



Sous la direction de
Michel Dron et Philippe Kim-Bonbled

Covid-19 et agriculture

Une opportunité pour la transition agricole
et alimentaire ?

Préface de Constant Lecoœur et Nadine Vivier

Michel Dron et Philippe Kim-Bonbled (Dir.), *Covid-19 et agriculture. Une opportunité pour la transition agricole et alimentaire ?*, Paris : Presses des Mines, collection Académie d'agriculture de France, 2020.

© Presses des MINES - TRANSVALOR, 2020
60, boulevard Saint-Michel - 75272 Paris Cedex 06 - France
presses@mines-paristech.fr
www.pressedesmines.com

Couverture : © Pixabay

ISBN : 978-2-35671-621-7
Dépôt légal : 2020
Achevé d'imprimer en 2020 (Paris)

Cette publication a bénéficié du soutien de l'Institut Carnot M.I.N.E.S.
Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour tous les pays.

Covid-19 et agriculture

Une opportunité pour la transition agricole
et alimentaire ?

Collection Académie d'agriculture de France

Jérôme Lazard, *Piscicultures du monde. Aujourd'hui et demain.*

Bernard Le Buanec (Dir.), *L'Agriculture face à ses défis techniques.*

Gérard Chouquer, *Le Foncier. Entre propriété et expertise.*

Catherine Regnault-Roger, Louis-Marie Houdebine, Agnès Ricroch (Dir.), *Au-delà des OGM. Science-Innovation-Société.*

Catherine Regnault-Roger (Dir.), *Idées reçues et agriculture. Parole à la science.*

Catherine Regnault-Roger et André Fougeroux (Dir.), *Santé du végétal: 100 ans déjà! Regards sur la Phytopharmacie*

Sous la direction de
Michel Dron et Philippe Kim-Bonbled

Covid-19 et agriculture

Une opportunité pour la transition agricole
et alimentaire ?

Préface de Constant Lecoœur et Nadine Vivier



Avant-propos

« Une passion : connaître, une ambition transmettre », la devise de l'Académie d'agriculture de France

Catherine Regnault-Roger

*Membre de l'Académie d'agriculture de France,
Directrice de la collection*

Cet ouvrage s'inscrit dans la collection des livres de l'Académie d'agriculture de France publiée par Presses des Mines.

Fondée en 1761 sous Louis XV, l'Académie d'agriculture de France, placée sous la protection du président de la République, est l'une des plus anciennes sociétés savantes de notre pays. Composée de personnalités françaises et étrangères issues de la recherche, de la haute administration et du monde professionnel, elle s'est fixée comme mandat d'éclairer les citoyens et les décideurs sur les évolutions actuelles et futures de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Sont au centre de ses réflexions, les moyens de produire mieux et plus pour nourrir les hommes tout en préservant l'environnement, à travers des études et des débats sur le progrès technique et l'innovation et leur acceptabilité par la société, ou encore les politiques agricoles, environnementales et territoriales.

Ces différents sujets sont abordés au sein de sections thématiques et de groupes de travail transversaux, au cours de séances hebdomadaires publiques ou de colloques. Les résultats de ces travaux, sont publiés sur le site internet www.academie-agriculture.fr et des revues électroniques, mais également sous forme de livres qu'elle parraine.

Le Comité des Livres de l'Académie d'agriculture de France a pour objectif de mettre en œuvre une démarche d'édition d'ouvrages de l'Académie. Il est l'interface avec les maisons d'édition qui ont accepté de publier des ouvrages labellisés ou des collections d'ouvrages de l'Académie. Le partenariat avec les éditions Presses des Mines s'inscrit dans ce cadre.

La publication des livres de l'Académie d'agriculture de France relève du Comité des livres. Il est pluridisciplinaire, constitué d'académiciens dont les champs de compétences conjugent sciences et techniques, sciences agronomiques et sciences du vivant, sciences sociales et humaines, économie et politique, et aux parcours professionnels diversifiés au sein de la recherche, de l'enseignement supérieur, de l'industrie, de l'administration ou de la communication. Présidé par Catherine Regnault-Roger, il est composé à ce jour de Jean-Louis Bernard, Jean-François Colomer, Noëlle Dorion, Christian Férault, André Fougeroux, Léon Guéguen, Philippe Kim-Bonbled, Jean-François Morot-Gaudry, Christian Saber et Nadine Vivier.

Les ouvrages parrainés par l'Académie sont guidés par la volonté de diffuser la connaissance à partir d'analyses scientifiques rigoureuses mais néanmoins accessibles au plus grand nombre afin que *« que la science soit près du moissonneur »* (Jean Jaurès, 1901).

Il peut s'agir de travaux collectifs que les groupes de réflexions de l'Académie ont menés mais aussi du fruit de la pensée synthétique d'un académicien. L'ouvrage que vous avez entre les mains s'inscrit dans la première catégorie. Il s'agit toutefois d'un ouvrage collectif particulier car réalisé pendant le confinement du printemps 2020 à partir de réflexions d'académiciens sur leurs sujets de prédilection et de compétence, qui sont centrés sur l'agriculture, l'alimentation et l'environnement et questionnés à travers le prisme de la pandémie de la Covid-19 : parmi les thèmes abordés l'agroécologie, la sécurité alimentaire mondiale, la territorialisation et les circuits de commercialisation, les avancées technologiques, l'évolution de l'Union européenne (UE) et sa politique agricole commune, etc.

Les échanges et débats se sont faits par visioconférence et ont alimenté un « forum académique numérique ». Ce sont ces contributions qui vous sont communiquées dans cet ouvrage sous la direction de Michel Dron, membre de l'Académie et de Philippe Kim-Bonbled, directeur du développement et de la communication. Le Secrétaire perpétuel et la présidente de l'Académie ont tenu à préfacer ensemble cet ouvrage qui démontre que l'Académie d'agriculture de France est rentrée de plain-pied dans l'ère numérique. Léon Guéguen et Christian Saber, membres du Comité des Livres, ont accompagné le processus de relecture du manuscrit et des épreuves, ainsi que Dominique Job, membre de l'Académie d'agriculture de France. Nous les en remercions vivement.

Avec la crise de la Covid-19, l'Académie d'agriculture de France épouse plus que jamais son siècle en devenant, comme le souligne cet élan collectif de 55 académiciens qui ont écrit ces contributions, une société savante et connectée, une académie 4.0!

Préface

Constant Lecoeur et Nadine Vivier

*Secrétaire perpétuel et Présidente
de l'Académie d'agriculture de France*

Les microbes font-ils l'histoire? Le coronavirus, agent de la récente pandémie de la Covid-19, échappe-t-il à cette interrogation? Les nations affectées ont, à des degrés divers, réagi jusqu'à confiner leurs habitants, gelant toute activité, toute une économie, sauveguardant les secteurs de la santé et les circuits d'approvisionnement alimentaire.

Pourquoi l'Académie d'agriculture s'est-elle « activement mobilisée » pendant cette période de confinement sanitaire?

Sans aucun doute, trois facteurs ont joué pour amener ses membres à organiser un forum interne s'appuyant sur l'ensemble des sections et à participer activement à la plateforme interacadémique créée à l'initiative de l'Académie des technologies et réunissant les Académies des sciences, de médecine, d'agriculture, de pharmacie et vétérinaire.

- Premier facteur, l'incidence de la soudaine et nouvelle pandémie mondiale interroge de nombreux champs scientifiques dont ceux de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement.
- Deuxième facteur, la pandémie naît des rapports entre les animaux, sauvages ou non, de leur environnement et de l'alimentation des Hommes, voire de leur proximité.
- Troisième facteur, la pandémie a soulevé ce lien entre sécurité alimentaire et sécurité sanitaire et la nécessité d'assurer des apports nutritifs et caloriques suffisants et en qualité aux populations.

Plus de soixante confrères ont ainsi poursuivi leurs propres réflexions au sein de chacune des 10 sections thématiques de l'Académie (<https://www.academie-agriculture.fr>). Le forum numérique animé par Michel Dron, secrétaire de la section Productions végétales et Philippe Kim-Bonbled, directeur du développement et de la communication de l'Académie, a permis de collecter les diverses productions des membres et a assuré des échanges collectifs par

vidéoconférences périodiques de manière à confronter et à faire progresser les idées.

