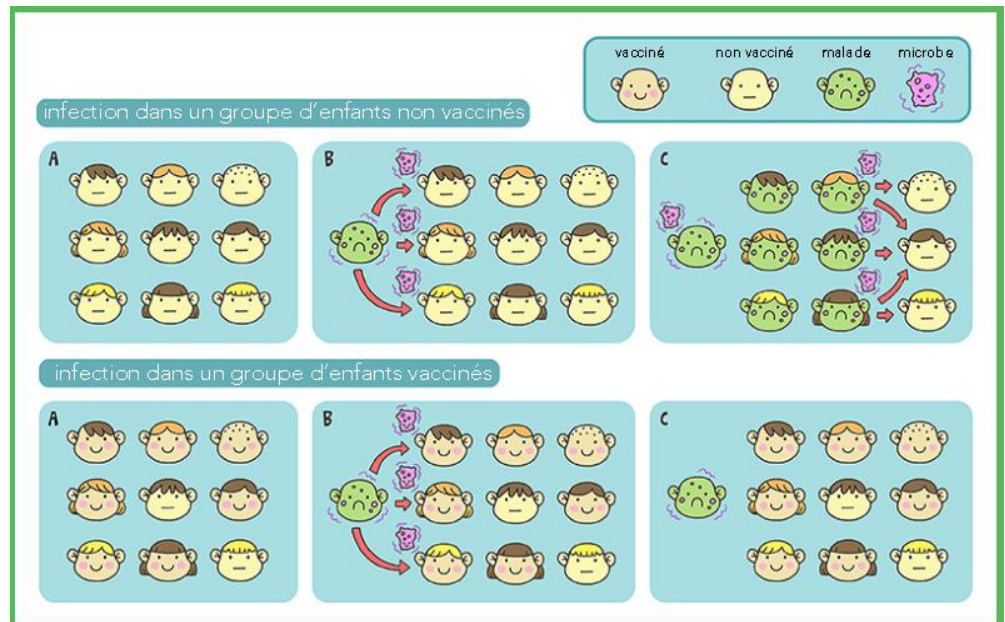


Figure 1. L'immunité collective ou comment se propage un microbe si les enfants sont ou non vaccinés.

NOS DÉFENSES FACE AUX MICROBES DANGEREUX

SYSTÈME IMMUNITAIRE.

Réseau complexe de cellules, de tissus et d'organes qui aident l'organisme à combattre les corps étrangers (par exemple les microbes) qui le contaminent.

LYMPHOCYTES. Globules blancs qui participent au fonctionnement du système immunitaire ; certains produisent des anticorps ; d'autres tuent les cellules humaines infectées par des microbes.

ANTIGÈNE. Partie du microbe reconnue par les anticorps ; elle sert de cible pour les vaccins.

ANTICORPS. Armes que nous utilisons pour nous défendre contre les virus et les bactéries ; il s'agit de protéines produites par le système immunitaire en réponse à ces microbes.

Pour découvrir ce qu'est un vaccin, il faut d'abord comprendre notre système de défense naturel vis-à-vis des microbes dangereux. Il s'agit du **système immunitaire**. Après avoir pénétré dans notre corps, les microbes se multiplient et peuvent infecter certaines de nos cellules, les empêchant ainsi de fonctionner correctement. Le plus souvent, nous arrivons à tuer ces microbes grâce à l'armée de cellules qui constituent notre système immunitaire.

Quand un microbe pénètre dans ton corps, plusieurs cellules entrent en action. Les premières cellules mises en jeu repèrent l'intrus, le capturent et le mangent. Après l'avoir digéré, ces cellules appellent à la rescousse des collègues appelés **lymphocytes**. Ceux-ci reconnaissent des parties du microbe que l'on appelle **antigènes**. Chaque lymphocyte reconnaît un antigène particulier et attaque ensuite le microbe qui porte cet antigène. Cette attaque se développe d'abord grâce à des «missiles biologiques» qui vont se fixer sur le microbe et le détruire. Ces missiles portent le nom d'**anticorps**. La bataille se poursuit jusqu'à ce que tous les microbes soient tués (**Figure 2**).

