

**GUILLAIN MIKATY**

Préface du Pr **Arnaud Fontanet**

***Vivre avec  
les virus***



**DEVONS-NOUS  
LES CRAINDRE ?**

**B**



Guillain Mikaty

**Vivre avec les virus**  
**Devons-nous les craindre ?**

*Préface du professeur Arnaud Fontanet*



## Dans la même collection

*Dérèglement climatique. Les vraies conséquences pour la santé et la biodiversité*, Bernard Swynghedauw, préface de Gilles Boeuf, 2022.

*Météorologie de l'espace. Vivre demain avec notre Soleil*, Jean Lilensten, Frédéric Pitout, Marina Gruet & J. Pedro Marques, préface d'Alain Cirou, 2021.

*L'IA peut-elle penser ? Miracle ou mirage de l'intelligence artificielle*, Hubert Krivine, préface de Guillaume Lecointre, 2021.

*Transition énergétique. Ces vérités qui dérangent !*, 2<sup>e</sup> édition, Bertrand Cassoret, préface de Brice Lalonde, 2020.

*Pourquoi le nucléaire*, Bertrand Barré, préface de Jean-Marc Jancovici, 2017.

*La météo à l'origine de tous nos maux*, Jacques Fontan, 2014.

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web :  
**[www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)**

En couverture : Scientifiques examinant des échantillons d'eau au bord d'une rivière, à la recherche de nouveaux virus ? © lovro77/iStockphoto

Relecture : Alain Rossignol

Mise en page et couverture : SCM, Toulouse

Dépôt légal :

Bibliothèque royale de Belgique : 2022/13647/043

Bibliothèque nationale, Paris : avril 2022

ISBN : 978-2-8073-3719-0

*Tous droits réservés pour tous pays.*

*Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme ou de quelque manière que ce soit.*

© De Boeck Supérieur SA, 2022 – Rue du Bosquet 7, B1348 Louvain-la-Neuve  
De Boeck Supérieur – 5 allée de la 2<sup>e</sup> DB, 75015 Paris

# Table des matières

---

<b>Préface</b> .....	V
<b>Introduction</b> .....	VII
<b>Qu'est-ce qu'un virus ?</b> .....	1
Composition et classification des virus .....	3
Le cycle viral.....	13
La diversité virale .....	19
Les virus et le monde vivant.....	34
Les virus sont-ils vivants ? .....	42
<b>Dans vos pires cauchemars</b> .....	55
La grippe espagnole, virus mutant, virus émergent ! .....	57
Le sida, caché au plus profond de la jungle.....	64
La fièvre jaune, un grand voyageur avant l'heure.....	71
Ebola, la somme de toutes les peurs .....	76
Arbovirus, moustiques et changements climatiques .....	86
Coronavirus, le virus roi .....	93
<b>Les virus domptés</b> .....	105
Les virus dangereux, s'en protéger .....	105
Les virus dangereux, se soigner.....	109
Mieux vaut prévenir que guérir : les vaccins .....	111
Utiliser les virus : thérapies virales, vaccins et armes biologiques .....	127
<b>Conclusion</b> .....	139
<b>Glossaire : quelques maladies virales du quotidien</b> ....	147
<b>Index des virus et maladies virales cités</b> .....	163



# Préface

---

Les deux années que nous venons de vivre ont été particulièrement éprouvantes. Le scénario auquel nous ne voulions pas croire, celui d'un virus pandémique capable de nous mettre à genoux, s'est réalisé. Ce n'est pourtant pas faute d'avoir été prévenus, cela faisait deux décennies que les virus « émergents » toquaient à notre porte : SARS-CoV-1 en 2003, Chikungunya en 2005, influenza A(H1N1) en 2009, MERS-CoV en 2012, Ebola en 2013-2014, Zika en 2013-2015. Sans parler du VIH qui, de façon beaucoup plus insidieuse, avait miné notre jeunesse et nos forces vives depuis les années 1980, sans pour autant paralyser nos sociétés car source d'une épidémie à progression lente. Mais voilà, à chaque fois, il manquait un « petit quelque chose » pour que l'émergence ne se transforme en une pandémie dévastatrice et brutale : un taux de létalité<sup>1</sup> faible (grippe A(H1N1)), une contagion post-début des symptômes permettant l'isolement des malades avant qu'ils ne deviennent contagieux (SRAS, MERS, Ebola), une dépendance à un vecteur moustique et un taux de létalité faible (Chikungunya et Zika).