De quels matériaux allions-nous bénéficier? Comment mieux comprendre les origines de la pandémie? À travers l'histoire des autres épidémies, pouvons-nous en discerner des similitudes avec la crise actuelle? Comment la resituer dans son contexte mondial? Quelles interrogations porter sur notre propre approvisionnement alimentaire entre local et global? Quel regard avoir sur des transitions alimentaires et la territorialisation des productions? Quelles sont les modifications suscitées par l'utilisation des nouvelles technologies, du numérique aux biotechnologies?

Sont posées autant de questions, nées avant l'explosion de la pandémie, auxquelles des membres de l'Académie s'attachent à apporter leurs éclairages, fruits de leurs expériences et de leurs réflexions. Trois parties regroupent leurs productions :

- 1^e: La pandémie et ses réalités agricoles,
- 2^e: Les vulnérabilités agricoles mises en évidence par la pandémie,
- 3^e: L'après-pandémie agricole.

Pour illustrer les chapitres écrits par les consœurs et confrères, des membres engagés au quotidien dans différents secteurs d'activités font part de la manière dont ils ont vécu la pandémie, comment ils ont dû s'y adapter et quelles leçons ils en tirent pour l'avenir.

Faites de cet ouvrage des repères, pour vos propres réflexions et pour vous donner quelques perspectives pour une « agriculture et une alimentation durables et solidaires ».

Préambule

Michel Dron et Philippe Kim-Bonbled

*Membre de l'Académie d'agriculture de France et directeur du développement et de la communication de l'Académie.
Animateurs du Forum*

L'ouvrage « Covid-19 et agriculture. Une opportunité pour la transition agricole et alimentaire ? » résulte d'une « prouesse » pour l'Académie d'agriculture de France.

En effet !

Avant même de concevoir cet ouvrage, il a fallu permettre à nos membres d'échanger sur ce sujet, oh combien important ! Nous avons dû, pour cela, nous doter dans l'urgence de moyens de visioconférences. Moyens qui, au demeurant, ont séduit les Académiciennes et les Académiciens, quel que soit leur âge, et surtout qui ont permis à nos membres étrangers de participer facilement à nos débats, organisés sous forme d'un « Forum numérique Covid-19 » dont nous avons eu l'honneur de nous voir confier l'animation.

Il s'est agi également de mener la réflexion au sein de l'Académie en y intégrant les intéressants apports sur le sujet de la plateforme interacadémique Covid-19, à laquelle plusieurs d'entre nous ont participé et contribué activement.

Ensuite, pour imaginer concevoir cet ouvrage, il a fallu convaincre les membres de l'Académie d'accepter d'émettre des réflexions « à chaud » sur un sujet d'actualité. Tous ne l'ont pas accepté ! Mais des Académiciens et des Académiciennes, rompus à la rédaction de « Points de vue » et de fiches pour notre Encyclopédie en ligne, ont bien évidemment tout de suite donné leur accord pour participer à l'exercice. Qu'ils en soient toutes et tous remerciés !

Il s'est agi également de faire le bon choix éditorial. C'est pourquoi nous avons tout naturellement opté pour inscrire l'ouvrage dans la collection des Livres de l'Académie d'agriculture de France des éditions Presses des Mines, dont l'ambition est de « diffuser la connaissance au plus grand nombre à partir d'analyses rigoureuses et accessibles ».

Enfin, pour réaliser l'ouvrage collectif «Covid-19 et agriculture. Une opportunité pour la transition agricole et alimentaire?», et ce n'était pas le plus mince des défis à relever, il a fallu «inciter» les différents auteurs à se concerter entre eux, à «admettre» qu'ils pouvaient mener des analyses concertées sur la crise sanitaire mais avoir des «positions distinctes» sur ses conséquences dans les domaines de compétence de notre Compagnie: l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement.

Elles et ils l'ont accepté. Et c'est ce qui fait l'originalité et la force de l'ouvrage dont vous allez commencer la lecture et, nous l'espérons, l'achever avec grand intérêt.

«Covid-19 et agriculture. Une opportunité pour la transition agricole et alimentaire?» n'est pas un avis de l'Académie d'agriculture de France sur le «monde agricole d'après»! C'est un recueil de réflexions, de commentaires, de pistes, souvent précédemment évoqués et travaillés au sein de l'Académie; mais réaffirmés «à chaud», durant la crise de la Covid-19, par leurs auteurs qui en assurent l'entière responsabilité.

N'est-ce pas le rôle de notre Société savante «riche de plus de 250 ans de recul» de «réfléchir à l'actualité» pour «anticiper le futur»?

C'est en tous les cas ce que nous avons voulu prouver en assumant la direction éditoriale de l'ouvrage.

Première partie

La pandémie et ses réalités agricoles

Dans cette partie, seront abordés les aspects suivants : comprendre les zoonoses pour agir en agriculture ; décrire la résilience de nos sociétés et de l'agriculture face à des crises et le rôle de la biodiversité ; évaluer les vieux défis et les nouveaux enjeux des sociétés face au choc pandémique ; évaluer l'impact des proximités géographiques et des distances sociales dans la pandémie ; faire le point sur l'autonomie de l'agriculture française en matière d'équipements et d'intrants agricoles ; présenter la sécurité alimentaire en Afrique.

Chapitre 1

Comprendre les zoonoses pour agir contre la Covid-19

Claude Allo, Barbara Dufour, Hubert Laude, Arlette Laval, Christian Lévêque, Geneviève Rey

Le choc créé par la pandémie de la Covid-19 a été brutal, considérable et inédit. La crise sanitaire a bouleversé nos modes de vie et on n'a pas fini d'en mesurer les conséquences économiques et sociales sur le plan mondial. Les incertitudes ont alimenté les rumeurs et les propos les plus contradictoires sur son origine. Connaître les causes de la pandémie est la première nécessité, pour ensuite, agir au mieux.

C'est l'objectif de cet article collectif qui rappelle d'abord que cette crise s'inscrit dans une longue série d'épidémies d'origine animale auxquelles les sociétés humaines ont toujours été confrontées. On précisera donc ce que sont les zoonoses et les coronavirus pour mieux comprendre ce que l'on sait sur la transmission du SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) à l'Homme mais aussi les questions qui restent posées. Les changements de l'environnement ont été quasi systématiquement montrés du doigt. Mais qu'en est-il exactement? Enfin, dans une dernière partie, on s'attachera aux pistes d'actions réalistes pour progresser dans la maîtrise des zoonoses sans occulter les difficultés.

Qu'est-ce qu'une zoonose ?

Quelques définitions

Les zoonoses sont des maladies qui se transmettent naturellement de l'animal à l'Homme. Elles sont provoquées par des agents transmissibles (virus, bactérie, parasite-helminthe, champignon, protozoaire ou prion) se développant au moins chez deux espèces de vertébrés dont l'Homme [1].

On peut distinguer les maladies d'origine zoonotique, comme les SARS 1 et 2, ainsi que le SIDA et la Covid-19, qui ont bien une origine animale mais sans retour ultérieur à l'espèce d'origine, et les zoonoses vraies, comme la tuberculose

ou les salmonelloses, et même le MERS qui affecte indifféremment l'Homme ou le chameau. Dans le premier cas, l'animal n'étant impliqué qu'au départ, il n'est donc pas nécessaire de maîtriser l'infection chez l'animal pour maîtriser la maladie chez l'Homme, à l'inverse des zoonoses vraies où l'animal représente un réservoir permettant à l'agent zoonotique de survivre durablement.

Certaines maladies sont historiquement communes à l'Homme et aux animaux, d'autres ont franchi la barrière d'espèce. Le phénomène peut être accidentel ou consécutif à une forte pression d'exposition, comme on a pu le voir avec l'encéphalopathie spongiforme bovine, autre maladie d'origine zoonotique. La réceptivité de l'Homme au prion a été révélée lorsque les méthodes de traitement des farines animales ont été modifiées et ont facilité les contacts avec des quantités importantes de prion. D'une façon générale, la promiscuité entre les espèces facilite la modification de la réceptivité aux agents pathogènes, viraux en particulier. La modification de la réceptivité dépend des agents pathogènes; elle est plus facile pour les virus à ARN qui mutent facilement, que pour les virus à ADN plus stables.

