



VACCINS ET ANTICORPS : DES ARMES DANS LA LUTTE CONTRE LE VIRUS EBOLA

Patrice Debré^{1*}, Marie Neunez^{2,3} et Michel Goldman²

¹Département d'immunologie, APHP, Sorbonne Université, CIMI (Inserm U1135) Hôpital Pitié Salpêtrière, Paris, France

²Institut pour l'innovation interdisciplinaire dans le domaine de la santé (I3h), Université libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

³Subvention du Fonds belge pour la recherche pédiatrique des enfants, Bruxelles, Belgique

JEUNES
EXAMINATEURS/
TRICES :



MEHRANEH
ÂGE : 12 ANS

La maladie à virus Ebola est aujourd'hui l'une des infections les plus mortelles au monde. Le microbe responsable est le virus Ebola. Il a déjà provoqué de nombreuses épidémies en Afrique, dans les régions situées au sud du Sahara. Cet article décrit les principales caractéristiques de cette maladie infectieuse ainsi que les traitements actuellement disponibles, à savoir les vaccins et les anticorps. Les anticorps sont produits par le corps humain lorsqu'il est infecté par un microbe. Les anticorps peuvent être prélevés dans le sang d'humains ou d'animaux infectés et purifiés ou fabriqués en laboratoire pour produire des médicaments. Alors que les vaccins ont démontré leur efficacité dans la prévention des maladies infectieuses, les anticorps sont efficaces pour arrêter la progression de plusieurs maladies infectieuses. Dans cet article, vous découvrirez que la stimulation du système immunitaire, soit par le vaccin, soit par des anticorps, est essentielle pour lutter contre la maladie à virus Ebola.

ORIGINE ET TRANSMISSION DU VIRUS EBOLA AUX HUMAINS

Le virus Ebola a été identifié pour la première fois en 1976. Depuis sa découverte, le virus a déjà provoqué plus de 20 épidémies en Afrique. Ces épidémies sont assez mortelles : on a estimé que si 10 personnes étaient infectées par le virus Ebola, moins de 4 personnes survivraient [1–3]. Les infections à virus Ebola apparaissent en Afrique sub-saharienne équatoriale¹ en particulier au Soudan, en Ouganda, au Gabon et en République démocratique du Congo.

La maladie à virus Ebola provient des animaux. Les chauves-souris frugivores hébergent naturellement le virus Ebola, ce qui signifie que le virus vit à l'intérieur des chauves-souris sans les rendre malade. Ainsi, les chauves-souris sont les réservoirs naturels du virus Ebola. Le virus Ebola peut passer des chauves-souris à d'autres espèces telles que les humains et les singes (Figure 1).

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Afrique_subsaharienne

Figure 1

Transmission du virus Ebola à l'homme. Les chauves-souris peuvent être infectées par le virus Ebola sans tomber malades, et elles peuvent ensuite transmettre le virus à d'autres animaux ou directement aux humains. Les humains peuvent également contracter Ebola en manipulant des animaux malades ou infectés qui ont déjà été infectés par des chauves-souris. Les humains infectés peuvent se transmettre le virus par les fluides corporels, y compris le sang, la salive, l'urine et les vomissures.

