



# Santé, science et esprit critique

# Santé, science et esprit critique

## Introduction

Nous voici en 2021 et depuis plus d'un an nous sommes aux prises avec la pandémie de Covid-19. Alors que la science est seule à produire un savoir fiable sur le virus SARS-CoV-2 et la pandémie de Covid-19 qu'il a déclenchée, et à concevoir des moyens de lutte, de prévention et de traitement, elle peut nous apparaître comme incertaine. De là, naît une inquiétude, tant individuelle que collective.

Depuis le début de la pandémie, en décembre 2019, un nouveau savoir scientifique s'élabore pratiquement sous nos yeux. Il résulte de la production de connaissances nouvelles sur le virus et de leur intégration aux notions déjà solidement acquises.

Mais, les conséquences de la pandémie sur nos vies sont telles que, comme jamais peut-être, les chercheurs sont amenés à diffuser des connaissances toutes fraîches à leurs concitoyens, alors même que des faits nouveaux surviennent. Ils sont donc obligés de nous faire part des incertitudes inhérentes à toute activité de recherche. Ainsi, nous assistons jour après jour aux avancées, aux attentes, aux questionnements, aux hypothèses, aux incertitudes, aux doutes, ainsi qu'aux controverses des chercheurs concernés par la pandémie de Covid-19. Or, habituellement, tout cela se passe « derrière le rideau ».

Les résultats de la recherche scientifique sur la pandémie virale influencent notre vie quotidienne, notre santé individuelle, la santé publique... Nous y sommes attentifs, mais sans pouvoir toujours être en mesure de comprendre comment s'élabore la masse de connaissances sur la pandémie. Et ces résultats ne nous semblent pas assez rapides.

Rappelons-nous que, devant un phénomène nouveau, la recherche scientifique, par sa nature même, ne peut pas avoir – et donc ne peut pas donner – toutes les réponses d'un seul coup.

La méthode scientifique passe obligatoirement par un processus relativement lent de mise à l'épreuve des idées – par l'observation, par l'expérimentation –, de réplication et de reproduction des résultats, et d'évaluation critique par la communauté des chercheurs, en fonction des savoirs acquis et publiés. Il s'agit, à chaque étape, d'évaluer la fiabilité des connaissances obtenues, de déclarer le niveau d'incertitude qui entoure inévitablement chaque nouveau résultat

et de chercher à le réduire avant d'aboutir à un consensus, le plus fort possible, de la part de la communauté scientifique. La recherche scientifique est un exercice d'humilité devant les faits – et des faits nouveaux ne manquent pas de surgir en ces temps de pandémie – et un travail de patience, patience paradoxale en situation d'urgence.

La pandémie de Covid-19 a accéléré le processus de la recherche, mais certains temps de la recherche restent tout de même incompressibles. Elle a entraîné et continue d'entraîner la mobilisation d'un très grand nombre de scientifiques à travers le monde. Des chercheurs de spécialités très diverses ont été conduits à élargir leurs sphères d'intérêt, à dialoguer, à collaborer... Il n'est pas forcément simple de s'y retrouver.

Le projet « Santé, science et esprit critique » vise à fournir des clés de compréhension du rôle des connaissances scientifiques dans la lutte contre les épidémies, mais aussi contre les fake news.

Progressivement, l'élève est amené à se familiariser avec les processus par lesquels la science produit un savoir fiable dans le domaine de la santé. Le cas d'étude choisi est celui des épidémies et, notamment, celui de la pandémie de Covid-19.

L'élève est activement impliqué en classe à travers des enquêtes, des jeux, des analyses de documents, des observations et des petites expérimentations. Il est mis en position d'acteur dans la lutte contre les épidémies et leur prévention, grâce aux connaissances acquises. Il est exposé à la science vivante. Il découvre ou apprend à mieux connaître les enjeux de la communication et les risques de la course aux informations, il prend conscience de la nécessité d'évaluer les sources, de distinguer opinions et connaissances, et d'assumer une attitude réflexive avant de faire circuler des informations.