Les zoonoses sont connues depuis la plus haute antiquité. La transmission de la rage à l'Homme à partir des chiens ou d'autres carnivores, par exemple, est décrite depuis au moins 2000 ans avant Jésus-Christ. La barrière d'espèce a été franchie deux fois, le virus a d'abord évolué chez les chiroptères avant d'émerger chez les carnivores [2].

Encart 1: les zoonoses

Selon leur mode de transmission à l'Homme, on distingue quatre catégories de zoonoses (classification de Schwabe citée par Savey et Dufour) :

Les orthozoonoses, se transmettent directement par traumatisme, contact, inhalation ou ingestion. Ce sont les plus nombreuses: brucellose, tuberculose, salmonelloses, charbon, leptospiroses, listériose, tularémie, rouget, morve, pseudotuberculose, fièvre Q, rage, ornithose-psittacose, ESB... On peut leur rajouter les infections par des bactéries multirésistantes aux antibiotiques: SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline) et *Escherichia coli* BLSE (porteur de bêta-lactamase à spectre élargi).

Les cyclozoonoses, essentiellement parasitaires, ont une transmission cyclique. Elles sont moins nombreuses (téniasis, hydatidose, cénurose). L'Homme est alors un maillon indispensable pour la réalisation du cycle parasitaire.

Les phérozoonoses ont une transmission vectorielle et sont dues à la piqûre d'un vecteur (moustique, puce ou tique) infecté par des virus (encéphalomyélites, fièvre jaune), des rickettsies (typhus divers, fièvre boutonneuse, fièvre Q), ou des bactéries (peste, borrellose, maladie de Lyme, tularémie), des protozoaires (leishmaniose, trypanosomoses) et comprennent aussi certaines helminthoses graves (schistosomose, filariose, draconculose, onchocercose, distomatose).

Les saprozoonoses ont un réservoir tellurique et/ou aquatique enrichi par les animaux, à partir duquel les hôtes se contaminent. C'est par exemple le cas du tétanos, du rouget, du charbon, de la listériose, de l'actinomycose, des teignes, de la sporotrichose, de l'ankylostomose, voire du botulisme.

Les zoonoses majeures dans l'histoire et les zoonoses émergentes

Les zoonoses sont classées en zoonoses majeures ou mineures en fonction de leur gravité chez l'Homme et de leur fréquence.

L'histoire des zoonoses nous montre que leur statut a évolué avec le temps [3]. L'amélioration des méthodes de diagnostic a permis de mesurer leur impact avec plus de précision. C'est par exemple le cas de la tuberculose bovine dont la viande contaminée faisait l'objet de saisie dès le Moyen Âge, mais qui au XIX^e siècle, a été fortement discutée. Certains, comme Chauveau, la considéraient comme dangereuse pour l'Homme et d'autres, comme Reynal et même Robert Koch en niaient le risque. Pourtant, le lait de vache tuberculeuse a contaminé de nombreux enfants. La lutte contre la tuberculose bovine a débuté dans les années 1950. On peut considérer que c'est un réel succès, mais elle n'a pas totalement disparu et des foyers sont encore entretenus par la faune sauvage (cervidés sauvages, blaireaux et même le sanglier), avec une réémergence préoccupante dans certaines régions. L'importation de sujets contaminés à partir des pays étrangers doit être rigoureusement surveillée.

La vaccination a fait disparaître la rage de France. C'est en vaccinant le principal réservoir, le renard, que la rage a pratiquement été éradiquée en Europe de l'Ouest. Nous ne sommes pas totalement à l'abri puisque la maladie sévit encore dans des pays voisins. Quelques cas épisodiques et liés à l'introduction de carnivores domestiques infectés sont encore observés, mettant en exergue la nécessité de contrôler la circulation des carnivores domestiques.

Les brucelloses, à *Brucella bovis*, ou *Brucella melitensis*, deux zoonoses majeures ont, elles aussi, disparu grâce à la vaccination et à l'abattage des troupeaux contaminés. En revanche *Brucella suis*, (heureusement beaucoup plus faiblement zoonotique) est encore présente sur le territoire national. Les sangliers et les lièvres constituent un réservoir exigeant une surveillance constante, en particulier pour la brucellose du porc en élevage plein-air qui nécessite la mise en place de profondes clôtures pour résister aux intrusions des sangliers.

Les anthelminthiques modernes permettent de contrôler les zoonoses parasitaires les plus graves. Reste quand même l'échinococcose qui peut contaminer l'Homme à partir de baies sauvages et même des légumes du jardin souillés par des déjections de renards ou de carnivores sauvages et dont l'incidence ne cesse d'augmenter en France. Initialement cantonnée à la Franche-Comté, elle s'est répandue sur pratiquement tout le territoire.

Certaines zoonoses bactériennes redoutables ont elles aussi pratiquement disparu grâce à l'antibiothérapie. C'est le cas de la morve et de la peste humaine.

Le cas des salmonelloses est intéressant à plusieurs titres. Il s'agit d'une zoonose difficile à identifier chez l'animal dans la mesure où le plus souvent les oiseaux atteints ne présentent pas de signe clinique. D'autre part, les salmonelles les plus pathogènes pour l'Homme, *Salmonella Enteritidis*, d'origine aviaire, *Salmonella Dublin*, d'origine bovine et *Salmonella Cholerae* suis sont pratiquement éradiquées. Ce sont les élevages avicoles qui sont les plus concernés. *Salmonella Enteritidis* se retrouve malheureusement encore en élevage fermier et est régulièrement cause de toxi-infection alimentaire avec des préparations à base d'œuf cru. Cependant, d'autres sérovars ont pris le relais : *Salmonella Typhimurium*, *Infantis*, *Kentucky*. Les élevages au sol avec un parcours extérieur sont plus susceptibles de se contaminer à partir des réservoirs constitués par les animaux sauvages, oiseaux mais aussi mammifères. La vaccination peut être envisagée pour *Salmonella Enteritidis* et *Typhimurium*, mais les autres sérovars ne peuvent être contrôlés que par des mesures sanitaires. Les salmonelloses animales ne doivent pas faire l'objet d'un traitement antibiotique du fait du risque d'émergence de résistance aux antibiotiques.

Autres zoonoses bactériennes émergentes, les staphylococcies dues à des SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline). Elles sont encore rares mais doivent être attentivement surveillées, en particulier en élevage porcins et bovins laitiers. Les leptospiroses sont connues depuis longtemps, mais le réchauffement climatique facilitera leur survie dans les eaux de surface. La prolifération de certaines espèces sauvages qui excrètent les bactéries dans leurs urines, comme les ragondins à la campagne et les rats en ville, peuvent contribuer à en augmenter l'incidence.

Il est évidemment impossible d'être exhaustif en raison du très grand nombre des zoonoses. On peut cependant conclure en insistant sur l'intérêt des mesures sanitaires de prévention. Elles consistent en fonction des cas, soit à lutter surtout contre «l'émission» réduisant l'importance de l'infection dans les espèces animales réservoirs, soit à lutter contre l'exposition humaine notamment pour des zoonoses dont les réservoirs sont des animaux de la faune sauvage. Ce sont ces mesures qui ont permis de contrôler la plupart de ces grandes maladies dans les élevages français et dans les pays développés. La surveillance épidémiologique a été essentielle pour intervenir avant que la situation ne devienne incontrôlable, de même que l'utilisation des vaccins, chaque fois que possible, ainsi que des antibiotiques dans certains cas, dont l'usage doit évidemment rester prudent. C'est surtout la possibilité d'infection provenant de la faune sauvage qui constitue le risque principal.

Ce que l'on sait des coronavirus et de la Covid-19

Une grande diversité de coronavirus

Fin 2019, l'OMS rapportait l'existence d'un foyer de pneumonie sévère, hautement contagieuse, dans la province chinoise de Hubei. Pour donner suite à l'isolement et au séquençage de plusieurs isolats, l'agent causal fut très rapidement identifié comme étant un nouveau coronavirus, désigné SARS-CoV-2 [4-5].

