LES ETUDES DU CONSEIL ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Sciences et société : les conditions du dialogue

Gérard Aschieri,
rapporteur

novembre 2019

CONSEIL ECONOMIQUE, SOCIAL
ET ENVIRONNEMENTAL

Paris, le mardi 26 novembre 2019

CE DOCUMENT D'ORDRE INTERIEUR NE
PEUT NI ETRE DIFFUSE NI PUBLIE

SCIENCES ET SOCIETE : LES CONDITIONS DU DIALOGUE

Étude du Conseil économique, social et environnemental présentée par

Gérard Aschieri, rapporteur

Au nom de la

délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Sommaire

ÉTUDE 4

INTRODUCTION 5

I - LA SCIENCE : PROCESSUS DE PRODUCTION DU SAVOIR ET DE LA CONSTRUCTION DE LA CONNAISSANCE 6

A - Scientificité des processus produisant du savoir et de la connaissance 6

1. Scientificité des connaissances et méthode scientifique 7
2. L'innovation 8
3. Des démarches et des régimes de scientificité différents 8
4. Les sciences humaines et sociales (SHS) 10
5. Des niveaux de scientificité différents 11

B - L'essor des sciences participatives depuis le XIXème siècle 12

C - L'évaluation de la recherche 16

D - L'épistémologie versus l'agnotologie 18

II - L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE QUESTIONNEE PAR LA SOCIETE ..20

A - Un nouveau contrat éthique et démocratique entre les sciences et la société 20

B - Une réalité protéiforme et contradictoire 22

1. Confiance dans les sciences, soupçons envers les scientifiques 23
2. Des éléments de fragilité 26
3. Internet et les réseaux sociaux 34

C - L'intégrité scientifique en question 38

1. La distinction entre éthique et intégrité scientifique 38
2. Des biais de financement et d'organisation 40
3. Des lobbies instillant le doute 45

III - DES PISTES POUR UN DIALOGUE RENOUVELE ET PLUS CONFIANT 52

A - Développer la formation du public et des scientifiques 53

1. La formation des jeunes dans le système éducatif 53
2. Au-delà des jeunes, les chercheurs et chercheuses, et le grand public 54

B - Conforter un écosystème favorable à l'intégrité scientifique 56

1. Rendre effective l'exigence de déclaration de liens d'intérêt 56
2. Assurer l'indépendance et la transparence des organismes chargés d'une expertise scientifique 56
3. Généraliser et amplifier les mesures prises à la suite de la Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche 57
4. Évaluation de la recherche : appliquer la Déclaration de San Francisco 58
5. Développer la publication ouverte en ligne des travaux scientifiques 59
6. Clarifier les sources et les modes de financement 59

C - Associer les citoyennes et citoyens aux recherches et aux controverses sur les sciences 60

1. Encourager et développer les recherches participatives 60
2. Faciliter et démocratiser l'accès à l'expertise scientifique 61
3. Développer l'expérimentation du recours aux conventions de citoyennes et citoyens 62

CONCLUSION 64

ANNEXES 65

N°1 Composition de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques à la date du vote 66
N°2 Résultat des votes par groupe en réunion de délégation, le 12 novembre 2019 67
N°3 Liste des personnalités reçues en audition devant les membres de la délégation et rencontrées par le rapporteur. 68
N°4 Actions mises en œuvre par les pouvoirs publics au sujet des sciences participatives 70
N°5 Quelle participation des non-chercheurs et non-chercheuses aux sciences et recherches participatives ? 71
N°6 Industrielles et industriels, scientifiques et pouvoirs publics : les trois acteurs et actrices de la controverse 72
N°7 Emploi scientifique public par type d'établissement en 2015 73
N°8 Répartition régionale des effectifs de chercheuses et chercheurs des organismes en 2015 74
N°9 Table des sigles 75
N°10 Lexique 77
N°11 Bibliographie 79
N°12 Table des illustrations 82

Étude

Présentée au nom de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques

SCIENCES ET SOCIETE : LES CONDITIONS DU DIALOGUE

Gérard Aschieri, rapporteur

INTRODUCTION

« La domination est servile quand elle tient à l'opinion ; car tu dépends des préjugés de ceux que tu gouvernes par les préjugés »[1].

Notre société est confrontée à une sorte de paradoxe. D'un côté, la science y joue un rôle de plus en plus important et ce rôle est particulièrement prégnant dans le domaine des politiques publiques : elle est de plus en plus souvent invoquée pour étayer des décisions, justifier des choix, évaluer leurs conséquences possibles. C'est ainsi que le thème de l' « *evidence based policy* », que l'on peut traduire par « politique fondée sur les résultats scientifiques », est de plus en plus évoqué par des responsables politiques. Et les scientifiques sont régulièrement appelés à jouer le rôle d'expertes et d'experts : c'est le cas, par exemple, de notre assemblée qui a recours quasi systématiquement à l'audition de scientifiques pour l'élaboration de ses avis.

D'un autre côté, les scientifiques n'échappent pas à la défiance généralisée qui touche l'ensemble des institutions : non seulement elles et ils sont soupçonnés de défendre des intérêts particuliers au détriment de l'intérêt général mais également le doute inhérent à toute démarche scientifique est souvent utilisé pour justifier une sorte de scepticisme généralisé, remettant en cause les résultats les mieux établis. Et force est de constater que les décisions sont trop souvent prises en fonction de l'état de l'opinion plutôt que des résultats de la recherche. Cette situation préoccupe nombre de scientifiques qui font état de leur désarroi : c'est ce que montrent, par exemple, le rapport de France Stratégie sur l'expertise, ou des ouvrages, ou des tribunes publiés par des chercheurs et chercheuses individuellement ou collectivement.

Les propos de François Héran, professeur au Collège de France, devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques, permettent d'en saisir les enjeux : il rappelle que la démocratie ne se réduit pas au vote mais repose sur une « étape cruciale » qui doit le précéder, celle de la délibération, et il situe le rôle du chercheur ou de la chercheuse à ce niveau : « *C'est dans le temps de la délibération que s'insèrent l'apport et l'expertise, la mission du chercheur, toute l'activité de partage d'expérience et de conseil qui est notamment réclamé par votre assemblée. En bonne démocratie, la politique ne peut pas se réduire à la politique d'opinion sans quoi la peur l'emportera* »[2].

De fait, le débat démocratique implique non seulement un socle de valeurs communes mais aussi la reconnaissance d'une réalité commune échappant aux préjugés et aux diverses visions du monde[3]. Lorsque l'on traite d'un dialogue confiant entre sciences et société, c'est de démocratie qu'il s'agit, de la capacité des responsables politiques et des citoyennes et citoyens à prendre des décisions à l'issue d'une délibération éclairée et, comme pour l'étude de notre Conseil sur les études d'impact, l'enjeu en est la qualité de cette décision.

1 Jean Jacques Rousseau, *Émile* (cité par François Héran dans sa leçon inaugurale au Collège de France).
2 Audition du 11 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
3 François Rastier, auteur de la *« Post-vérité » des menaces convergentes in Les Science contre la post-vérité*, Maryvonne Holzem (dir) éditions du croquant, avril 2019.

Il importe de mesurer la réalité et la portée de ces problèmes et d'en examiner les causes pour en rechercher les pistes contribuant à y apporter des réponses afin de (re)construire un dialogue de qualité entre société et science, et contribuer ainsi à une amélioration de notre fonctionnement démocratique. Nous rappellerons dans un premier temps ce qui caractérise la science et ses démarches (I) ; puis nous analyserons les rapports complexes et contradictoires de la société avec les sciences (II) ; enfin nous avancerons des pistes pour un dialogue renouvelé et plus confiant entre sciences et société (III).

I - LA SCIENCE : PROCESSUS DE PRODUCTION DU SAVOIR ET DE LA CONSTRUCTION DE LA CONNAISSANCE

La science est souvent définie comme un processus permettant de capitaliser du savoir et de la connaissance (A), qui peuvent être partagés et enrichis par des processus participatifs (B). En raison de son caractère crucial, la demande d'évaluation de la recherche ne cesse de progresser (C). Si l'épistémologie privilégie une approche théorique et critique de la connaissance, l'agnotologie s'intéresse à la production culturelle de l'ignorance afin d'identifier ses causes et finalités (D).

A - Scientificité des processus produisant du savoir et de la connaissance

Selon le dictionnaire étymologique de la langue française, l'étymologie du mot « science » vient du latin « *scientia* » qui signifie « connaissance », lui-même du verbe « *scire* » signifiant « savoir », qui désigne à l'origine, la faculté mentale propre à la connaissance.

Le mot science est polysémique, il se définit, selon Michel Blay[4], comme « *la connaissance claire et certaine de quelque chose, fondée soit sur des principes évidents et des démonstrations, soit sur des raisonnements expérimentaux, ou encore sur l'analyse des sociétés et des faits humains* ». Cette définition permet de distinguer trois types de science dont les limites sont relativement floues :

- les sciences exactes comprenant les mathématiques et les sciences mathématisées comme la physique théorique ;
- les sciences physico-chimiques et expérimentales (sciences de la nature et de la matière, biologie, médecine) ;
- les sciences humaines relatives à l'Homme, son histoire, son comportement, la langue, le social, le psychologique, le politique.

4 Michel Blay, directeur de recherche émérite au CNRS et président du Comité pour l'Histoire du CNRS, audition du 11 décembre 2018 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

La science peut être perçue comme un mode de connaissance critique entendu dans son double sens : d'une part, la science exerce un contrôle vigilant sur ses propres démarches et met en œuvre des critères précis de validation ; d'autre part, elle élabore des méthodes de recherche faisant partie intrinsèquement du développement du savoir scientifique lui-même.

L'acquisition de connaissances reconnues comme scientifiques, passe nécessairement par une suite d'étapes qui caractérisent la recherche scientifique.

1. Scientificité des connaissances et méthode scientifique

La connaissance acquise est qualifiée de scientifique si la scientificité des processus d'obtention est démontrée. La méthode scientifique comprend en général cinq opérations distinctes :

- l'expérimentation consistant à tester par des expériences répétées la validité d'une hypothèse, et à obtenir des données quantitatives permettant de l'affiner.
- L'observation permettant le suivi attentif des phénomènes, sans volonté de les modifier, à l'aide de moyens d'enquête et d'étude appropriés.
- La théorie et le modèle correspondant à un cadre de travail pour la compréhension de la nature et de l'humain.
- La simulation s'inscrivant dans la reproduction artificielle du fonctionnement d'un appareil, d'une machine, d'un système, d'un phénomène, à l'aide d'une maquette ou d'un programme informatique, à des fins d'étude, de démonstration ou d'explication.
- La publication et la littérature scientifique regroupant plusieurs types de communications que les chercheurs et chercheuses font de leurs travaux en direction d'un public de spécialistes, et ayant subi une forme d'examen de la rigueur de la méthode scientifique employée pour ces travaux (ex : comité de lecture indépendant, etc.).

L'univers complexe de la recherche distingue trois types d'activité, qui constituent un véritable *continuum* appelé « recherche et développement (R&D) » :

- la recherche fondamentale regroupe l'ensemble des travaux théoriques et expérimentaux pour acquérir de nouvelles connaissances sur les phénomènes observables dans la nature ou la société.
- La recherche appliquée a pour objectif d'enrichir les connaissances scientifiques pour les appliquer aux activités humaines : industrie, agriculture, santé, énergie, etc.
- Le développement consiste à mobiliser systématiquement les connaissances issues de la recherche pour fabriquer de nouveaux produits ou systèmes techniques ou pour mettre au point des procédés industriels.

En tout état de cause, il convient de distinguer la science et ses processus, de l'innovation qui poursuit d'autres finalités.

2. L'innovation

Le terme « innovation » désigne des démarches destinées à fournir aux citoyennes et citoyens devenus des consommateurs et consommatrices, des services et des appareils nouveaux, le plus souvent partiellement améliorés, censés favoriser le bien-être individuel par l'augmentation du confort et des choix dans la diversité technique.

Pour y parvenir, l'innovation se traduit par la mise au point de méthodes de production ou de distribution qui renvoient principalement à l'automatisation normalisée des tâches et à l'usage de l'intelligence artificielle. Ces procédés permettent ainsi de réduire le temps de travail et d'obtenir une plus grande productivité industrielle, agricole, des services, etc.

Innover n'est donc pas inventer mais transformer une idée astucieuse, reprenant de vrais travaux de recherche, en source de valeur économique. Bien définie, l'innovation a un champ propre qui ne peut être confondu avec celui de la science, cette dernière relevant de l'ordre démonstratif ou déductif.

Selon Michel Blay, l'idée que chacune ou chacun se fait de la recherche dépend pour une large part de son champ de compétence, des problèmes qu'on est capable d'y déceler et des intérêts – économiques, médicaux, sociaux, etc. – pour lesquels il semble indispensable d'aborder un sujet d'études : « *il y a donc recherche si l'on travaille sur un point particulier de la théorie des nombres ou sur la typologie de l'espace-temps ou bien encore sur la structure de la matière ou sur l'habitat médiéval, mais aussi lorsqu'on met au point un médicament, un nouveau microprocesseur ou logiciel* ».

Toutes ces activités sont cependant extrêmement diverses tant dans leurs objets que dans leur démarche et le statut de leurs résultats : le microprocesseur et le médicament se placent du côté de l'innovation ; la théorie du nombre et la physique s'insèrent dans l'ordre démonstratif ; l'habitat médiéval s'inscrit dans les spécificités des sciences humaines et sociales.

3. Des démarches et des régimes de scientificité différents

3.1. L'ordre démonstratif ou déductif

Par ordre démonstratif ou démonstration, il faut comprendre le déploiement d'un ensemble de procédures qui conduisent à la mise en ordre de propositions suivant des règles préalablement déterminées et en s'appuyant sur l'introduction de définitions précises. Cette démarche fut introduite initialement en géométrie afin d'établir, au sens mathématique, l'existence de l'objet étudié. Ce modèle historique de référence est donné par les *Éléments* d'Euclide (IIIème siècle AJC)[5].

5 Les *Éléments* (en grec ancien *Στοιχεία / stoïkheïa*) sont un traité mathématique et géométrique, constitué de 13 livres organisés thématiquement, probablement écrit par le mathématicien grec Euclide vers 300 av. J.-C.

La mise en ordre mathématique de ces éléments est reprise à travers les siècles suivants, dans le cadre notamment de la présentation et de l'élaboration des *Principia*[6] de Newton qui fournissent le cadre de la mécanique rationnelle au XVIIème siècle. Ces mêmes méthodes de démonstration (ordre, disposition, principe et concept) sont définies puis reprises pour présenter la mécanique analytique[7] de Lagrange à la fin du XVIIIème siècle, puis la théorie de l'électromagnétisme issue des équations de Maxwell[8], suivie de la théorie de la relativité[9] d'Einstein et de la mécanique quantique[10] dans les années 1930. Dans tous ces cas de figure et depuis l'Antiquité, la science est présentée sur la base d'un modèle parfaitement démonstratif. L'exposé initial des concepts, des principes et des méthodes de déduction permet à tout un chacun et chacune, en effectuant les efforts nécessaires pour se mettre à niveau, de comprendre le contenu de la théorie et d'être en mesure de la critiquer. Prise en ce sens, la science s'avère totalement démocratique car tout le monde peut se l'approprier et en discuter.

3.2. Les protocoles empiriques

La biologie constitue un domaine de recherche principalement empirique[11], basé sur des protocoles définis qui permettent d'observer des corrélations, sans pour autant pouvoir indiquer de façon déductive ce qui va advenir. Le contenu du champ de recherche de la biologie ne peut donc être élaboré de la même manière que l'ordre déductif. Dans le meilleur des cas, ce qui est probable peut être envisagé sous la forme d'hypothèses, cette absence de prédiction certaine distingue la biologie de la science - telle qu'elle a été précédemment définie. Ce défaut de déductibilité explique notamment les difficultés afférentes à la prescription d'un médicament ou d'un traitement pour guérir une pathologie donnée.