# Les contenus du projet

## Des ressources à utiliser directement en classe :

- ▶ Pour les élèves des cycles 2-3
  - Une **bande dessinée, À la poursuite de SARS-CoV-2** (Scénario et dessins : Fiamma Luzzati ; couleurs et maquette : Julia Bourdet).
  - La bande dessinée accompagne le **dossier Coronavirus : Comprendre pour agir/Cycles 2-3**, qui se présente sous la forme de **quatre séances de classe** pour les élèves de l'école primaire : [1. Mieux comprendre l'épidémie](#) - [2. Les gestes-barrières : Pourquoi se laver les mains ?](#) - [3. Les gestes-barrières : Pourquoi ne pas s'approcher trop des autres ?](#) - [4. Qu'arrive-t-il quand le virus nous attaque et comment guérissons-nous ?](#). Chaque séance est complétée par une fiche d'évaluation. Cette fiche a une valeur formative : elle permet de mieux faire ressortir les messages à emporter, les compétences à acquérir.
  - Une **vidéo de la série Billes de sciences : Épidémies et gestes barrières**, par Tania Louis.
- ▶ Pour les élèves du cycle 4
  - Une **série de cinq vidéos : Les interviews de Nora** (réalisation : Dorothée Adam-Mazard) :
    - Nora interviewe un virologue : Olivier Schwartz (vidéo) ;
    - Nora interviewe un épidémiologiste : Arnaud Fontanet (vidéo) ;
    - Nora interviewe une modélisatrice : Lulla Opatowski (vidéo) ;
    - Nora interviewe un journaliste scientifique : Nicolas Martin (vidéo) ;
    - Nora interviewe un sociologue : Gérald Bronner (vidéo).
  - La série de vidéos accompagne le **dossier Coronavirus / Cycle 4**, qui se présente sous la forme de **cinq séances de classe** pour les élèves du collège : [1. À la recherche du coupable](#) - [2. Comprendre l'épidémie](#) - [3. J'évalue, je trie, je veille à ce que je partage](#) - [4. Enrayer la maladie](#) - [5. Je m'engage, je partage](#). Chaque séance est complétée par une fiche d'évaluation. Cette fiche a une valeur formative : elle permet de mieux faire ressortir les messages à emporter, les compétences à acquérir.

## Pour l'enseignant, pour mieux s'informer :

Un **cycle d'interviews** pour permettre aux enseignants – du primaire comme du secondaire – de s'informer plus en profondeur et de découvrir les rouages de la science et de l'information aux prises avec les épidémies :

- Philippe Sansonetti, *La pandémie de Covid-19 : de l'identification du virus à la responsabilité humaine* (format texte).
- Fernando Arenzana-Seisdedos, *La pandémie de Covid-19 : histoires croisées de virus, d'animaux et d'hommes* (format texte).
- *Les scientifiques aux prises avec les épidémies : stratégies, méthodes, outils* :
  - Du côté de la virologie. Interview d'Olivier Schwartz (**vidéo**) ;
  - Du côté de l'épidémiologie. Interview d'Arnaud Fontanet (**vidéo**) ;
  - Du côté de la modélisation. Interview de Lulla Opatowski (**vidéo**) ;
  - Du côté du journalisme scientifique. Interview de Nicolas Martin (**vidéo**) ;
  - Du côté de la sociologie. Interview de Gérald Bronner (**vidéo**).

## Et aussi, dans ce même document :

- Un aperçu de quelques-unes des spécialités scientifiques aux prises avec la compréhension des épidémies (**Recherche scientifique et maladies infectieuses épidémiques**).
- Un **petit glossaire de quelques mots incontournables**.
- Des adresses internet d'Institut de recherche et autres liens utiles (**Pour se tenir informé**).

# Recherche scientifique et maladies infectieuses épidémiques

Dans le cadre de la recherche sur les maladies infectieuses, la pluridisciplinarité est indispensable pour relever les défis qui se posent. La recherche fondamentale et la recherche appliquée, toutes deux basées sur la méthodologie scientifique, utilisent des compétences nombreuses qui doivent nécessairement dialoguer : mathématiques, biologie cellulaire, biologie moléculaire, physique, génétique, statistique, biochimie, médecine, informatique, technologie...

## Microbiologie

La microbiologie étudie les micro-organismes : bactéries, virus, champignons, parasites. Elle a pour but de les caractériser (physiologie, biologie cellulaire, biologie moléculaire, génétique, imagerie...), d'étudier comment ils interagissent entre eux, avec leurs hôtes animaux ou végétaux, et avec leur environnement. Le cas échéant, elle participe au développement de nouvelles stratégies thérapeutiques ou préventives.