En médecine vétérinaire, les coronavirus représentent des pathogènes majeurs car ils provoquent des maladies sévères chez plusieurs espèces d'animaux domestiques, susceptibles d'engendrer de lourdes pertes économiques en élevage. Aucun d'entre eux parmi ceux identifiés en médecine vétérinaire ne se transmet à l'Homme. Les coronavirus infectant l'Homme ne se manifestaient jusqu'au début de ce siècle que comme des agents responsables de rhumes bénins, et restaient comparativement peu étudiés. La plupart des coronavirus ciblent les muqueuses aériennes ou digestives. Selon le virus en cause, l'infection occasionne des troubles respiratoires allant de la bronchite à la pneumonie, ou des diarrhées, souvent fatales chez les individus en bas âge. Ce tropisme n'est cependant pas exclusif, et d'autres tissus peuvent être touchés, comme dans le cas du SARS-CoV-2, où des atteintes extra-pulmonaires peuvent aussi s'observer.

Les coronavirus sont des virus enveloppés à ARN positif. Leur génome est constitué d'une seule molécule d'environ 30 000 nucléotides, une capacité codante très élevée pour un virus à ARN. Il code une quinzaine de protéines non-structurales, qui assurent l'expression de l'information génétique et le contrôle de diverses fonctions, y compris défensives, de la cellule hôte. Les virions sont constitués de la protéine N qui entoure le génome, et de trois protéines membranaires, dont la protéine de spicule S qui forme la couronne typique visible en microscopie électronique. La protéine S est le déterminant majeur du tropisme tissulaire et de la spécificité d'espèce des coronavirus via l'interaction avec un récepteur cellulaire spécifique, étape conditionnelle à l'entrée du virus dans les cellules cibles. Les Alphacoronavirus et les Bétacoronavirus infectent diverses espèces de mammifères, tandis que les Gammacoronavirus et les Deltacoronavirus infectent essentiellement les oiseaux.

Encart 2 : les coronavirus

La sous-famille des coronavirus comprend actuellement plus d'une cinquantaine de membres, classés en quatre genres.

Le genre Alphacoronavirus (alphaCoV) inclut plusieurs virus entéro-pathogènes touchant l'espèce porcine et les carnivores domestiques : les virus de la gastro-entérite transmissible (TGEV), de la diarrhée enzootique porcine (PEDV), le virus SECV (*swine enteritis coronavirus*) découvert en Europe en 2016 - fruit d'une recombinaison intergénomique entre TGEV et PEDV au niveau du gène codant la protéine S -, et les virus entéritiques canin FECoV et félin FECoV. La péritonite infectieuse féline est une maladie fatale du chat due au FIPV, lequel dérive du FECoV par mutations dans la protéine S. Le coronavirus respiratoire porcin PRCV diffère du TGEV par une délétion dans le gène codant la protéine S ; il s'agit d'un virus quasiment a-pathogène mais hautement contagieux, qui a réussi une émergence spectaculaire en infectant l'ensemble du cheptel porcin européen à partir de 1984 [6]. Les deux exemples précédents illustrent les changements abrupts de tropisme tissulaire que des événements génétiques aléatoires touchant le gène S peuvent induire chez les coronavirus. Deux virus respiratoires saisonniers humains (HCoV-229E et -NL63) et le virus respiratoire canin CRCoV sont également des CoV.

Deux Bétacoronavirus (βCoV) bien connus en médecine vétérinaire sont le virus entéritique bovin βCoV et le virus hémagglutinant de l'encéphalomyélite porcine PHEV responsable du syndrome dit vomissement-dépérissement. Le virus hépatotrope murin MHV, longtemps modèle de choix des coronavirologues, et les deux virus respiratoires humains HCoV-OC43 et -HKU1 sont aussi des βCoV. Une caractéristique commune aux virus précités est la présence d'une protéine de surface supplémentaire, dotée d'une activité hémagglutinine-estérase, vraisemblablement acquise à la suite d'une capture de gène : un autre exemple de la relative plasticité du génome des coronavirus, dont dépend leur potentiel d'évolution.

Les Gammacoronavirus (γCoV) infectent les oiseaux, principalement les volailles. Le virus de la bronchite infectieuse (IBV), le premier coronavirus isolé (1936), est mondialement répandu dans les élevages de poulets et de poules pondeuses. Seules des campagnes de vaccination régulières, compliquées par l'émergence incessante de souches variantes, permettent de contrôler cette virose. Des virus pathogènes sévissent également chez la dinde, la pintade, l'oie, le faisan et le canard. Le spectre d'hôte des γCoV n'est cependant pas restreint aux espèces aviaires puisqu'ils ont été isolés chez certains cétacés, la baleine béluga et le grand dauphin.

Le genre Deltacoronavirus (δCoV) a été récemment individualisé à la suite d'études prospectives menées sur l'avifaune en Chine. Ces coronavirus ont été isolés sur des espèces d'oiseaux très diverses, notamment des passériformes, mais également quelques mammifères tels que le chat-léopard, le blaireau-furet, et aussi le porc. En 2014, le rôle étiologique d'un δCoV porcin (PDCoV) a été établi à la suite de l'apparition d'importants foyers de diarrhées dans des élevages nord-américains et asiatiques. La proximité génomique du PDCoV avec un virus infectant la caille (QuaCoV) est intrigante et soulève l'hypothèse qu'une transmission de coronavirus aux mammifères ait pu se produire à partir de l'avifaune.

Le lien du virus de la Covid-19 avec la faune sauvage

La pandémie de la Covid-19 (*Coronavirus Disease 2019*) dont est responsable le SARS-CoV-2 survient après deux alertes dues à des virus génétiquement très proches, également d'origine zoonotique : les virus SARS et MERS, responsables de deux flambées épidémiques survenues respectivement dans la province chinoise de Guandong en 2002, et dans la péninsule arabique en 2012. Ces trois virus forment un sous-groupe distinct (Sarbéovirus) au sein du genre β CoV.

L'hôte zoonotique du MERS est le dromadaire, et c'est essentiellement à partir de cet animal que s'infecte l'Homme. Dans le cas des virus SARS et SARS-CoV-2 en revanche, un franchissement intégral de la barrière d'espèce s'est opéré, de sorte que c'est exclusivement via une transmission interhumaine que se propage l'épidémie. Un coronavirus dont la séquence génomique est très proche de celle du SARS a été isolé chez la civette palmiste, désignant cette espèce comme hôte intermédiaire ou à tout le moins comme réservoir possible.

S'agissant du SARS-CoV-2, deux virus apparentés (*SARS-CoV-2-related*) ont été isolés chez une espèce de chauve-souris rhinolophe habitant des grottes situées dans la région de Wuhan, épicerie de l'épidémie, et chez le pangolin javanais, braconné et illégalement importé en Chine. L'un et l'autre reconnaissent la protéine humaine ACE2 (*angiotensin converting enzyme 2*) que le SARS-CoV-2 utilise comme récepteur cellulaire. Cependant, aucun de ces deux virus ne possède une séquence génomique suffisamment proche de celle du SARS-CoV-2 pour avoir joué le rôle d'hôte intermédiaire zoonotique. Le pangolin, comme la civette palmiste et certaines chauves-souris, fait partie des mets récréatifs appréciés par les Chinois et sont régulièrement présents, au milieu d'autres espèces domestiques ou sauvages, sur les marchés dits « vivants ». La culture culinaire asiatique accorde en effet une valeur nutritive supérieure aux animaux achetés vifs. La promiscuité et les conditions sanitaires très dégradées qui y règnent créent à l'évidence un contexte propice à la survenue d'un événement de transmission interspécifique. C'est certainement là, plus peut-être que dans l'anthropisation d'un milieu naturel, qu'il faut chercher l'origine de l'épidémie d'ampleur mondiale que nous connaissons. Rappelons aussi qu'à l'instar d'autres viroses respiratoires, la transmission de la Covid-19 est désormais interhumaine, et s'opère essentiellement par inhalation de microgouttelettes expirées ou par contact, et non par voie alimentaire.

Il est devenu évident que les chiroptères font office de réservoirs primaires naturels au sein desquels peuvent circuler des coronavirus dotés d'un potentiel de transmission à des espèces taxonomiquement éloignées. Les progéniteurs des virus MERS, SARS et SARS-CoV-2 font partie des coronavirus hébergés

par les chauves-souris, notamment les rhinolophes. Il s'agit de β CoV mais aussi d'alphaCoV, certaines espèces hébergeant des virus appartenant aux deux genres. Des études d'échantillonnage à large échelle permettent d'estimer à plusieurs milliers le nombre de coronavirus virtuellement associés aux quelque 1300 espèces de chiroptères répertoriées, la plupart de ces virus restant à découvrir [7].

