

# Notes Académiques de l'Académie d'agriculture de France

## Academic Notes of the French Academy of agriculture

### **Authors**

Claude DEBRU

### **Title of the work**

Confiance, innovation, progrès

Year 2021, Volume 11, Number 4, pp. 1-14

### **Published online:**

17 April 2021,

<https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques/n3af-opinion-confiance-innovation-progres-2021-114-1-14>

[Confiance, innovation, progrès](#) © 2021 by Claude DEBRU is licensed under [Attribution 4.0](#)

[International](#) 

# Confiance, innovation, progrès *Trust, innovation, progress*

Claude Debru <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre d'archives en philosophie, histoire et édition des sciences (UMS 3610 CNRS/École normale supérieure)

Correspondance :  
45 rue d'Ulm, Paris  
[claude.debru@ens.fr](mailto:claude.debru@ens.fr)

## Résumé

À partir d'une analyse philosophique et sociologique de la confiance comme mécanisme de réduction de la complexité sociale, on aborde d'une manière synthétique des questions reliées, celle de la confiance dans la science et des enquêtes la mesurant, celles de l'innovation et de la relation entre science fondamentale et recherche appliquée, celle de l'évaluation du risque et celle de la logique de la preuve, enfin celle de la relation entre innovation scientifique et progrès de la société. En conclusion sont présentées des remarques sur les liens vitaux à double sens entre recherche et application et sur le journalisme scientifique.

## Abstract

Starting from a philosophical and sociological analysis of trust as a reduction mechanism of social complexity, related questions are dealt with in a synthetical way : trust in science and its measurement ; innovation and relationship between fundamental science and applied

research ; risk evaluation and logic of proof ; relationship between scientific innovation and progress in society. Final remarks on the vital double link between science and application, and on scientific journalism are proposed.

## Mots clés

Application, confiance, CRISPR-Cas9, innovation, invention, journalisme, preuve, progrès

## Keywords

Applied research, trust, CRISPR-Cas9, innovation, invention, journalism, progress, proof

Lors d'un entretien récent consacré aux sources de l'hésitation vaccinale, phénomène d'ampleur récente en France (Raude, 2020), le psychologue de la santé et des maladies infectieuses Jocelyn Raude a identifié plusieurs facteurs : l'émergence de la question des liens et conflits d'intérêt ; le développement du complotisme *via* de nombreux réseaux sociaux particulièrement

actifs ; le scandale sanitaire suscité par la gravité des effets secondaires d'un médicament (le *Mediator*) ; la dimension politique « antisystème » de l'attitude antivaccinale. À cela peut s'ajouter la perte de mémoire générale de nos sociétés, par exemple sur les succès des vaccinations dans l'éradication de maladies infectieuses. Notons cependant le caractère extrêmement labile du refus et de l'acceptation.

Le phénomène nouveau du renversement de la confiance dans les vaccinations (confiance largement prédominante en France jusqu'au début des années 2000), en forte défiance, n'est qu'un aspect d'un phénomène endémique d'augmentation de la défiance qui se généralise dans nos sociétés ouvertes et démocratiques, en raison, entre autres, de la croissance de la complexité sociale et de la difficulté croissante du consensus social qui s'ensuit.

Cette complexité croissante du monde social, difficile à maîtriser sur les plans cognitif et émotif, et de plus en plus avec les réseaux sociaux, a pour conséquence la crise de confiance observée aujourd'hui. Cette situation a suscité un regain d'intérêt pour les aspects sociologiques, philosophiques, politiques de la confiance, thème qui revient d'une manière obsédante dans le débat public et dans les réflexions de nombreuses institutions nationales et internationales, en particulier touchant la confiance dans les sciences (Chevallier-Le Guyader, 2020).

Dans cette contribution, je m'interrogerai d'abord sur la nature de la confiance, tant d'un point de vue philosophique que sociologique. Puis j'examinerai la question de la confiance dans les sciences, et de ses limites tant du fait de problèmes internes aux sciences (fiabilité scientifique, désaccords entre scientifiques), que du point de vue de la compréhension des sciences par la société. Enfin j'aborderai la question de l'acceptation des innovations scientifiques et techniques (les deux étant liées), ainsi que la valeur reconnue ou non à l'idée de progrès. N'étant pas toujours

spécialiste de ces questions, je les examinerai d'un point de vue généraliste, principalement philosophique.

### La confiance : aspects philosophiques et sociologiques

La question « Qu'est-ce que la confiance ? » est un grand sujet philosophique. Pour y répondre, je m'appuierai pour ma part sur les travaux de deux philosophes-sociologues allemands, Georg Simmel et Niklas Luhmann. Professeur de philosophie nommé à l'université allemande de Strasbourg en 1914, auteur d'une œuvre remarquable d'un point de vue anthropologique, Georg Simmel remarquait que la confiance est attribuée dans des situations intermédiaires entre plein savoir et totale ignorance (Tiran, 1997 ; Simmel, 1999a ; 1999b ; Quéré, 2001 ; 2005 ; Marzano, 2010). Il estimait que l'attribution de confiance en fonction de la proportion de savoir et de non-savoir est variable selon les époques, les domaines concernés et les individus. Il a consacré des travaux à la confiance en matière financière (Simmel, 2014). La confiance en la monnaie est un symbole et un moyen de l'ordre social, de la stabilité et de la sécurité des échanges. Sans la confiance, la nature essentielle de la monnaie est détruite.

Comme toute croyance, la confiance, qui ne va pas de soi, implique l'assurance donnée par un gage. Que la confiance-croyance repose sur un gage, une sorte de créance, a été fortement souligné par le linguiste Émile Benveniste dans ses travaux sur les langues indo-européennes (Benveniste, 1960).