Avec le SARS-CoV-2, toutes les cases ont été cochées pour le scénario tant redouté : un virus hautement transmissible, caractérisé par un nombre de reproductions<sup>2</sup> égal à 3 ; un taux de létalité élevé, de

---

1. Proportion de décès parmi les infectés.

2. Nombre de personnes infectées par chaque patient dans une population non immunisée.

l'ordre de 1 % ; un intervalle de génération<sup>1</sup> court, de l'ordre de 5 jours, assurant une dynamique de propagation rapide ; une transmission par voie respiratoire, difficile à contrôler ; et une contagiosité débutant avant les premiers symptômes, voire en l'absence de symptômes, rendant les mesures d'isolement moins efficaces contre la transmission qui a déjà eu lieu pour beaucoup quand les patients sont identifiés. La suite, vous la connaissez. Seules des mesures strictes de contrôle de la circulation des personnes pouvaient stopper la progression du virus, pendant que les chercheurs du monde entier s'affairaient à mettre au point des traitements et des vaccins. On ne peut que se féliciter qu'un vaccin ait pu être développé en moins d'un an, une première dans l'histoire de la recherche biomédicale. C'est en effet grâce à ce dernier que nous jouissons aujourd'hui d'une relative liberté, et que nous pouvons entrevoir une fin à cette crise.

Dans ce contexte, beaucoup ont voulu s'informer, comprendre ce que sont les virus, d'où ils viennent, comment ils fonctionnent. Ce livre vous donnera toutes les clefs pour cela. À la fois très clair et très didactique, il se lit comme un roman, et vous fait voyager dans l'histoire et sur tous les continents. C'est d'ailleurs à plus de 8 000 kilomètres à vol d'oiseau de la France, et face à un adversaire d'un autre âge, que j'ai rencontré Guillain Mikaty : nous étions tous deux en mission à Madagascar, impliqués dans la lutte contre une épidémie de peste pulmonaire<sup>2</sup> en octobre 2017.

Arnaud Fontanet

---

1. Délai entre le moment où une personne s'infecte et celui où elle en infecte une autre.

2. Due à une bactérie, *Yersinia pestis*. Simplement pour rappeler qu'il n'y a pas que les virus qui donnent des épidémies, même si ces derniers sont très majoritaires parmi les agents infectieux émergents.

# Introduction

---

Faut-il avoir peur des virus ? Une réponse simple et rapide serait : « Oui » ! Notre monde d'aujourd'hui en est la preuve. Ce monde qui s'est arrêté de tourner à cause d'un minuscule fragment d'acide nucléique enveloppé : le coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère, le SARS-CoV-2. Un virus a mis l'humanité à genoux, malgré toutes ses connaissances, sa médecine et son argent. En quelques mois, il a touché des centaines de millions de personnes et en a tué directement plusieurs millions, il a grippé nos économies, nos échanges et nos voyages, et il nous a forcés à vivre masqués et à nous poser de nombreuses questions sur nous-mêmes, sur le type de société dans lequel nous vivons et voulions vivre. Les virus, ces organismes simples et microscopiques, sont puissants et terrifiants !

Faut-il avoir peur des virus ? Question simple en apparence, mais qui, bien sûr, se complexifie lorsque l'on commence à creuser : qu'est-ce qu'un virus ? Où sont les virus ? Combien sont-ils ? Que nous veulent-ils ? Sont-ils tous néfastes, ou bien certains ont-ils un intérêt pour nous ?