L'on ignore à ce jour si la transmission du SARS-CoV-2 à l'Homme s'est produite directement à partir de la chauve-souris ou par l'intermédiaire d'une autre espèce. Le scénario d'une transmission directe n'est pas exclu. C'est en tout cas celui qui est évoqué dans le cas du SADS (*swine acute diarrhea syndrome*), une nouvelle maladie du porc apparue fin 2016 dans la province de Guandong, à une centaine de kilomètres de l'endroit où fut rapporté le cas index de SARS. Sa manifestation clinique ressemble à celle des virus TGEV et PEDV, et a conduit à l'abattage de plus de 25 000 animaux. L'alphaCoV identifié comme agent causal a une séquence génomique très proche de celles de coronavirus isolés chez les chauves-souris nichant dans des grottes situées à proximité des élevages touchés.

Les études de phylogénie évolutive suggèrent que les vertébrés volants - chauves-souris et oiseaux - constituent les réservoirs animaux ancestraux dont dériveraient l'ensemble des coronavirus contemporains qui sévissent chez les mammifères. Chez les chiroptères, mais également chez certaines espèces de l'avifaune, les coronavirus ont une propension à établir une infection latente, en raison semble-t-il, de propriétés particulières de leur système immunitaire. Ce portage furtif, qui favorise l'évolution génomique par mutation et recombinaison, est propice à l'émergence de virus dotés de propriétés nouvelles, en particulier sous l'effet de la pression de sélection qu'exerce le contact avec une espèce hétérologue (c'est-à-dire d'une autre espèce).

Plusieurs cas de transmission naturelle aux animaux à partir de propriétaires atteints par la Covid-19 ont été rapportés, notamment chez le chat, le chien et le vison d'élevage. De plus, le hamster, le furet, et sans surprise des primates tel le macaque, développent des signes respiratoires par suite d'une infection expérimentale. Ces espèces sont désormais utilisées comme modèles d'étude en vue d'une meilleure compréhension de la physiopathologie de la Covid-19 et du développement d'approches antivirales thérapeutiques ou prophylactiques. Des études structurales ont suggéré que la protéine S du SARS-CoV-2 pouvait reconnaître la protéine ACE2 d'autres espèces de mammifères, sachant toutefois que le déterminisme du spectre d'hôte ne repose pas sur la seule étape d'entrée dans la cellule. Actuellement aucune donnée ne plaide en faveur d'une infection en retour chez l'Homme. Des programmes de recherche devront cependant être mis en œuvre afin de recenser les espèces domestiques, synanthropiques ou

sauvages potentiellement réceptives et d'évaluer, le cas échéant, si un processus d'endémisation est ou non possible dans ces espèces.

Quelles relations entre l'émergence des zoonoses et les changements environnementaux ?

Dans l'état actuel des connaissances, il semble y avoir un quasi-consensus chez les scientifiques pour dire que plus la richesse en espèces de mammifères et d'oiseaux est grande sur un territoire donné, plus il y a de virus présents, et plus il y a de risques de voir apparaître des maladies infectieuses sur des territoires où les humains sont en contact avec la faune sauvage. Il semble acquis également que la déforestation, en augmentant les contacts avec la faune sauvage, est un facteur de risque, de même que les circuits de commercialisation de la viande de brousse, que ce soit au niveau local ou lors d'échanges internationaux. En ce qui concerne la transmission des zoonoses, on peut penser également que l'accroissement des échanges internationaux permet à des zoonoses émergentes, qui restaient auparavant circonscrites à une région donnée, de se répandre rapidement sur l'ensemble du globe. C'est probablement la raison essentielle de l'apparente augmentation des pandémies.

Dans les régions où la densité de population s'accroît rapidement, il est logique que les contacts se multiplient entre faune sauvage et populations humaines en quête de nouvelles terres. Il en est de même concernant la promiscuité avec des animaux domestiques, eux aussi en augmentation pour répondre à l'accroissement de la population humaine. Autant de facteurs qui augmentent à n'en pas douter les risques d'apparition de zoonoses.

Au-delà de ces principes généraux, la synthèse réalisée par un groupe d'experts (*Fondation pour la recherche sur la biodiversité, 2020. Mobilisation de la FRB*), par les pouvoirs publics français sur les liens entre la Covid-19 et la biodiversité nous incite à rester très prudents quant aux mécanismes d'émergence et de transmission des zoonoses, étant donné les nombreuses lacunes dans nos connaissances et la grande difficulté d'établir des relations validées de causalité, en raison de la diversité des paramètres en jeu. Tous les écologues et les épidémiologistes savent en effet que dans des systèmes socio-écologiques complexes, où de nombreux facteurs sont en interaction, ayant chacun un rôle variable dans le temps et dans l'espace, la mise en évidence des chaînes de causalité reste très difficile. Chaque situation est contingente et les généralisations ou les extrapolations d'observations localisées sont pour le moins prématurées et hasardeuses. La modélisation et les traitements mathématiques sophistiqués, qui donnent l'illusion de rigueur, sont en réalité élaborés le plus souvent à partir de données très incomplètes qui ne prennent pas en compte toutes les variables, notamment les phénomènes aléatoires dont

on connaît le rôle majeur dans la dynamique des systèmes. L'utilisation de proxy (indicateur écologique supposé représentatif d'un paramètre difficile à mesurer) rend encore plus discutable leur pouvoir prédictif. Si des modèles sont utiles pour alimenter la réflexion des scientifiques, nous devons en revanche être très réservés sur les interprétations que l'on en tire, leur capacité de prédiction, et sur leur capacité à représenter le fonctionnement de systèmes socio-écologiques.

Ainsi les déclarations médiatiques établissant un lien entre la perte de biodiversité (un paramètre bien difficile à évaluer...) et l'augmentation des risques d'émergence de zoonoses sont des spéculations qui sont loin de faire l'unanimité, et qui participent à une critique systématique des actions de l'Homme sur la nature. Si des corrélations ont été mises en évidence, ce ne sont en aucun cas des démonstrations de cause à effet comme cela a été maintes fois répété.

Sur la base de ces constats, les solutions jusqu'ici proposées sont inadaptées. Les rapports que nous entretenons avec la nature soulèvent des questions qui sont restées depuis des décennies sans réponse. Ces dernières sont de trois ordres : la croissance démographique, la pauvreté et une économie prédatrice.

Le contrôle de la croissance démographique est un sujet sensible auquel des pays comme la Chine et l'Inde ont fini par renoncer. La transition démographique tarde à se manifester et personne n'a de solution concrète à proposer. La pauvreté qui pousse les populations à surexploiter la nature est également un problème structurel et des slogans comme développement durable ne font que masquer nos difficultés et notre peu d'empressement institutionnel à y répondre. L'aide aux pays en développement n'est bien souvent pas une priorité. Enfin, ce sont les capitaux occidentaux qui sont derrière les projets de déforestation avec changement d'usage des sols pour des plantations industrielles, des cultures de rente, l'exploitation pétrolière ou minière... Et, dans cette mouvance, il existe une corruption institutionnalisée dans de nombreux pays. Voilà la réalité du contexte.

Il en résulte que la déforestation est la conséquence de nombreux facteurs sur lesquels on voit mal comment agir. Le recours à la législation souvent invoqué par des technocrates et des mouvements militants fait preuve d'un certain cynisme quand on sait que les populations de plus en plus nombreuses ont un besoin impérieux de ressources alimentaires et d'espaces. Interdire de consommer et de commercialiser la viande de brousse ? C'est priver les populations d'une ressource de base et on peut être certain que des circuits parallèles se mettront en place. Quant au projet de certaines ONG, relayé par l'ONU qui parle de mettre 30% de la surface terrestre en aires protégées, il ne peut qu'aboutir à exacerber la question des besoins en ressources et en espaces sans réelles et concrètes mesures

d'accompagnement pour les autochtones, mesures qui ne sont d'ailleurs pas prévues.

Nous sommes donc dans une forme de cul-de-sac, car les mesures techniques proposées, fortement écocentrées, qui considèrent les populations humaines comme des variables d'ajustement dans une démarche de préservation de la biodiversité, n'ont aucune chance de se concrétiser. On peut donc s'interroger : les scientifiques sont-ils à l'origine de propositions aussi peu rationnelles ? Ou sommes-nous en présence de discours idéologiques fortement imprégnés d'une vision fixiste de la nature et dont le leitmotiv est d'accuser l'Homme de détruire l'harmonie de la nature ? S'il transforme la nature c'est pour les raisons évoquées ci-dessus (surpopulation, pauvreté...) pour lesquelles les moyens d'action sont limités.