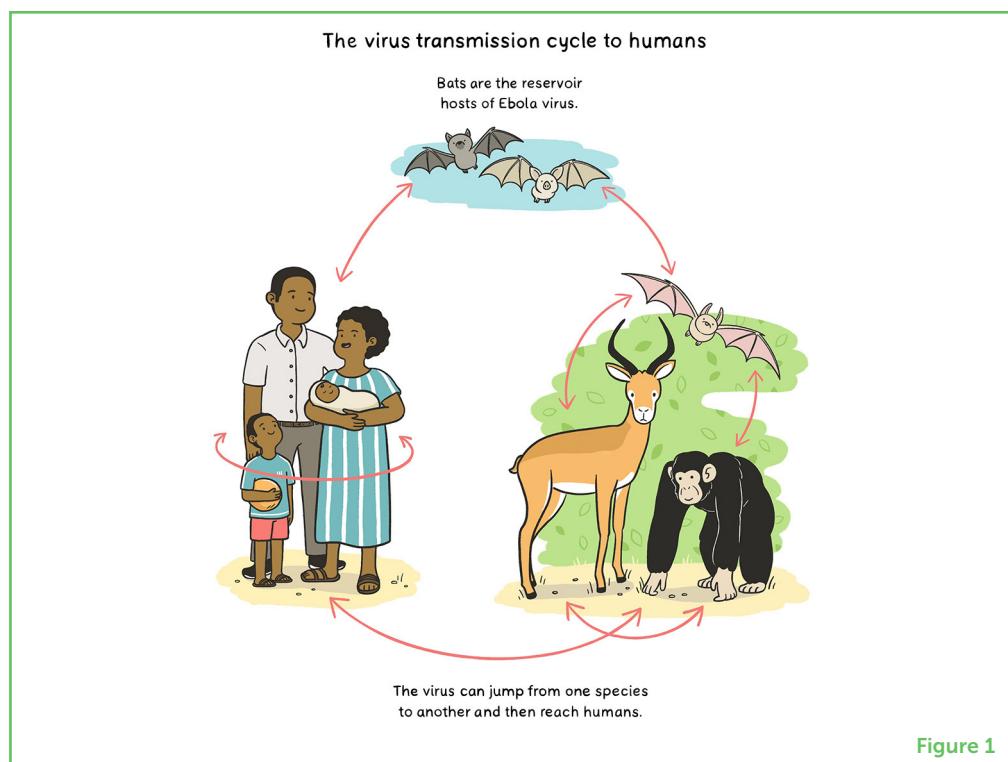


Figure 1

Les infections à virus Ebola surviennent lorsque des particules virales sont absorbées par la bouche, la peau ou par des plaies cutanées. Les humains peuvent être infectés lorsqu'ils manipulent des animaux infectés malades ou morts ou par contact étroit avec des chauves-souris infectées par le virus. Ils peuvent également être infectés par d'autres humains, par exemple par contact avec du sang, de la salive, de l'urine, du lait maternel, du sperme, de la sueur, des selles ou des vomissures de personnes infectées. Les humains peuvent également être infectés par des vêtements, de la literie, des gants, des équipements de protection et des déchets médicaux souillés,

ENVENLOPPE VIRALE

Une enveloppe virale est la couche la plus externe de nombreux types de virus. Il protège le matériel génétique dans leur cycle de vie lors des déplacements entre les cellules hôtes.

GLYCOPROTÉINE DE SPICULE

Une glycoprotéine qui dépasse de l'enveloppe de certains virus (comme Ebola ou encore Coronavirus) et facilite l'entrée du virion dans une cellule hôte en se liant à un récepteur à la surface d'une cellule hôte.

Figure 2

Apparition et mécanisme du virus Ebola. Le virus Ebola est un virus filamenteux, ce qui signifie qu'il a la forme d'un ver. Le virus Ebola est protégé contre l'environnement par son enveloppe. L'enveloppe virale contient diverses protéines, dont les spicules glycoprotéiques qui aident le virus à infecter les cellules.

tels que des seringues. Il est ainsi facile de comprendre pourquoi les gens doivent faire preuve d'une extrême prudence s'ils s'occupent de patients infectés dans les hôpitaux ou de personnes décédées lors de funérailles.

INFECTION À VIRUS EBOLA

Le virus Ebola a été largement étudié par les scientifiques. Le virus Ebola fait partie d'une famille de virus appelés Filoviridae. Les filovirus sont des virus filamenteux, ainsi nommés car ils sont fins et allongés. Alors que le génome humain et celui des autres animaux sont constitués d'ADN, le génome du virus Ebola est constitué d'une molécule apparentée appelée ARN. Le génome d'ARN et diverses protéines qui aident le virus à se répliquer sont enfermés dans une couche protectrice appelée **enveloppe virale**. L'enveloppe a des molécules saillantes à sa surface composées de **glycoprotéines appelées spicules**. Celles-ci aident le virus à pénétrer et à infecter les cellules (Figure 2). Si une infection survient, le système immunitaire d'un animal infecté détectera ces spicules glycoprotéiques et combattrra le virus en appelant ses soldats immunitaires sur le terrain.

The appearance and the machinery of Ebola virus.