Il comprend une collection de définitions, axiomes, théorèmes et leur démonstration sur les sujets de la géométrie euclidienne et de la théorie des nombres primitifs.

6 *Philosophiae naturalis principia mathematica* (latin pour « Principes mathématiques de la philosophie naturelle »), souvent abrégé en *Principia* ou *Principia Mathematica*, est l'œuvre maîtresse d'Isaac Newton. Cet ouvrage en latin, divisé en trois parties (ou livres, du latin *liber*), est publié à Londres en 1687.

7 La mécanique analytique est une branche de la mécanique, dont elle constitue une formulation très mathématisée et de portée très générale. La mécanique analytique s'est avérée un outil très important en physique théorique. En particulier, la mécanique quantique emprunte énormément au formalisme de la mécanique analytique.

Contrairement à la mécanique d'Isaac Newton qui s'appuie sur le concept de point matériel, la mécanique analytique se penche sur les systèmes arbitrairement complexes, et étudie l'évolution de leurs degrés de libertés dans ce qu'on appelle un espace de configuration.

8 Les équations de Maxwell, aussi appelées équations de Maxwell-Lorentz, sont des lois fondamentales de la physique. Elles constituent les postulats de base de l'électromagnétisme, avec l'expression de la force électromagnétique de Lorentz.

9 L'expression théorie de la relativité renvoie le plus souvent à deux théories complémentaires élaborées par Albert Einstein : la relativité restreinte et la relativité générale. Ce terme peut aussi renvoyer à une idée plus ancienne, la relativité galiléenne qui s'applique à la mécanique newtonienne.

10 La mécanique quantique est la branche de la physique qui étudie et décrit les phénomènes fondamentaux à l'œuvre dans les systèmes physiques, plus particulièrement à l'échelle atomique et subatomique.

11 La recherche empirique peut être définie comme la recherche basée sur l'expérimentation ou l'observation, l'objectif étant de tester une hypothèse.

3.3. La modélisation

Si la modélisation est au cœur des pratiques scientifiques actuelles, en particulier dans le domaine des sciences humaines et sociales mais aussi dans des domaines comme l'étude du climat, son niveau de scientificité la distingue de la démonstration et de l'argumentation. La démarche, difficile et délicate, consiste à construire des modèles à partir d'un cadre théorique, c'est-à-dire des représentations simplifiées de certains aspects par essence déterminants du phénomène, comme le fait, par exemple, le Giec pour anticiper les conséquences possibles du changement climatique.

L'étape suivante consiste à recueillir des données empiriques correspondant à des grandeurs admises comme significatives puis de les introduire dans des calculateurs puissants qui utilisent des codes de calcul basés sur les cadres théoriques ayant permis la fabrication du modèle.

À l'issue d'un tel processus, on pourra ainsi dire qu'en fonction des données mesurées à un moment précis (des valeurs boursières ou un état de la pression atmosphérique), il est probable qu'on aboutisse ensuite à une certaine situation[12]. Cette démarche de modélisation, en dépit de son environnement technique et mathématique conséquent, ne conduit qu'à des résultats utilisables dans des limites préalablement définies et expliquées. De nombreux acteurs et actrices politiques, industriels, médiatiques, oublient souvent de préciser ce préalable.

Il ne peut y avoir de modélisation sans y associer une démarche argumentative capable de corriger la prétention illusoire des chiffres et des formules. Une valeur n'a de sens qu'à partir du moment où elle est discutée, l'introduction de ce processus argumentatif favorise dès lors un vrai débat démocratique.

4. Les sciences humaines et sociales (SHS)

Il paraît nécessaire de distinguer les sciences dites de la nature et les sciences humaines : leur définition, leur statut social, leurs rapports avec l'idéologie dominante présentent des différences considérables.

Lors de son audition, Michel Blay a effectué cette distinction en se demandant si les sciences humaines et sociales « *qui traitent de l'Homme en général (et non l'individu dans son espace spatiotemporel immédiat) devaient fournir un ensemble de lois relatives aux processus de transformation collectifs et si possible prédictives* ». Le terme de lois ne lui paraît pas adapté, il préfère en effet évoquer un « *ensemble de données largement comparées et critiquées, qui s'inscrivent désormais dans le cadre des problématiques de mondialisation* ». Dans cette perspective, le régime de scientificité des sciences de la nature, et des sciences humaines et sociales, est distinct : « *si dans les deux cas on peut parler d'exigence intellectuelle, de rigueur et de visée de vérité, les démarches n'en sont pas pour autant identiques* ». À ce titre, la distinction – précédemment décrite – entre démonstration et argumentation est marquante puisque dans les sciences humaines et sociales, il est possible d'argumenter et non de démontrer.

12 Par exemple, les modèles économiques s'avèrent en général non prédictifs comme en atteste la difficulté de prévoir précisément la conjoncture à l'échelle d'un territoire ou d'un pays.

Les SHS peuvent apporter des connaissances nouvelles concernant la vie des femmes et hommes en société, mais aussi favoriser le développement du processus argumentatif et démocratique pour l'ensemble des sciences. Si ces connaissances peuvent à la fois favoriser l'émancipation et la transformation sociales, elles peuvent aussi accroître l'exercice du pouvoir sur la société.

En effet, les SHS peuvent porter la liberté *via* l'argumentation et les connaissances. Elles peuvent aussi fournir des outils susceptibles de favoriser l'acceptabilité sociale de certaines nouveautés technologiques dont l'importance, au regard des bénéfices financiers attendus comparés aux nuisances qui pourraient se produire, devrait être interrogée. Cette situation se présente, par exemple, dans les cas de la biologie de synthèse et des nanotechnologies. Les SHS peuvent servir à argumenter du bien-fondé critique de l'introduction de ces nouvelles technologies mais aussi servir à faire passer subrepticement l'idée qu'il est indispensable pour le développement de la société, de les utiliser.

La société peut alors avoir le sentiment d'être manipulée par des expertes et experts peu scrupuleux, la science lui apparaissant comme non fiable et dangereuse. *In fine*, le résultat désastreux d'une telle utilisation des SHS est susceptible de favoriser la montée de l'obscurantisme.

A contrario, le rôle positif que peuvent apporter les SHS *via* l'argumentation critique et les préoccupations humanistes, est de nature à favoriser une plus grande orientation démocratique qui va de pair avec l'élaboration d'une forme d'éthique respectant l'intérêt général. À cette fin, la pratique ainsi que le sens et la portée des contenus scientifiques, seront à prendre en considération, les résultats et les choix de la science n'étant pas éthiquement neutres.

5. Des niveaux de scientificité différents

Il convient, en effet, de différencier leurs niveaux de scientificité afin de ne pas confondre l'argumenté avec le modélisé et le démontré, ce que d'aucunes et d'aucuns s'appliquent à faire parfois dans les médias. Les enjeux de « sciences et société » convergent sur ce point car la confusion peut conduire à prendre du savoir incertain pour une certitude absolue, comme l'explique Michel Blay lors de son audition : « *Par cela, il se crée des illusions de savoir et un certain rejet de la science par les citoyens. Si vous dites que c'est certain et si six mois plus tard, que cela est faux, on finit par douter de tout* ».

Le fonctionnement de la science dans sa puissance démonstrative, ne peut pas être mis en œuvre avec la même exigence dans toutes les situations empiriques. Il n'existe pas toujours un cadre théorique susceptible de fournir les éléments nécessaires pour monter une expérience en rapport avec les phénomènes étudiés. Les données observationnelles peuvent présenter un tel enchevêtrement de paramètres, que l'idée même d'en construire une théorie ou de déduire leurs processus d'effectuation d'une théorie existante, semble inaccessible. Dès lors, il peut se révéler difficile d'établir un modèle à partir des observations effectuées. Ainsi, en est-il, par exemple, des phénomènes économiques, climatiques ou biologiques. L'étude de ces phénomènes révèle des marges d'incertitudes en raison notamment des données observées.

Il n'en reste pas moins une constante qu'Alain Obadia[13] a résumée en ces termes : « *les données issues des travaux scientifiques résultent d'une démarche dont la rigueur doit répondre à des critères collectivement établis par la communauté scientifique, des critères parfaitement vérifiables et éventuellement réfutables par elle. C'est donc ce qui distingue les résultats scientifiques de la simple argumentation, même lorsque cette dernière est intellectuellement honnête et qu'elle est rigoureuse au plan méthodologique* ».

B - L'essor des sciences participatives depuis le XIXème siècle

Dans son article *Le champ scientifique*[14], Pierre Bourdieu démontre l'existence d'une lutte pour le monopole de la compétence scientifique au sein même de la communauté des chercheurs et chercheuses, ce qui met en lumière la complexité du développement des « sciences participatives ». Pourtant, dès le XIXème siècle, il existe une participation des non-professionnelles et non-professionnels à la production des connaissances dans les sciences de la nature, concernant notamment la collecte de spécimens. Plus récemment, ce phénomène s'est développé dans le domaine de la santé, par exemple, sur l'étude du Sida[15].

Michel Blay définit les sciences participatives, en considérant que la science permet à chacune et chacun de comprendre le contenu de la théorie : la science est par nature absolument démocratique puisque chacune et chacun peut se l'approprier à condition de se lancer dans un travail de réflexion adapté[16]. Par conséquent, les sciences participatives, parfois appelées sciences citoyennes ou sciences collaboratives, se sont notamment développées dans le domaine des sciences naturelles, au sein principalement des sociétés savantes des siècles passés. Une grande partie du travail se faisant sur le terrain sans nécessiter de moyens coûteux ou de laboratoire, des non-professionnelles et non-professionnels peuvent ainsi contribuer aux avancées en matière de connaissance et d'inventaires. Avec l'amélioration des technologies, elles ont peu à peu investi d'autres domaines comme la médecine, l'astronomie ou la physique, mais aussi les sciences sociales. Elles apparaissent avec l'implication des populations, des professionnelles et professionnels, des organisations syndicales ou des associations, des usagères et usagers et des citoyennes et citoyens dans la production des connaissances, dans

13 Président de la Fondation Gabriel Péri. Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
14 *Actes de la recherche en sciences sociales*. Vol. 2, n°2-3, juin 1976. *La production de l'idéologie dominante*.
15 Patricia Dias da Silva, Lorna Heaton et Florence Millerand, *Une revue de littérature sur la science citoyenne : la production de connaissances naturalistes à l'ère numérique*.
16 Audition de Monsieur Michel Blay, directeur de recherche émérite au CNRS et président du Comité pour l'Histoire du CNRS, du 11 décembre 2018 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

les controverses éthiques ou dans la gestion de l'environnement. Les sciences participatives s'inscrivent, avec l'aspiration des citoyennes et citoyens à se tourner vers des modèles plus démocratiques, conduisant donc à des rapprochements entre les sciences et la société.

Si les efforts de théorisation des « sciences participatives » sont encore à un stade progressif, à partir de 2013, le droit français a évolué en faveur de la promotion des recherches participatives. L'article 16 de la loi du 22 juillet 2013[17] dispose notamment que les établissements publics de recherche et les établissements d'enseignement supérieur, « *participent à la promotion de la recherche participative* ». La science citoyenne comprend des activités très variées qui vont de la vulgarisation scientifique jusqu'à la participation du public à des débats sociétaux. Elle est considérée comme relevant de la production des connaissances et reste diversifiée quant à ses formes.

Par la suite, une charte des *Sciences et Recherches participatives en France* a été signée le 20 mars 2017[18], elle fournit notamment une définition de ces activités participatives : *« Les sciences et recherches participatives sont des formes de production de connaissances scientifiques auxquelles participent, aux côtés des chercheurs, des acteurs de la société civile, à titre individuel ou collectif, de façon active et délibérée ».*

Lors de son audition, Christophe Roturier[19] a précisé que la recherche participative se distingue de la recherche partenariale qui s'effectue principalement avec des acteurs et actrices privés essentiellement issus du monde de l'entreprise, dont la culture de recherche est proche, permettant ainsi de cofinancer certaines activités, mutualiser les moyens matériels et humains, etc.

Les sciences et les recherches participatives poursuivent 4 objectifs principaux :

- valoriser le potentiel scientifique de ce type de recherche (valorisation de différentes formes de savoir, etc.).
- Construire de nouveaux liens avec les citoyennes et citoyens.
- Faciliter l'appropriation des résultats de la recherche, et diffuser les méthodes et la culture scientifiques.
- Contribuer au mouvement d'ouverture des recherches à la société.

Cette participation des non-chercheurs et non-chercheuses aux sciences et recherches participatives, monte en puissance depuis les années 2010. Christophe Roturier a fourni quelques données concrètes lors de son audition dont le détail est disponible en annexe n° 5.

La plupart des projets de science citoyenne dépendent d'un nombre assez important de petites contributions plus ou moins indépendantes dont le *crowdsourcing* : les citoyennes et citoyens travaillent activement pour faire la collecte et fournir de nouvelles données ou pour coder/classer des données existantes. Par

17 Loi du 22 juillet 2013 relative à l'Enseignement supérieur et à la Recherche.
18 Signée par des établissements d'enseignement et de recherche, des ONG et des associations.
19 Audition du 10 septembre 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese, de Christophe Roturier, délégué aux Sciences en Société à l'Inra.

exemple, le projet *Butterfly* propose une plateforme qui vise à la production de données naturalistes sur les papillons, qui s'insère dans des réseaux internationaux comme *inaturalist*. Certains réservent l'approche du *crowdsourcing* au traitement des informations à l'instar du projet les Herbonautes. Cet herbier collaboratif est porté par une institution qui demande à des contributeurs et contributrices anonymes de transcrire des informations pour compléter sa base de données[20]. Lors de son audition, Pierre Corvol a fourni un autre exemple en lien avec une application disponible sur les smartphones et qui permet de suivre l'éclosion des orchidées sur l'ensemble du territoire français, ce que les chercheurs et chercheuses de l'Inra ne peuvent faire au regard de leurs effectifs disponibles sur le terrain. Cette collecte massive, dématérialisée et en temps réel de données, permet d'acquérir une somme de connaissances scientifiques dont les citoyennes et citoyens sont les principaux contributeurs.

En 2016, François Houllier dans son rapport sur les sciences participatives[21], propose une classification en 3 groupes, des sciences et recherches participatives :

- les démarches de « *crowdsourcing* » qui correspondent donc à un recueil d'informations par les citoyennes et citoyens.
- La « *Community Based Research* » ou intelligence partagée, signifiant que les citoyennes et citoyens participent à l'interprétation basique de données.
- La recherche collaborative dans laquelle les citoyennes et citoyens et scientifiques, définissent ensemble le problème et organisent la collecte, l'analyse, l'interprétation des données et la diffusion des résultats.

Lors de son audition, Christophe Roturier a défini un 4ème groupe :

- la recherche collégiale où les citoyennes et citoyens avec les scientifiques, partagent la responsabilité du projet, les prises de décision et les coûts.

Le potentiel d'utilisation des données - pour la recherche scientifique comme pour la prise de décision politique - est directement lié à leur niveau de fiabilité, ce qui explique que les apports des contributeurs et contributrices sont parfois considérés comme moins légitimes que ceux émanant des professionnelles et professionnels de la recherche. Ce constat met en avant l'importance du nombre de participantes et participants : plus il est grand, plus il garantit la robustesse des données collectées. En outre, plus la participation à un projet se prolonge, moins la question de la qualité se pose[22]. Enfin, d'aucunes et d'aucuns pensent qu'il faut favoriser l'angle méthodologique à travers la question de la restitution. En effet, en exposant la

20 Patricia Dias da Silva, Lorna Heaton et Florence Millerand, *Une revue de littérature sur la science citoyenne : la production de connaissances naturalistes à l'ère numérique*.
21 Rapport sur les sciences participatives en France, remis aux ministères chargés de l'éducation nationale et de la recherche par François Houllier, ancien président-directeur général de l'Inra.
22 Patricia Dias da Silva, Lorna Heaton et Florence Millerand, *Une revue de littérature sur la science citoyenne : la production de connaissances naturalistes à l'ère numérique*.

démarche aux partenaires, étape par étape, de la construction de la problématique jusqu'aux différentes formes de restitution vers la communauté scientifique, les politiques et les citoyennes et citoyens, il est possible de faire de la science avec la société, même si elle n'est pas aussi directement impliquée dans la construction de la recherche[23].