Les microbiologistes travaillent sur des échantillons d'origines très différentes : échantillons d'origine humaine, animale ou végétale, mais aussi échantillons industriels (industrie agro-alimentaire), échantillons de l'environnement (air, sol, eau de source, eau océanique...).

- ▶ [Pascale Cossart, biochimiste : Les microbes, c'est la vie - France Culture \(2016\)](#)
- ▶ [Institut Pasteur : Département de microbiologie](#)
- ▶ [CNRS, Le Journal : Microbiologie](#)

## Infectiologie

L'infectiologie est une spécialité de recherche et une spécialité médicale. La recherche en infectiologie vise à caractériser les agents infectieux (bactéries, virus, champignons, parasites) et à étudier les interactions entre hôtes et pathogènes. Elle a des applications en santé humaine (les maladies infectieuses sont la deuxième cause de mortalité humaine à l'échelle mondiale), animale ou végétale.

Le médecin infectiologue est spécialisé dans le diagnostic, le traitement et la prévention individuelle des infections à l'échelle individuelle ; il a également un rôle majeur dans la prévention collective de la diffusion des maladies transmissibles, ainsi que dans l'évaluation de l'impact écologique et économique des maladies infectieuses sur l'environnement et la collectivité.

- ▶ [CIRI \(Centre international de recherche en infectiologie\)](#)
- ▶ [Institut de recherche en infectiologie](#)
- ▶ [Laboratoire P4 Jean Mérieux-Inserm](#)
- ▶ [Inserm - Immunologie, inflammation, infectiologie et microbiologie](#)

## Virologie

La virologie est une spécialité à l'intérieur de l'infectiologie. La recherche en virologie se concentre, comme son nom l'indique, sur la connaissance des virus. Elle englobe la recherche fondamentale sur les virus et la virologie appliquée (santé publique, virologie clinique, virologie animale ou végétale).

Il s'agit de caractériser les virus et de comprendre les interactions virus/hôtes, et ce, jusqu'à l'échelon moléculaire, que le virus soit ou non pathogène pour l'hôte qui l'héberge.

La connaissance des virus, de leur structure, de leur type, de leurs mécanismes de multiplication et de propagation, et des réactions qu'ils déclenchent chez l'hôte (il peut s'agir de maladies respiratoires, neurologiques, de cancers...) est un préalable au développement des stratégies (vaccins, médicaments antiviraux) pour combattre les maladies ou s'en protéger.

La virologie est très largement pluridisciplinaire, elle intègre des expertises en microscopie électronique et techniques de marquage (mettre en évidence la structure et l'ultrastructure du virus) ; en physique et en mathématiques (faire des modélisations) ; en biologie moléculaire-génétique (étudier le génome viral, sa séquence, ses mutations) ; en biologie cellulaire (étudier le cycle viral, analyser les réactions immunitaires de l'hôte) ; en biochimie (étudier les enzymes responsables de la réplication virale ou pour faire un diagnostic ou pour développer des molécules antivirales) ; en écologie (étudier les coexistences de virus avec certaines espèces animales)...

Le médecin clinicien qui se spécialise dans le diagnostic et le traitement des infections virales aiguës ou chroniques est aussi un virologue (ou virologiste).

- ▶ [Françoise Barré-Sinoussi. Episodes 1 et 2 - France Culture \(2018\)](#)
- ▶ [Institut Pasteur - Département de virologie](#)
- ▶ [Société française de virologie](#)

## Immunologie

La recherche en immunologie peut être fondamentale ou appliquée. Elle a des liens très étroits avec la recherche en infectiologie et virologie. L'immunologie est aussi une spécialité de médecine clinique.

La recherche en immunologie explore le système immunitaire, système très complexe qui permet aux organismes vivants – des vers à l'homme – de se défendre naturellement contre des agents étrangers, notamment infectieux. Elle étudie l'ensemble des organes et tissus, cellules et

molécules qui réagissent de façon coordonnée pour résister aux infections.

L'immunologie cherche à identifier de nouvelles stratégies thérapeutiques pour combattre les infections, les cancers, et participe à la mise au point de nouveaux vaccins. Elle réunit des spécialistes de biologie cellulaire et moléculaire, ou encore de l'imagerie cellulaire, qui dialoguent avec des virologues, des parasitologues, des cancérologues, des épidémiologistes, des vaccinologues...