Agir pour maîtriser le développement des zoonoses

Quelles options pour une meilleure régulation de la faune sauvage ?

Les zoonoses font écho dans l'inconscient collectif à une crainte diffuse du sauvage avec son cortège de peurs ancestrales (le loup féroce, les chauves-souris vampires, les renards enragés...) mais aussi de représentations romantiques (l'emblématique Bambi). Les interactions fortes avec les écosystèmes et les mutations sociétales renvoient aux polémiques sur la notion de naturalité (*wilderness*), la pratique de la chasse ou la perte de biodiversité (la «6^e extinction») et sont propices aux positionnements dogmatiques. Pourtant, que les animaux sauvages soient sources, vecteurs, victimes ou réservoirs de pathologies, les solutions simplistes - abattage total ou à l'inverse protection absolue - sont vouées à l'échec et ne peuvent que conduire à des confrontations stériles.

Les mises en cause de la faune sauvage dans l'apparition et la dissémination du SARS-Cov-2 reposent sur plusieurs types de pratiques souvent confondues, qui appellent des réponses plus nuancées.

Les animaux sauvages commercialisés vivants sur des marchés citadins, parfois très éloignés, sont surtout prisés pour leurs vertus pharmaceutiques supposées ou par effet de mode, plus que pour subvenir à des besoins alimentaires de base. Les Occidentaux sont, eux, férus de nouveaux animaux de compagnie, souvent exotiques, (les «NAC»). Les importations de gibier à destination d'élevage ou d'enclos de chasse sont clairement identifiées en Europe comme des points de fragilité en termes de propagation des maladies. Un encadrement de ces circuits

d'échange et un renforcement de leur contrôle sanitaire constituent une alternative à des mesures de prohibition stricte, souvent plus médiatiques qu'efficaces - quand elles ne favorisent pas le développement de filières clandestines [8].

La consommation de «viande de brousse» est, elle, le fait d'une consommation de proximité, répondant à des besoins nutritifs de populations souvent pauvres. L'action y nécessiterait plutôt une aide au développement agricole pour parvenir à la suffisance alimentaire et des initiatives de médiation/éducation en liaison étroite avec les populations pour la mise en œuvre de bonnes pratiques sanitaires et l'organisation d'une détection précoce de capacités d'alerte rapide et de soins.

Enfin, le braconnage et le trafic international d'espèces menacées d'extinction dont le commerce est réglementé par la Convention sur le commerce international des espèces sauvages (CITES) devraient faire, dans ces conditions, l'objet d'une répression accrue.

En Europe, avec la disparition des grands prédateurs, la chasse est devenue le principal outil de régulation de certaines populations d'animaux sauvages. Son organisation, conçue historiquement pour assurer la reconstitution de populations de grand gibier (avec des plans de chasse qui fixent un nombre maximal d'animaux à prélever), est confrontée à un dérapage, à la suite d'une conjonction de facteurs : diminution du nombre de chasseurs, évolution des pratiques (recherche de trophées, souhait de voir de nombreux animaux, désintérêt pour la venaison, suspension de la chasse à la suite des tempêtes...). Pour les espèces prolifiques (notamment les sangliers et les chevreuils), les effectifs s'accroissent de manière exponentielle et incontrôlée, jusqu'à compromettre la régénération des écosystèmes forestiers. Les conditions opérationnelles de la restauration de l'équilibre agro-sylvo-cynégétique font toujours l'objet de débats nourris entre acteurs.

En termes institutionnels, les instances internationales sont également mobilisées de longue date sur la question de la gestion – durable – de la faune sauvage [9], avec le groupe de travail permanent de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) sur la faune sauvage (mis en place dès 1994) et la Commission des forêts et de la faune sauvage pour l'Afrique de la FAO (créée en 1959). En France, le partenariat historique avec l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (aujourd'hui intégré à l'Office français de la biodiversité) est la clé de voûte du dispositif sanitaire en matière de faune sauvage (avec notamment un réseau de surveillance des mortalités créé dès 1955).

Une des principales voies d'amélioration envisagée est l'identification des «points chauds» (surpopulations de faune sauvage, espèces, sites ou pratiques à risques)

à doter de plans d'action spécifiques. Les guides de bonnes pratiques à observer sur les zones de contacts avec les élevages (points d'eau, pâtures) et pour les déplacements sont également à développer. L'intégration de la faune sauvage dans les systèmes sanitaires en amont, et non seulement en temps de crise, est particulièrement importante, comme en atteste le succès de la plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale et de son réseau Sylvatub (dispositif de surveillance de la tuberculose dans la faune sauvage non captive) créé en 2011. Enfin, le besoin de connaissances spécifiques sur les dynamiques des populations animales sauvages, les processus croisés de propagation des pathogènes, les protocoles d'expérimentation est criant [10-11].

L'amélioration de la veille et des systèmes de santé pour prévenir, détecter et gérer

Eviter l'apparition d'une nouvelle pandémie d'origine zoonotique repose sur la prévention de l'émergence d'un nouvel agent pathogène dans l'espèce humaine puis sur la prévention de sa diffusion.

L'émergence d'un nouvel agent pathogène, ayant la possibilité de franchir la barrière d'espèce et de se multiplier chez l'Homme, est un phénomène aléatoire qui est lié à la fréquence des contacts entre l'espèce humaine et des espèces animales sauvages hébergeant des agents pathogènes susceptibles de muter. La prévention d'un tel mécanisme consiste donc à limiter, autant que possible, les contacts étroits entre la faune sauvage et l'Homme. La chasse d'animaux sauvages pour la consommation ou pour la vente a déjà illustré, en plusieurs occasions, les risques qu'elle pouvait faire courir à l'Homme (Ebola ou maladie de Marbourg par exemple). La commercialisation à grande échelle sur des marchés d'animaux sauvages vifs a également été, à plusieurs reprises, responsable de l'émergence de nouveaux agents pathogènes pour l'Homme (SRAS 1 et très probablement virus de la Covid-19). Si l'interdiction (et le respect de cette interdiction) des marchés d'animaux sauvages semble une nécessité, il est cependant beaucoup plus difficile de limiter la chasse et la consommation de viande de brousse dans nombre de pays du Sud où certaines populations peinent à atteindre la suffisance alimentaire.

Limiter l'émergence de nouveaux agents pathogènes est donc très difficile. Agir sur la prévention de leur diffusion large (à l'échelle du monde) est sans doute plus facilement réalisable et constitue le deuxième axe de la prévention de pandémies telle celle de la Covid-19.

Cette prévention est déterminée par la détection rapide de l'émergence d'une nouvelle maladie afin d'agir le plus précocement possible en limitant les

Annexe au chapitre 1

Réflexions sur la gestion de la crise de la Covid-19

Barbara Dufour

Comme la plupart des pays européens et dans la ligne des pays asiatiques, la France a fait face à la crise sanitaire de la Covid-19 par des mesures qu'on pourrait qualifier d'extrêmes : état d'urgence sanitaire permettant de confiner chez elles, pendant deux mois, plus de 60 millions de personnes. Ce long confinement forcé, qui aura des répercussions économiques et sociales graves, était-il indispensable pour endiguer l'épidémie ? Qu'aurait pu apporter l'expertise acquise en médecine vétérinaire ? Il est bien sûr très difficile d'apporter une réponse à ces questions.

La gestion de cette crise relève du pouvoir politique conseillé par deux comités d'experts assez peu multidisciplinaires et auxquels, en tout cas, aucun vétérinaire n'a été convié. C'est sans doute dommage, car l'approche populationnelle étant la règle en médecine vétérinaire, rurale notamment, et la formation vétérinaire préparant à ce type de réflexion, il aurait été intéressant de faire un bref retour sur la manière dont le monde de la santé animale a pu gérer la lutte collective contre des grandes maladies contagieuses et les récentes crises infectieuses majeures qu'il a rencontrées.