Les collaborations entre scientifiques et citoyennes et citoyens, entre laboratoires, amateurs et associations, se développent donc et se diversifient. Portées par l'avancée propre des sciences, par l'intérêt des objets et phénomènes étudiés, par la volonté d'agir des acteurs et actrices variés et par des expériences réussies, elles sont aussi stimulées par le potentiel offert par le numérique[24]. Le développement des technologies de l'information et l'omniprésence des dispositifs et des médias numériques, changent l'échelle de la recherche.

Désormais, il faut faire de l'engagement des amateurs et du grand public, dans l'activité scientifique, une stratégie de recherche viable, c'est d'ailleurs une orientation prise par les pouvoirs publics, comme en atteste le tableau figurant en annexe n° 4. Par exemple, la multiplication de plateformes de sciences participatives en ligne, favorise une nouvelle visibilité de la contribution des amateurs. Cet engouement pour les sciences participatives permet de produire des bases de données et des dispositifs numériques qui favorisent l'accès à des « biens communs » à l'échelle mondiale mais aussi d'améliorer les connaissances scientifiques et de permettre une reconnexion avec le monde naturel. Cette production des connaissances scientifiques peut se retrouver enrichie par des participantes et participants qui deviennent plus compétents, reconnaissants et engagés dans l'activité scientifique. La formation de communautés virtuelles serait alors le futur des sciences citoyennes. L'élargissement par l'Internet permet de nouvelles observations des modes de production et des circulations du savoir scientifique[25]. On retrouve sur Internet une grande diversité d'acteurs et d'actrices, amateurs de vulgarisation scientifique qui diffusent de façon indépendante, du contenu visant à informer sur la question des sciences participatives. Ces initiatives permettent d'émettre une première hypothèse sur l'absence d'information et d'instance sur le sujet des sciences citoyennes, malgré un intérêt certain des non scientifiques[26].

Les connaissances produites par la recherche participative doivent respecter la rigueur de la démarche scientifique traditionnelle pour être validées. Selon Bernard Hubert[27], la robustesse des résultats fait le lien entre validation et pertinence. Un résultat est robuste s'il est issu d'une collaboration fondée sur des interactions effectives, des apprentissages croisés, des explorations collectives et s'il résiste au cours du temps, à des mises à l'épreuve.

23 Frédérique Chlous, Anne Dozières, Dominique Guillaud et Marine Legrand, Introduction. *Foisonnement participatif : des questionnements communs ?*
24 Mission sciences participatives.
25 Patricia Dias da Silva, Lorna Heaton et Florence Millerand, *Une revue de littérature sur la science citoyenne : la production de connaissances naturalistes à l'ère numérique*.
26 Entretien du 20 décembre 2018 avec Thomas Durand et Guillaume Cervantes, de l'Association pour la science et la transmission de l'esprit critique (Astec).
27 Directeur émérite de recherche à l'Inra - *Pour la science* n° 492 - octobre 2018.

Un autre enjeu de la science participative relève de l'éthique. En faisant cohabiter professionnelles et professionnels de la recherche avec des non-professionnelles et non-professionnels, la science participative confronte des mondes construits sur des contrats sociaux différents, c'est-à-dire qui ne partagent pas nécessairement les mêmes valeurs et finalités dans des activités pourtant communes. Dans un programme de sciences et recherches participatives, la première étape consiste à définir les valeurs de chacune et de chacun ainsi que les concepts mobilisés, et à expliciter les motivations et les finalités de chacune et de chacun pour écarter les risques de conflit.

C - L'évaluation de la recherche

La recherche est considérée, aussi bien par les décideurs et décideuses que par les citoyennes et citoyens, comme une activité cruciale pour la puissance économique et le rayonnement culturel de leur pays. Dans le secteur public, tous et toutes les responsables politiques mettent la recherche et l'éducation au centre de leur projet politique. C'est également le cas dans le secteur privé où les entreprises font de leurs dépenses de R&D, un argument fort de communication envers les investisseurs et investisseuses.

La recherche est de plus en plus perçue comme un investissement porteur de développements futurs, même si certains investisseurs et investisseuses perçoivent cette dépense comme coûteuse et parfois ésotérique[28]. Dans ce contexte, la demande d'évaluation de la recherche ne cesse de progresser.

Les évaluations peuvent être demandées par une fondation ou un ministère pour décider le programme ou le projet auquel seront allouées les subventions. Pour une institution de recherche, l'objectif est de financer prioritairement les équipes les plus influentes dans leur domaine ou montrer aux bailleurs et bailleuses de fonds, qu'elle tient une place visible dans la production internationale. La ou le responsable politique cherchera quant à elle ou à lui, à montrer que son action en faveur de la recherche a eu des effets tangibles.

À ce titre, deux évaluations distinctes coexistent :

- l'évaluation scientifique par les pairs, consubstantielle à la démarche scientifique, elle n'intègre pas forcément d'indicateurs quantitatifs, elle cherche à juger la valeur « heuristique » du travail de recherche en confrontant notamment des avis d'expertes et d'experts.
- L'évaluation à visée « gestionnaire », destinée à préparer une décision souvent liée à un investissement en s'appuyant sur des chiffres qui aident à se projeter sur les attentes possibles de tel ou tel choix.

La recherche est une activité difficile à planifier car destinée à produire des connaissances nouvelles dont la quantité et la qualité ne sont pas directement mesurables. La mesure porte souvent sur l'intensité de l'activité de recherche et

28 Ainsi le dernier *RAEF* voté par le Cese le 11 septembre 2019, regrette l'insuffisance de l'investissement dans la recherche en France.

certaines de ses qualités en faisant l'hypothèse que les résultats seront proportionnels à cette activité.

De même, sont observées et mesurées les actions accompagnant la recherche et signalent la production de connaissances : nombre de documents scientifiques publiés et cités par d'autres chercheurs et chercheuses ; nombre de rapports d'expertises où un chercheur ou une chercheuse est impliqué et nombre de brevets où son nom est associé. Plus récemment, la visibilité des chercheurs et chercheuses sur les réseaux sociaux (nombre de citations, de *likes*, de téléchargements, etc.), est prise en compte. Ces indicateurs alternatifs sont nouveaux, difficilement quantifiables mais sont en prise direct avec les réactions immédiates de certaines communautés scientifiques.

La prise en compte de ces indicateurs a des incidences directes sur les pratiques de la recherche, comme en témoignent certains manquements à l'intégrité scientifique qualifiés de « fraude molle » par Jacques Testart et qui sont détaillés dans le II – C – 1.2.

Le 16 décembre 2012, dans le cadre du congrès annuel de l'*American Society Cell Biology*, un groupe de scientifiques, de rédacteurs et rédactrices en chef, d'éditeurs et d'éditrices de revues savantes, a signé la déclaration de San Francisco sur l'évaluation de la recherche scientifique. L'objectif est d'améliorer cette évaluation par les agences de financement, les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, et les autres parties. Le facteur d'impact bibliométrique est souvent utilisé comme principal paramètre pour comparer les productions scientifiques individuelles et celles des établissements. Initialement, c'était un outil d'aide pour les bibliothécaires afin d'identifier les revues à acquérir et non pour mesurer la qualité scientifique de la recherche exposée dans un article. Le recours à ce facteur peut donc être source de biais conduisant à une évaluation contestable de la recherche.

La déclaration de San Francisco émet par conséquent, plusieurs recommandations pour améliorer l'évaluation de la recherche :

- ne plus utiliser d'indicateurs basés sur les revues comme les facteurs d'impact, dans le financement, les nominations et les promotions.
- Évaluer la recherche sur sa valeur intrinsèque plutôt qu'en fonction de la revue où elle est publiée.
- Exploiter au mieux les possibilités offertes par la publication en ligne.

Cette déclaration a été complétée en 2015 par le Manifeste de Leiden qui alerte également sur le mauvais usage de certains indicateurs bibliométriques. Plusieurs principes sont ainsi proposés pour une évaluation davantage qualitative en s'appuyant notamment sur :

- une évaluation par les pairs (conforme aux exigences de transparence, de collégialité, etc.) ;
- une évaluation respectueuse du principe du contradictoire ;
- une évaluation multicritères ;
- une évaluation à forte dimension qualitative.

D - L'épistémologie versus l'agnotologie

L'épistémologie correspond à la théorie de la science, sans pour autant se réduire à l'examen purement technologique des méthodes spécifiques des sciences. Elle vise, selon Gilles Gaston Granger – professeur au Collège de France – à situer la science dans une expérience du savoir qui la déborde, à en évaluer la portée, à en dégager le sens pour l'ensemble de la pratique humaine.

Le mot épistémologie renvoie en français à deux styles de théorie de la science :

- l'un plus proche de la philosophie d'obédience américaine ou britannique, met l'accent sur les processus les plus généraux de la connaissance, leur logique et leur fondement (approche défendue principalement par John Stuart Mill, Bertrand Russell, Karl Popper) ;
- l'autre assez caractéristique des épistémologues français et européens depuis la fin du XIXème siècle, privilégie l'étude spécifique des sciences voire du développement historique concret de leurs problèmes (approche soutenue par Antoine Cournot, Henri Poincaré, Pierre Duhem, Ernst Mach, Federigo Enriques).

En tenant compte de ces deux styles, le problème épistémologique peut donc être formulé comme étant d'une part, celui de la démarcation ou de la spécificité ou du sens propre d'une connaissance scientifique ; et d'autre part, celui de la pluralité, de la singularité voire de l'irréductibilité des différents domaines de la science.

Au regard notamment de ces considérations, Gilles Gaston Granger tente de définir l'épistémologie dans son acception la plus large comme étant le nom donné à tout essai pour déterminer actuellement le sens et les limites de la rationalité de la science.

Face à l'étude de la théorie des sciences formulée sous le terme d'épistémologie, a émergé relativement récemment le terme « agnotologie », introduit par l'historien des sciences Robert N. Proctor[29] pour désigner l'étude de l'ignorance et, au-delà de ce sens général, la « production culturelle de l'ignorance ». Si son usage académique semble plutôt circonscrit à la philosophie, l'histoire et la sociologie des sciences, il a largement essaimé vers le débat public et les médias à partir de 2003.

Au XIXème siècle, James Frederick Ferrier entendait baliser à côté de la théorie de la connaissance, une « théorie de l'ignorance », mais cette intention resta embryonnaire. L'expression agnotologie a ensuite été introduite par R.N. Proctor en 1995 dans le livre *Cancers Wars,* dont le sous-titre *Comment les politiques publiques façonnent ce que nous savons et ce que nous ne savons pas sur le cancer,* évoquait clairement la question de l'ignorance.

Ensuite, c'est à l'occasion de deux colloques importants (en 2003 à l'université d'État de Pennsylvanie puis de Stanford en 2005), que le thème de l'agnotologie devient fédérateur en philosophie et en histoire des sciences.

29 Professeur d'Histoire des sciences à l'université de Stanford, expert scientifique auprès des tribunaux américains dans les procès du tabac.

Dans son recueil de 2008 *Agnotology*, R.N. Proctor distingue trois grands types d'études :

- celles de l'ignorance comme « ressource » que la science et le savoir doivent résorber.
- Celles sur l'ignorance comme « terrain perdu » c'est-à-dire dont on s'est détourné. Nos intérêts sont sélectifs, tout programme de recherche se fait au détriment d'autres pans possibles de la science.
- Celles sur l'ignorance comme produit d'une stratégie en tentant de gommer, saper ou fragiliser une connaissance fiable existante. Par exemple, faire disparaître de la connaissance de l'espace public - dans le cadre d'un secret d'État ou industriel - ou la rendre indisponible, inutilisable pour justifier des inférences et des décisions comme dans certaines formes de climato-scepticisme ou les campagnes orchestrées par les cigarettiers, correspond bien à créer de l'ignorance.

Même si la notion d'agnotologie avait pour but de couvrir les trois sens susmentionnés, elle s'est vite retrouvée identifiée à l'ignorance produite, ce qui nécessite de la considérer comme un état et un effet justifiant de la relier à ses causes.

Mathias Girel[30] dans son article relatif à l'agnotologie dans l'*Encyclopaedia Universalis*, s'est attaché à distinguer l'ignorance produite volontairement pour des raisons commerciales essentiellement, de celle produite non intentionnellement par divers biais.

L'autre variante de l'agnotologie s'intéresse aux biais induits par nos propres croyances et les outils utilisés pour comprendre, et maîtriser la nature et les programmes de recherche. Des recherches sont donc lancées sur la « science qui n'est pas faite ou qui ne se fait pas ». Certains mouvements sociaux identifient des connaissances qui pourraient être produites mais ne le sont pas. Par exemple, lors d'une catastrophe naturelle, l'action réglementaire et institutionnelle peut créer de l'ignorance, cette dernière étant le strict corollaire du besoin d'agir. En effet, l'urgence de la réponse à fournir implique une réduction de la complexité des objets qui, par exemple, dans le cas de l'ouragan Katrina et des pollutions qu'il a engendrés, a conduit à négliger les « effets cocktails [31]». En simplifiant le phénomène, la réponse qui a été fournie par la puissance publique pour faire face à l'urgence des dégâts provoqués par l'ouragan, a créé de l'ignorance à chaque étape alors même que cette dernière n'était pas visée en première intention.

En conclusion, Mathias Girel estime que quel que soit le sens retenu pour le terme agnotologie (étude générale de l'ignorance, étude des causes ou des stratégies), ces travaux constituent plus un courant qu'une discipline académique. Ils ont l'intérêt de fournir un regard neuf sur la connaissance, sa valeur et sa fragilité parfois. Ils permettent de repérer les « angles morts » et les vulnérabilités de nos systèmes de

30 Maître de conférences, département de philosophie de l'École normale supérieure (ENS), directeur du Centre d'archives en philosophie, histoire et édition des sciences au CNRS.

31 Il s'agit des effets conjugués de molécules qui sont sous-documentées alors que les expertes et experts se concentrent sur les molécules les plus préoccupantes et extrapolent à partir des connaissances existantes.

recherche et de nos instances réglementaires dans le domaine sanitaire et environnemental notamment. Se demander « *pourquoi on ne sait ce que l'on ne sait pas ?* » n'est pas une interrogation vaine mais poser une question indissolublement épistémologique, éthique et politique.

II - L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE QUESTIONNEE PAR LA SOCIETE

Les conditions du dialogue entre sciences et société sont marquées par des paradoxes qu'il importe de mesurer pour éviter toute vision catastrophiste : il est en en effet primordial de percevoir les divers facteurs qui interviennent dans ce dialogue, et qui à la fois troublent la confiance et génèrent des demandes nouvelles.

Si au XXème siècle, un contrat tacite entre la science et la société était établi au service du bien commun, ce contrat évolue pour répondre aux nouveaux besoins éthiques et démocratiques du XXIème siècle (A). En effet, la confiance dans les sciences et les scientifiques, soulève de nombreuses interrogations révélant ainsi une réalité protéiforme et contradictoire (B). La question de l'intégrité scientifique devient également centrale (C).

A - Un nouveau contrat éthique et démocratique entre les sciences et la société

Selon Federico Mayor[32], l'infrastructure actuelle de la recherche résulte d'un contrat tacite entre la science et la société en vigueur depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale : les Gouvernements s'engageaient à financer la recherche fondamentale dans les universités et institutions scientifiques, en donnant peu de directives quant à l'utilisation des fonds alloués[33]. Ces investissements étatiques devaient se traduire par un accroissement de la masse globale de connaissances exploitables d'où découleraient des avantages pour la société : croissance économique, santé publique, prestige et sécurité nationale. Cette approche est toujours en vigueur.