Cet ouvrage, rédigé pendant la pandémie de Covid-19, est évidemment d'actualité. Les coronavirus, dont fait partie le SARS-CoV-2, sont bien sûr abordés, mais je n'ai pas souhaité m'étendre plus que nécessaire sur ce virus dont on entend parler tous les jours depuis des mois. Appelons ça de la fatigue pandémique. Vous pourrez constater que les développements les plus récents de la pandémie sont absents, et vous pourrez vous amuser à vérifier si certaines prévisions se sont révélées justes, ou pas. Cependant, le SARS-CoV-2 a tout à fait sa place dans cet ouvrage et est même l'illustration fascinante (pour un biologiste) de certains phénomènes biologiques évolutifs les plus courants.

En effet, l'une des questions centrales traitées ici est celle de la place des virus dans notre monde vivant. Or qu'y a-t-il de plus caractéristique dans l'évolution que la sélection naturelle ?

Le SARS-CoV-2 nous a permis, depuis deux ans, d'observer en temps réel accéléré certains des mécanismes fondamentaux de la sélection naturelle. À commencer, bien sûr, par l'adaptation à une nouvelle niche écologique à la faveur d'une mutation favorable, puis à la colonisation de cette niche. Le virus accumule des mutations depuis son émergence, certaines sont délétères, et ces variants sont rapidement éliminés, d'autres sont neutres et peuvent se propager de manière aléatoire, quand d'autres sont favorables à la reproduction du virus et se répandent.

Les premières mutations clés ont été celles permettant d'étendre la propagation du virus en réponse aux gestes barrières et aux confinements mis en place un peu partout dans le monde, par exemple la mutation N501Y présente chez le variant Alpha. Puis on a vu apparaître des mutations permettant d'échapper au système immunitaire compétent de personnes déjà infectées une première fois ou vaccinées, comme la mutation E484K des variants Bêta et Gamma. Certains ont affirmé que la vaccination favorisait l'apparition de ces variants particuliers. Il faut bien comprendre que ce n'est pas la vaccination *per se* qui favorise l'émergence de ces variants, c'est un simple phénomène de sélection naturelle. Face à des personnes immunisées, les variants capables d'échapper aux anticorps se reproduisent alors que les autres sont éliminés. Rappelez-vous que le variant Gamma est apparu dans la région de Manaus au Brésil fin 2020, région qui avait subi une première vague extrêmement forte et où on estimait que près de 76 % de la population avait été infectée, donc immunisée, à une époque où aucun vaccin n'était encore commercialisé. Ce variant a été responsable d'une seconde vague très importante impliquant de nombreuses réinfections. Le même phénomène a conduit à l'émergence du variant Delta en Inde.

Un autre phénomène évolutif que nous avons pu observer est celui de la convergence génétique. La convergence consiste en l'apparition d'un caractère similaire ou d'une mutation identique en deux lieux ou

temps différents et de manière indépendante. Comme l'apparition des ailes chez les oiseaux et celle chez les chauves-souris qui ont été deux événements complètement indépendants au cours de l'évolution. C'est le cas de certaines des mutations favorables du SARS-CoV-2 qui sont apparues chez des variants différents à un bout et à un autre de la planète. Par exemple, le variant Omicron possède les mutations N501Y ou E484A (similaire, mais pas identique à E484K), et bien d'autres, qu'il a acquises de manière complètement indépendante des variants Alpha, Bêta, Gamma et Delta.

Enfin, le phénomène de compétition biologique pour une niche écologique est illustré par la façon dont certains variants ont complètement remplacé des souches antérieures. Cette compétition du virus avec lui-même n'est pas nécessairement à notre avantage. Le variant Alpha a pratiquement éliminé la souche historique sortie de Wuhan, puis a été remplacé par Delta en Europe, lequel a lui-même cédé la place à Omicron.

L'épidémie a également été l'occasion de mettre quelques métiers sur le devant de la scène : épidémiologistes, infectiologues, modélisateurs, virologistes ou immunologistes de tout poil, avec parfois une confusion quant au domaine de compétence de chacun. Bien que les compétences et les connaissances des uns et des autres se recoupent, les spécialités sont différentes. Certains sont médecins, d'autres scientifiques (titulaires d'un doctorat ès sciences), parfois les deux en même temps.