[Institut Pasteur - Département d'immunologie](#)

[Centre d'immunologie et de maladies infectieuses \(CIMI\)](#)

[Immunité : l'inné ou l'acquis ? - France Culture \(2020\)](#)

## Épidémiologie

L'épidémiologie est une science qui :

- ▶ étudie les variations de fréquence (dans le temps, dans l'espace, d'un quartier de ville à la planète tout entière) des maladies dans des populations et recherche les déterminants de ces variations ;
- ▶ définit et évalue les facteurs de risque (âge, profession, mode de vie, environnement) qui peuvent jouer un rôle dans l'émergence et la propagation de maladies et, en fonction d'eux, fait des prévisions ;
- ▶ participe à la recherche des causes des maladies, à l'amélioration des traitements et des moyens de prévention.

Quand une maladie épidémique infectieuse humaine et/ou animale démarre ou émerge, l'épidémiologiste de terrain enquête pour tenter d'identifier le plus vite possible l'agent à l'origine de l'épidémie, son point de départ et les facteurs de risque.

L'épidémiologie en santé publique concerne les agences de sécurité sanitaire (en France, Santé publique France, Anses, ANSM...), qui surveillent les maladies à l'échelle de la population.

L'épidémiologiste collecte des données et constitue des banques de données sur lesquelles il s'appuie pour faire des analyses statistiques et proposer des interprétations. Il met en place des procédures de surveillance des maladies, construit des échantillons représentatifs de populations et analyse en permanence les informations disponibles sur la santé de la population.

- ▶ [Arnaud Fontanet : L'épidémiologie, ou la science de l'estimation du risque en santé publique - Collège de France \(2019\)](#)
- ▶ [Institut Pasteur - Département de santé globale](#)
  - [Unité d'épidémiologie des maladies émergentes](#)
- ▶ [Le Portail Épidémiologie - France](#)
- ▶ [Institut Pierre Louis d'épidémiologie et de santé publique](#)
- ▶ [Épidémiologie, problématiques et enjeux - France Culture \(2019\) \(8 épisodes\)](#)

## Modélisation/Simulation des épidémies de maladies infectieuses

Les modélisations jouent un rôle essentiel pour mieux comprendre les mécanismes de la propagation d'un agent infectieux, produire des scénarios sur le risque et l'impact de l'épidémie, ainsi que sur les effets possibles des mesures de lutte.

Il s'agit de concevoir des modèles, c'est-à-dire des représentations approximatives, schématiques et simplifiées de la réalité. Selon que les modèles sont plus ou moins schématiques, la représentation de la réalité est plus ou moins simplifiée.

Un aspect important de la procédure de modélisation est de déterminer quels aspects de la réalité seront négligés et quels aspects seront représentés de la manière la plus fidèle possible.

Du compromis entre simplicité et réalisme dépendent la pertinence et l'utilité du modèle. Ces dernières sont directement fonction des choix qui ont été faits lors de l'élaboration du modèle, les choix étant guidés par les questions énoncées a priori, auxquelles on veut apporter des réponses.

À tout moment, la simulation sur ordinateur, grâce au développement d'outils informatiques, permet d'explorer la gamme de comportements générés par les équations qui composent le modèle et de varier les scénarios à volonté. La confrontation de ces comportements simulés avec la connaissance des comportements sur le terrain peut amener à modifier le modèle, toujours dans le but d'améliorer la compréhension sur le terrain.

En épidémiologie, un modèle de propagation peut être une aide à la décision, par exemple, en participant à la définition de stratégies de vaccination ou d'isolement des malades.

- ▶ [Covid-19 : comment sont conçus les modèles des épidémies ? - CNRS, Le Journal \(2020\)](#)
- ▶ [MODCOV19 : la modélisation pour mieux lutter contre la pandémie - CNRS \(2020\)](#)
- ▶ [Modélisation covid-19 Institut Pasteur](#)
- ▶ [Vittoria Colizza : Comment modéliser l'impact de la réouverture des écoles sur l'épidémie de Covid-19 ? - Presse Inserm \(2020\)](#)
- ▶ [Vittoria Colizza : Comprendre la propagation des maladies - Le blob, l'extra-média \(2015\)](#)

## Écologie

L'écologie est une science encore jeune, à la croisée de la biologie et des sciences de l'univers (climatologie, géophysique...). Elle étudie les interrelations des êtres vivants entre eux et les interrelations des êtres vivants avec leur

environnement physico-chimique. Ses analyses de l'impact de l'homme sur la biodiversité sont cruciales dans le domaine de la santé.