Beaucoup plus récemment, Niklas Luhmann, fonctionnaire territorial devenu professeur de sociologie à l'université de Bielefeld, a élaboré une théorie systémique de la société, dont l'une des thèses cardinales est que la complexité sociale croît (Luhmann, 2017). Il montre alors la nécessité de la confiance comme mécanisme de réduction

de cette complexité. Luhmann a décelé une situation assez paradoxale dans l'acte de confiance, du point de vue de la temporalité. La confiance transporte l'information du passé pour risquer une détermination de l'avenir. Nous avons besoin de la confiance pour nous réassurer vis-à-vis d'un futur dont la complexité (les possibilités qu'il contient) reste indéterminée. Selon la formulation de Luhmann, celui qui s'engage dans la confiance assure son futur présent sur un présent à venir. Par cet acte de confiance portant sur le futur, il réduit la dimensionnalité du problème et la complexité du monde à venir. Cette situation est paradoxale. En effet : « Là où il y a confiance, il existe davantage de possibilités d'expérience et d'action, la complexité du système social s'accroît, et donc le nombre de possibilités que celui-ci peut réconcilier par sa structure, puisque réside dans la confiance une forme plus efficace de réduction de la complexité. » La confiance à la fois modère et facilite la croissance de la complexité sociale. Nous ne sommes pas loin de la simplicité, chère à Alain Berthoz (2009).

Luhmann a également distingué la confiance entre individus et la confiance dans les institutions, la confiance directe et la confiance indirecte. La distinction proposée par Luhmann est d'autant plus pertinente que les signes sur lesquels s'établissent la confiance dans les institutions et la confiance entre individus sont différents.

Ici se pose une importante question philosophique : laquelle est première, de la confiance ou de la méfiance ? D'un point de vue intuitif, il y a une grande variabilité individuelle et une grande variété de situations dans l'abord que nous avons les uns des autres. Certains sont portés à faire confiance, d'autres non. En général, la confiance se bâtit au fur et à mesure de l'expérience. La confiance est une relation dissymétrique de dépendance entre celui qui la donne et celui qui la reçoit. Élément fondamental du lien social, elle se crée dans son apprentissage

dès les débuts de la vie humaine (Luhmann, 2017). Il existe une « confiance de base », répondant à un « besoin de confiance ». Pour autant, Luhmann observe que la méfiance « a une tendance inhérente à se confirmer et à se renforcer dans les relations sociales » (Luhmann, 2006). « Un système social qui a besoin du comportement méfiant de ses participants en vue de certaines fonctions ou ne peut l'éviter, a besoin en même temps de mécanismes qui empêchent que la méfiance prenne le dessus, qu'elle devienne réciproque et se transforme en force destructrice sous l'effet de processus d'amplification réciproque » (Debru et Isoz, 2020). De nombreuses observations montrent que le sentiment de confiance, nécessaire au bon fonctionnement de la société, ne s'établit pas spontanément, qu'une fois installé il se perd assez facilement, qu'il est beaucoup plus difficile de recréer la confiance car la défiance une fois installée tend à augmenter. La complexité et le caractère dialectique de ces situations sont fort apparentes.

### **La confiance dans la science**

Concernant maintenant la confiance dans les institutions scientifiques, il est patent que la majeure partie de la confiance dans la science est de nature indirecte : confiance dans des chercheurs que l'on ne connaît pas, confiance dans des institutions lointaines et protégées. Le sociologue Gérald Bronner a beaucoup insisté sur le fait que la croissance des connaissances a pour effet paradoxal d'étendre le champ des croyances. Selon lui, les rapports entre connaissance et croyance ne peuvent nullement être perçus « comme un phénomène de vases communicants », l'augmentation de l'une produisant mécaniquement la décroissance de l'autre (Bronner, 2003). Bien avant lui, John Hardwig a introduit l'idée de « dépendance

épistémique » pour caractériser le fait que notre savoir dépend de celui des autres (Bonney et Galinon, 2019). Chez Bronner, il s'agit en premier lieu de la confiance-croyance faite par le scientifique vis-à-vis de la validité des résultats de ses collègues, du fait de l'amoindrissement de sa perception et de sa capacité de jugement sur l'ensemble. Au savoir contrôlé se substitue donc la croyance (Bronner, 2013).

Le récent scandale de la publication dans la revue *The Lancet*, le 22 mai dernier, d'une publication sur l'hydroxychloroquine comme traitement de la COVID-19, suivie d'une rétractation, a suscité le commentaire suivant d'un des auteurs : « Nous ne pouvons plus nous porter garants de la véracité des sources des données primaires » (Bach, 2020).

Le caractère indirect de la confiance dans la science souligné par Gérald Bronner est un facteur de risque non négligeable de perte de confiance. D'où la nécessité d'évaluer les failles du contrôle de qualité de la science, résultant de l'augmentation incessante du nombre de publications, du nombre de scientifiques, et du nombre de journaux.

Cela pose le problème général de la qualité de l'information fournie par les auteurs dans la présentation de leurs résultats et des normes que les journaux scientifiques devraient adopter pour l'acceptation d'un article, les sources d'erreurs d'interprétation étant très nombreuses en sciences de la vie (la norme MIAME -*Minimum Information About a Microarray Experiment*- est un exemple d'énumération des informations nécessaires pour contrôler la fiabilité des interprétations et assurer la reproductibilité des résultats). Au-delà des journaux scientifiques spécialisés eux-mêmes, le problème s'étend au journalisme scientifique qui est fréquemment devenu une espèce de presse à sensation.