Les épidémiologistes, comme Arnaud Fontanet, étudient les maladies dans la population (cibles, impact, diffusion, temporalité, etc.). Ils nous ont aidés à comprendre la pandémie et à mettre en place des mesures sanitaires efficaces. Certains sont spécialisés dans la modélisation mathématique : ce sont les modélisateurs. Ceux-ci se servent d'équations complexes pour tenter de décrire le présent, espérant ainsi prévoir les futurs possibles selon les actions mises en œuvre. Bien qu'hypothétiques, les différents modèles utilisés durant la pandémie se sont souvent révélés très précis, tant par les prédictions du nombre de malades que par la temporalité et l'évolution des vagues de Covid-19 en fonction des mesures finalement appliquées.

Les infectiologues sont des médecins spécialistes du diagnostic, du contrôle et du traitement des maladies infectieuses. Tel le docteur House dans la série TV éponyme, ils sont souvent appelés à la rescousse dans les cas de maladies infectieuses difficiles à diagnostiquer. Durant la pandémie, ils ont joué un rôle déterminant dans la description des différents symptômes, le traitement des malades ou les recherches exploratoires pour de nouveaux traitements.

Les virologistes et les immunologistes sont des scientifiques qui étudient les virus ou le système immunitaire. Leur domaine est l'étude et la description des mécanismes biologiques du virus ou de la réponse à son infection. Les découvertes qu'ils font permettent de comprendre les observations médicales chez les patients, d'une part, et épidémiologiques dans la population, d'autre part.

Tous ces spécialistes travaillent ensemble à la compréhension globale de l'épidémie. Certains d'entre eux ont été très sollicités dans les médias et sont devenus les visages de la science et de la médecine en lutte contre la Covid-19. Parfois porteurs de mauvaises nouvelles, parfois porteurs d'espoir. Merci à eux !



© Guillaïn Mikaty

### **Centre de Traitement Ebola de Macenta, Guinée Conakry, juin 2015**

Des membres de la Croix Rouge française et de l'Institut Pasteur sont équipés pour entrer dans la zone des patients contaminés du Centre de traitement Ebola de Macenta, en Guinée Conakry, pendant l'épidémie de 2013-2015. Les équipements de protection individuelle (EPI) microbiologique sont adaptés pour protéger contre le risque très élevé de contamination par le virus Ebola. Debout, deuxième depuis la droite, l'auteur de ce livre.

---

# 1

## Qu'est-ce qu'un virus ?

---

Pour savoir s'il faut ou non les craindre, il faut commencer par comprendre ce que sont les virus. Un virus est une unité biologique d'une grande simplicité : un fragment d'acide nucléique, de l'ADN<sup>1</sup> ou de l'ARN<sup>2</sup>, encapsidé, c'est-à-dire contenu dans une capsule protéique, et parfois enveloppé d'une membrane lipidique. Cette construction biologique, appelée « virion », est tellement simplifiée qu'elle est incapable de se reproduire par elle-même. Si vous connaissez déjà un peu les virus, vous diriez probablement qu'ils sont infectieux et contagieux, et nécessairement responsables de maladies. Mais vous n'auriez que partiellement raison. Leur incapacité à se reproduire par eux-mêmes force les virus à infecter des cellules hôtes. Mais ce parasitisme n'est pas systématiquement fatal pour la cellule infectée ou hôte. Il existe même des virus qui ont un effet positif, direct ou indirect, sur la santé de certaines espèces. Les virus sont des organismes biologiques simples, mais dont les fonctions et les effets sont plus compliqués qu'il n'y paraît au premier abord. L'utilisation du terme « simple » n'est pas péjorative, elle s'oppose au terme « complexe » employé pour décrire les organismes pluricellulaires comme les plantes ou les animaux. « Simple » ne signifie pas « peu évolué » ni même « inférieur ». Ce terme correspond au niveau d'organisation et de fonctionnalité des