- ▶ [Comprendre la biosphère pour agir - CNRS, Institut écologie et environnement](#)
- ▶ [Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris \(IEES-Paris\)](#)
- ▶ [Muséum national d'Histoire naturelle - Département Homme et environnement](#)
- ▶ [Chris Bowler : La biodiversité et les écosystèmes à travers le temps et l'espace - Collège de France \(2021\)](#)

## Bioinformatique

La bioinformatique est une science récente, à la croisée de l'informatique, des mathématiques, de la biostatistique et de la biologie, de la médecine et de l'agronomie.

Elle crée, développe des outils et des applications informatiques qui sont utilisés par des biologistes pour les sciences du vivant : le traitement automatique de données biologiques produites à haut débit – Big Data – (par exemple les données du génome), les questions de modélisation, d'analyse et d'intégration des données...

En particulier, la biostatistique est essentielle dans la conception, la réalisation et l'analyse des essais cliniques et des études épidémiologiques.

- ▶ [Institut français de bioinformatique](#)
- ▶ [Institut Pasteur - Département de biologie computationnelle](#)
- ▶ [Société française de bioinformatique \(SFBI\)](#)
- ▶ [Traitements statistiques - France Culture \(2020\)](#)
- ▶ [Systèmes complexes : un petit poisson, un petit oiseau - France Culture \(2020\)](#)

## Santé publique

La santé publique aborde le sujet de la santé de manière collective, dans toutes ses dimensions, avec l'objectif d'améliorer l'état de santé d'une population.

Elle fait appel à de nombreuses disciplines scientifiques : biostatistique, épidémiologie, démographie, sociologie, psychologie sociale, recherche clinique, écologie, économie de la santé...

- ▶ [Institut de recherche en santé publique](#)
- ▶ [Comprendre la recherche en santé publique](#)

## Vaccinologie

La vaccination est un moyen d'améliorer la santé dans le monde. Ses effets sur la santé publique à l'échelle internationale sont indéniables en termes de prévention des maladies dues à des agents infectieux.

La recherche en vaccinologie est devenue une spécialité scientifique. Elle travaille à la mise au point de vaccins et

également d'immunothérapies contre des maladies mondiales, négligées ou émergentes, ainsi que sur la compréhension des déterminants de la protection vaccinale.

Pour cela, elle regroupe des immunologistes, des infectiologues et des virologues, des épidémiologistes et des spécialistes des vaccins et immunothérapies.

- ▶ [Institut Pasteur - Initiative en vaccinologie et immunothérapie](#)
- ▶ [Institut Pasteur - Laboratoire d'innovation en vaccins](#)
- ▶ [Institut de recherche vaccinale \(VRI\)](#)

## Sciences humaines et sociales (sociologie et anthropologie)

De façon générale, les sciences humaines et sociales s'intéressent aux modes d'interaction d'individus ou de populations avec leur environnement, qu'il soit physique, biologique ou humain.

Dans le domaine de la santé et des maladies (et tout particulièrement les phénomènes épidémiques), les sciences humaines et sociales, riches de leurs nombreuses disciplines (sociologie, anthropologie, ethnologie, philosophie, psychologie, psychologie sociale, histoire, politique...), étudient les réactions des sociétés aux risques sanitaires et au soin, leurs conceptions natives liées à la santé et à la maladie, ainsi que la manière dont les idées – représentations, opinions, croyances, connaissances – circulent, se propagent et s'intègrent plus ou moins facilement.

Les sciences humaines et sociales s'efforcent de comprendre les soubassements des résistances ou des hésitations à des interventions sanitaires, à des traitements dont le bien-fondé est évident pour la communauté scientifique, mais dont tel ou tel aspect peut être perçu comme dangereux, scandaleux ou inadéquat par une partie de la population, et donc source d'opposition ou de non-adhésion.

Les sciences humaines et sociales utilisent largement l'analyse de bases de données, des méthodes statistiques et des modélisations.