En effet, au cours des cinquante dernières années, le monde de la santé animale a développé une expérience et une compétence dans les domaines de l'épidémiologie et de la lutte collective contre les maladies infectieuses. Que ce soit contre des maladies zoonotiques comme la brucellose des ruminants, la tuberculose bovine, ou des maladies animales comme la fièvre aphteuse, certains virus influenza aviaires hautement pathogènes, la maladie d'Aujeszky, etc. Plus récemment, éleveurs et vétérinaires ont été confrontés plusieurs fois à des épizooties de grande ampleur. Deux exemples méritent d'être évoqués : la fièvre catarrhale ovine (FCO) due à un virus exotique inconnu en Europe apparu en 2006 et qui a créé, dans l'hexagone, près de 19 000 foyers en 2008 ; l'infection par le virus Schmallenberg, agent pathogène nouveau apparu en 2011 en Allemagne, qui a provoqué, en France, en 2012, quelques milliers de foyers. Le point commun à ces deux exemples est celui de l'absence d'outil vaccinal, du moins au début de l'épizootie.

Table des matières

AVANT-PROPOS - « UNE PASSION : CONNAÎTRE, UNE AMBITION TRANSMETTRE », LA DEVISE DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE 7

Catherine Regnault-Roger

PRÉFACE9

Constant Lecoeur et Nadine Vivier

PRÉAMBULE.....11

Michel Dron et Philippe Kim-Bonbled

PREMIÈRE PARTIE - LA PANDÉMIE ET SES RÉALITÉS AGRICOLES13

CHAPITRE 1 - COMPRENDRE LES ZONOSSES POUR AGIR CONTRE LA COVID-1915

Claude Allo, Barbara Dufour, Hubert Laude, Arlette Laval, Christian Lévêque, Geneviève Rey

Qu'est-ce qu'une zoonose ?15

Ce que l'on sait des coronavirus et de la Covid-1919

Agir pour maîtriser le développement des zoonoses25

En conclusion : vivre avec la nature et ses risques29

Bibliographie31

ANNEXE AU CHAPITRE 1 - RÉFLEXIONS SUR LA GESTION DE LA CRISE DE LA COVID-1933

Barbara Dufour

Que nous ont appris les luttes collectives entreprises contre toutes ces maladies infectieuses ?34

La première question que nous devons nous poser est : s'agit-il d'une maladie dont la « dangerosité » est extrême ?35

La deuxième question se rapporte à l'objectif de la lutte collective.....36

Bilan38

CHAPITRE 2 - RÉSILIENCE DE NOS SOCIÉTÉS ET DE L'AGRICULTURE FACE À DES CRISES : PLACE DE LA BIODIVERSITÉ39

Isabelle Chuine, Denis Couvet

Introduction39

Stopper le déclin du vivant40

Alimentation et territorialisation de l'agriculture43

Nature et agriculture en ville.....	52
Conclusion.....	55
Bibliographie	55

CHAPITRE 3 - DES SOCIÉTÉS FACE AU CHOC PANDÉMIQUE : VIEUX DÉFIS, NOUVEAUX ENJEUX.....57

Marie-Françoise Chevallier-Le Guyader, Jean-Pierre Jessenne

De l'histoire des épidémies au présent de la Covid-19	57
Du passé au présent et au futur : questionner et nommer la complexité des évolutions.....	62
Bibliographie	75

CHAPITRE 4 - LES PROXIMITÉS DANS LA PANDÉMIE DE LA COVID-1977

André Torre

Une proximité géographique qui redevient centrale.....	77
Le retour de la distanciation sociale	78
Les proximités inquiètent et fracturent.....	79
Les différentes catégories de proximités.....	80
Conclusion : quelles proximités ?.....	81
Bibliographie	81

CHAPITRE 5 - RÉSILIENCE DES CHÂÎNES LOGISTIQUES ALIMENTAIRES DURABLES POUR AGIR DANS LA COMPLEXITÉ83

Anne Rollet, François Fulconis, Gilles Paché

Chaînes logistiques.....	84
Logiques agile vs. Lean	86
La résilience en perspective	88
La résilience en devenir	90
Bibliographie	93

CHAPITRE 6 - 2020 : AGROFOURNITURES/PRODUCTIONS VÉGÉTALES DANS LA CRISE DE LA COVID-1995

Bernard Ambolet, André Fougeroux, Guy Waksman

Introduction : l'importance du secteur de l'agrofourniture	95
Forte dépendance externe de l'agrofourniture	96
De la robotique aux boucles électroniques d'identification du bétail, la créativité règne !	108
Compter sur la capacité d'innovation et d'initiative.....	110
L'agrofourniture de demain pour quelle agriculture ?.....	112
Vers une agriculture de conservation des sols et l'agroécologie	116

En guise de conclusion	117
Bibliographie	118
CHAPITRE 7 - CRISE DE LA COVID-19 ET PERSPECTIVE POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE EN AFRIQUE.....	123
<i>Papa Abdoulaye Seck, Jacques Brulhet, Michel Dron, Marie de Lattre-Gasquet, Jean-Louis Rastoin</i>	
Mondialisation des échanges.....	123
Prospective en trois scénarios possibles pour l'Afrique	124
Pistes d'action pour des systèmes alimentaires durables en Afrique	126
Des solutions existent	128
ANNEXE AU CHAPITRE 7 - RÉFLEXIONS	131
<i>Marcel Koffi-Koumi</i>	
DEUXIÈME PARTIE - LES VULNÉRABILITÉS AGRICOLES MISES EN ÉVIDENCE PAR LA PANDÉMIE	133
CHAPITRE 8 - COVID-19 : DES VACCINS ET DES TRAITEMENTS ISSUS DES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES SONT À L'ÉTUDE	135
<i>Dominique Job, Hubert Laude, Georges Pelletier, Agnès Ricroch</i>	
Introduction : L'univers végétal pour neutraliser la Covid-19	135
Des plantes pourvoyeuses de vaccins	136
Des virus végétaux utilisés contre le SARS-CoV-2	140
De nouvelles approches en biotechnologie végétale pour produire des molécules d'intérêt thérapeutique.....	141
Conclusion.....	142
Bibliographie	143
CHAPITRE 9 - DES INDICATEURS DE VULNÉRABILITÉ DES TERRITOIRES (SOLS, EAU ET PRODUCTIONS AGRICOLES) FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET À L'ÉTALEMENT URBAIN	145
<i>Guilhem Bourrié, Fabienne Trolard et Christian Valentin</i>	
Changements globaux et épidémies	145
Étalement urbain, une vieille histoire qui s'accélère.....	146
Les pandémies, autre vieille histoire	148
Une piqûre de rappel sur la vulnérabilité de nos sociétés	148
La vulnérabilité des territoires.....	149
Distinction entre échelle et niveau d'organisation	150
Les indicateurs de vulnérabilité	151

L'intégration spatiale des indicateurs de vulnérabilité	154
La construction de scénarios de changements globaux	155
La prévention de crises sanitaires	156
Bibliographie	157

CHAPITRE 10 - LA DIVERSIFICATION COMME RÉPONSE À LA MULTI-PERFORMANCE DES TERRITOIRES

Philippe Gate, Gilles Lemaire, Michel Rieu, Henri Rouillé d'Orfeuil

La diversification territoriale des systèmes de production agricole pour concilier production alimentaire et respect de l'environnement.....	162
Le contrôle du couplage et du découplage des cycles biogéochimiques (C, N, P.. Eau) aux différentes échelles: clé de la maîtrise des impacts environnementaux.	163
L'association culture-élevage reste la clé de la diversification des systèmes agricoles	165
Le territoire: unité métabolique fonctionnelle d'un système agricole durable?	166
Opportunités et freins à la mise en œuvre de la diversification des productions au sein des territoires	168
L'autonomie territoriale: une utopie	169
Résilience et externalisation: conjuguer le «et» davantage que le «ou»	170
Renforcer l'autonomie au sein des territoires	171
Productions animales	181
Surface agricole souvent insuffisante dans les exploitations d'élevage	183
Pour remédier à la concentration des élevages, une forte détermination politique est nécessaire	184
Conclusion	186
Bibliographie	188

CHAPITRE 11 - L'AUTONOMIE EN PROTÉINES, PREMIÈRE ÉTAPE DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE DE L'EUROPE

André Pflimlin

Une dépendance au soja variable selon les pays de l'UE.....	192
La dépendance européenne est ancienne mais le soja a changé	193
Un marché mondial du soja en croissance mais fragile	193
Que dit la réglementation UE des importations de soja OGM?	194
Tenir nos engagements sur la déforestation importée?	195
Un contexte favorable à la valorisation des ressources locales	196
La souveraineté alimentaire passe par l'autonomie en protéines.....	197

Cette priorité reste bien trop discrète au niveau européen	199
L'autonomie protéique serait accessible rapidement en France	200
Une meilleure autonomie est possible au niveau européen	201
Des verrous sociotechniques et d'autres freins au changement	203
Des freins industriels et commerciaux	204
Des accords commerciaux obsolètes qui perdurent.....	204
Conclusions et perspectives	205
Bibliographie	206

CHAPITRE 12 - SYSTÈMES ALIMENTAIRES EN TEMPS DE CRISE : VERS UNE TRANSITION SOCIO-ÉCOLOGIQUE TERRITORIALISÉE ?