Ainsi dans le *RAEF 2019*, le Cese constate notamment que « *l'effort de recherche de la France enregistre plusieurs années de baisse* » en s'éloignant notamment de l'objectif européen de 3 % du PIB qui devrait être consacré aux dépenses de R&D. La France n'a donc pas investi à la hauteur de ses engagements européens ni à la hauteur de son statut de deuxième puissance économique européenne : « *Si la*

32 Directeur général de l'Unesco de1987 à 1999 – article Sciences et société – *Encyclopaedia Universalis* France.
33 Rapport établi en 1945 par Vannevar Bush à l'intention de Harry S. Truman *Science - The Endless Frontier*.

DIRD[34] s'élève à 50 milliards d'euros en 2017 contre 49,8 milliards en 2016, il manque toujours aujourd'hui 17 milliards d'euros : 5 milliards pour la DIRDA[35] et 12 milliards pour la DIRDE[36] ».

Globalement, la science a plutôt bien servi la société civile aux termes de ce contrat mais les temps ont changé, ce contrat traditionnel devant évoluer pour répondre aux nouveaux besoins du XXIème siècle. L'objectif est désormais de s'assurer que les connaissances scientifiques seront exploitées afin de mieux éclairer celles et ceux qui décident des grandes orientations et gèrent les affaires publiques. La science doit notamment s'attacher à résoudre les problèmes environnementaux actuels et futurs, tout en jetant les bases d'un développement durable et socialement équitable. Face aux défis considérables auxquels la société est confrontée, idéalement, les milieux scientifiques devraient mobiliser toutes leurs informations, connaissances, leur sagesse et leur énergie pour les relever.

Pour Federico Mayor, ce nouveau contrat ne peut être établi sans reconnaître que l'Homme est sur Terre, la principale force qui s'exerce sur l'environnement en y induisant des changements planétaires.

La science du XXIème siècle a donc de nombreux défis à relever pour trouver des solutions aux problèmes mondiaux les plus urgents : la pauvreté, la lutte contre le réchauffement climatique, la préservation de l'environnement, l'eau et la santé, la sécurité alimentaire, l'émergence d'une économie dé-carbonée, etc. Seule une coopération internationale s'avérera efficace pour mener à bien des projets mondiaux à long terme, en privilégiant une approche interdisciplinaire et en s'appuyant sur les sciences exactes et naturelles ainsi que sur les SHS.

Par le passé, la responsabilité sociétale des chercheurs et chercheuses portait pour une large part sur la qualité scientifique de leurs travaux. La science semblait neutre, seule une mauvaise utilisation ou exploitation des découvertes scientifiques imputables, par exemple, aux cheffes et chefs d'entreprise, ingénieures et ingénieurs, militaires ou politiciennes et politiciens, pouvait expliquer certaines dérives. Cette position n'est plus tenable désormais, la responsabilité des scientifiques revêt une nouvelle dimension morale : si la quête du savoir demeure positive, les scientifiques se doivent d'œuvrer pour faire progresser la connaissance, sans décliner toute responsabilité quant aux applications pratiques de leurs recherches et sans méconnaître le lien étroit reliant science et technologie.

Les chercheurs et chercheuses ne sont plus les uniques arbitres de la valeur de leurs travaux et surtout de leurs incidences sur la société. Cette réflexion éthique sur les priorités et les choix de la science et de la technologie, la définition des risques considérés comme acceptables, ou le niveau de responsabilité individuelle et

34 Dépense intérieure de recherche et développement.
35 Dépense intérieure de recherche et développement des administrations.
36 Dépense intérieure de recherche et développement des entreprises.

collective vis-à-vis des générations actuelles et futures, nécessite un échange libre et ouvert entre les chercheurs et chercheuses, les décideurs et décideuses, les représentantes et représentants de la société civile et les citoyennes et citoyens. Cette question transcende les frontières nationales et nécessite un cadre de réflexion éthique et démocratique au niveau international.

C'est ainsi que s'agissant de l'acceptabilité du risque, selon le baromètre de l'IRSN 2019[37], la diffusion des rapports d'expertise est jugée importante pour 89 % des Françaises et des Français, elles et ils sont tout autant à estimer que les organismes en charge de ces expertises doivent s'engager à répondre à toutes les questions posées par les associations et les citoyennes et citoyens.

Si les structures pluralistes, c'est-à-dire associant diverses parties prenantes, sont toujours considérées comme utiles par une solide majorité de Françaises et de Français (81 %), en revanche la volonté de s'impliquer personnellement en participant à des réunions d'information et de concertation sur la gestion des installations à risque, continue de décroître : seulement 39 % sont prêtes et prêts à y participer alors que 52 % déclarent le contraire.

En ce qui concerne les choix et les priorités de la science, Pierre Corvol lors de son audition, a évoqué qu'en vue de la 45ème édition du sommet du G7 à Biarritz, du 25 au 27 août 2019, les Académies des sciences des pays membres ont remis à leur Gouvernement respectif, trois déclarations conjointes pour les alerter sur les enjeux scientifiques qu'elles ont jugés prioritaires : « Science et confiance » ; « Science citoyenne à l'âge de l'Internet » ; « Intelligence artificielle (IA) et société ». Concernant ce dernier item, Pierre Corvol[38] a notamment expliqué que cette technologie sera certainement celle qui transformera le plus notre société et de nombreux aspects de notre vie quotidienne. Si elle a déjà procuré de nombreux avantages et pourrait être source de prospérité économique, elle soulève aussi de nombreuses questions sur l'emploi, la confidentialité des données, la vie privée, la violation des valeurs éthiques et la confiance dans les résultats. Les Académies des sciences ont alors invité les décideurs et décideuses politiques ainsi que les scientifiques, à prendre en compte un certain nombre de considérations telles que préparer les citoyennes et citoyens à l'IA ; fiabiliser les systèmes et les données d'IA ; gérer prudemment les bénéfices de l'IA dans toute la société ; etc.

B - Une réalité protéiforme et contradictoire

Si le niveau de confiance dans les sciences est assez élevé, divers soupçons pèsent sur les scientifiques de la part des citoyennes et citoyens (1), révélant ainsi des éléments de fragilité (2) alimentés notamment par les informations circulant sur Internet et les réseaux sociaux (3).

37 *La perception des risques et la sécurité par les Français.*
38 Président de l'Académie des sciences, audition du 28 mai 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

1. Confiance dans les sciences, soupçons envers les scientifiques

On ne peut pas parler de défiance généralisée vis-à-vis des sciences, contrairement aux craintes parfois exprimées par les scientifiques elles-mêmes ou eux-mêmes. Bien au contraire, diverses enquêtes d'opinion montrent à la fois l'intérêt des personnes interrogées pour les sciences, leur confiance dans la capacité des sciences à répondre aux besoins de la société et aux défis de l'avenir, et leur souhait de voir leurs résultats mieux pris en compte. Et d'une manière générale, la confiance dans les sciences est bien supérieure à celle que l'on mesure régulièrement envers les diverses institutions et en particulier les partis ainsi que les femmes et hommes politiques.

Ainsi dans une enquête Ifop datant de juillet 2018[39] à une question posée sur la place de la science dans les débats de société, seulement 6 % des Françaises et Français interrogés répondent qu'elle a une trop grande place (contre 18 % des Américaines et Américains et 11 % des Britanniques) tandis que 58 % répondent qu'elle n'a pas assez de place et 38 % « *ni trop de place ni pas assez de place* ». Et elles et ils sont 87 % à répondre oui à la question « *pensez-vous que les décideurs politiques devraient davantage s'appuyer sur les scientifiques et les grandes agences sanitaires indépendantes ?*».

Tableau 1 : La science vue par les Françaises et les Français

	Ensemble des Français Juillet 2018 (%)
TOTAL Oui	**87**
Oui, tout à fait	27
Oui, plutôt	60
TOTAL Non	**13**
Non, plutôt pas	11
Non, pas du tout	2
TOTAL	**100**

La science vue par les Français - Volets français et international - Ifop pour BASF - Juillet 2018

Selon le baromètre IRSN 2019, précédemment mentionné, la confiance de ces dernières et derniers dans la science reste forte : elles et ils conservent une bonne opinion des expertes et experts (58 %), seulement 6 % en ont une mauvaise.

39 *La science vue par les Français* Ifop pour BASF juillet 2018. Dans cette enquête, ont été interrogés un panel de Françaises et de Français, un panel d'Allemandes et d'Allemands, un panel de Britanniques et un panel d'Américaines et d'Américains.

Les principales qualités attendues d'une experte et d'un expert sont :

- les compétences techniques (60 %) ;
- l'indépendance (45 %) ;
- l'honnêteté (40 %).

Le même type de résultats se retrouve dans une enquête Ipsos toute récente commandée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche[40] : 90 % des personnes interrogées disent avoir une bonne image de la science et 91 %, une bonne image des chercheurs et chercheuses.

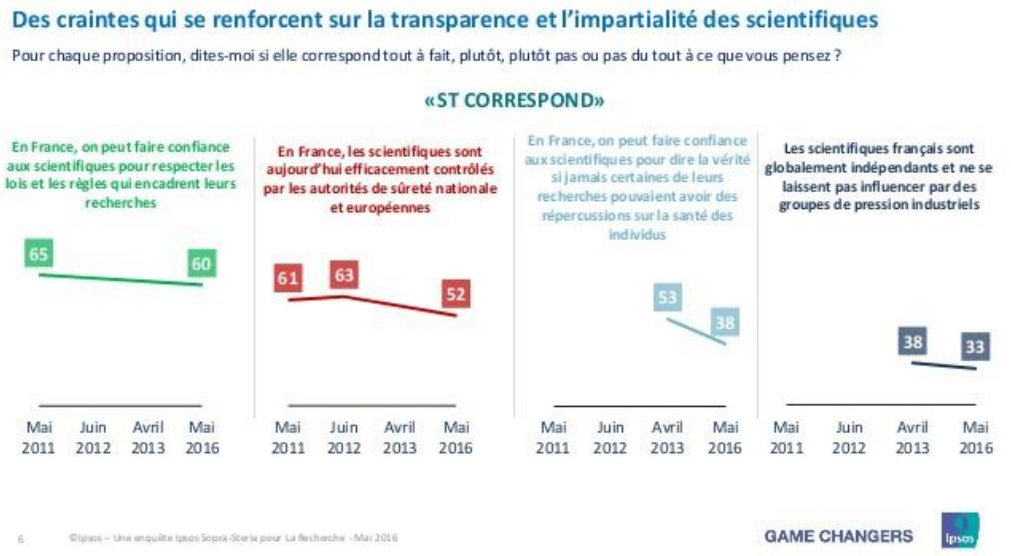
Dans une enquête Ipsos un peu plus ancienne (mai 2016) portant sur les Françaises et Français et les sciences participatives[41], 78 % des personnes interrogées se disent tout à fait ou plutôt d'accord avec l'affirmation « *les sciences et la technologie apportent des solutions aux problèmes que nous rencontrons aujourd'hui* » et elles et ils sont 64 % à considérer que « *grâce à la science et à la technologie, les générations du futur vivront mieux que celles d'aujourd'hui* ».

En revanche, ces mêmes enquêtes montrent un soupçon croissant envers l'objectivité des scientifiques, leur indépendance ou leur capacité à s'extraire de leurs intérêts particuliers : ainsi dans l'enquête Ipsos, le pourcentage de celles et ceux qui se disent d'accord avec l'affirmation selon laquelle « *En France on peut faire confiance aux scientifiques pour respecter les lois et les règles qui encadrent leurs recherches* », passe de 65 % en 2011 à 60 % en 2016. Le taux de celles et ceux qui considèrent que « *les scientifiques français sont globalement indépendants et ne se laissent pas influencer par des groupes de pression industriels* » passe de 38 à 33 % d'avril 2013 à mai 2016, et elles et ils ne sont plus que 38 % en mai 2016 (contre 53 % en avril 2013 pour considérer que « *en France, on peut faire confiance aux scientifiques pour dire la vérité si jamais certaines de leurs recherches pouvaient avoir des répercussions sur la santé des individus* »).

Et ces soupçons sont plus accentués dans un certain nombre de domaines : le réchauffement climatique, les OGM, le nucléaire : à la question « *Diriez-vous que vous avez plutôt confiance ou plutôt pas confiance ?* » pour dire la vérité sur les résultats et les conséquences de leurs travaux dans les domaines suivants, le taux de confiance baisse de 14 points entre 2011 et 2016 pour le réchauffement climatique, de 7 points pour le nucléaire et de 17 points pour les OGM.

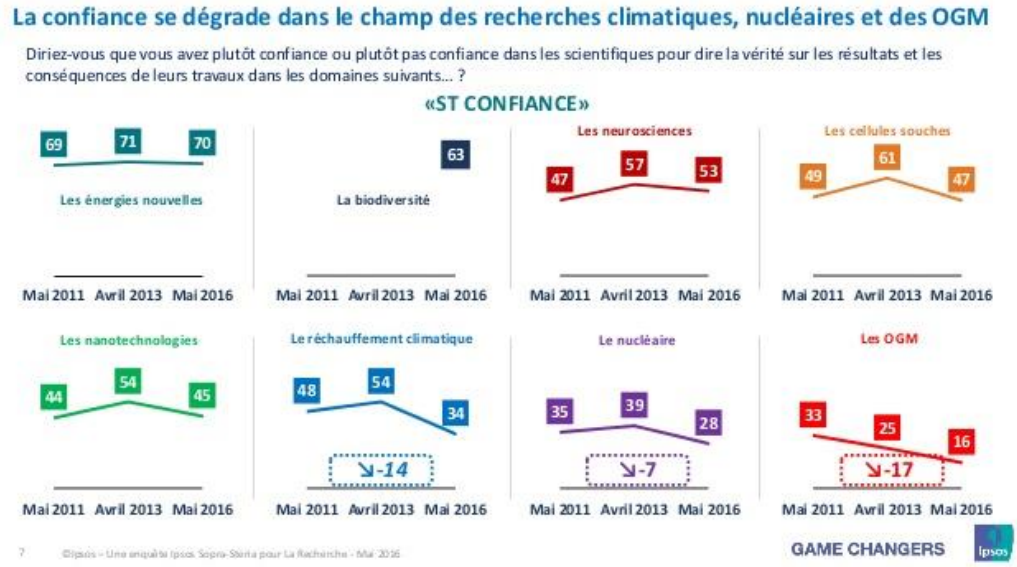
40 Ipsos *Les français et la recherche* 4 octobre 2019.
41 *Les Français et les sciences participatives* Ipsos Sopra Steria pour *La recherche* et *Le Monde* Mai 2016.

Graphique 1 : Des craintes qui se renforcent sur la transparence et l'impartialité des scientifiques



Les Français et les sciences participatives - Une enquête Ipsos Sopra Steria préparé pour La Recherche et Le Monde - Mai 2016 -

Graphique 2 : La confiance se dégrade dans le champ des recherches climatiques, nucléaires et des OGM



Les Français et les sciences participatives - Une enquête Ipsos Sopra Steria préparé pour La Recherche et Le Monde - Mai 2016 -

De la même manière, on peut constater des doutes très forts sur les données issues de la statistique publique : ainsi François Héran a souligné combien était faible

la confiance dans les données publiques sur l'immigration : « *En janvier 2016, sur un panel représentatif joint par Internet, 3 % seulement ont « très confiance » dans les chiffres de l'immigration ; 26 % « plutôt confiance ». À l'opposé 40 % ne font « plutôt pas confiance » ; 29 % « pas du tout ». Seuls les 2 % restants ne savaient pas quoi répondre* ». Et de rappeler qu'il en va de même pour les chiffres sur la délinquance.