- ▶ [Les visages de la pandémie - La vie des idées, Collège de France](#)
- ▶ [La mondialisation du confinement - Une faille dans la planétarisation de l'urbain ? - CNRS, Le Journal \(2020\)](#)
- ▶ [Les peuples autochtones à l'épreuve du Covid-19 - CNRS, Le Journal \(2020\)](#)
- ▶ [Philippe Descola : Il faut repenser les rapports entre humains et non-humains - CNRS, Le Journal \(2020\)](#)
- ▶ [La chasse aux virus - France Culture \(2020\)](#)
- ▶ [Coronavirus : une épidémie de la peur - France Culture \(2020\)](#)

# Petit glossaire de quelques mots incontournables

## Agent infectieux

Agent biologique (virus, bactérie, champignon, parasite) responsable d'une maladie infectieuse. Certaines maladies infectieuses sont peu ou pas transmissibles, alors que d'autres sont hautement contagieuses.

## Coronavirus, SARS-CoV-2 et Covid-19

La famille des coronavirus (CoV) rassemble de très nombreux virus. Ils doivent leur nom à leur couronne de protéines.

Quelques coronavirus peuvent infecter l'espèce humaine : s'ils provoquent le plus souvent des symptômes bénins de type rhume, ils ont été reconnus responsables d'épidémies dangereuses (trois depuis le début du 21<sup>e</sup> siècle). SARS-CoV-2 est un nouveau membre de la famille. Il est responsable de la Covid-19. SARS pour *Severe Acute Respiratory Syndrome*/syndrome respiratoire aigu sévère ; CoV : coronavirus.

La maladie infectieuse respiratoire provoquée par le SARS-CoV-2 est appelée Covid-19 : Co pour Corona, v pour virus, d pour *disease* (« maladie » en anglais) et 19 pour 2019.

- ▶ [Actualités Covid-19 - Institut Pasteur](#)
- ▶ [Coronavirus et Covid-19 - Du simple rhume au syndrome respiratoire sévère - Inserm](#)

## Épidémie/Pandémie

On parle d'épidémie devant un nombre anormalement élevé de cas pour une maladie.

Les épidémies de maladies infectieuses peuvent être bactériennes (tuberculose, peste, choléra...) ou virales (grippe, varicelle, rougeole, Ebola, sida, dengue, Zika...).

L'ampleur d'une épidémie et sa gravité dépendent non seulement de l'agent infectieux en cause (est-il très contagieux ou pas, provoque-t-il une maladie grave ou pas, quel est son organe cible, quelle est sa porte d'entrée, quel est son mode de transmission, y a-t-il un âge cible... ?), mais aussi d'une quantité de paramètres qui s'intriquent (densité de la population, âge de la population, état de santé de la population, pratiques rituelles, météorologie, mesures de lutte...).

Dans le cas d'une épidémie de maladie infectieuse, un cluster est un foyer de contamination qui comporte au moins un certain nombre de cas confirmés ou probables, dans une période de temps définie.

Une épidémie qui touche plus de deux continents est en général appelée pandémie.

- ▶ [Covid-19 : la recherche mobilisée - CNRS, Le Journal \(2021\)](#)
- ▶ [Naissance d'une pandémie - Collège de France/France Culture \(2019\)](#)

## Réponse immunitaire

Les espèces vivantes sont sans cesse confrontées à de multiples attaques. Le système immunitaire repère des perturbations et communique des ordres à des cellules pour lutter contre les agents responsables de la perturbation.

On distingue souvent par commodité immunité innée et immunité adaptative : en réalité, ces deux systèmes sont étroitement liés, ils communiquent et collaborent constamment.

La réponse immunitaire innée est une réponse immédiate. Les leucocytes (globules blancs) qui ont détecté une perturbation réagissent avec des réponses stéréotypées identiques, de la naissance à la mort et chez tous les individus d'une même espèce, en déclenchant la réponse inflammatoire. Cette réponse a l'avantage d'être rapide, mais n'est pas forcément efficace.

L'immunité adaptative est une réponse généralement plus efficace, mais plus lente à se mettre en place. Des leucocytes particuliers, lymphocytes B ou T, sont dotés de récepteurs spécialisés dont l'interaction avec le ou les antigènes induit le développement d'agents adaptés (lymphocytes B ou T spécifiques, anticorps spécifiques...) dont ils conservent la mémoire. Le système immunitaire adaptatif se développe tout au long de la vie de l'organisme en fonction des perturbations qu'il rencontre (le vaccin est une perturbation volontairement induite).