C'est la victoire du système immunitaire sur le microbe qui permet la guérison de la maladie. À l'issue de ce combat, certains lymphocytes conservent le souvenir du microbe. Grâce à cette mémoire, les lymphocytes peuvent réagir très rapidement face à une nouvelle agression par le même microbe et le détruire par de nouveaux missiles avant même que la maladie n'apparaisse.

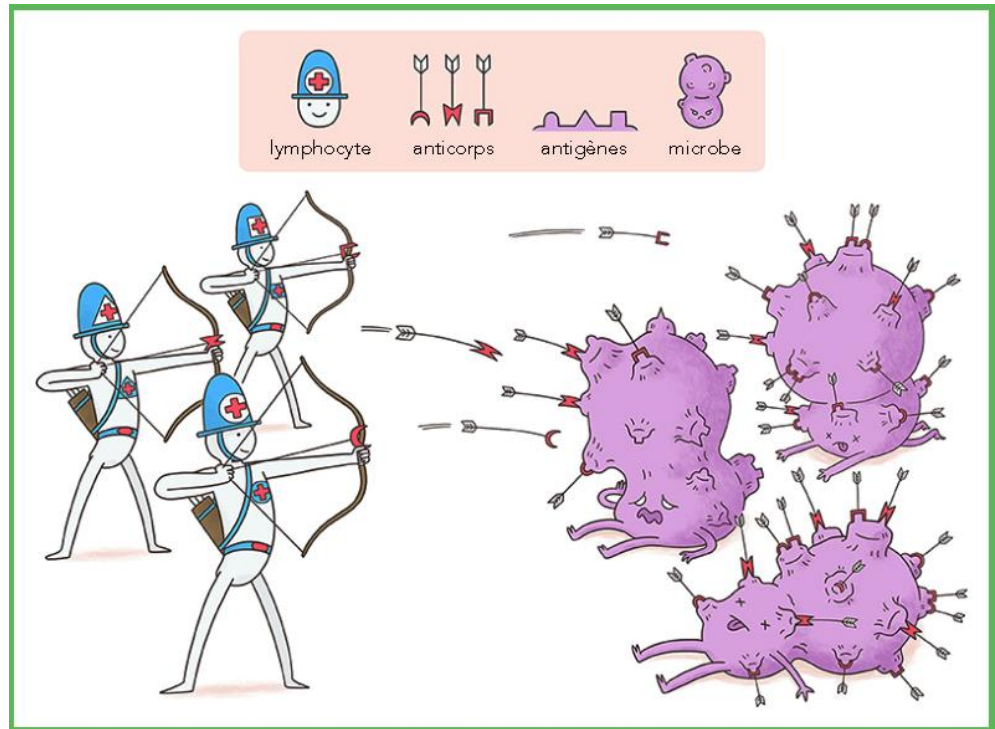


Figure 2. Les anticorps produits par les lymphocytes se fixent aux antigènes des microbes et les tuent.

LES VACCINS C'EST QUOI ET COMMENT FONCTIONNENT-ILS ?

Les vaccins stimulent ton système immunitaire sans passer par le stade de la maladie [1]. Ils contiennent des antigènes inoffensifs qui te protègent doublement : premièrement, ils induisent la production d'anticorps qui persistent longtemps dans ton corps et deuxièmement, ils génèrent des lymphocytes doués de mémoire dans ton organisme. Dans l'éventualité où ton corps rencontre le vrai microbe, ton système de défense sera prêt à réagir beaucoup plus vite et avec beaucoup plus de force que si c'était la première fois qu'il le rencontrait (Figure 3).

VACCINS À ARN : COMMENT CA MARCHE ET POURQUOI C'EST IMPORTANT ?