La caractéristique de tous ces domaines est, entre autres, de nécessiter des décisions qui changent les représentations, les modes de production et les habitudes de la vie et par là-même, de susciter d'importants débats de société tout en étant porteurs d'enjeux politiques majeurs. On peut se demander si dans ce cas, la défiance vis-à-vis des scientifiques qui se trouvent en position d'expertes et d'experts dans ces débats, ne rejoint pas celle qui s'exprime vis-à-vis des politiques et plus généralement des autorités constituées. Le baromètre de l'IRSN semble d'ailleurs le confirmer : les agences officielles en charge de la sécurité nucléaire ont un faible taux de confiance, tout comme la défiance envers les divers organismes en charge de la santé qui s'est manifestée, par exemple, lors de la catastrophe industrielle qui a frappé Rouen.

C'est ce que dit en d'autres termes Daniel Agacinski, chef de projet à France Stratégie, dans son audition du 25 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese : « *Ce qui est très intéressant dans l'enquête de 2016, c'est que lorsque les usages d'une connaissance scientifique apparaissent comme étant très intimement liés à une puissance forte, qu'elle soit économique ou politique – politique sur le nucléaire, économique sur les OGM par exemple –, la défiance est beaucoup plus forte que lorsque la technologie apparaît comme moins directement capturée aux mains d'une puissance qui peut avoir une influence directe sur la façon dont elle est utilisée et dont elle impacte nos vies* ». On peut mettre en relation cette hypothèse avec deux des résultats de l'enquête Ipsos citée ci-dessus : seulement 25 % des personnes interrogées considèrent que « *les citoyens sont suffisamment informés et consultés sur les débats et les enjeux de la recherche* » ; en revanche 74 % se disent d'accord avec l'idée que « *nous devenons trop dépendants des avancées de la science et de la technologie* ». L'un et l'autre semblent manifester en creux, le désir de comprendre et de décider par une délibération collective. De façon concordante, l'enquête Ipsos *Les Français et la recherche* d'octobre 2019, citée plus haut, montre qu'environ une personne interrogée sur deux déclare qu'il est difficile pour elle d'obtenir des informations fiables et vérifiées scientifiquement dans une série de domaines, le pourcentage le plus important (53 %) concernant l'environnement puis l'alimentation et la santé (51 %).

2. Des éléments de fragilité

Il est indiscutable que la science a rendu de grands services à l'humanité au cours du XXème siècle et en rendra de nouveaux dans les années à venir. Au siècle précédent, elle a ainsi permis de satisfaire aux besoins alimentaires ; d'améliorer notre santé et éradiquer certaines maladies ; délivrer les Hommes des tâches ardues et répétitives ; de révolutionner les modes de transport, les systèmes de communication et les industries. En revanche, les fruits de ces progrès n'ont pas été assez équitablement répartis dans le monde. De même, les mauvais usages qui ont été parfois faits des connaissances pour des raisons politiques ou économiques, ont

été la cause des pires épreuves traversées par l'humanité voire, menacent encore son avenir.

Le bilan dans son ensemble n'est donc pas que positif, même s'il est reconnu que la science est un des moteurs essentiels du développement socio-économique.

Les sciences sont donc fragilisées par ce constat. Celui-ci est à mettre en relation avec une série de facteurs qui s'articulent entre eux pour créer une situation nouvelle qui, si elle n'est pas marquée par une défiance généralisée, dessine un contexte nouveau pour le dialogue entre la société et la science. Même si, comme le rappelle Daniel Agacinski, il n'est pas sûr qu'il y ait eu « *un âge d'or de la confiance dans la parole scientifique ou dans les préconisations issues de la science ou de la recherche* »[42]. Ce contexte inédit est suffisamment prégnant pour qu'on s'y attarde.

2.1 Une élévation générale du niveau de formation mais une culture et une information scientifiques insuffisantes

Le niveau de qualification de la population en France s'est considérablement élevé ces dernières années. Plus de 80 % d'une classe d'âge accède aujourd'hui au moins au niveau du baccalauréat et selon les données de l'OCDE, la part des personnes entre 25 et 60 ans diplômées de l'enseignement supérieur, est passée de 11 % en 1981 à 35 % en 2016 tandis que la part de celles et ceux ayant une qualification en deçà du baccalauréat, a été divisée par deux[43].

Daniel Agacinski, rapporteur de l'étude de France Stratégie *Expertise et démocratie : faire avec la défiance*, propose une analyse des conséquences de cette élévation[44] « *Il ne s'agit pas de faire un raisonnement binaire en disant que, quand on est diplômé, on est confiant ou défiant et réciproquement, mais de donner à voir la façon dont changent en profondeur, (...), la position sociale du savant, l'écart social et symbolique entre le diplômé et le chercheur, l'habitude de questionner le savoir, la familiarité avec différentes formes de savoir.(...) C'est un changement profond dont il s'agira de tirer les conséquences sur la façon d'organiser ce dialogue « sciences et société* » ». La volonté de comprendre, de débattre et de ne plus se fier aveuglément à l'autorité, va de pair avec cette évolution du niveau de qualification, tout comme celle de mieux être associée aux décisions, bref d'un approfondissement de la démocratie.

En même temps, il faut rappeler que seule une partie des jeunes accédant au baccalauréat, a pu bénéficier d'une formation scientifique au-delà de la scolarité obligatoire. En effet, la formation scientifique ne fait pas partie, jusqu'à présent, du tronc commun dans le cycle conduisant au baccalauréat. Elle était réservée à celles

42 Audition du 25 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
43 Chiffres cités dans le rapport de France Stratégie *Expertise et démocratie : faire avec la défiance*, page 40.
44 Audition du 25 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

et ceux qui avaient fait le choix d'une série scientifique ; la réforme du baccalauréat, introduisant seulement deux heures de formation scientifique dans le tronc commun de la voie générale, n'a pas apporté de modification sensible à cette situation comme l'a regretté lors de son audition, Martin Andler[45] : « *L'idée que la connaissance et la discussion scientifique font partie de la culture commune est une idée qui n'est pas retenue* ». Par ailleurs, l'épistémologie relève de l'enseignement de la philosophie en terminale, dont sont privés tous et toutes les élèves de la voie professionnelle. Ainsi, une part importante de la population n'a pas bénéficié d'une formation lui permettant de bien percevoir ce qu'est une démarche scientifique, quels en sont les critères de validation et quels niveaux de scientificité impliquent les diverses sciences.

Les Françaises et Français en ont d'ailleurs conscience puisque dans l'enquête Ifop citée ci-dessus, elles et ils ne sont qu'une faible minorité (27 %) à juger avoir une culture scientifique satisfaisante, contre 54 % des Allemandes et Allemands, 45 % des Britanniques et 40 % des Américaines et Américains.

À cela, s'ajoute la problématique de la qualité de l'information scientifique dans les médias. Ainsi, Martin Andler nous mettait en garde : « *nous ne devrions pas oublier la faiblesse des médias traditionnels français en matière d'informations scientifiques, en particulier les chaînes de télévision (…) Très peu de journaux ont des services scientifiques corrects. Quand il y a un journaliste scientifique dans un journal, on doit être assez content car souvent il y en a zéro* ». Au-delà de cet aspect, le fonctionnement des médias eux-mêmes ne manque pas d'interpeler. François Héran a raconté devant la délégation, comment dans le début des années 2000, un « calcul de coin de table » d'un chercheur de l'ONU développant un raisonnement par l'absurde a pu, passant par le filtre de divers journaux, devenir une « préconisation de l'ONU » de développer « une immigration massive pour répondre au problème du vieillissement » et à partir de là, générer un discours politique sur un prétendu plan secret et criminel. Plus récemment, la revue *Nature Communications* a publié une étude de trois chercheurs montrant comment dans les médias de langue anglaise, les climatosceptiques, largement minoritaires dans les revues scientifiques, ont eu 50 % de place de plus que les scientifiques défendant les thèses largement reconnues et approuvées par la communauté scientifique ; bien plus, comme l'écrit le journaliste du *Monde,* Sylvestre Huet[46], « *les surfaces médiatiques (sont) inverses à la crédibilité scientifique* », en d'autres termes « *plus vous n'avez rien publié d'intéressant en climatologie, et plus vous serez starisés par la presse, surtout les titres récents n'existant que sur Internet* ». Certes, cette étude porte sur les médias étrangers mais quelques articles récents, comme ceux du numéro du 27 juin 2019 de *Valeurs Actuelles*, intitulé *Les charlatans de l'écologie*[47]*,* laissent à penser que les médias en France peuvent aussi être concernés. En outre, la volonté louable d'un certain nombre de médias de ne pas prendre parti et de fournir les éléments d'un

45 Co-responsable du pôle Enseignement supérieur et recherche de la Fondation Terra Nova. Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2019 de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

46 Sylvestre Huet, *Climato-scepticisme et médias, la duperie*, *Le Monde* 13 août 2019.

47 On y accorde une place importante aux climatosceptiques tout en prétendant que la science officielle qui alerte sur le réchauffement climatique n'est pas une vraie science https://www.valeursactuelles.com/clubvaleurs/monde/climat-ces-prophetes-de-malheur-qui-nous-promettent-la-fin-du-monde-108480.

débat, peut conduire faute de culture scientifique suffisante à de telles dérives, en mettant par exemple, sur un pied d'égalité, chercheurs et chercheuses reconnus par leurs pairs et polémistes développant des thèses sans fondement.

C'est ce qui justifie l'appel « *No fake science* », qui lance un « cri d'alerte sur le traitement de l'information scientifique dans les médias » en juillet 2019 : le collectif *NoFakeScience*, qui regroupe 250 scientifiques, s'alarme du traitement réservé à l'information scientifique dans les médias, souvent dévoyé. Il appelle à un sursaut et souligne l'existence de consensus scientifiques parfaitement établis sur certains sujets. À l'heure où la défiance envers les médias et les institutions atteint des sommets, il appelle à une profonde remise en question de toute la chaîne de l'information, afin que les sujets à caractère scientifique puissent être restitués à tous et à toutes sans déformation sensationnaliste ni idéologique, et que la confiance puisse être restaurée sur le long terme entre scientifiques, médias, citoyennes et citoyens[48].

2.2 Des expériences négatives des conséquences du progrès scientifique et des scandales récents

Depuis l'utilisation de l'arme nucléaire à la fin de la Seconde Guerre mondiale jusqu'au scandale du Médiator, aux débats sur le Glyphosate ou les OGM en passant par les catastrophes de Seveso, de Tchernobyl ou Fukushima, ou les scandales du sang contaminé et de la vache folle, le public a pu faire le constat que les progrès scientifiques ne signifiaient pas nécessairement une amélioration des conditions de vie et de santé des populations, et la question des risques tout comme les problématiques d'éthique posées par ces progrès, ont largement traversé le débat public : l'instauration, débattue, d'un principe de précaution en est d'ailleurs la marque. En outre, comme le souligne Alain Obadia : « *Le développement de l'intelligence artificielle crée aussi des angoisses sociales tant les enjeux éthiques qu'elle porte sont importants* »[49].

Et il n'y a rien d'étonnant à ce que les domaines pour lesquels la défiance envers les scientifiques est la plus marquée, correspondent à ces expériences négatives. Non pas que cela conduise à rejeter les apports de la science : ces expériences aboutissent plutôt à demander aux scientifiques de justifier et de mettre en débat leurs résultats ainsi que de prouver leur indépendance.

À cela s'ajoute une autre prise de conscience, celle qu'il existe de la recherche « non faite », pour reprendre une expression utilisée par Jacques Testart lors de son audition[50], c'est-à-dire des sujets qui ne font l'objet d'aucune recherche parce que les

48 Le 16 juillet 2019, le texte de ce collectif est publié dans des journaux en France, Belgique, Canada et Suisse.
49 Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2018 de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
50 Jacques Testart, directeur de recherches honoraire à l'Inserm, audition du 13 novembre 2018 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

choix politiques, économiques ou sociaux voire les effets de mode qui président à l'orientation des recherches, les ont délibérément ignorés. Pour ce dernier, le domaine des recherches non faites est sans doute plus vaste que celui des sciences faites et il affirme : « *Nous ne cherchons pas partout, nous avons, quelque part, élu les thématiques.* […] *La science faite est donc réalisée parfois, au détriment de besoins négligés. Si la recherche spatiale n'est pas mise en discussion, nous avons fait l'impasse sur la biologie du ver de terre dont l'importance en agriculture apparaît désormais considérable* ».

Un article d'un ouvrage collectif[51] publié récemment en donne un exemple qui permet d'aller plus loin dans la réflexion : l'auteure, chargée de recherches à l'Inserm évoque « *les recherches menées pour évaluer les conséquences sur la santé des pollutions industrielles autour de l'Étang de Berre* » : alors que les populations inquiètes des « effets cocktails » des pollutions, ont demandé et obtenu des enquêtes scientifiques sur le sujet, aucune de ces enquêtes n'a conclu à un effet sensible. En fait « *la question générale des effets sur la santé des cocktails de polluants est digérée par les épidémiologistes ou les experts du risque selon les cadres disciplinaire qui sont les leurs. Et cette digestion conduit à restreindre et à simplifier drastiquement la question posée* ». Autrement dit, la simple juxtaposition d'approches disciplinaires ou d'approches liées étroitement aux missions de tel ou tel organisme, ne permet pas de prendre en compte l'étendue du problème et les interactions entre phénomènes. Et l'auteure d'en conclure : « *De façon évidente, il y a une série de questions auxquelles les études scientifiques conduites ne permettent pas de répondre. Une science non faite. Une science qui reste à faire...* ». On a également vu plus haut (voir partie consacrée à l'agnotologie en I - D) la façon dont le souci de répondre à l'urgence d'une catastrophe naturelle pouvait conduire à ne pas étudier certains effets. On pourrait sans doute évoquer dans le même registre, la question des effets sur la santé des algues vertes en Bretagne ou celle des enfants nés sans bras dans certaines zones, dont les médias se sont fait largement l'écho, voire la question de l'épandage des pesticides pour laquelle l'Anses affirme ne pouvoir s'appuyer sur aucune étude récente. Bien évidemment, lorsque le public est confronté à des démarches scientifiques qui nient ou contredisent le vécu des intéressées et intéressés, cela ne peut que contribuer à la défiance et au doute.

En la matière, la question de la temporalité est centrale, dans la mesure où l'état des connaissances scientifiques apprécié à l'instant T, ne permet pas d'anticiper les effets indésirables et induits à moyen-long terme. À ce titre, l'exemple de l'amiante est révélateur : les effets bénéfiques de ce matériau pour limiter la propagation d'un incendie sont incontestables, en revanche son extrême dangerosité pour celles et ceux qui l'ont manipulé sans protection, n'a été reconnue que plusieurs décennies après ses premières applications comme isolant ignifugé. L'état de la connaissance est donc par nature évolutif en fonction des avancées scientifiques, les effets induits et les risques incertains n'étant jamais à négliger conformément à l'esprit du principe de précaution. Dans le même ordre d'idée, la réponse réglementaire pour encadrer, par exemple, l'usage de produits chimiques considérés à risque accusera nécessairement un certain retard, dès lors que l'état des connaissances scientifiques

51 Catherine Bourgain, *Les sciences au risque de la post-vérité : sciences pour la croissance et sciences non faites*, *in Les sciences contre la post-vérité*, Maryvonne Holzem (dir) Éditions du Croquant, avril 2019.

dans le domaine, évoluera suite à de nouveaux travaux de recherche. L'expertise sur laquelle s'est fondée la décision réglementaire s'appuie donc sur des résultats anciens et éprouvés dont l'actualisation ne peut avoir lieu instantanément en fonction des nouvelles découvertes scientifiques.