De cette manière, la question renouvelée de l'intégrité scientifique, récemment abordée par de nombreuses institutions, devient publique. À cet égard on note la création récente de l'Office français pour l'intégrité scientifique,

placé sous la direction d'Olivier Le Gall, de l'INRAE, ainsi que de nombreux « référents intégrité » dans les institutions liées à la recherche. Il existe plusieurs facteurs limitants, bien identifiés, diminuant l'impact du contrôle de qualité : la pression à la publication rapide, l'évaluation des carrières principalement fondée sur la quantité, l'influence des financements privés en faveur de certaines orientations de recherche. La question des conflits d'intérêt se posant de plus en plus, une déclaration des « liens d'intérêt » par les membres a été récemment mise en œuvre à l'Académie des sciences sous l'impulsion de Pierre Corvol.

Le fait que la confiance dans la science comme institution s'effiloche tient en général à la difficulté de mettre en œuvre les normes épistémologiques de la science expérimentale dans les situations actuelles d'hyperspécialisation et de perception croissante de l'hypercomplexité, particulièrement dans les sciences de la vie. Cette difficulté prend plusieurs formes. Les problèmes de reproductibilité des résultats, avec les désaccords entre scientifiques de différentes spécialités et de différents laboratoires à cultures techniques différentes qui peuvent s'ensuivre, ont suscité l'intérêt de la communauté scientifique ainsi que le prouve un éditorial de la revue *Nature* (2016). Pierre Corvol a remarqué que seulement entre 11 % et 25 % des données en recherche biomédicale pouvaient être reproduites (Corvol, 2019).

Ce sont de tels constats qui l'ont amené à proposer la création de l'Office français de l'intégrité scientifique, création qui a été obtenue. Un autre fait notable qui affecte la crédibilité de la recherche est assez fréquemment observé. Il s'agit de ne publier que les résultats positifs en négligeant les résultats négatifs, surtout dans des domaines de recherche clinique assez peu rigoureuse (Meziani, 2018). Cette situation a suscité la création de la revue *Negative Results* en 2016, puis, plus récemment, de la

revue *Journal of Negative Results in Biomedicine*. Ces lancements, sur le fond de la croissance continue de manquements divers, de fraudes parfois graves, facilitées par la complexité des procédures, sont le signe de la capacité subsistante de la communauté scientifique de s'autoréguler.

La responsabilité des scientifiques est également engagée sur la scène publique en raison d'une certaine porosité entre faits scientifiques et croyances (par définition le domaine de l'inconnu), et en raison du caractère évolutif de la relation entre connu et inconnu (ce qui est fort heureusement de mieux en mieux perçu et accepté à l'occasion de la pandémie actuelle).

Ce qui peut jeter le trouble dans l'esprit public est en outre la confusion fréquente entre la science et la technologie, aussi interdépendantes qu'elles soient, et le fait que les critiques que l'on peut faire à l'égard de la fiabilité de tel ou tel processus industriel finissent par contaminer la science sous-jacente, du moins aux yeux de certains, par un processus de contagion bien connu des sociologues (Sperber, 1996).

### Enquêtes sur la confiance dans la science

Le public, au sens large de la population en général, ayant reçu l'éducation assez largement répandue aujourd'hui, n'a ni confiance ni défiance par rapport à la science, mais plutôt ignorance, car la science, dans ses démarches actuelles aussi hypercomplexes que nombre d'activités sociales, reste assez difficile à saisir pour beaucoup, et cela malgré les efforts considérables de diffusion des sciences. De nombreuses enquêtes montrent que les attitudes à l'égard de la science sont très variables selon les milieux ainsi, sans doute, que selon les générations. Certains affirment qu'il existe véritablement une crise de confiance dans « la science » (à prendre peut-être au sens américain de science qui est très

extensif). Les interrogations croissantes à ce sujet ont motivé diverses études. Aux États-Unis, l'*American Academy of Arts and Sciences* a lancé une étude sur la face publique de la science (*The Public Face of Science*) afin d'explorer l'évolution de la relation entre les scientifiques et le public. Il s'avère que la confiance dans la science dépend du niveau des revenus des personnes interrogées, de leur niveau d'éducation et de leurs préférences politiques (les démocrates étant supérieurs aux républicains en la matière).

À noter que les bas revenus ont une moindre confiance dans la science, mais une grande confiance dans l'éducation. La conclusion générale qui en résulte est que la majorité du public a confiance dans la communauté scientifique et pense que la science a un impact positif sur la société. Si cette confiance n'est pas générale, c'est vraisemblablement en raison de la difficulté de saisir la démarche scientifique pour un public plus faiblement éduqué dans le domaine des sciences. Les *National Institutes of Health* pour leur part ont lancé très récemment un forum sur l'internet sur le thème sensible *Science, health, and public trust* (*National Institutes of Health, 2018*).

Dans ce contexte, certaines recommandations ont été élaborées : publier des lignes directrices sur l'intégrité scientifique et sur l'éthique des sciences ; enseigner l'éthique des sciences au niveau universitaire avancé ; également, selon une recommandation de l'*American Academy of Arts and Sciences*, créer ou renforcer les liens entre sciences, humanités et sciences sociales au niveau universitaire. En outre, il est souhaitable d'agir au niveau législatif pour mettre réellement en œuvre de telles dispositions, sans s'interdire de prévoir des pénalités en cas de manquement.

En matière scientifique, la confiance a fréquemment précédé la défiance. Comment la renforcer dans les milieux les plus réfractaires, ceux qui sont la proie du

mécanisme bien connu de l'auto-renforcement des préjugés, surtout des préjugés négatifs ? Les croyances, parfois bien ancrées, interfèrent parfois, et très négativement, avec la connaissance scientifique. On observe une résurgence du créationnisme religieux, qui a certainement un ancrage très fort dans la psyché humaine (Schmid, 2008). On l'observe dans l'esprit de certains jeunes qui sont rendus réfractaires à l'enseignement scientifique qu'ils reçoivent.