Tu l'as déjà compris : tous les vaccins contiennent des antigènes, grâce auxquels ton système immunitaire se prépare à combattre les microbes qui vont peut-être t'infecter un jour. Mais c'est quoi exactement un antigène ? Dans les vaccins traditionnels ce sont des microbes inactivés, ou bien des fragments de microbes, inoffensifs tous les deux, qui sont des antigènes. Identifier les bons antigènes et les produire en grande quantité pour fabriquer les vaccins prend beaucoup de temps et représente beaucoup de travail. Et si on demandait à nos propres cellules de faire le travail ? Nos cellules peuvent-elles produire les antigènes qu'on veut ? Des scientifiques se sont posé cette question il y a déjà longtemps, mais beaucoup de gens n'y croyaient pas vraiment et la recherche progressait lentement.

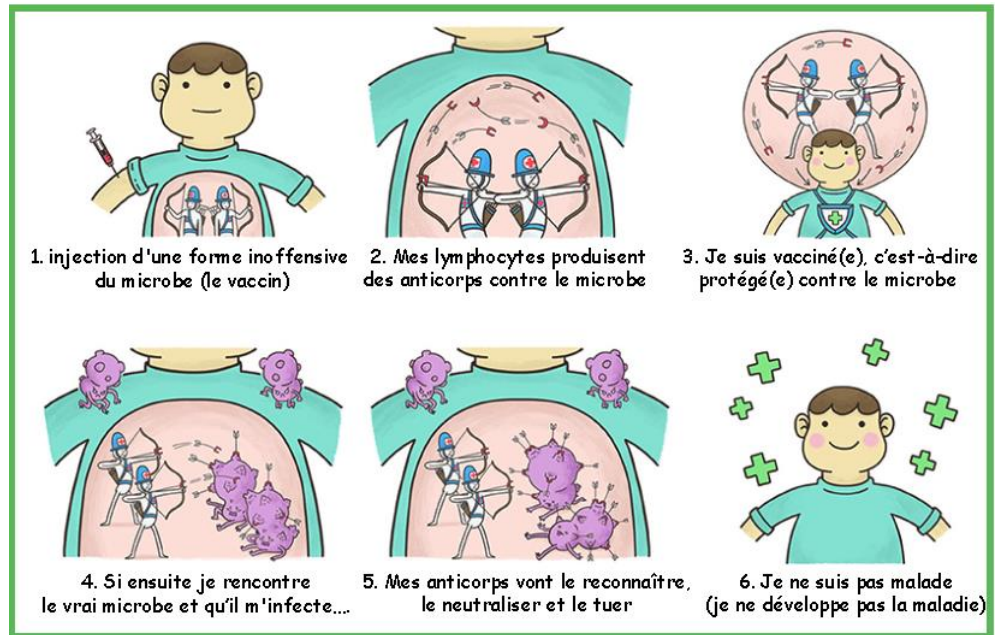


Figure 3. Le fonctionnement des vaccins.

ARN MESSAGER (ARNm). Copie de l'information génétique présente dans l'ADN qui sert de mode d'emploi pour la fabrication des protéines.

ADN. Acide DésoxyriboNucléique, c'est le support de l'information génétique des cellules (ce qui est transmis de génération en génération).

PANDÉMIE. Maladie infectieuse qui se répand dans le monde entier.

COVID-19. Maladie causée par le virus SRAS-CoV-2.

Malgré cela, les chercheurs ont montré qu'à la place d'injecter un antigène tout prêt, on peut donner à nos cellules les instructions pour le produire ! Comment ? En injectant des molécules d'**ARN messager** (ARNm) qui contient le code génétique pour cet antigène. Nos cellules utilisent déjà des ARNm qui codent pour nos protéines, un messenger de plus ne les dérange pas – et voilà qu'elles se mettent à produire l'antigène qui va stimuler notre système immunitaire. Les ARNm ne restent que peu de temps dans nos cellules, ils sont détruits assez rapidement. Si on voulait continuer à produire l'antigène, il faudrait donc produire à nouveau l'ARNm qui lui correspond ; mais cette fabrication nécessite une autre molécule, qu'on appelle l'**ADN** et celui correspondant à l'antigène n'est pas présent dans nos cellules. Une fois que nos cellules ont utilisé l'ARNm du vaccin pour fabriquer des antigènes, la production d'antigènes s'arrête donc rapidement, les cellules retrouvent leur état de départ. Cependant la fabrication a été suffisante pour que nous soyons protégés !