2.3 Une utilisation parfois discutable des résultats scientifiques

Trop souvent décideurs et décideuses, journalistes, commentateurs et commentatrices, font une utilisation discutable, parce que biaisée, des résultats de la science, tantôt par ignorance, tantôt par souci de rapidité ou maladresse, tantôt par mauvaise foi ou par choix politique. Par exemple, certains organes de presse vont, pour des raisons commerciales, privilégier les informations considérées comme « spectaculaires ou sensationnelles » au détriment des analyses scientifiques qui apparaissent trop complexes ou peu attractives pour intéresser le plus grand nombre de lecteurs et de lectrices. Au cours de son entretien avec la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese, Sylvestre Huet a notamment expliqué que certaines cheffes et certains chefs éditorialistes dans un souci de simplification et de mise en avant du débat contradictoire offrent une tribune à deux personnalités en leur accordant le même crédit et le même temps d'expression. Si l'une d'entre elles ou l'un d'entre eux peut être considéré comme une experte ou un expert dont la scientificité des travaux est reconnue, la seconde ou le second s'appuie souvent sur une expertise d'usage, acquise au fil du temps et fondée sur ses activités, sans référence ou recommandation d'ordre scientifique.

Le premier biais consiste alors à ignorer délibérément les résultats de la science, notamment lorsqu'il s'agit d'évaluation de certaines politiques publiques, dès lors que ces résultats contredisent des choix politiques *a priori* ou une opinion considérée comme majoritaire : la question de l'immigration en est un exemple où des discours politiques ignorent délibérément les résultats établis par la statistique publique. Plusieurs interventions récentes de chercheurs et chercheuses dans les médias l'ont dénoncé. À l'inverse, un autre biais consiste à dire que la science a parlé et d'en tirer des décisions présentées comme indiscutables alors que l'on se fonde sur une seule discipline scientifique ou un seul type de recherche ou d'approche. Or c'est ignorer que les questions sociales, économiques, environnementales, nécessitent de ne pas s'en tenir à une seule approche disciplinaire mais de croiser les approches de diverses disciplines, en prenant conscience que leurs modes de validation et « *leur niveau de scientificité* », selon l'expression de Michel Blay, sont différents. Il importe également de tenir compte de l'expertise d'usage de celles et ceux qui sont concernés. Ces conditions sont rarement réunies notamment lorsqu'il s'agit de justifier des décisions politiques.

Les responsables politiques font parfois un mauvais usage de la science en voulant apporter des réponses immédiates et rassurantes pour faire face à une situation d'urgence. La complexité du problème nécessiterait pourtant de prendre le temps nécessaire pour mener à bien une expertise scientifique complète. De nombreux exemples tirés de l'actualité peuvent ainsi illustrer ce constat : les difficultés rencontrées pour fixer la distance minimale à respecter pour sécuriser l'épandage de pesticides chimiques vis-à-vis des habitations situées à proximité d'un champ agricole ; la difficile évaluation de la dangerosité des pollutions aériennes, terrestres et aquatiques générées suite à l'explosion d'un site classé *Seveso* en milieu urbain.

Dans ces deux exemples, les responsables publics et politiques sont confrontés à de multiples difficultés dont celle d'évaluer avec exactitude la dangerosité liée à l'exposition des populations à ces diverses sources de pollution. À court terme, la réponse fournie a tout d'abord pour objectif de rassurer la population afin de ne pas générer un mouvement de panique. Malheureusement, si les mesures prises s'avèrent insuffisantes ou disproportionnées à plus ou moins long terme, la confiance des citoyennes et citoyens dans la décision politique est souvent discréditée.

Et on peut constater que des chercheurs eux-mêmes et chercheuses elles-mêmes, n'échappent pas toujours à de tels biais, volontaires ou non, dans leur communication. Ainsi la tribune *No Fake Sciences,* citée plus haut, a fait l'objet de critiques sur ce point, résumées par un article d'Adrien Sénécat sur le site du *Monde*[52] : pour ne prendre qu'un exemple, la tribune affirme que « *l'énergie nucléaire est une technologie à faible émission de CO2 et peut contribuer à la lutte contre le changement climatique* » ; si la première partie de l'affirmation est parfaitement exacte, ce propos ignore les autres débats soulevés par l'utilisation du nucléaire, qui font que celui-ci est contesté : gestion des déchets, risques d'accidents, difficultés à démanteler les centrales en fin de vie, réchauffement des fleuves et rivières... Si les auteurs de la tribune se défendent d'avoir voulu prendre position sur le nucléaire et si l'exemple choisi correspond bien à une idée fausse répandue[53], les termes employés donnent le sentiment d'un choix dans le « *supermarché de l'information scientifique* »[54] et l'appel à un « débat rationnel et apaisé » peut ainsi donner l'impression de cacher des partis pris discutables.

Un autre biais consiste plus simplement à une utilisation erronée voire déformée des données de la recherche. François Héran en donne plusieurs exemples dans son audition devant la délégation, montrant notamment comment certaines projections démographiques qui prétendent fonder les thèses du « *grand remplacement* » sont biaisées en ceci qu'elles figent les taux de fécondité entre natifs et natives d'une part et immigrées et immigrés d'autre part, alors que toutes les recherches montrent que rapidement ces taux convergent, si bien que « *dès la seconde génération, le taux de fécondité des enfants de migrants est exactement le même à peu près que celui des natifs. Si vous n'introduisez pas ce facteur dans les projections, vous vous trompez.* ». De même, le sociologue Dominique Cardon dénonce les illusions d'optique générées par la fascination pour « *les grands nombres du numérique* », conjuguée à l'ignorance des nouvelles dimensions qui caractérisent celui-ci : « *On s'éviterait beaucoup de faux débats à ne pas regarder les chiffres du numérique, un monde dans lequel des informations disponibles et consommées a radicalement changé d'échelle, avec les lunettes du kiosquier qui fait le bilan de ses ventes* »[55].

52 Les évidences relatives de la tribune *No Fake Sciences* sur l'information scientifique, Adrien Sénécat *Les Décodeurs Sciences* 26 juillet 2019.
53 Une enquête de l'Ademe montre que 58 % des personnes interrogées considèrent que les centrales nucléaires ont une part de responsabilité dans l'effet de serre.
54 Expression employée par les auteurs de l'appel.
55 Dominique Cardon, *Pourquoi avons-nous si peur des fake news ? AOC Médias* 20 juin 2019.

2.4 Des scientifiques en situation d'hétéronomie

L'hétéronomie est le fait de vivre selon des règles qui sont imposées ou selon une loi subie, c'est donc l'inverse de l'autonomie où un être vit et interagit avec le reste du monde selon sa nature propre. Pour les scientifiques, cette situation révèle notamment que l'évaluation de la recherche effectuée par leurs pairs, paraît insuffisante vis-à-vis de la société au regard notamment des problèmes éthiques soulevés par certains domaines de recherche. Pour y faire face, le recours aux comités d'éthique au sein de certains organismes de recherche, permet de prendre en compte les enjeux éthiques. Par exemple, le comité d'éthique de l'Inserm (CEI), a pour vocation d'être un acteur à part entière dans le dialogue entre la communauté biomédicale et la société dans son ensemble. Il a pour mission d'animer la réflexion sur les questions éthiques soulevées par la recherche scientifique médicale et la recherche en santé telle qu'elle est mise en œuvre au sein de l'Institut[56].

Cette notion d'hétéronomie a été développée dans l'étude de France Stratégie *Expertise et démocratie : faire avec la défiance* que son rapporteur, Daniel Agacinski, a présentée devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese[57].

De fait, lorsqu'un ou une scientifique se trouve mis dans une situation d'expertise, c'est-à-dire sollicité par un acteur ou une actrice, décideur ou décideuse, institution, média..., pour l'aider à prendre une décision, se forger une opinion ou informer le public, elle ou il sort de son « domaine de souveraineté », celui de la recherche, dont elle ou il connaît et maîtrise les règles, les modalités de débat, de circulation et de validation des savoirs. Elle ou il doit répondre à des questionnements qui ne sont pas nécessairement les siens, aborder des domaines connexes et participer à un débat public qui n'a ni les mêmes finalités ni les mêmes règles que le débat scientifique. Il ne s'agit pas d'établir une vérité mais de prendre des décisions et d'agir. Or comme l'a souligné Pierre Khalfa[58], citant *Platon*, la politique relève de la *doxa*, de l'opinion, et implique le débat, l'échange d'arguments, la contradiction...La ou le scientifique sollicité pour intervenir dans ce débat n'en maîtrise pas nécessairement les outils et les enjeux, et peut se trouver mis en porte à faux.

D'une certaine manière, c'est cette faiblesse que pointent en creux Élisabeth de Castex[59] lorsqu'elle évoque les problèmes de la communication scientifique, ou Pierre Corvol lorsqu'il plaide pour une formation des scientifiques à la communication.

Mais on ne saurait évoquer les évolutions du contexte et des perturbations des conditions du dialogue entre sciences et société sans évoquer le rôle d'Internet et des TIC.

---

56 Le comité d'éthique de l'Inserm peut être saisi par tout le personnel de l'Inserm, *via* les instances scientifiques, ou par la direction générale. Il peut également s'autosaisir. Ce comité comprend une quinzaine de membres dont la moitié n'appartient pas directement à l'Inserm et au moins la moitié n'est pas biologiste ou médecin. La parité hommes-femmes est respectée.

57 Audition du 25 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

58 Représentant de la Fondation Copernic - Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2019 de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

59 Représentante de la Fondation pour l'innovation politique - Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2019 de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

3. Internet et les réseaux sociaux

Quasiment toutes les personnes auditionnées ont évoqué les rôles et les problèmes posés par le développement d'Internet et en particulier, l'explosion récente de l'utilisation des réseaux sociaux. On peut distinguer deux grandes dimensions à cette question.

3.1 L'utilisation des TIC dans la recherche

Ces technologies bouleversent un certain nombre de démarches scientifiques. D'une part, elles permettent soit de mieux associer le public aux recherches dans le cadre des sciences participatives évoquées ci-dessus, soit de diffuser et de rendre largement accessibles les résultats de la recherche et un certain nombre de données que chacune ou chacun peut utiliser : dans ce cas, le risque est celui d'une mauvaise interprétation ou d'une utilisation erronée de ces données, comme François Héran nous en a donné des exemples en matière de migrations. Dans l'avis consacré aux réseaux sociaux, le Cese avait déjà souligné que « *la massification du numérique (avait) donné une dimension nouvelle à la mise en réseau des individus, des organisations, des activités humaines voire des objets (…). Les outils socio-numériques offrent (aux) initiatives de mise en commun des connaissances et d'économie collaborative une interaction entre apprentissage, création et communication. Les exemples en sont multiples, depuis la création d'événements jusqu'à des démarches de recherche en passant par la production de contenus numériques* »[60].

D'autre part, elles bouleversent les démarches traditionnelles de recherche. Pierre Corvol nous a ainsi décrit le « *data mining* », la fouille de données, qui consiste à utiliser l'énorme masse de données disponibles pour en « *extraire des observations qui n'auraient pas pu être effectivement tirées autrement* » et en tirer des conclusions ; c'est selon lui, une rupture avec la démarche classique : « *se poser une question ; avoir une hypothèse de travail ; établir une méthode précise pour tenter de répondre à l'hypothèse ; aboutir à une conclusion provisoire ; essayer de démontrer, par l'expérience, que cette conclusion établie tient la route ; éventuellement, établir des contre-expériences afin de savoir si cette hypothèse tient toujours les conclusions émises.* ». La recherche de corrélations entre les phénomènes, se substitue à la mise en évidence d'une relation de cause à effet. Il a évoqué une étape supplémentaire, le recours à l'intelligence artificielle, le « *machine learning* » qui permet d'observer des faits qui ne l'auraient pas été à l'œil humain ou qui l'auraient été dans des conditions de temps et de précision insuffisantes pour en tirer les mêmes conclusions. « *Ainsi, un logiciel prend la photo et étudie les différents types de grains de beauté qui ont pu être antérieurement analysés sur des coupes histologiques, à savoir des coupes de tissus permettant de savoir si la lésion en question est maligne ou non. On apprend à la machine à faire un diagnostic de bénignité ou de malignité sur environ 150 000 coupes histologiques. Ensuite, on peut confronter l'observation superficielle avec une photo prise par un Iphone à la réalité de la tumeur qui est en dessous et que l'on ne peut pas observer à l'œil nu. Un algorithme va donc apprendre à la machine à distinguer un grain de beauté superficiel banal d'un mélanome redoutable* ». Le

60 Avis *Réseaux sociaux numériques : comment favoriser l'engagement citoyen*.

problème est, selon lui, que les informaticiennes et informaticiens, elles-mêmes et eux-mêmes, ne savent pas complètement comment ces algorithmes fonctionnent, ce qui ne manque pas de poser question sur leur fiabilité et sur la capacité d'en discuter les résultats. D'où les mises en garde des Académies des sciences lors du sommet du G7 qui a été évoqué précédemment.

Outre la question de la maîtrise citoyenne des données dont a traité l'avis *Les données numériques, un enjeu d'éducation et de citoyenneté*[61], ces évolutions ne manquent pas d'interroger et sont susceptibles de peser sur le dialogue entre sciences et société.

3.2 Réseaux sociaux numériques, le « coupable idéal » ?

Les réseaux sociaux sont de plus en plus souvent perçus comme responsables du doute qui se développe envers les résultats établis par la science et de la remise en cause de l'autorité du savoir : *fake news*, théories du complot, voire ère de la post-vérité leur sont imputés. Au point que Daniel Agacinski en parle comme du « *coupable idéal* » aux yeux de tous ceux et de toutes celles qui s'inquiètent de la façon dont la place des expertes et experts est acceptée, et leur parole reçue. Mais s'il en parle, c'est précisément pour en relativiser la portée. Il importe donc de s'y attarder.

Le Cese dans le cadre de l'avis *Les réseaux sociaux numériques : comment favoriser l'engagement citoyen ?*[62] a montré leur ambivalence : outils capables de favoriser l'information, l'engagement et la citoyenneté, ils sont aussi porteurs de biais et de dangers. Notre assemblée souligne que la diffusion de fausses croyances ou informations y prend une dimension nouvelle. Celles-ci ne sont pas une nouveauté et n'ont pas attendu Internet pour exister. Mais désormais, elles acquièrent une puissance jusqu'alors inconnue : la technologie d'Internet et des réseaux sociaux permet d'agréger les arguments qui soutiennent les croyances et de les rendre plus crédibles. Des médias traditionnels, sous la pression concurrentielle de ces réseaux, sont de plus en plus obligés de les relayer sans toujours prendre assez de précautions, leur assurant une forme de visibilité et de crédibilité accrues. En effet, le développement du *web* 2.0 puis celui des réseaux sociaux, ont transformé la circulation de l'information, traditionnellement verticale voire pyramidale, en une transmission plus horizontale. Chaque internaute peut produire du contenu et devient un émetteur-récepteur de l'information. Alors que jusqu'à peu, la diffusion de l'information était régulée par des professionnelles et professionnels se référant à des normes déontologiques, Internet et singulièrement les réseaux sociaux, en offrant à chacune et chacun la possibilité de publier, de partager voire de cautionner une opinion, une information, une émotion, ont levé le filtre et le contrôle *a priori* de ces « *gatekeepers* ». Au point que le sociologue Gérald Bronner[63] parle d'une dérégulation du marché des produits cognitifs.

En outre, les algorithmes régissant à la fois le choix des contacts de chacune et chacun et la diffusion des informations, ont créé des phénomènes dits de « *chambre d'échos* » ou de « *bulles de filtres* » où chacune ou chacun peut n'être en contact qu'avec des gens qui lui ressemblent et ne disposer que d'une information

61 Rapporteur Éric Péres janvier 2015.
62 Rapporteurs Gérard Aschieri et Agnès Popelin, janvier 2017.
63 Entretien avec les rapporteurs de l'avis.

personnalisée en fonction des données recueillies sur elle ou sur lui par les algorithmes. Par ailleurs, l'élément déterminant de la diffusion d'un message dans les réseaux sociaux est soit l'émotion qu'il suscite soit l'image qu'il permet d'afficher de soi ou de son groupe : l'originalité apparente et la dimension émotionnelle du message relayé, tout comme les valeurs qui le sous-tendent, sont essentielles à sa diffusion virale. Et le fait que l'on fasse plus confiance à ses « amies ou amis » qu'à toute autre source, empêche trop souvent la vérification.