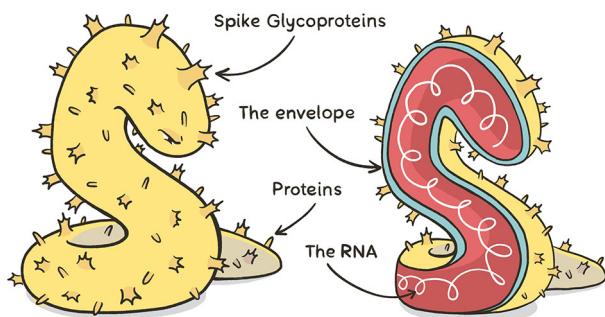


Figure 2

La maladie à virus Ebola ne se déclare pas immédiatement après l'infection. Il y a un délai de 2 à 21 jours, appelé période d'incubation, avant que la réPLICATION du virus ne provoque l'apparition des premiers symptômes. La maladie à virus Ebola commence par une forte fièvre, des malaises, de la fatigue et des courbatures. Ensuite, des symptômes gastro-intestinaux, tels que des vomissements et de la diarrhée, apparaissent, entraînant des pertes importantes de liquide pouvant atteindre 10 litres par jour. Alors que certains patients se rétablissent, d'autres souffrent de saignements et de lésions rénales, entraînant éventuellement une défaillance de plusieurs organes et la mort.

Pour diagnostiquer la maladie à virus Ebola, un échantillon de sang est prélevé sur la personne infectée et examiné pour la présence de particules virales.

LYMPHOCYTES : LES HÉROS DU SYSTÈME IMMUNITAIRE

Contre les microbes, et les virus en particulier, il existe deux modes de protection. La première est d'éviter les contacts avec les personnes infectées, en respectant une distanciation physique comme proposé pour la Covid-19. Arthur Semmelweis a été le premier à promouvoir le lavage des mains dans les années 1800, faisant du lavage des mains la plus ancienne mesure préventive. Le biologiste français Louis Pasteur, qui craignait la transmission des germes, n'a jamais serré la main. Le deuxième type de protection est assuré par le système immunitaire. Le système immunitaire défend le corps contre tous les types de microbes, en utilisant des cellules et des molécules qui travaillent ensemble pour empêcher les organismes pathogènes de provoquer une infection. Si un microbe parvient à infecter l'organisme, le système immunitaire va tuer le microbe ou les cellules infectées, grâce à l'action de ses soldats.

LYMPHOCYTE

Globules blancs qui appartiennent au système immunitaire et protègent contre les microbes dangereux.

ANTICORPS

Une protéine produite par les cellules B du système immunitaire qui détecte et neutralise spécifiquement les agents pathogènes.

ANTIGÈNE

Une substance étrangère qui induit une réponse immunitaire.

NEUTRALISER

Qui empêche un virus de se répliquer.

VACCINATION

Donner à une personne ou à un animal une préparation pour stimuler le système immunitaire, pour se protéger contre l'infection par un microbe dangereux.

Il existe deux types de soldats du système immunitaire : les lymphocytes et les anticorps.

Les **lymphocytes** sont des cellules qui voyagent dans le sang et divers tissus. Ils sont activés par les microbes et réagissent contre eux. Certains lymphocytes peuvent tuer directement les cellules infectées : ils sont appelés lymphocytes T cytotoxiques. D'autres lymphocytes, appelés cellules B, produisent des **anticorps**, qui sont des molécules qui circulent dans le sang et d'autres fluides corporels. Les anticorps reconnaissent des cibles spécifiques à la surface des micro-organismes, comme les glycoprotéines des spicules du virus Ebola. Ces cibles microbiennes sont appelées **antigènes**. Les anticorps **neutralisent** les virus en ciblant leurs antigènes. Les anticorps neutralisants sont très efficaces pour empêcher la propagation des virus d'une cellule à l'autre.

LE VACCIN EBOLA POUR LA PRÉVENTION DES MALADIES

La meilleure façon d'empêcher les gens d'être infectés par le virus Ebola est de les vacciner contre le virus. La **vaccination** consiste à administrer à une personne un ou plusieurs antigènes du micro-organisme. Ces antigènes ne sont que des parties du virus et ne causent pas la maladie. Pourtant, les antigènes stimulent les cellules B pour fabriquer des anticorps neutralisants qui circuleront dans le sang de l'individu vacciné et prépareront le système immunitaire

à combattre le virus plus rapidement et plus efficacement s'il est rencontré plus tard ([Figure 3A](#)).