La vaccination à ARNm est très efficace et la technologie nécessaire pour produire ce type de vaccins est rapide et peu chère. Heureusement pour nous, les chercheurs l'avaient établi juste avant le début de la grande **pandémie** de **COVID-19** ! Des milliards de doses de vaccins ont été rapidement disponibles et ont servi à protéger des centaines de millions de personnes. Maintenant les recherches se poursuivent activement pour produire des vaccins à ARN qui nous protégeront d'autres maladies infectieuses et peut-être même du cancer.

POURQUOI AUTANT DE PIQÛRES ?

Chaque microbe étant différent, plusieurs vaccins sont nécessaires pour nous protéger. Heureusement, il est possible de mettre plusieurs vaccins dans la même seringue. Ces combinaisons de vaccins permettent de réduire le nombre de piqûres nécessaires pour protéger chaque enfant.

Tu te demandes pourquoi l'injection d'un même vaccin doit être répétée plusieurs fois au cours de la vie. L'explication est très simple. Comme tu le sais, notre mémoire a ses limites et nos souvenirs tendent à s'estomper avec le

RAPPEL DE VACCIN. Injection d'une dose de vaccin plusieurs mois ou plusieurs années après la vaccination de départ, pour entretenir la mémoire du système immunitaire.

COQUELUCHE. Maladie respiratoire causée par une bactérie. Elle est dangereuse à tout âge, mais surtout chez les nouveaux-nés.

MALADIE RESPIRATOIRE. Maladie qui frappe les organes qui nous permettent de respirer : trachée, bronches, et poumons ; la toux en est habituellement le premier signe.

temps. Il en est de même pour le système immunitaire. Il est donc nécessaire de rafraîchir régulièrement sa mémoire : c'est le principe du **rappel des vaccins**. Ces rappels sont indispensables pour maintenir une protection efficace contre les maladies infectieuses.

POURQUOI SE FAIRE VACCINER ?

La première raison de se faire vacciner, c'est bien sûr de se protéger soi-même. Mais il y en a une autre, également très importante. Pour la comprendre, il faut savoir que certains enfants dont le système immunitaire fonctionne mal ne peuvent pas bénéficier de la vaccination : ils sont dits immunodéficients. La protection de ces enfants dépend complètement de l'immunité collective et donc de la vaccination des enfants en bonne santé. En te vaccinant, tu protèges donc tes camarades qui n'ont pas la chance de pouvoir compter comme toi sur leur système immunitaire pour se défendre.

Il faut aussi penser à protéger les nourrissons avant qu'ils ne puissent eux-mêmes être vaccinés. Aujourd'hui, certains vaccins sont injectés aux femmes enceintes dans le but de protéger leur bébé au tout début de leur vie. La future maman vaccinée transmet ses anticorps au fœtus pendant la grossesse et au bébé durant l'allaitement. De cette manière, l'enfant est protégé contre le microbe dès sa naissance. C'est une excellente manière de protéger les petits bébés de la **coqueluche**, une **maladie respiratoire** très contagieuse qui peut entraîner chez eux des complications très graves.

QUELS SONT LES RISQUES DE LA VACCINATION ?

Il faut savoir que les vaccins peuvent entraîner de légers malaises pendant quelques jours, mais ils ne sont jamais aussi graves que les maladies contre lesquelles ils protègent. Les vaccins que tu as reçus et que tu recevras ont tous été évalués en profondeur de façon à s'assurer qu'ils sont dénués de danger.

POURQUOI CERTAINES PERSONNES ONT MALGRÉ TOUT DES DOUTES SUR LES VACCINS ?

Malheureusement, les informations dont dispose le public sur les avantages et les risques des vaccins sont souvent incomplètes, voire inexactes, notamment celles qui circulent sur Internet [2]. Certaines personnes pensent que les maladies infectieuses ne menacent plus les enfants et nient la nécessité de la vaccination. Elles oublient que sans les vaccins ces maladies réapparaîtraient rapidement.