---

1. ADN : acide désoxyribonucléique.

2. ARN : acide ribonucléique.

virus. En réalité, les capacités des virus à envahir et à détourner les fonctions cellulaires de leurs hôtes sont très élaborées. Bien que ce soit parfois difficile à se le figurer, toutes les espèces biologiques présentes sur Terre se situent au même niveau d'évolution. Toutes les espèces ont eu le même temps pour évoluer depuis, *a priori*, le même point de départ. Nous y reviendrons. D'un point de vue évolutif, les virus sont probablement l'une des entités les plus optimisées dans leur catégorie. Pour vous faire une idée, vous pouvez imaginer qu'un virus est un couteau suisse, alors qu'une bactérie, par exemple, sera une grosse trousse à outils, et un animal une usine moderne. Le couteau suisse n'est pas moins évolué ni moins utile, il est extrêmement efficace et optimisé pour accomplir une série de tâches précises. Dans la boîte à outils, vous trouverez de quoi accomplir bien plus de tâches, bien sûr, et l'usine fabriquera des objets très complexes. Mais ne possédez-vous pas un couteau suisse ? Les virus ont évolué pour être le plus efficace possible dans les fonctions qui leur sont indispensables. Ils ont réduit leur information génétique à l'extrême minimum et constituent pourtant l'une des formes biologiques les plus représentées, en nombre, de la planète.

Cette organisation simplifiée ne va pas sans un degré d'optimisation extrême en termes d'information génétique et de fonctions. Chaque gène possède au moins une fonction vitale, souvent plusieurs, qui s'exprime différemment en fonction du contexte, de l'environnement, du moment du cycle de reproduction, et de modifications secondaires. Peu d'espèces sont aussi efficaces pour assurer leur mission fondamentale, la reproduction, avec aussi peu d'informations génétiques et protéiques.

Nous parlons ici de la mission fondamentale des espèces vivantes : la reproduction. Mais cela fait se poser une grande question : les virus sont-ils vivants ? Mais avant d'aborder cette interrogation quasi philosophique, il faut comprendre ce que sont réellement les virus et comment ils fonctionnent.

## Composition et classification des virus

---

Pour saisir les relations entre les virus et les autres espèces vivantes – relations parasitaires, biologiques et phylogénétiques<sup>1</sup> –, il faut comprendre comment les virus fonctionnent et de quoi ils sont composés. Schématiquement, un virus est composé d'information génétique protégée par une membrane ; concrètement, il s'agit d'une molécule d'acide nucléique, le génome, enfermée dans une capsidie protéique et parfois une enveloppe protéo-lipidique. Dans cette capsidie, en plus de l'acide nucléique, sont empaquetés quelques protéines et enzymes qui auront une importance dans le cycle de reproduction, en particulier une enzyme de réplication du génome (ARN- ou ADN-polymérase).

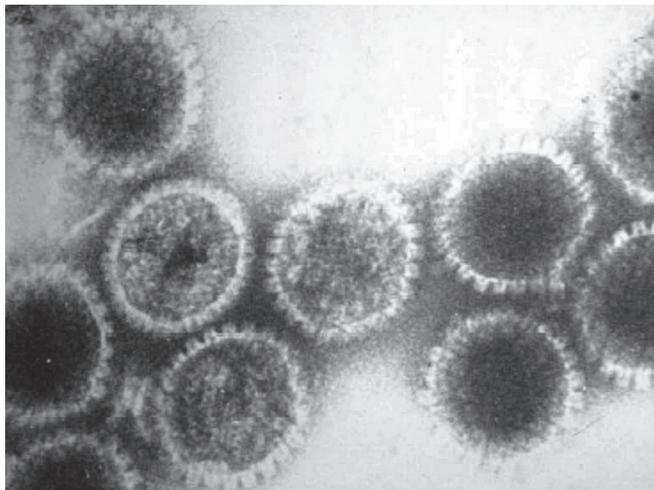
Il existe des virus de tout type et de toute forme. Contrairement aux espèces cellulaires (animaux et plantes, bactéries et archées), il n'existe pas de lien phylogénétique clair entre tous les virus. Entendez qu'il n'est pas démontré à ce jour que tous les virus soient liés les uns aux autres, ou qu'ils aient une origine commune. Les liens phylogénétiques sont mis en évidence en comparant les séquences d'acides nucléiques des espèces et en mesurant leurs similarités. Plus deux séquences se ressemblent, plus il est probable qu'elles descendent du même ancêtre. Les séquences génétiques de certains virus se ressemblent évidemment, manifestant une origine commune, et ils sont alors classés dans une même famille. Mais en dehors de ces familles, les virus ont des séquences d'acides nucléiques trop courtes et trop variables pour que les traces de l'évolution soient encore mesurables ou observables. S'il se passe trop de temps, le nombre de mutations accumulées sur la séquence génétique devient tel que les deux séquences n'ont plus rien en commun. Il devient alors impossible de déterminer si les virus ont un lien ou sont d'origines différentes. C'est particulièrement vrai si les