Jean-Louis Rastoin, Michel Candau

Introduction	209
Diagnostic du système alimentaire agroindustriel : avancées et impasses	211
Esquisse d'une prospective des systèmes alimentaires en deux scénarios : tendancier et alternatif.....	215
Scénario alternatif: les systèmes alimentaires territorialisés.....	217
Conclusion : vers une alimentation plus durable ?.....	221
Bibliographie	222

CHAPITRE 13 - PRODUIRE LOCALEMENT ET VENDRE EN CIRCUITS

COURTS

Gil Kressmann

Produire quoi et où ?	227
Les circuits courts : l'éternelle utopie ?	229
Les produits les plus concernés par la vente en circuits courts	230
Pourquoi un tel attrait des consommateurs pour les circuits courts et le produit local ?	230
Les limites du développement des circuits courts et des produits locaux.....	231
La rentabilité des circuits courts est-elle assurée ?	232
Réduction des distances ne rime pas toujours avec performance environnementale	232
La maîtrise du foncier, condition incontournable pour le développement des circuits courts	233
Conclusions	233
Bibliographie	234

TROISIÈME PARTIE - L'APRÈS-PANDÉMIE AGRICOLE235

CHAPITRE 14 - AGRICULTURE ET NUMÉRIQUE, GRAND BASCULEMENT ENTRE INTELLIGENCE ET RÉSILIENCE237

Philippe Gate, Jean-Marie Séronie, Guy Waksman

Le basculement vers plus de numérique concerne aussi l'agriculture	237
Le télétravail et l'agriculture, antinomiques ?	238
L'outil « e-Commerce » pour l'achat des intrants et la vente directe des produits agricoles	239
Emploi : vers des robots au champ et au verger ?	241
Former, conseiller et soigner à distance	244
Un facteur de sociabilité pour tous et un moyen de se faire remarquer pour quelques-uns.....	248
La question qui fâche : le réseau (4G, 5G, ADSL, fibre, satellite, radio)	249
Conclusion : la transformation numérique en mode accéléré	250

CHAPITRE 15 - LA CRISE DE LA COVID-19, PUISSANT ACCÉLÉRATEUR DE LA RÉFORME DE LA PAC ?257

Gilles Bazin, Bernard Bourget, André Neveu, Jean-Marie Séronie

Des visions divergentes de la PAC souhaitable	257
Des discussions qui s'éternisent... jusqu'à la crise de la Covid-19	258
Une orientation écologique réaffirmée.....	259
Une dynamique relancée par l'urgence	260

CHAPITRE 16 - LES CONSÉQUENCES DE LA CRISE ÉCONOMIQUE POUR L'AGRICULTURE263

André Neveu

Une crise économique mondiale d'une exceptionnelle gravité	263
Les agriculteurs victimes de la crise	264
La dure loi de l'offre et de la demande en agriculture.....	266
Le volume des échanges internationaux sera peu modifié	266
Le temps perdu dans la lutte contre le réchauffement climatique.....	267
Vers une remise en question des modèles agricoles français et européens?....	268
Quelle Politique agricole commune pour la prochaine décennie?.....	268
La souveraineté alimentaire, solution ou source de difficultés?	269
Conclusion.....	271

CHAPITRE 17 - AGRICULTURE DURABLE ET COVID-19 : CONTRIBUTION À LA QUESTION D'UN « APRÈS » SOUTENABLE273

Yves Le Morvan, Bernard Valluis

Réflexions sur la méthode – la place de la modestie273

Réflexions sur la géopolitique – la place de l'Europe273

Question sur le modèle de développement : l'agriculture durable post Covid-19274

CHAPITRE 18 - SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE... DE QUOI ES-TU VRAIMENT LE NOM ?277

Jean-Marie Séronie

Et l'agroéconomiste, quel est son regard ?278

Alors souveraineté alimentaire, de quoi es-tu le nom ?281

CHAPITRE 19 - FERMER OU GÉRER LES FORÊTS TROPICALES ?283

Bernard Roman-Amat

Introduction283

Quelques données de contexte283

Protéger les forêts : une panoplie étendue d'instruments284

Affronter de face la déforestation au bénéfice du climat : REDD+287

Utiliser l'arme commerciale contre les bois illégaux : le programme FLEGT et le « Règlement Bois » de l'Union européenne290

Une approche privée proche du terrain : la certification de la gestion durable 293

En émergence : la lutte contre la déforestation importée294

Conclusion295

Bibliographie296

CHAPITRE 20 - LA COVID-19 ACCÉLÉRATEUR D'EXODE URBAIN VERS LES CAMPAGNES ?299

Jean-Paul Charvet

L'accélération d'un exode urbain pendant la crise sanitaire récente299

Les évolutions récentes des représentations sociales de la campagne et de la ville300

Vers une poursuite voire une accélération de l'exurbanisation de citadins sur le moyen et long terme ?301

Principales conséquences d'une poursuite de l'exode urbain sur les espaces ruraux303

Bibliographie304

CHAPITRE 21 - L'APRÈS COVID-19 : LA RECHERCHE D'UNE MEILLEURE QUALITÉ NE DOIT PAS REMETTRE EN CAUSE DES FILIÈRES NATIONALES DE PRODUITS ANIMAUX « STANDARDS »	305
<i>Gérard Maisse</i>	
L'élevage est de plus en plus contesté.....	306
La filière volaille de chair, un cas d'école.....	307
Deux enjeux post Covid-19 pour l'élevage : l'autonomie protéique et l'équité sociale.....	308
Bibliographie	309
CONCLUSION GÉNÉRALE - SCIENCE ET CONFIANCE : UN CONTEXTE ÉVOLUTIF, UNE QUESTION RENOUVELÉE	311
<i>Marie-Françoise Chevallier-Le Guyader</i>	
Bibliographie	318
QUATRIÈME PARTIE - ELLES ET ILS TÉMOIGNENT DE « LEUR » CRISE.....	321
<i>Marie Françoise Brizard</i>	323
<i>Marcel Lejosne</i>	325
<i>Jean-Claude Pette</i>	327
<i>Yves de la Fouchardière</i>	331
<i>Dominique Verneau</i>	335
<i>François Desprez</i>	339
AUTEURS	341
ABRÉVIATIONS	345

Bousculant nos connaissances scientifiques en matière de virologie et d'épidémiologie, la pandémie de la Covid-19 a provoqué un confinement mondial qui a eu immédiatement de graves conséquences socio-économiques. Paradoxalement, elle semble être un catalyseur des grandes mutations en cours dans les filières agricoles et alimentaires françaises : agroécologie, territorialisation, numérique, circuits courts, transition alimentaire. Elle invite à la réflexion sur l'évolution de l'Union Européenne et de sa politique agricole commune. Elle oblige à revoir les relations Nord-Sud en matière de sécurité alimentaire mondiale.

Interpellée par ces événements, l'Académie d'agriculture de France s'est mobilisée autour d'un groupe de réflexion qui a travaillé durant le grand confinement par visioconférence et alimenté un Forum académique numérique. Ce sont ces contributions et des propositions concrètes pour une mutation accélérée et positive du monde agricole, qui vous sont communiquées dans cet ouvrage. Avec la crise de la Covid, l'Académie d'agriculture de France s'est muée en une société savante 4.0 !

Michel Dron et Philippe Kim-Bonbled (dir.).

Préface, Constant Lecoœur et Nadine Vivier, Secrétaire perpétuel et Présidente de l'Académie d'agriculture de France.