Pour le vaccin Ebola, l'antigène sélectionné est la glycoprotéine de spicules. Pour produire un vaccin capable de stimuler le système immunitaire et induire des anticorps neutralisants, les scientifiques ont attaché la glycoprotéine de spicule à un virus différent et totalement inoffensif. Le virus inoffensif porteur de la spicule glycoprotéique Ebola produit de grandes quantités d'anticorps glycoprotéiques du virus Ebola lorsqu'il est injecté à des personnes. Cela conduit la personne vaccinée à stimuler des niveaux élevés d'anticorps neutralisants protecteurs contre les glycoprotéines de spicules [4].

Figure 3

Lutte contre l'infection à virus Ebola. (A) La vaccination peut empêcher les personnes en bonne santé d'être infectées, mais ne peut pas aider lorsqu'une personne est déjà infectée. (B) Les personnes déjà infectées par le virus Ebola peuvent être traitées avec des anticorps monoclonaux. Lorsqu'ils sont administrés dans le sang d'une personne malade, ces anticorps peuvent neutraliser le virus déjà présent et l'empêcher de se propager entre les cellules.

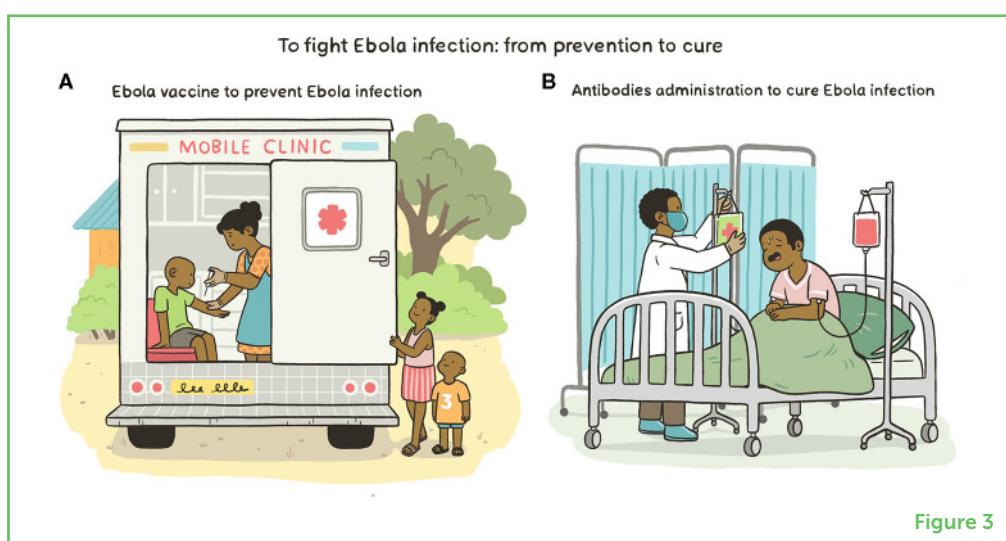


Figure 3

Ce vaccin contre le virus Ebola s'est avéré efficace en Guinée lors d'une épidémie en Afrique de l'Ouest. Le vaccin a bien fonctionné lorsqu'il est administré en une seule injection, et l'étude a indiqué que le vaccin pourrait aider les gens à développer rapidement une immunité. C'est une bonne chose, car cela signifie que le vaccin pourrait être utilisé lorsqu'une épidémie d'Ebola est identifiée pour la première fois, pour protéger les personnes avant qu'elles ne soient exposées au virus. D'autres candidats vaccins ont été proposés, et bien qu'ils mettent plus de temps à stimuler l'immunité, ils peuvent fournir une réponse immunitaire qui dure plus longtemps. Pour vacciner avec succès les populations à risque d'Ebola, certains problèmes importants doivent être résolus. Par exemple, le vaccin contre le virus Ebola doit être conservé dans un environnement froid jusqu'à son utilisation, ce qui peut être difficile dans les zones reculées. Aussi, les populations doivent accepter de se faire vacciner, ce qui est souvent un énorme défi car un pourcentage important de personnes est effrayé par la vaccination et ne comprend pas qu'en se vaccinant non seulement ils se protègent mais protègent également les autres de la transmission du virus.