RÉFÉRENCES

[1] Bloom, B. R., and Lambert, P.-H. (Eds.). 2016. The Vaccine Book, 2nd Edn. (San Diego, CA: Academic Press).

[2] Arif, N., Al-Jefri, M., Bizzi, I. H., Perano, G. B., Goldman, M., Haq, I., et al. 2018. Fake news or weak science? Visibility and characterization of antivaccine webpages returned by google in different languages and countries. Front. Immunol. 9:1215. doi: 10.3389/fimmu.2018.01215

VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction par les auteurs avec modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi: 10.3389/frym.2019.00031 ; Neunez M, Goldman M, Goldman S and Lambert P-H (2019) Vaccines, ShotsThat Protect You. Front. Young Minds 7:31).

ÉDITION : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOU MIS le 30 Janvier 2019 et **ACCEPTÉ** le 7 Février 2019

PUBLIÉ EN LIGNE le 28 Février 2019

ÉDITEUR : Fulvio D'Acquisto, Department of Life Sciences, University of Roehampton, United Kingdom

MENTOR SCIENTIFIQUE : Pasquale Maffia

CITATION : Neunez M, Goldman M, Goldman S and Lambert P-H (2019) Vaccines, ShotsThat Protect You. Front. Young Minds 7:31. doi: 10.3389/frym.2019.00031

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel. Paul-Henri Lambert exerce des activités de consultance pour GlaxoSmithKline, Hookipa Pharma, DBV, et Virometix. Michel Goldman préside la Fondation AstraZeneca-Belgique dont l'objet est de soutenir la recherche académique biomédicale en Belgique.

DROITS D'AUTEURS

Copyright © 2019 Neunez, Goldman, Goldman and Lambert.

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES EXAMINATEURS

INSTITUT FLORIMONT, 15-16 ANS

Nous sommes Zachary, Paul, George, Sarah, Gabriel, Zeynep, et Klara, de la classe 2B2 à l'Institut Florimont, en Suisse. Nous avons travaillé sur l'article sur les vaccins et nous l'avons trouvé très intéressant. Cet article nous a appris plein de choses !

AUTEURS

MICHEL GOLDMAN

Médecin immunologiste, Michel Goldman est professeur émérite à l'Université libre de Bruxelles (ULB) où il préside l'Institut I3h pour l'innovation en santé. Il a été le premier directeur exécutif de l'Initiative européenne pour les Médicaments Innovants (IMI). Michel Goldman est membre titulaire de l'Académie Royale de Médecine de Belgique et Docteur Honoris Causa de l'université de Lille.

SYLVIE GOLDMAN

Psychologue de l'enfant, Sylvie Goldman est assistante professeure en neuropsychologie du développement dans le département de neurologie

pédiatrique de Columbia University à New York. Elle consacre ses activités cliniques et de recherche au diagnostic précoce de l'autisme, plus particulièrement chez les toutes jeunes filles.

URSZULA HIBNER

Chercheuse en biologie, Urszula Hibner est directrice de recherche INSERM émérite à l'Institut de Génétique Moléculaire de Montpellier. Ses activités de recherche portent sur les mécanismes moléculaires et cellulaires du cancer. Elle est une des membres fondatrices de l'association "Jeunes Francophones et la Science".

PAUL-HENRI-LAMBERT

Médecin immunologiste, Paul-Henri Lambert est professeur retraité de l'Université de Genève. Il a dirigé pendant 20 ans le Cours International Avancé de Vaccinologie (ADVAC). Il est impliqué dans le développement de plusieurs vaccins et est particulièrement intéressé par divers aspects de la sécurité vaccinale.

MARIE NEUNEZ

Etudiante en dernière année de médecine, Marie Neunez réalise une thèse de doctorat sur l'hésitation vaccinale sous la direction du Professeur Pierre Smeesters, chef du service de pédiatrie de l'Hôpital Universitaire des Enfants Reine Fabiola, grâce à une bourse du Belgian Kids' Fund.