Le conflit classique entre sciences et religion se rejoue à de nombreux niveaux. « Faire la preuve de » ne convainc que ceux qui se laissent convaincre. Dans ce contexte, la coupure entre sciences et humanités est très dommageable, car elle se traduit par l'ignorance de l'autre dans chaque camp, par une sorte d'hémianopsie, qui ne favorise pas la compréhension d'ensemble et la mise en perspective du progrès scientifique. Par « mise en perspective » du progrès scientifique, on peut entendre un travail interdisciplinaire, d'une interdisciplinarité nécessairement à large spectre, évitant le risque inhérent à toute entreprise de ce genre d'aboutir à des conclusions trop générales pour être significatives, risque évité par la pratique résolue d'une imprégnation mutuelle des différentes cultures disciplinaires, et par ce que personnellement je désigne comme « épistémologie de terrain », à l'instar de la *Field Philosophy* du philosophe américain Robert Frodeman (2014 ; 2019).

### Qu'est-ce qu'innover ? L'exemple de l'édition du génome

Les précédentes considérations ne seraient pas complètes sans une discussion sur l'acceptation de l'innovation et sur le contenu du progrès, et cela pour deux raisons : le fait que l'acceptabilité sociale d'une innovation pose fréquemment question, ce qui implique à nouveau l'universelle question de confiance ; le fait que l'innovation n'est pas toujours

perçue comme un réel progrès. En effet, les termes d'innovation et de progrès ne sont pas équivalents dans leurs significations, attestées dans la langue latine dont ils proviennent. *Innovatio* signifie en premier lieu entrée dans du nouveau, alors que *progressus* signifie en premier lieu marche en avant, et *progressio* signifie en premier lieu progrès comme accroissement. Dans l'usage actuel, innovation est un terme descriptif, alors que progrès, qui a certainement lui aussi une composante descriptive, comporte surtout un jugement de valeur positive. Il s'ensuit que de l'innovation au progrès, il y a un enrichissement en valeur.

On distingue souvent invention et innovation. Selon le dictionnaire *Robert*, innover signifie au premier chef « introduire dans une chose établie quelque chose de nouveau », inventer signifie en premier lieu créer, découvrir, imaginer quelque chose de nouveau. L'invention est imagination, alors que l'innovation s'appuie sur un socle préexistant.

Mais il n'y a pas d'opposition diamétrale entre les deux termes. Pas plus qu'il n'y a d'opposition entre invention et découverte. La distinction sémantique entre invention (du nouveau) et découverte (du préexistant) ne tient pas réellement en science. Comme l'a remarqué le mathématicien Jacques Hadamard dans son *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, reprenant des remarques d'Henri Poincaré dans sa célèbre conférence *L'invention mathématique*, il existe « quantité d'exemples de résultats scientifiques qui sont des découvertes aussi bien que des inventions » (Hadamard, 1993).

Comment mieux caractériser l'innovation et ses mécanismes ? L'innovation tant scientifique que technique est un processus continu, principalement cumulatif, qui s'appuie sur des succès antérieurs qui en quelque sorte la garantissent. Les révolutions scientifiques, les ruptures

épistémologiques sont moins nombreuses. Elles sont souvent le fruit de progrès dans l'instrumentation scientifique, qui ouvrent fréquent de vastes domaines nouveaux à l'investigation (la lunette de Galilée, la structure de l'ADN, plus récemment la PCR aujourd'hui largement popularisée). L'innovation nourrit la croissance économique, à tel point qu'il y a une véritable injonction d'innover. En économie, l'innovation est considérée naturellement comme telle lorsqu'elle est validée par le marché, lorsqu'elle enrichit le marché en produisant des variations nouvelles sur des réalités préexistantes, qui vont offrir à l'utilisateur un supplément de capacités. Sa définition même implique le passage par le marché. Sinon elle disparaît. Mais son caractère principal est bien qu'elle consiste à élargir l'existant. On parle aussi d'innovation de rupture, semble-t-il plus rare, qui correspond à la création d'un marché radicalement nouveau.

En tout cas, c'est l'élargissement de l'existant qui donne à l'innovation sa consistance et sa base. Elle est de l'ordre du perfectionnement technique, elle s'inscrit dans une durée, alors que l'invention est plus de l'ordre de la rupture, d'une nouveauté importante, sans antécédent. Mais il est certain qu'il existe une grande porosité entre les deux termes, l'innovation présupposant une forme d'invention.

Dans un contexte scientifique très évolutif, il ne suffit pas de consulter les dictionnaires car les dictionnaires consacrent un usage et donc le figent. Énormément de problèmes sont créés par la terminologie. Par exemple, une terminologie au départ simplement descriptive, la terminologie « organismes génétiquement modifiés », qui possède semble-t-il plusieurs définitions distinctes, a fini par véhiculer nombre de connotations négatives dans de nombreux cercles de la société.

On sait à quel point cette terminologie est ancrée dans les esprits. On vérifie à quel point une terminologie établie ne peut pas être

abandonnée sans fortes résistances au profit d'une terminologie plus précise et plus réaliste, ce qui serait pourtant un progrès. Une terminologie n'est pas seulement descriptive, mais également porteuse de valeurs positives ou négatives. Le conservatisme terminologique, créateur de dogmatismes, est un obstacle au progrès scientifique. Il convient de faire évoluer les terminologies pour les rendre plus précises en fonction des connaissances (et ignorances) du moment. Il faut avoir le courage de rendre les vieux concepts obsolètes, car l'histoire des sciences est aussi un cimetière de vieux concepts. Il faut faire très attention aux mots. Comme l'a dit Albert Camus, « mal nommer les choses c'est ajouter au malheur de ce monde » (Camus, 1944). Arrêtons de créer des barrières de mots.