- ▶ [Au cœur des organes : la mémoire immunitaire - Inserm \(2016\)](#)
- ▶ [Au cœur des organes : l'immunité adaptative - Inserm \(2016\)](#)
- ▶ [Immunité : l'inné ou l'acquis ? - France Culture \(2020\)](#)

## Tests biologiques

Les tests biologiques sont de deux grands types :

- Les tests de dépistage recherchent la présence du virus SARS-CoV-2 chez un individu. Ils se font le plus souvent sur des prélèvements nasopharyngés ou sur de la salive. S'ils sont positifs, ils indiquent que l'individu est porteur du virus qu'il peut transmettre.

- Les tests PCR (ou RT-PCR) Covid-19 recherchent la présence de matériel génétique du virus.
  - Les tests antigéniques recherchent la présence de protéines constitutives du virus.
  - Le test de diagnostic rétrospectif est un test sérologique. Il se fait sur un prélèvement de sang. Il recherche la présence d'anticorps dirigés contre le virus. Ces anticorps sont le signe que l'individu a rencontré le virus.
- ▶ [Fonctionnement et fiabilité des tests RT-PCR pour la détection du SARS-CoV-2 - Institut Pasteur](#)

## Vaccination/Vaccins

C'est par des campagnes internationales de vaccination que la variole, maladie virale très contagieuse et dangereuse, a été éradiquée et que la poliomyélite, maladie virale gravissime chez les enfants, est en bonne voie d'éradication.

L'administration d'un vaccin vise à provoquer une réponse immunitaire pour protéger le sujet vacciné de la maladie s'il se trouve en contact avec l'agent pathogène en cause. Le but est d'obtenir une immunité contre la maladie causée par l'agent pathogène.

Le bénéfice de la vaccination peut être :

- individuel : se protéger d'une maladie peu ou pas contagieuse d'origine virale (hépatite A) ou bactérienne (tétanos) ou
- individuel et collectif : se protéger soi-même et protéger les autres d'une maladie infectieuse contagieuse, soit bactérienne (choléra, peste, tuberculose, par exemple), soit virale (rougeole, hépatite B, varicelle, par exemple).

Plusieurs types de vaccins ont été mis au point :

les vaccins vivants atténués, fabriqués à partir d'agents infectieux vivants atténués par des cultures prolongées ;

les vaccins tués, fabriqués à partir de virus ou de bactéries tués soit par exposition à la chaleur, soit par des produits chimiques ;

les vaccins sous-unitaires, fabriqués à partir de molécules provenant de l'agent infectieux, incapables à elles seules de provoquer la maladie, mais suffisantes pour activer les mécanismes du système de défense immunitaire de l'organisme ;

les vaccins obtenus par génie génétique, soit à ADN, soit à ARN.

- ▶ [Vaccins et vaccinations - Inserm \(2015\)](#)

## Virus

Le monde des virus est très vaste et encore incomplètement connu.

Les virus peuvent être considérés comme des parasites, car ils ont besoin d'un hôte pour se reproduire. Ils sont

constitués d'un matériel génétique, ADN ou ARN messager, enveloppé dans une capsid de protéines, qui permet au virus de s'arrimer aux cellules de son hôte, puis d'y entrer.

Une fois à l'intérieur des cellules, le virus détourne leur machinerie cellulaire pour se répliquer en grand nombre.

Le calcul du R0 ou taux de reproduction de base donne un chiffre spécifique à chaque virus. Il prend en compte principalement trois facteurs : la durée de la contagiosité après infection ; la probabilité d'une infection après un contact avec une personne infectée ; la fréquence des contacts humains.

La létalité des virus pour l'espèce humaine est très variée : les atteintes peuvent être bénignes (certains coronavirus, par exemple) ou mortelles (virus Ebola, par exemple).

La contagiosité des virus est elle aussi très différente : le virus de la rougeole, par exemple, est hautement contagieux, le virus de la grippe saisonnière est peu contagieux.

Létalité et contagiosité ne sont pas liées.

Il faut noter que les virus ne sont pas tous pathogènes pour l'espèce humaine, loin de là.

- ▶ [Web-série Virus - Muséum national d'Histoire naturelle \(2021\)](#)

## Zoonose

Une zoonose est une maladie ou une infection naturellement transmissible des animaux vertébrés à l'homme, et vice versa.