Bien évidemment, tout cela est de nature non seulement à bouleverser la circulation de l'information mais aussi à favoriser les rumeurs, les fausses nouvelles avec une rapidité et dans des dimensions inégalées. La formule prêtée - faussement - à Mark Twain « *Un mensonge peut faire le tour de la terre le temps que la vérité mette ses chaussettes* », prend alors toute sa dimension. D'autant que les réseaux sociaux peuvent se prêter à des campagnes orchestrées de désinformation, qu'elles soient motivées par des raisons purement marchandes (susciter des clics qui génèrent une rémunération) ou par des raisons politiques : des techniques visent à donner l'impression de comportements spontanés et de constitution d'une opinion populaire, alors qu'il s'agit de campagnes orchestrées par des entreprises ou des groupes de pression utilisant des techniques de désinformation. Il existe même un terme pour désigner de telles campagnes : « *Astroturfing* ».

Toutefois le sociologue Dominique Cardon[64], connu pour ses travaux sur Internet et directeur du Médialab de Sciences Po, nous invite à ne pas tirer des conclusions trop hâtives. Selon lui, certes tous les phénomènes décrits ci-dessus sont bien réels et une offre de désinformation est bien présente sur Internet mais aucune étude sérieuse n'a pour l'instant permis d'en mesurer les effets. En effet, il faut ne pas se laisser prendre par l'importance des chiffres en valeur absolue : ainsi une enquête de *Buzfeed* aux États-Unis, dénombre plus de 7 millions de partages sur *Facebook,* des vingt *fake news* les plus importantes pendant la campagne de *Donald Trump*, mais cela ne représente que 0,006 % des informations vues par les Américaines et Américains durant la campagne. Il invite à s'intéresser aux échelles de visibilité : très peu de comptes sur les réseaux sociaux ont une haute visibilité (qui se mesure en millions de « *followers* »), et la plupart des fausses informations ou théories du complot, circulent dans des micro-niches, ce qu'il appelle les « *caves du net* » ; elles n'en sortent que lorsqu'elles sont reprises par des grands médias ou des internautes ayant une très forte visibilité. L'on se trouve face à une forme de contradiction : les fausses informations ou les rumeurs qui circulent sans visibilité au sein de cercles réduits, ne rencontrent aucune contradiction voire peuvent être confortées au sein de ces cercles mais n'ont pas d'écho ; lorsque pour une raison ou une autre, elles sont reprises par un ou des comptes ayant une forte visibilité, elles sont l'objet très rapidement de vérifications et de contradiction.

64 Entendu en audition par la section de l'éducation, de la culture et de la communication le 2 juillet 2019. Son propos reprend le contenu d'un article qu'il a publié sur le site *AOC Média, Pourquoi avons-nous si peur des fake news ?* 20 juin 2019 *opus* cit.

En outre, il affirme que les travaux américains ont aussi montré que les personnes qui ont vu les *fake news* qui ont fleuri lors des élections présidentielles aux États-Unis, sont des personnes qui s'y sont exposées. C'est-à-dire que « *ceux qui s'exposent massivement aux « infox »*[65] *sont des militants déjà convaincus* »[66]. On appelle cela « *le phénomène d'exposition sélective* ».

Pour Dominique Cardon, il ne faut donc pas céder à la panique ni considérer qu'il existe une forme de déterminisme technologique : c'est en effet la caractéristique de toutes les innovations technologiques que de voir leurs effets surestimés. Contestant l'idée d'une dérégulation générale du marché de l'information, il souligne que les gens s'informent toujours à travers divers canaux notamment la radio et la télévision « *Pour les États-Unis - les chiffres sont semblables en France - seulement 14 % de la population répondent que les média sociaux sont leur principale source d'information* »[67]. Enfin, il invite à s'interroger sur les niveaux de lecture, les usages et les formes d'appropriation des « *infox* » : « *On peut partager des informations « fausses » sans penser pour autant qu'elles sont vraies (…) Plus que jamais comme nous y invite depuis longtemps la sociologie des croyances, la question est moins de savoir si les gens pensent que les informations sont « vraies » ou « fausses » que d'explorer les usages variés, contextuels, à multiples niveaux d'interprétation qu'ils peuvent en faire, notamment dans cette forme particulière d'échange qu'est la sociabilité numérique* »[68]. Cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de problème ni de risque mais qu'il convient de les mesurer sérieusement, ce qui n'est pas encore fait : s'il existe de multiples travaux sur la création et la diffusion des messages sur Internet, il n'en existe pas de qualité sur leur réception.

La question de la « *post-vérité* » ou des « *faits alternatifs* », souvent évoquée par les commentateurs et commentatrices depuis l'élection de *Donald Trump,* est d'une autre nature même si elle est alimentée par les bouleversements de la diffusion des informations que nous avons évoqués. Il ne s'agit plus de déformer la vérité ou de mentir mais de contester même le fait qu'il existe une vérité objective, comme le décrit le philosophe Jean-Jacques Rosat « *On peut désigner sous le terme de « post-vérité » ou de « post-véritisme » un ensemble de discours ou de pratiques qui ont pour but ou pour conséquence de faire disparaître de l'espace public l'idée de vérité objective et de rendre impossible qu'on dise d'un énoncé quelconque qu'il est objectivement vrai ou objectivement faux* »[69].

Cette situation est en général liée à des enjeux de pouvoir et à une fracture de la société et des médias en camps antagonistes qui n'ont plus de dialogue entre eux,

65 Les *fake news* sont communément appelées « infox » en français, c'est-à-dire des informations considérées comme fallacieuses.
66 Article *AOC opus* cit.
67 *Ibidem*.
68 *Ibidem*.
69 Jean-Jacques Rosat *La post-vérité : une maladie intellectuellement guérissable* in *Les sciences contre la post-vérité* » *opus* cit.

comme l'explique Dominique Cardon pour les USA : « *L'espace journalistique américain s'est si fortement polarisé que deux réalités peuvent coexister sans que le champ journalistique ne parvienne à imposer une épreuve de vérité susceptible d'articuler des versions (éventuellement différentes) du même fait. La polémique frontale s'est substituée au conflit d'interprétation pour faire naître deux espaces de véridiction superposés* »[70]. Selon lui, on est loin de cette situation en France mais des tentatives existent qui viennent de certains « médias périphériques ».

*
* *

Il n'en reste pas moins que dans ce contexte complexe, les scientifiques se trouvent d'autant plus dans la situation d'hétéronomie que nous avons évoquée et qui complique le dialogue avec la société. Mais la difficulté de ce dialogue et la défiance ne font pas que résulter de facteurs extérieurs ou de la situation dans laquelle les scientifiques sont placés : se pose également la question de l'intégrité scientifique et des pratiques délibérées qui visent à générer du doute, et provoquer ce que Christophe Roturier au cours de son audition, a appelé un « *sentiment d'indécidabilité* ».

C - L'intégrité scientifique en question

1. La distinction entre éthique et intégrité scientifique

1.1. L'évolution du triptyque : éthique, intégrité et défiance

Lors de son audition, Pierre Corvol a mentionné le rapport[71] *Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique* dans lequel il fait la distinction entre éthique et intégrité scientifique afin de mettre en avant les valeurs qui irriguent les activités de recherche.

L'intégrité scientifique correspond aux règles qui gouvernent la pratique de la recherche, le savoir et la connaissance qui reposent sur elle. Même si ce n'est pas une question de morale, l'intégrité s'appuie cependant sur des principes moraux universels (honnêteté, transparence, vérité, etc.). La qualité et la fiabilité de la production scientifique dépendent de l'intégrité et c'est sur cette dernière que se fonde la société de la connaissance afin de « croire en la science ».

L'éthique de la recherche aborde de façon plus large les grandes questions que posent les progrès de la science et leurs répercussions sociétales. Pour Pierre Corvol, si les questions éthiques peuvent faire débat, l'intégrité scientifique, elle, ne se discute pas.

Dans une interview donnée à la revue *La Recherche*[72], Olivier Le Gall, président du Conseil de l'Office français de l'intégrité scientifique, affirme que « *le cœur du sujet*

70 Article *AOC opus* cit.
71 Remis à Thierry Mandon, secrétaire d'État en charge de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, le 29 juin 2016.
72 *La Recherche* juillet-août 2019 N° 549-550.

n'est pas tant la fraude ou la méconduite scientifique que le partage d'une culture de la méthode scientifique et d'un code de bonne conduite s'accordant à la diversité des disciplines et des approches ».

Les préoccupations liées à l'intégrité scientifique et au traitement des méconduites sont relativement récentes (elles ont vu le jour au milieu des années 1990). Le principal enjeu réside dans le capital confiance accordé aux scientifiques. Dans l'enquête Ipsos précitée[73], il apparaît que près de 70 % des Françaises et Français pensent que les scientifiques sont sensibles aux conséquences sociétales de leurs recherches et qu'elles et ils respectent les lois et les règles encadrant leurs activités. Comme on l'a vu précédemment, le degré de confiance varie cependant en fonction des sujets, le maximum étant donné aux résultats des travaux relatifs aux énergies nouvelles ou au biomédical, le minimum au nucléaire et aux OGM.

De son côté, Jacques Testart souligne aussi que de plus en plus de pays industrialisés donnent une large place aux savantes et savants pour contribuer à des jugements moraux dans des domaines récents d'innovation. Par exemple, les élues et élus de la Nation interrogent les techniciennes et techniciens de l'assistance médicale à la procréation pour recueillir leur point de vue sur des débats de société : faut-il recourir à des mères porteuses ? Si oui, faut-il les rémunérer ? Etc. Cette attitude de la société pour valoriser le jugement des scientifiques, fait dire à Jacques Testart, qu'elle relève de deux illusions gigognes : « *la première accorde au savoir une vertu morale et la seconde à la technologie la vertu du savoir*[74] ».

1.2. Les différents types de manquement à l'intégrité scientifique

Pierre Corvol confirme également que la méfiance voire la défiance du public vis-à-vis de la science est une des conséquences néfastes des méconduites scientifiques. Il n'existe pas de typologie officielle mais une nomenclature internationale couramment employée pour décrier ces manquements à l'intégrité scientifique :

- fabrication, falsification des résultats et *plagiat* : ce sont les trois cas traités par le bureau fédéral de l'*ORI*[75] aux États-Unis, les cas avérés sont rares voire même très rares, en France notamment.

- Les pratiques questionnables de recherche : ce sont des petits manquements à l'intégrité scientifique dénommés zone grise ou méconduites scientifiques. Ces pratiques sont qualifiées de « fraude molle » par Jacques Testart, dans la mesure où cette fraude concerne souvent des chercheurs et chercheuses sérieux qui « *tripotent avec application leurs résultats afin de leur donner fière allure pour une meilleure acceptabilité par les pairs* »[76]. Il s'agit donc d'embellissement des données, d'omission ou de sélection de résultats, d'émiettement des publications, d'utilisation incorrecte des tests statistiques, de sélection biaisée de citations, etc. Dérives assez fréquentes, difficiles à

73 *Sciences participatives : qu'en pensent les Français* – 24 mai 2016.
74 Article *Encyclopaedia Universalis, Responsabilité sociale des scientifiques*.
75 *Office of Research Integrity*.
76 *La Fraude dans les sciences : des pratiques nouvelles banalisées* – Jacques Testart – *Vérités citoyennes - Les sciences contre la post-vérité*, Maryvonne Holzem (dir) éditions du croquant, avril 2019.

cerner, elles sont moins graves que la fraude caractérisée mais entachent les résultats de la recherche. Il faut déterminer si elles sont répétées, intentionnelles ou pas, dues à une incompétence ou du laxisme notamment.

- Les conflits d'intérêt se produisent essentiellement dans deux circonstances : l'évaluation d'une demande de contrat ou la revue d'un article soumis à publication.

- Les signatures des publications : source possible de méconduites scientifique en raison de l'oubli d'une auteure ou d'un auteur (manuscrit terminé après le départ d'une post-doctorante ou d'un post-doctorant qui a conduit l'essentiel du travail) ; signature non justifiée, abusive, etc.

1.3. Une détection difficile de la fraude dont les causes sont multiples

Le plus souvent, la fabrication et la falsification des résultats sont détectées par les collaborateurs et collaboratrices, co-auteures et co-auteurs, référés des articles soumis à publication, chercheurs et chercheuses de la discipline ne pouvant reproduire les données, etc. La détection des *plagiats* est facilitée par des logiciels dédiés dont se sont équipés plusieurs universités, les éditeurs et éditrices de grandes revues scientifiques. Cela peut conduire à la rétractation d'articles publiés.

Faute d'observatoire et de recueil systématique des données, il est difficile de connaître précisément le nombre de cas avérés de méconduites ni de déterminer s'il existe ou non une recrudescence. En effet, le postulat d'une science probe, désintéressée et vertueuse en cas de défaillance, capable de se réguler par ses pairs aboutit à ce que nombre d'institutions et d'organismes de recherche n'ont pas mis en œuvre les instruments de repérage et de suivi.

Les causes du manquement à l'intégrité scientifique sont multiples et principalement d'ordre lucratif mais pas uniquement : le désir de notoriété est un puissant moteur de dérapage.

Étudiantes et étudiants, post-doctorantes et post-doctorants, jeunes chercheurs et chercheuses confrontés à la précarité, encadrantes et encadrants et chercheurs et chercheuses séniors, peuvent tous et toutes un jour, dévier pour diverses raisons : peur de l'échec ; lacune d'encadrement ; absence d'exemplarité ; course à la valorisation, au financement et à la publication ; concurrence mondialisée ; etc.

2. Des biais de financement et d'organisation

La science ayant un impact fort sur la vie des Hommes et sur la planète, sa responsabilité ainsi que celle de ses acteurs et actrices est cruciale, les activités scientifiques n'échappent plus au regard critique de la société. C'est pourquoi, il est intéressant de se pencher sur les carences et biais du système scientifique sans pour autant laisser croire que les biais et manquements seraient généralisés.

2.1. La science, activité influente de premier ordre mais également activité sous influence

Le modèle scientifique du XXème siècle s'appuyait sur un lien étroit entre recherche publique d'État, investigations à visée cognitive et contributions au progrès économique et social grâce à la mise à disposition des connaissances. Depuis la fin

des années 1980, ce modèle a été mis à mal par la multiplication des contrats industriels, la création de marchés scientifiques (dépôt de brevets, création de *start-up*), l'intrication de plus en plus forte avec les industrielles et industriels et les militaires. Stéphane Horel lors de son entretien[77] avec la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese, a expliqué qu'au milieu des années 1980, une étude menée par un chercheur, Richard Davidson, s'est intéressée à l'impact du financement sur les résultats d'une étude scientifique. Ces travaux ont divisé en 2 groupes, des études cliniques comparant différentes thérapies, avec d'un côté, celles financées par l'industrie, et de l'autre côté, celles financées par des fonds publics ou parapublics, permettant ainsi de formaliser la notion de « *funding effect* » (= biais de financement). La conclusion était que les travaux industriels différaient dans leurs résultats de ceux financés par d'autres sources.

Le biais de financement désigne donc en science, le fait que les résultats des recherches ont tendance à être plus favorables, au financeur direct ou indirect. Ce biais a été mis en évidence dans de nombreux domaines, où certaines industrielles et certains industriels ont un intérêt fort - pour des raisons de régulation essentiellement - à ce que les résultats aillent plutôt dans leur sens : recherche sur les effets du tabac, des pesticides, des perturbateurs endocriniens, du sucre, etc.

Dans son livre *Lobbytomie*[78], Stéphane Horel précise en résumé, que les études sponsorisées ont 4 à 8 (90 pour le tabac) fois plus de chances de déboucher sur des conclusions favorables au financeur par rapport à celles réalisées grâce à des fonds provenant de sources non commerciales.