Caractériser comme OGM telle ou telle innovation biotechnologique récente pose problème quant à sa diffusion. L'exemple actuel de la réécriture du génome a été largement discuté dans diverses institutions, notamment à l'Académie d'agriculture, qui a émis un avis (Académie d'agriculture de France, 2020), à l'Académie des sciences, à l'Académie nationale de médecine, à l'Académie des technologies, dans des réunions interacadémiques.

Il reste encore intéressant de revenir sur l'histoire et l'épistémologie de cette technique dite CRISPR-Cas9. En effet, cette technique est une application qui résulte de toute une histoire scientifique antérieure qu'elle poursuit et enrichit, et à l'intérieur de laquelle il est épistémologiquement utile de la réinscrire. C'est une innovation précisément en ce sens, car c'est un perfectionnement important. Cela lui confère une légitimité scientifique complète. Elle s'inscrit dans le cadre de recherches fondamentales en génétique microbienne et virale, sur les mécanismes internes de contrôle des génomes bactériens et sur les génomes viraux, recherches qui ont mené à

la découverte des systèmes CRISPR et Cas avant le perfectionnement apporté par Cas9. Pascale Cossart a fort bien présenté les choses dans son ouvrage *La nouvelle microbiologie. Des microbiotes aux CRISPR* (Cossart, 2006).

On peut en proposer un bref historique. L'expression correspondant à l'acronyme CRISPR (*clustered regularly interspaced short palindromic repeats*), résume la particularité de génomes de procaryotes de contenir des regroupements de courtes séquences d'ADN régulièrement espacées et palindromiques, c'est-à-dire pouvant être lues dans un sens sur un brin de l'ADN et dans le sens opposé sur le brin complémentaire. C'est ce que désigne l'acronyme CRISPR, proposé en 2001 par l'équipe de Francisco Mojica à l'université d'Alicante. On a ensuite découvert que ces clusters de séquences sont associés à d'autres gènes qui codent les protéines dites Cas, qui sont des enzymes, des nucléases.

Puis, en 2005, plusieurs équipes, dont l'équipe espagnole, ont découvert que ces séquences comprennent comme « espaceurs » des séquences virales intégrées au génome bactérien, vraisemblablement à la suite d'infections. Cela suggérerait que ces séquences pourraient être utilisées comme signaux de reconnaissance immunitaire pour combattre les infections ultérieures, donc dans le cadre de l'immunité acquise, ce qui fut confirmé assez rapidement chez le streptocoque. Le système complet fonctionne avec une étape d'ARN transcrits qui servent de guide pour la dégradation de l'ADN viral par les enzymes Cas. Il peut donc être utilisé pour cliver l'ADN cible d'une manière très précise.

Le système a été ensuite amélioré et simplifié par Emmanuelle Charpentier, en plusieurs étapes, insistant d'abord sur le rôle des ARN, puis avec Jennifer Doudna sur le mécanisme d'action de la nucléase Cas9. L'ensemble de ces travaux, qui se poursuivent, aboutit à ce que l'on appelle l'« édition » du génome, le

travail de l'éditeur étant une réécriture. Cette ingénierie génétique repose donc sur un ensemble important de travaux préliminaires, d'observations et d'expériences, qui sont aussi de vraies inventions. Il me semble, vu d'assez loin, que les moments de simplification qui ont eu lieu dans les travaux de Charpentier et Doudna ont une composante d'intuition et d'imagination qui caractérise l'invention. Il s'agit de l'intuition d'un possible. Quant à l'innovation, elle se marque dans le passage à l'application, qui est un test important, épistémologiquement parlant, pour étudier et valider les mécanismes.

À cet égard, la technique de Charpentier et Doudna présente de nombreux avantages qui en facilitent l'application. Cette technique est devenue routinière dans la recherche en laboratoire. Elle est actuellement utilisée ou testée dans de nombreux domaines y compris la médecine. Dans l'ouvrage *Au delà des OGM*, Virginie Tournay rapporte le succès remarquable de l'ingénierie génétique appliquée à l'immunothérapie de cas de leucémies de l'enfant, la technique consistant dans une modification de marqueurs de surface des lymphocytes T par la création de récepteurs antigéniques chimériques (Tournay, 2018). La technique CRISPR-Cas9 est utilisée en recherche génétique sur les leucémies, mais également en essais cliniques. Virginie Tournay s'est étonnée du fait que des réussites existantes dans ce domaine n'aient reçu aucun écho médiatique. Sans doute est-il plus aisé d'agiter la peur du risque que de saluer des réussites technologiques, fussent-elles médicales – un jugement philosophique dont l'auteur de ces lignes assume la responsabilité.

### Recherche fondamentale et recherche appliquée

La généralisation de ces techniques pose

cependant la question de leur application à l'embryon dans un esprit d'eugénisme, et non plus seulement au niveau somatique. La question de l'eugénisme ne cesse de se poser et se reposera d'une façon croissante. En novembre 2018, l'Académie des sciences et l'Académie nationale de médecine ont condamné l'initiative d'un chercheur chinois qui avait fait beaucoup de bruit en utilisant la technique CRISPR-Cas9 pour induire une mutation du gène CCR5. Ce gène code le récepteur à chimiokine qui permet au VIH de rentrer dans les cellules hôtes. Des mutations de ce gène qui existent naturellement se traduisent par une protection de leur porteur vis-à-vis du VIH. Induire artificiellement sa mutation a permis de déjouer l'infection par le VIH, ce qui a donné naissance à des bébés modifiés.