ADMINISTRATION D'ANTICORPS POUR LE TRAITEMENT DES MALADIES

Si une personne est déjà infectée par le virus Ebola, le vaccin n'a pas le temps de faire son travail en stimulant le système immunitaire. Mais neutraliser les anticorps d'autres personnes ou animaux peut toujours aider ! De tels anticorps peuvent être injectés à une personne infectée, où ils peuvent directement neutraliser le virus et diminuer sa propagation d'une cellule à l'autre (Figure 3B). Dans le passé, ces anticorps étaient obtenus à partir du sang d'animaux ou d'humains infectés. Aujourd'hui, nous utilisons des anticorps produits en laboratoire, qui sont créés pour reconnaître un antigène spécifique du virus. Ceux-ci sont appelés **anticorps monoclonaux** [4]. Un seul anticorps monoclonal peut être administré, ou les patients peuvent recevoir un mélange d'anticorps monoclonaux qui reconnaissent différents antigènes viraux.

ANTICORPS MONOCLONNAUX

Anticorps produits par la même population de lymphocytes, reconnaissant spécifiquement le même antigène.

CONCLUSIONS ET MESSAGES À RETENIR

Alors que des mesures simples, telles que le lavage des mains et la réduction des contacts avec des personnes ou des animaux infectés, sont efficaces pour limiter la propagation d'un virus, des mesures plus strictes sont souvent nécessaires. Il a été démontré que le vaccin contre Ebola et le traitement avec des anticorps monoclonaux dirigés contre le virus Ebola défendent efficacement les humains contre la maladie à virus Ebola. Ceci est important car le virus Ebola est l'une des infections les plus mortelles au monde, à travers de nombreuses épidémies en Afrique.

L'efficacité de la vaccination et du traitement par anticorps monoclonaux dans la lutte contre la maladie à virus Ebola nous montre également l'importance de comprendre comment le système immunitaire réagit au virus Ebola - ou à tout autre virus dangereux. Lorsque les scientifiques effectuent des recherches en laboratoire pour comprendre comment le système immunitaire lutte contre un virus, ils peuvent ensuite utiliser ces informations pour proposer des traitements qui aideront à garder les gens en bonne santé ou, dans le cas du virus Ebola, à sauver même de nombreuses vies. Il nous rappelle que le vaccin ne vous protège pas seulement de l'infection, mais protège également les autres en diminuant la propagation du virus.

DÉCLARATION D'UTILISATION DES OUTILS D'IA

Tout texte alternatif fourni avec les figures de cet article a été généré par Frontiers grâce à l'intelligence artificielle. Des efforts raisonnables ont été déployés pour garantir son exactitude, notamment par une

relecture par les auteurs lorsque cela était possible. Si vous constatez des problèmes, veuillez nous contacter.

CONTRIBUTIONS À LA VERSION FRANÇAISE

TRADUCTEUR : Patrice Debré

RÉFÉRENCES

1. Malvy, D., McElroy, A. K., De Clerck, H., Gunther, S., and Van Griensven, J. 2019. Ebola virus disease. *Lancet* 393:936–48. doi: 10.1016/S0140-6736(18)33132-5
2. Feldmann, H., Sprecher, A., and Geisbert, W. T. 2020. Ebola. *N. Engl. J. Med.* 382:1832–42. doi: 10.1056/NEJMra1901594
3. Levy, Y., Lane, C., Piot, P., Beavogui, A. H., Kieh, M., Leigh, B., et al. 2018. Prevention of Ebola virus disease through vaccination: where are we in 2018. *Lancet* 392:787–90. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31710-0
4. European Commission. *Vaccine Against Ebola: Commission Grants New Market Authorisations*. Brussels. 2020. Available online at: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1248

PUBLIÉ EN LIGNE LE 9 décembre 2025

ÉDITEUR/TRICE : Kelly Westlake

MENTOR(S) SCIENTIFIQUE(S) : Fatemeh Talebian

CITATION : Debré P, Neunez M et Goldman M (2025) Vaccins et anticorps : des armes dans la lutte contre le virus ebola. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.593713-fr

TRADUIT ET ADAPTÉ DEPUIS : Debré P, Neunez M and Goldman M (2021) Vaccines and Antibodies: Weapons in the Fight Against Ebola Virus *Front. Young Minds* 9:593713. doi: 10.3389/frym.2021.593713

CONFLIT D'INTÉRÊTS : 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 potentiel conflit d'intérêts.