---

1. La phylogénétique est l'étude des liens de parenté entre les êtres vivants (individus, espèces, genres, etc.) mise à jour sur la base de la proximité de leurs séquences génétiques.

séquences sont courtes ou si le taux de mutation intrinsèque est élevé, ce qui est le cas de la plupart des virus. En conséquence, on ne peut pas toujours classer les virus selon ces critères. Il existe donc d'autres méthodes de classification, les deux principales étant : la méthode de Baltimore, nommée ainsi non pas d'après la ville mais d'après le nom de son inventeur, David Baltimore,<sup>1</sup> et qui classe les virus selon leur composition en acides nucléiques ; et la classification de l'ICTV<sup>2</sup>, qui les regroupe par ordres, familles, sous-familles, genres et espèces selon des critères comprenant la composition du génome, le type de réplication et la structure de la particule virale.

### Virus de l'herpès



Crédits : George W. Beran / US Department of Agriculture, DP

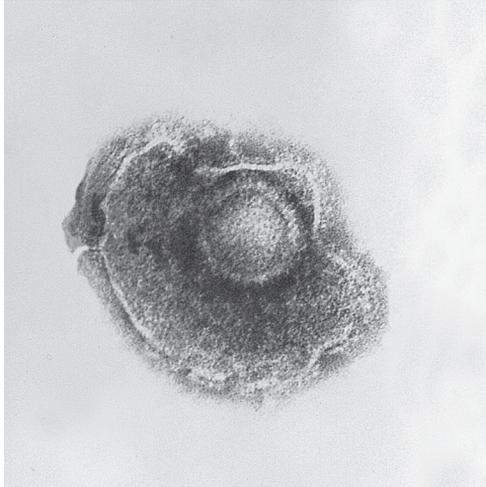
Micrographie au microscope électronique à transmission du virus de l'herpès, virus à ADN double brin du Groupe I. La structure icosaoédrique de la capside est visible, le virus mesure environ 100 nm de diamètre.

---

1. David Baltimore (1938-), prix Nobel de médecine en 1975.

2. *International Committee on Taxonomy of Viruses*, ou « Comité international de taxonomie des virus ».

### Virus de la varicelle



Crédits : Dr. Erskine Palmer/B.G. Partin,  
Public Health Image Library

Micrographie au microscope électronique à transmission du virus de la varicelle-zona (VZV). Le VZV possède un génome à ADN double-brin et appartient au Groupe I. L'ADN est protégé par une capsidie icosaédrique recouverte d'une membrane lipidique dans laquelle sont ancrées des protéines virales. La particule virale est sphérique, d'environ 150 à 200 nm de diamètre.

### Le génome viral

Dans la plupart des espèces vivant sur Terre, l'information génétique est portée par une molécule d'ADN. Cet ADN est transcrit en ARN messager dans le noyau de la cellule, et ce dernier est traduit en protéine dans le cytosol cellulaire, ou cytoplasme. Vous savez probablement que l'ADN se trouve généralement sous la forme plus stable d'une double hélice composée de deux molécules, ou brins, d'ADN complémentaires étroitement liées. Les séquences de ces deux brins complémentaires sont des copies en miroir l'une de l'autre dans lesquelles les adénines (A) sont associées à des thymines (T), et les cytosines (C) à des guanines (G), et inversement (fig. 1, p. 7). Or les virus ne répondent pas forcément à ces règles, toutes les situations