Dans leur déclaration commune, les deux instances écrivent : « Dans l'état actuel des connaissances, les conditions ne sont pas réunies pour ouvrir la voie à la naissance d'enfants dont le génome a été modifié à l'état embryonnaire. Si cette démarche était entreprise dans l'avenir ce ne devrait l'être qu'après approbation du projet par les instances académiques et éthiques concernées et un débat public approfondi. L'Académie nationale de médecine et l'Académie des sciences tiennent néanmoins à réaffirmer l'importance pour l'être humain des recherches responsables faisant appel aux technologies modifiant l'ADN, y compris quand elles sont menées dans l'embryon, et leur apportent leur soutien » (Académie des sciences, 2018). Recherche responsable, principe de responsabilité, être capable de répondre de ses actes, mais ne pas fermer entièrement la porte, tel est l'essentiel de ce message.

Il semble bien qu'il y ait un lien fort, un lien vital entre recherche fondamentale et recherche appliquée, peut-être surtout dans les sciences du vivant. Il me semble que ce lien vital est une idée à promouvoir, car il procure une double légitimité. Le chimiste

Didier Roux, titulaire de la Chaire d'innovation technologique Lilliane Bettencourt du Collège de France, et qui a fait auparavant une carrière industrielle en particulier chez Saint-Gobain dans la recherche sur les verres, insistait sur le nombre d'inconnues qui subsistent dans la connaissance fondamentale des verres (Roux, 2018). Cela implique la nécessité de ne pas tarir la recherche fondamentale dans son dialogue avec la recherche appliquée. La recherche fondamentale ne peut pas se poursuivre jusqu'au bout si elle n'est pas soumise à application, confrontée à l'application. De la recherche à l'application, il y a un continuum expérimental qui fonctionne nécessairement dans les deux sens. En médecine, la recherche dite « translationnelle » consiste à développer rapidement l'application et donc les leçons que l'on peut tirer de l'application pour la recherche fondamentale. Il y a une relation bidirectionnelle entre le domaine fondamental et le domaine clinique. La frontière entre les deux, frontière largement verbale, devient floue.

### **La question de la preuve de risques**

Je voudrais maintenant passer très brièvement de la question de l'application à la question de la preuve d'un risque, déplacement bien naturel dans notre argumentation en faveur de la confiance. Une idée fréquemment mise en avant est que l'absence de preuve n'est pas la preuve d'une absence. L'absence de preuve de la toxicité d'un produit ne serait pas la preuve d'une absence de toxicité. Donc la présence d'une toxicité devrait être considérée à titre d'hypothèse, et par suite permettre la mise en jeu du principe de précaution. Cette attitude est loin de faire l'unanimité. D'une part, il y a beaucoup d'exemples dans l'histoire de la médecine et dans la pratique médicale qui en montrent le bien-

fondé. Fréquemment on a trop vite cru qu'il n'y avait rien de grave parce que l'on n'avait pas pu ou su ou voulu observer ce qu'il y avait de grave. Mais d'autre part, notons qu'il s'agit de preuve, et que l'absence de preuve de toxicité ne peut être considérée symétriquement comme une présomption de toxicité.

S'il s'agit de déterminer à qui revient la charge de la preuve (problème fréquemment évoqué), je remarquerai simplement que prouver la toxicité ou prouver la non-toxicité est fondamentalement la même recherche. Il serait rationnel d'en conclure que cet adage, pris au pied de la lettre, encourage la recherche de preuve, donc la recherche tout court. Il ne devrait donc pas être utilisé comme un frein.

Enfin on est en droit d'interroger sa formulation ainsi que son fondement logique. Dans l'ouvrage *Au-delà des OGM*, Brigitte Laquière qualifie cette assertion de sentence magique qui laisse perplexe (Regnault-Roger et al., 2018). La perplexité exprimée par Brigitte Laquière peut être partagée pour deux raisons. La première est que la structure rhétorique de la phrase est ce qui lui confère la magie, et donc l'apparence séduisante d'une rationalité. Mais cet effet purement rhétorique ne correspond à rien sur le plan de la logique.

À l'appui de cette thèse peut être cité le travail d'un philosophe américain, Steven D. Hales, publié dans la revue *Think* en 2005 et qui s'intitule *Thinking Tools: You Can Prove a Negative* (Hales, 2005). Aucun logicien, déclare Steven Hales, ne considère que l'on ne peut pas prouver une proposition négative. On peut prouver une non-existence. En général, les preuves d'absence reposent sur la validité du principe d'induction, largement confirmée sur le plan pragmatique. Certes, la mise en œuvre du principe d'induction doit être aussi complète que possible, ce qui peut prendre un temps parfois fort long pendant lequel se pose le problème de savoir quelle attitude prendre par rapport à la substance en

cours d'étude. La conclusion que j'en retire personnellement est d'étudier plutôt que de bannir d'entrée de jeu, de rechercher la preuve.

### Progrès des sciences, progrès des sociétés

Toute innovation constitue-t-elle un progrès ? Le progrès scientifique et le progrès social vont-ils de pair ? Qu'en est-il de la perception du progrès ? Dans un texte remarquable intitulé *La décadence de l'idée de progrès*, en 1987, le philosophe-médecin Georges Canguilhem a mis en perspective l'idée de progrès, tant par rapport à l'histoire des sciences qu'à celle des sociétés. Canguilhem confronte les idées, les espoirs et les peurs de Condorcet, dans son *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* en 1793, aux réalités d'une histoire rythmée de crises et de régressions, de cycles. Il montre d'abord comment cette idée de progrès comporte alors une notion de linéarité et un caractère indéfini. Il s'agit ensuite pour lui d'examiner « les conditions dans lesquelles une idée a perdu son prestige et son rôle » (Canguilhem, 2018).

Acteur majeur de la philosophie française du XX<sup>e</sup> siècle, résistant, Canguilhem ne peut qu'observer l'alternance de progrès et de régressions dans l'histoire. Depuis ses analyses, la conjoncture scientifique, médicale, agronomique a beaucoup changé, et la perception nouvelle de l'hypercomplexité de tout ce qui concerne le vivant aussi bien que la société ouvre beaucoup plus de possibilités sur les plans tant théorique que pratique. Le progrès dans les sciences et le progrès dans la société vont-ils alors de pair ?