- ▶ [Zoonoses - OMS](#)

# Pour se tenir informé

- ▶ Collège de France :
  - [Chaire de microbiologie et maladies infectieuses, Philippe Sansonetti](#)
  - [Chaire de santé publique, Arnaud Fontanet](#)
  - [Covid-19 ou la chronique d'une émergence annoncée \(2020\)](#)
  - [Initiative Covid-19 au Collège de France](#)
  - [L'épidémiologie, ou la science de l'estimation du risque en santé publique \(2019\)](#)
  - [Les visages de la pandémie \(2020\)](#)
  - [Sortie de confinement, ou la somme de tous les dangers \(2020\)](#)
  - [Vaccins : à la recherche du temps scientifique \(2020\)](#)
  - [Vaccins Covid-19, rêve ou réalité ? \(2020\)](#)
- ▶ Académie des sciences : [Infos Covid-19](#)
  
- ▶ CEA : [Le CEA mobilisé pour lutter contre la COVID-19](#)
- ▶ CNRS - Le Journal : [Covid-19 : la recherche mobilisée](#)
- ▶ CNRS : [Coronavirus : sur le front scientifique](#)
- ▶ INRAE : [COVID-19 : la santé globale en jeu](#)
- ▶ Inria : [Inria présente les projets de sa mission Covid](#)
- ▶ Inserm : [Coronavirus et Covid-19 - Du simple rhume au syndrome respiratoire aigu sévère](#)
- ▶ Institut Pasteur : [Tout sur SARS-CoV-2/Covid-19 à l'Institut Pasteur](#)
- ▶ Institut Pierre Louis d'épidémiologie et de santé Publique (IPLESP) : [L'IPLESP à la pointe de la recherche sur la COVID-19](#)
- ▶ IRD : [Création de l'Institut Covid Ad Memoriam](#)
  
- ▶ OMS : [Maladie à coronavirus 2019 \(COVID-19\) : conseils au grand public](#)

## Et encore... des conseils d'interviews/d'infographies/de vidéos/de sites

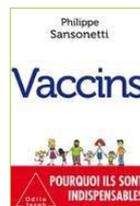
- ▶ Adiós Corona  
[Adiós Corona](#). Des explications simples des articles scientifiques sur le SARS-CoV-2 responsable de la Covid-19 par une équipe bénévole de jeunes chercheurs du CNRS, de l'Inserm et de l'Université de Paris.

- ▶ Arte
  - [Data Science vs Fake - Décoder les chiffres du coronavirus](#)
  - [Covid-19 : un an de pandémie](#)
- ▶ Bibliothèque publique d'information
  - [Coronavirus Covid-19 : quelles sources pour s'informer ?](#)
- ▶ France Culture
  - [Radiographies du coronavirus](#)
  - [Covid, une catastrophe écrite à l'avance ? \(2020\)](#)
  - [Chauves-souris, les ailes du virus \(2020\)](#)
  - [Un an de pandémie : après le sprint, la course de fond \(2021\)](#)
- ▶ Journal *Le Monde*
  - [Coronavirus et Covid-19 : les vidéos pour comprendre](#)
  - [Les décodeurs](#)

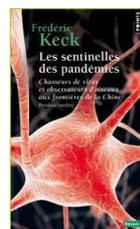
## Une petite bibliothèque



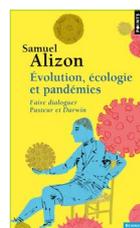
*Tempête parfaite - Chronique d'une pandémie annoncée*, Philippe Sansonetti, éd. Seuil (2020)



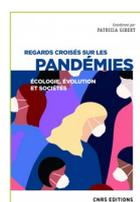
*Vaccins*, Philippe Sansonetti, éd. Odile Jacob (2017)



*Les Sentinelles des pandémies. Chasseurs de virus et observateurs d'oiseaux aux frontières de la Chine*, Frédéric Keck, éd. Seuil Points (2021)



*Évolution, écologie et pandémies - Faire dialoguer Pasteur et Darwin*, Samuel Alizon, éd. Seuil Points (2020)



*Regards croisés sur les pandémies - Écologie, évolution et sociétés*, Patricia Gibert, éd. CNRS éditions (2021)

---

## Auteurs

Anne BERNARD-DELORME, Mathieu FARINA, Elena PASQUINELLI

## Remerciements

Soutenu par



## En partenariat avec



## Date de publication

Avril 2021

## Licence

Ce document a été publié par la Fondation La main à la pâte sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



*Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.*

## Fondation La main à la pâte

43 rue de Rennes  
75 006 Paris  
01 85 08 71 79  
contact@fondation-lamap.org

Site : [www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)