sont possibles. Tout d'abord, l'acide nucléique qui porte l'information génétique au cœur du virus peut être un ADN ou un ARN. Il peut être composé d'une double hélice, mais aussi d'un simple brin libre. Enfin, il peut être sous une forme linéaire ou circulaire selon les espèces virales. On trouve chez les virus des ADN à double brin classiques, il s'agit des virus du groupe I dans la classification de Baltimore. On y trouve les virus de l'herpès, le cytomégalovirus, ou encore le virus de la varicelle. Cependant, il existe également des virus à ADN simple brin : le groupe II de Baltimore. Bien qu'il existe quelques virus touchant l'homme ou d'autres mammifères dans ce groupe, les représentants les plus connus en sont des bactériophages, virus infectant les bactéries, ainsi que quelques phytovirus, virus s'attaquant aux plantes.

Mais nombre de virus connus se servent de l'ARN. Là encore, on trouve des virus à double brin ARN, le groupe III de Baltimore, qui contient plusieurs familles de virus de champignons ainsi que les rotavirus, responsables de gastro-entérites chez les jeunes enfants. On trouve également des virus à ARN simple brin. Dans ce cas, il faut distinguer le « sens » du brin (fig. 1, p. 7) : le brin de l'ARN peut être positif – on parle alors d'ARN(+), il s'agit du groupe IV de Baltimore –, ou bien négatif – ARN(-), le groupe V. Le brin positif correspond à une séquence d'ARN qui peut être directement utilisée comme matrice pour synthétiser des protéines, comme le fait l'ARN messager de nos cellules. Un brin négatif servira de matrice pour fabriquer des ARN à brin positif, qui seront à leur tour utilisés pour synthétiser des protéines. La subtilité entre les deux types a son importance pour les virologistes qui étudient le cycle de répllication du virus dans la cellule, puisque celui-ci sera légèrement différent selon le type et nécessitera différentes protéines et enzymes. Dans le groupe des virus à ARN(+), on en retrouve de nombreux affectant l'homme : les fameux coronavirus du SRAS-CoV, SARS-CoV-2 et MERS-CoV, et beaucoup d'arbovirus<sup>1</sup>, virus transmis par les insectes, comme celui

---

1. Arbovirus = *Arthropod Borne Virus*; virus transmis par les arthropodes.



# Vivre avec les virus

## DEVONS-NOUS LES CRAINDRE ?

**C**ovid19, fièvre Ebola, Zika, Dengue, grippe aviaire... si nous avons peur des virus, et à raison, sait-on qu'ils pourraient être également associés à l'origine de la vie, que des traces de virus sont intégrées dans notre génome – parfois à notre profit – et qu'ils sont une part invisible mais essentielle à l'équilibre de tous les écosystèmes ? Sait-on également que depuis plusieurs décennies des chercheurs apprennent à dompter des virus pour les utiliser contre des maladies de nos cultures ou pour nous guérir de maladies bactériennes ou génétiques ?

Les dernières pandémies et leur fréquence interrogent nos sociétés, la mondialisation économique, l'urbanisation, le changement climatique. Qu'en est-il vraiment ? Que nous disent les chercheurs confrontés quotidiennement aux agents infectieux les plus problématiques pour la santé publique ?

**Un sujet d'actualité qui s'installe  
au cœur de nos préoccupations !**



**Guillain Mikaty**, microbiologiste, s'est spécialisé – dès le début de sa carrière scientifique – dans l'étude des maladies infectieuses. Son attrait pour les microbes les plus dangereux l'a amené à travailler, dans les laboratoires de recherche, sur le bacille de la peste et celui de l'anthrax. Désormais membre de la CIBU (Cellule d'intervention biologique d'urgence) à l'Institut Pasteur, il est impliqué dans la surveillance et la réponse aux crises sanitaires à travers le monde.

**Arnaud Fontanet** est épidémiologiste à l'Institut Pasteur, membre du Conseil scientifique Covid-19, professeur au Cnam et au Collège de France. Il est régulièrement interrogé par les médias sur toutes les questions de santé publique.

ISBN : 978-2-8073-3719-0



9 782807 337190

deboeck  
SUPÉRIEUR **B**

[www.deboecksuperieur.com](http://www.deboecksuperieur.com)