Cette vaste question a été abordée lors d'une conférence de l'Académie européenne des sciences à l'Académie royale de Belgique à Bruxelles en novembre 2016 et

publiée sous le titre *Progress in Science Progress in Society*. J'en extrais deux jugements. En premier lieu, celui de Catherine Bréchignac se demandant si le progrès dans la science est un progrès pour la société. Elle remarque que « la société embrasse la technologie, non la science. Ce sont principalement les résultats de la technologie qui intéressent la société » (Bréchignac, 2018).

En second lieu, celui de François Guinot, de l'Académie des technologies, qui examine l'innovation technologique comme facteur de pénétration de la science dans la société. Son idée est que l'innovation technologique accélérée a pour effet de « cacher » la science qui est derrière (Guinot, 2018). C'est dommageable d'un point de vue sociétal pour la science. En outre, on assiste à une « technologie exponentielle ». Ceci crée une désynchronisation entre la sphère scientifique et technique et la capacité d'adaptation cognitive dans la société, ce qui ne cesse de créer de nouvelles distorsions, de nouvelles anxiétés, et de compliquer les problèmes politiques.

### Deux conséquences

Que conclure d'une manière utilisable de ces considérations ? En premier lieu, on ne peut séparer, épistémologiquement parlant, la recherche de l'application, ce qui légitime l'application du point de vue de la recherche. Cet argument n'est pas négligeable. Il conviendrait qu'il soit entendu. Du point de vue de la « société » (un terme vague qui dans l'idiome des scientifiques désigne tout ce qui n'est pas la science), l'affaire est rarement entendue. À cet égard, dans un pays qui a institué l'esprit critique comme une qualité cardinale, la recherche d'un consensus ménageant sans cesse la chèvre et le chou pourrait peut-être s'accommoder d'un peu de dissensus philosophique par rapport aux opinions dominantes.

Une deuxième conclusion concerne le journalisme et les media. Dans une société où le soupçon prend de plus en plus d'importance et où la notion de vérité scientifique perd de son attrait au profit d'un relativisme de bas étage consacrant le règne d'opinions aussi différentes que, par définition, équivalentes, le rôle des media est devenu critique. Dans le rapport du Comité consultatif national d'éthique en 1984, le neuropharmacologue Jacques Glowinski, écrivait : « Les journalistes font un très dur métier, mais un très beau métier, il faudrait qu'ils le fassent mieux encore qu'ils ne le font maintenant. (...) Leur rôle est prédominant. Je pense qu'il faut absolument améliorer la manière dont ils travaillent » (Glowinski, 1985).

Le poison du doute, l'imprécision, l'esprit de parti pris sont trop fréquemment observés dans les grands media. À cet égard, il conviendrait de relancer l'idée quelque peu explosive de créer un Comité national d'éthique de l'information et de la communication, une idée de régulation parfois proposée ailleurs (Poullet, 2018). Cela permettrait peut-être de mieux conjuguer la liberté et la responsabilité, deux valeurs qui n'ont de sens que réunies. La responsabilité des scientifiques est souvent évoquée, parfois montrée du doigt. La responsabilité médiatique l'est beaucoup moins. La création d'une instance régulatrice dotée de pouvoirs renforcés permettrait aussi, sans nul doute, de mieux faire de l'innovation un progrès pour tous, et par là de restaurer une confiance que chaque nouvel événement, contingent ou imprévu, ébrèche.

*L'auteur remercie Marie-Françoise Chevallier - Le Guyader, Jean-Claude Mounolou et Agnès Ricroch pour leurs invitations à traiter les sujets présentés dans l'article.*

*Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France*  
*Academic Notes from the French Academy of Agriculture*  
*(N3AF)*  
**Opinion**

## Références

- Académie d'agriculture de France. 2020. *Réécriture du génome, éthique et confiance*, Avis de l'Académie d'agriculture de France, 8 janvier 2020. <https://www.academie-agriculture.fr/publications/publications-academie/avis>.
- Académie des sciences. 2018. *Bébés génétiquement modifiés : l'Académie des sciences et l'Académie nationale de médecine condamnent l'initiative du Dr. He Jiankui*, déclaration du 28 novembre 2018. In *Rapports, ouvrages, avis et recommandations de l'Académie des sciences*, site internet de l'Académie.
- Bach JF. 2020. Toute les quinze secondes, une nouvelle publication scientifique est disponible sur internet. *Le Figaro*, samedi 13 – dimanche 14 juin 2020.
- Benveniste E. 1960. Créance et croyance. In *Le vocabulaire des institutions indo-européennes, t. I : Economie, parenté, société*, Editions de Minuit, Paris, 171.
- Berthoz A. 2009. *La simplicité*, Odile Jacob, Paris.
- Bonnay D, Galinon H. 2019. *Épistémologie sociale*, Vrin, Paris.
- Bréchnignac B. 2018. *Is Progress in Science, Progress for Society ?*, In Tressaud A (ed) *Progress in Science, Progress in Society*, Springer International Publishing AG, 4.
- Bronner G. 2003. *L'empire des croyances*, Presses universitaires de France, Paris, 165.
- Bronner G. 2013. Comment Internet fait le lit des croyances, *Pour la Science*, 426 (5), 32.
- Canguilhem G. 2018. La décadence de l'idée de progrès. In Canguilhem G. *Œuvres complètes*, tome V, *Histoire des sciences, épistémologie, commémorations 1966-1995* (presentation Limoges C), Vrin, Paris, 1993.
- Chevallier-Le Guyader MF. 2020. *Science et confiance: un contexte évolutif, une question renouvelée*. In Dron M et Kim-Bondled P (eds), *Covid-19 et agriculture. Une opportunité pour la transition agricole et alimentaire ?*, Presse des Mines, 2020, 311-319.
- Corvol P. 2019. *Science et communication : Open, Prospective en science ouverte*, Colloque de l'Académie des sciences, 2 avril 2019.
- Cossart P. 2006. *La nouvelle microbiologie. Des microbiotes aux CRISPR*, Odile Jacob, Paris, ch 4.
- Debru C, Isoz FP. 2020. *Pourquoi croyons-nous ? Dialogue en liberté d'un philosophe et d'un psychanalyste*, Odile Jacob, Paris, 182-185.
- Frodeman R. 2014. *Sustainable Knowledge : a Theory of Interdisciplinarity*, MacMillan Palgrave.
- Frodeman R. 2019. *Pour un savoir soutenable. Une théorie de l'interdisciplinarité* (trad Galmot A), Quae-NSS Dialogues, Paris.
- Glowinski J. 1985. « Exposé », *Problèmes éthiques posés par la recherche sur le cerveau humain*, Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé, La documentation française, Paris, 1985.
- Guinot F. 2018. *Technological Innovation as a Factor of Penetration of Science in Society*. In Tressaud A (ed) *Progress in Science, Progress in Society*, Springer International Publishing AG, 81.
- Hadamard J. 1993. *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Jacques Gabay, Paris.

Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France  
Academic Notes from the French Academy of Agriculture  
(N3AF)  
Opinion

- Hales SD. 2005. *Thinking Tools : You can prove a negative, Think*, 4(10), 109 – 112.
- Luhmann N. 2006. *La Confiance. Un mécanisme de réduction de la complexité sociale* (trad Bouchard S), Economica, Paris.
- Luhmann N. 2017. *Systemtheorie der Gesellschaft*, Suhrkamp, Berlin.
- Marzano M. 2010. Qu'est-ce que la confiance ?, *Études*, 412, 53-63.
- Meziani A. 2018. *La fabrique du chercheur ou la fabrique de l'imposeur*, Mémoire de M1, Espace Ethique Île-de-France, Université Paris-Saclay.
- Schmid AF (ed). 2008. Dossier *Evolution et créationnisme*, Natures Sciences Sociétés, 15(4).
- National Institutes of Health. 2018. *About Science, Health and Public Trust*, <https://www.nih.gov/about-nih/what-we-do/science-health-public-trust>
- Nature. 2016. *Reality check on reproducibility*, *Nature*, 533 (7604), 437.
- Poincaré H. 1993. *L'invention mathématique*, Jacques Gabay, Paris, 9.
- Poullet Y. 2018. *Law Facing Information and Communication Technology (ICT) - Conflict or Alliance*. In Tressaud A (ed) *Progress in Science, Progress in Society*, Springer International Publishing AG, 91.
- Quéré L. 2001, *La structure cognitive et normative de la confiance*, *Réseaux*, 4(108), 125-152.
- Quéré L. 2005. *La structure cognitive de la confiance*, HAL 00003878.
- Raude J. 2020. Vaccination : une hésitation française, *The Conversation*, entretien du 2 décembre 2020.
- Regnault-Roger C, Houdebine LM, Ricroch A (eds). 2018, *Au-delà des OGM. Science-Innovation-Société*, Presses des Mines, Paris, 42.
- Roux D. 2018. *Rencontre avec Didier Roux – Découverte, invention, innovation technologique*, 5 à 7, Cycle rencontre avec un académicien, 22 mai 2018. In Séances publiques de l'Académie des sciences, <https://www.academie-sciences.fr/fr/Seances-publiques/5a7-didier-roux-2018.html>.
- Simmel G. 1999. *Secret et sociétés secrètes* (trad Muller S), Circé, Strasbourg, 22.
- Simmel G. 1999. *Sociologie. Études sur les formes de la socialisation* (1908), Presses universitaires de France, Paris.
- Simmel G. 2014. *Philosophie de l'argent* (1900) (trad Cornile S et Ivernel P), Presses universitaires de France, Paris.
- Sperber D. 1996. *La contagion des idées*, Odile Jacob, Paris.
- Tiran A. 1997. *Confiance sociale confiance primordiale, en parlant de Georg Simmel*. In Bernoux P et Servet JM (eds), *La construction sociale de la confiance*, AEF, Montchrestien, 486.
- Tournay V. 2018. *Mesurer scientifiquement l'acceptabilité sociale des biotechnologies : une exigence éthique et politique*. In Regnault-Roger C, Houdebine LM et Ricroch A (eds), *Au-delà des OGM. Science-Innovation-Société*, Presses des Mines, Paris, 63.

Édité par

Nicole Mathieu, directrice de recherche émérite au CNRS, membre de l'Académie d'agriculture de France.

*Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France*  
*Academic Notes from the French Academy of Agriculture*  
*(N3AF)*  
**Opinion**

**Rapporteurs**

Dominique Job, directeur de recherche émérite au CNRS, membre de l'Académie d'agriculture de France.

Juliette Simont, philosophe, maître de recherche FNRS, enseignante à l'Université libre de Bruxelles.

**Rubrique**

Cet article a été publié dans la rubrique «Opinions» des *Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France*.

**Reçu**

21 janvier 2021

**Accepté**

29 mars 2021

**Publié**

17 avril 2021

**Citation**

Debru C. 2021. Confiance, innovation, progrès, *Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France / Academic Notes from the French Academy of Agriculture (N3AF)*, 11(4), 1-14. <https://doi.org/10.58630/pubac.not.a174557>.



Claude Debru est membre de l'Académie d'agriculture de France et professeur émérite de philosophie des sciences au Centre d'archives en philosophie, histoire et édition des sciences (UMS 3610 CNRS / École normale supérieure).