DROITS D'AUTEUR © 2021 © 2025 Debré, Neunez et Goldman. 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/TRICES



MEHRANEH, 12 ANS

Salut ! Je m'appelle Mehraneh (un peu difficile à prononcer) ☺. J'aime faire de la pâtisserie, lire, faire du shopping et du vélo. J'adore dessiner et j'apprends en autodidacte grâce à des tutoriels YouTube. Ma maman est éditrice. Et puis, comme par magie, nous avons découvert ce site ! Maintenant, je peux vraiment travailler avec maman. Trop bien ! J'aime ce travail de relecture encore plus que je ne l'aurais cru ! C'est génial, amusant et stimulant. J'apprends plein de nouvelles choses ici !

AUTEURS/TRICES



PATRICE DEBRÉ

Professeur émérite d'immunologie à l'Université Paris-Sorbonne, membre titulaire de l'Académie de médecine, Patrice Debré est ancien chef du service d'immunologie de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, ancien directeur d'unités au CNRS et à l'INSERM, ainsi que d'un Institut de recherche sur l'immunité et l'infection en cancérologie. Il a occupé de nombreuses fonctions administratives nationales à l'INSERM, au CNRS, à l'Université Pierre et Marie Curie, à l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, à l'Établissement Français du Sang et au ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur. Il a été ambassadeur chargé de la lutte contre le VIH/sida et les maladies transmissibles au ministère de l'Europe et des Affaires étrangères et a exercé de nombreuses responsabilités internationales, notamment la présidence du CIRAD (Centre international de recherche en agronomie pour le développement) et la représentation française auprès de nombreuses organisations multilatérales internationales (Fonds mondial, EDCTP, UNITAID, Faire reculer le paludisme). Il est actuellement conseiller auprès d'AVIESAN et du département des relations internationales de l'APHP. Il est membre du Comité d'éthique du CNRS et président du Comité des relations internationales et de la Commission de biologie de l'Académie nationale de médecine. *patricedebre@yahoo.fr



MARIE NEUNEZ

Je suis chercheuse à temps partiel à l'Institut I3h et étudiante en médecine à l'Université Libre de Bruxelles (ULB). J'ai été coordinatrice de recherche clinique pendant deux ans au sein des départements de médecine nucléaire et de radiothérapie de l'Institut Jules Bordet (IJB). J'ai également effectué un stage de cinq mois chez BASF SE (Mannheim, Allemagne), au sein du département Santé et Nutrition Humaine. Je suis titulaire d'un Master en bio-ingénierie avec une spécialisation en sciences, technologies et qualité des aliments (UCL, Belgique), d'un diplôme de troisième cycle en gestion (ICHEC Business Management School, Belgique) et d'un certificat en études cliniques (Cefochim, Belgique).



MICHEL GOLDMAN

J'ai obtenu mon doctorat en médecine (1978) à l'Université Libre de Bruxelles (ULB), en Belgique, et mon doctorat en sciences médicales (1981) à l'Université de Genève, en Suisse. De 1990 à 2008, j'ai dirigé le département d'immunologie de l'hôpital Érasme à Bruxelles et, de 2004 à 2009, j'ai été le premier directeur

de l’Institut d’immunologie médicale de l’ULB. De 2009 à 2014, j’ai été le premier directeur général de l’Initiative en matière de Médicaments Innovants (IMI), une initiative conjointe de la Commission européenne et de la Fédération européenne des associations et industries pharmaceutiques. Gérant un budget de 2 milliards d’euros, j’ai été responsable du lancement de 59 consortiums public-privé dans des domaines d’importance majeure pour la santé publique. Je suis actuellement professeur ordinaire à l’ULB, où j’ai été le directeur fondateur de l’Institut pour l’Innovation Interdisciplinaire en soins de santé (I3h).