Cette science contemporaine souvent dénommée « *technoscience* », a promu de nouvelles conditions pour la recherche et le métier de chercheur et de chercheuse. Il n'y a plus de savante isolée ou savant isolé mais des équipes pluridisciplinaires en forte compétition avec d'autres équipes, y compris au niveau international. La principale collaboration entre les scientifiques internationaux consiste à faire valoir une déontologie commune et à évaluer les nouveaux apports pour retenir celles et ceux qui méritent d'être publiés. Cette évaluation par les pairs ne prend pas en compte la responsabilité engagée par certaines voies scientifiques et il apparaît comme exceptionnel que l'inquiétude éthique s'empare du monde de la recherche au-delà des préoccupations légales ou pénales.

Selon Jacques Testart, les dérives déontologiques dans le comportement des chercheurs et chercheuses se sont multipliées en raison notamment de l'augmentation de leurs effectifs et de l'intensité de la compétition à laquelle elles et ils doivent se livrer à l'échelle internationale. De même, la médiatisation de certains succès peut aussi motiver certains écarts prenant la forme de fraudes sur les résultats ou de compromission allant de l'emprunt d'une idée à un ou une collègue ou de l'utilisation de données confidentielles sans autorisation jusqu'à la falsification délibérée des résultats. Pour illustrer ses propos, l'auteur prend l'exemple du coréen *Hwang Woo-suk* dont les succès dans le clonage humain étaient purement et simplement inventés.

77 Journaliste et collaboratrice du *Monde*, reçue en entretien rapporteur le 10 juillet 2019.
78 *Lobbytomie – Comment les lobbies empoisonnent nos vies en démocratie* – La Découverte – octobre 2018.

Si cette attitude est impardonnable, Jacques Testart s'interroge sur les conditions de cette fraude exemplaire et constate que le « *système pousse très fort à la performance et à la compétition, quand le chercheur a l'obligation contractuelle de trouver, comment s'étonner que certains embrassent formellement la célèbre formule publish or perish* ». Toujours dans le registre du clonage, le britannique *Ian Wilmut* présenté comme le « *père de Dolly* », premier mammifère cloné en 1996, a reconnu devant un tribunal en 2006 qu'il n'était pas le principal créateur de la brebis quoique le premier signataire de l'article publié sur le sujet par *Nature* en 1997.

Autre pratique, la bonification des résultats réels pour les rendre plus persuasifs, soit en éliminant quelques données contraires à la démonstration, soit en ajoutant quelques données conformes mais inventées afin d'accéder à la significativité statistique, une telle pratique remettant en cause la fiabilité des connaissances publiées.

2.2. Des points de tension structurels alimentant la défiance envers l'expertise scientifique

Lors de son audition, Daniel Agacinski a rappelé que dans le rapport *Expertise et démocratie : faire avec la défiance,* plusieurs points de tension structurels ont été identifiés par rapport aux situations d'expertise en général et ce, malgré les transformations mises en œuvre depuis plusieurs décennies pour améliorer la mobilisation des savoirs pour l'action publique. Ces transformations contribuent à enrichir et approfondir l'expertise sans pour autant parvenir à mettre fin à la défiance.

L'expertise s'est de plus en plus organisée autour de conseils scientifiques, agences, observatoires, etc., et s'inscrit dans des procédures de plus en plus complexes pour garantir la qualité et la valeur des savoirs mis à la disposition des pouvoirs publics et de l'opinion. La place des expertes et experts autoproclamés s'est réduite mais la défiance s'est aussi déplacée aussi bien à l'institution dans son ensemble qu'au contenu de telle ou telle expertise.

La participation citoyenne apparaît souvent comme une alternative à la mobilisation des expertes et experts, or l'objectif consiste plutôt à bâtir une méthodologie où l'expérience de tous et de toutes, enrichit l'analyse d'un problème public en amont de la décision.

Si les conflits d'intérêt peuvent corrompre l'expertise, l'experte ou l'expert qui n'aurait aucun lien avec des groupements d'intérêt paraît illusoire dans le système actuel. Des liens de valeur et d'engagement peuvent se révéler féconds dans la production de connaissance, nécessitant ainsi d'expliciter de façon transparente d'où intervient l'experte ou l'expert sollicité.

Les différentes expertises ne sont pas toujours complémentaires et peuvent traduire une certaine concurrence entre les disciplines, les approches et les méthodes. Ce constat est logique puisqu'il révèle le lien étroit entre la façon dont un objet est étudié, et les préférences et valeurs de celles et ceux qui l'analysent.

Par rapport à cette concurrence entre les expertises, les approches quantitatives peuvent avoir un avantage : le chiffre offre une apparence objective, synthétique et définitive. Mais cette quantification peut entraîner des effets pervers alimentant la

défiance par l'occultation de ce qui n'est pas chiffrable, la comparaison de réalités incommensurables, etc.

Si à long terme, le traitement de données massives par l'intelligence artificielle permettrait de tendre vers une expertise sans expertes et experts, à la fois individualisée et totalement impartiale, il sera alors possible de redouter notre incapacité à mettre en débat les connaissances sur lesquelles reposeraient cette expertise et l'action publique qu'elle inspirerait.

Comme nous l'avons vu[79], cette approche prospective des conséquences de l'intelligence artificielle sur l'expertise scientifique, est notamment partagée par l'Académie des sciences française. Au niveau international, ces préoccupations sont partagées par les Académies des sciences des autres États membres du G7[80].

2.3. La responsabilité des revues scientifiques

Les résultats des recherches nécessitent d'être publiés pour être mis à la disposition à la fois du public et de la communauté scientifique, et ainsi pouvoir être discutés, contrôlés et évalués par les pairs. De plus en plus, ces publications sont décisives à la fois pour la carrière des chercheurs et chercheuses, et l'évaluation des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (voir ci-dessus en I - C). Or comme le rappelle Pierre Corvol, les publications scientifiques sont sources de profits consistants pour les éditeurs et éditrices des revues dont trois sociétés - aucune française - détiennent un quasi-monopole. Les problèmes posés par cette situation sont de plusieurs ordres. Tout d'abord, ces revues et leur puissance sont susceptibles d'influencer la recherche en fonction de leurs intérêts, comme le regrette Pierre Corvol : « *Non seulement, ces entreprises tiennent les scientifiques à la gorge – et donc la science – mais, en plus, elles peuvent influencer les thèmes, car certains semblent particulièrement attractifs. C'est donc éventuellement une manière de dévoyer, en quelque sorte, la connaissance fondamentale scientifique, au profit d'innovations et de découvertes spectaculaires – au profit du business des éditeurs* ».

Ensuite, le processus de publication comporte des failles et des risques qu'évoque Olivier Le Gall : « *sa compartimentation à l'extrême, sa confidentialité, les moyens insuffisants pour déceler les données falsifiées ou fabriquées sont autant de facteurs de risques pour l'intégrité scientifique* »[81]. De ce point de vue, l'affaire *Wakefield* est significative : ce médecin et chercheur britannique a publié en 1998 dans la revue prestigieuse *The Lancet,* une étude qui prétendait démontrer un lien entre le vaccin ROR[82] et une forme d'autisme : cette publication a eu un grand succès et a été largement reprise, contribuant à semer le doute sur les vaccins. Or, il a été ensuite démontré que cette étude reposait sur des données falsifiées et que son auteur avait des liens avec des *lobbies* anti vaccins, au point qu'il a été radié par le Conseil de l'ordre des médecins britanniques. Pourtant, il a fallu attendre 2010 pour que *The Lancet* retire l'article.

79 Voir partie II - A et l'audition de Pierre Corvol du 28 mai 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
80 Déclarations communes des Académies des sciences des pays membres du G7 le 22 mars 2019 pour pointer leurs enjeux prioritaires dont l'intelligence artificielle et ses conséquences sur la société.
81 Interview *La recherche opus* cit.
82 Vaccin contre la rougeole, la rubéole et les oreillons.

Enfin, dernier problème et non des moindres, ces revues exigent des chercheurs et chercheuses, non seulement leurs résultats mais les données qui les fondent, et elles les détiennent en exclusivité, ce qui rend difficile à d'autres chercheurs et chercheuses de réutiliser ces données et publications pour vérifier les résultats ou pour prolonger une recherche. La loi pour une République numérique a apporté quelques améliorations à cette situation en fixant une période d'*embargo* maximum de 6 mois (12 mois pour les SHS) s'agissant des données issues de la recherche publique (c'est -à-dire de recherches dont la moitié au moins du financement dépend de fonds publics). Mais cela semble s'avérer insuffisant.

2.4. La responsabilité sociale des scientifiques

Pour Jacques Testart, la charge sociale de producteur ou productrice de savoir, induit d'endosser la responsabilité de la façon dont sera utilisé ce savoir au regard notamment des enjeux technologiques identifiés ou des controverses possibles sur l'usage à venir des innovations ainsi préparées. D'un point de vue prospectif, il est souvent difficile de prédire ce qui pourrait advenir d'un nouveau savoir, mais cet imprévisible oblige la ou le scientifique à adopter une attitude responsable. Cette dernière ou ce dernier peut alors s'inscrire dans une volonté de précaution au regard de l'incertitude des risques d'atteinte à l'environnement ou à la santé, et effectuer un effort accru de recherche pour améliorer les connaissances scientifiques sur les risques potentiels[83].

Autre constat mis en avant, si les scientifiques acceptent parfois de mener des recherches finalisées comme celles visant, par exemple, le clonage humain ou la grossesse ectopique, peu résistent à la tentation de contribuer à une recherche cognitive dite fondamentale au nom du savoir sacralisé qu'il faudrait rechercher sans scrupules. Ainsi, faut-il chercher à connaître le génome de la variole éradiquée depuis 1980, sachant que ce savoir rend possible la reconstruction du virus et donc le retour d'une épidémie qui tuait chaque année plusieurs centaines de milliers de personnes en Europe il y a trois siècles.

Le recours à l'avis d'un comité d'éthique peut correspondre à la recherche d'une couverture ou d'une sorte d'ouverture sur le monde, qui peut aussi s'effectuer en interrogeant ses amies et amis ou des personnes du monde de la culture sur les projets de recherche dont le débouché pourrait consister à refuser de s'engager dans une voie dont on pressent les conséquences graves pour la société. Jacques Testart évoque à cette fin un « *droit à la non recherche* » constituant en quelque sorte une liberté négative incarnée par l'autolimitation qui est souvent difficile à expliciter auprès des autres chercheurs et chercheuses et qui peut soulever une forme de suspicion par les pairs en passant pour un ou une « antiscience ». Cet interdit volontaire est rapidement considéré comme utopique puisque nombre de chercheurs et chercheuses s'indignent, par exemple, des restrictions bioéthiques de certains actes car « *si on ne le fait pas en France, les chercheurs iront le demander ailleurs* ». Cette attitude révèle le flou éthique confortable dans lequel sont installés certains chercheurs et chercheuses, fondé sur l'idée que le bien-être des femmes et des hommes dépend du progrès et donc de l'activité sans entrave de la recherche et *de facto,* des chercheurs et chercheuses. Or, ces questions font rarement l'objet d'un

83 Étude *Principe de précaution et dynamique d'innovation* adoptée le 12 novembre 2013 par le Cese.

débat démocratique alors que les enjeux relèvent fondamentalement de la conception que l'on peut avoir de l'Homme, de la société, voire de l'avenir de l'humanité.

À l'inverse, des chercheurs et chercheuses peuvent aussi en raison de leur positionnement à l'avant-poste du progrès, dénoncer des risques négligés ou camouflés, notamment pour la santé et l'environnement. Elles et ils deviennent alors des lanceurs et lanceuses d'alerte dont la remise en cause est fréquente par celles et ceux qui estiment leurs intérêts menacés et utilisent divers moyens pour les faire taire (menaces, harcèlement, licenciement, procès, etc.). Deux lois ont été adoptées récemment pour compléter les mécanismes d'alerte en matière de veille sanitaire – la loi du 16 avril 2013 relative à l'indépendance de l'expertise en matière de santé et d'environnement, et à la protection des lanceurs d'alerte ; et la loi du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique (dite loi « Sapin 2 »), qui crée un cadre juridique général pour le signalement et établit une réglementation commune à tous les lanceurs et à toutes les lanceuses d'alerte. Pour nombre d'observateurs et d'observatrices, la question se pose de savoir si ce dispositif législatif est vraiment à la hauteur des enjeux de santé publique, d'environnement et de démocratie auxquels il est censé répondre. C'est ainsi que le Défenseur des droits, dans son rapport annuel d'activité de 2018, préconise une plus grande lisibilité de la législation pour que les lanceurs et les lanceuses d'alerte soient mieux informés, mieux orientés et surtout moins isolés. De même, 17 organisations de la société civile ont créé une Maison des Lanceurs d'Alerte dans le but d'œuvrer à la protection des lanceurs et lanceuses d'alerte en les accompagnant au quotidien mais aussi de plaider pour une amélioration de leur protection[84].

3. Des lobbies instillant le doute

3.1. L'art du doute

Pierre Corvol, lors de son audition, a répondu à une question sur le doute en sciences en distinguant le doute et le scepticisme : le premier conduit à un surcroît de connaissances et de rigueur, le second non : « *le scepticisme peut être toxique car il n'amène pas à générer une nouvelle expérience afin de pouvoir savoir si, effectivement, le doute que l'on avait au départ est justifié ou non* ». Son propos rejoint celui de Michel Blay sur le même sujet.

Lors de leur entretien, Thomas Durand et Guillaume Cervantes, de l'Association pour la science et l'esprit critique (Astec), nous ont expliqué que la zététique œuvre principalement à mettre à l'épreuve celles et ceux qui affirment réaliser des actions scientifiquement inexplicables. La zététique se réclame aussi du scepticisme scientifique et plus généralement de la démarche de doute cartésien qu'elle décrit comme nécessaire en science comme en philosophie.

La « Zététique » vient de l'adjectif grec *zétètikós* « qui aime chercher », lequel est issu du verbe *zétèin* « chercher ». Selon Émile Littré (1872), la Zététique est la « *méthode dont on se sert pour pénétrer la raison des choses* ».

84 Voir https://malalerte.org.

Enseignée dès l'Antiquité, la Zététique est en fait le refus de toute affirmation dogmatique : « *Le nom de zététiques, qui signifie chercheurs, indique une nuance assez originale du scepticisme : c'est le scepticisme provisoire, c'est presque l'idée de Descartes considérant le doute comme un moyen, non comme une fin, comme un procédé préliminaire, non comme un résultat définitif*[85] ».

L'Astec, par exemple, essaye d'appréhender la réalité par le biais d'enquêtes et d'expériences s'appuyant sur la méthode de scientifiques en réalisant des émissions sur une chaîne en ligne *La tronche en biais,* qui s'inspire de *L'art du doute ou comment s'affranchir du prêt-à-penser* de Henri Broch[86]. Son objectif est de contribuer à la formation chez chaque individu d'une capacité d'appropriation critique du savoir humain. Pour MM. Durand et Cervantes, leur action a pour but de distinguer les termes « doute » et « méfiance » : le doute est un outil méthodique qui permet d'obtenir une réponse éclairée. En revanche, celles et ceux qui prétendent que les chercheurs et chercheuses sont corrompus ou s'inscrivent dans une logique de conspiration, ont des soupçons mais ne doutent pas. Dans leurs émissions, ils permettent aux scientifiques invités de disposer de suffisamment de temps pour présenter leurs travaux en exposant leur recherche avec des arguments logiques et non des propos affirmatifs autoritaires.

3.2. Ethique, controverse et incertitude

Les controverses ont toujours fait partie de l'avancée des sciences car elles sont indispensables à la formation, au développement et à l'évaluation des théories ainsi que des méthodes, de la constitution et de l'interprétation des données. Depuis la numérisation et principalement l'essor des réseaux sociaux, les controverses sont devenues publiques, en lien, par exemple, avec des technologies qui sont susceptibles de porter atteinte à la santé, l'environnement ou aux générations futures. On parle ainsi de controverses scientifiques relatives aux clonages, nucléaire, neurosciences, OGM, comme s'il s'agissait d'objets singuliers or, il n'y a pas une seule controverse puisque ces thématiques ont été diffusées dans des milieux hétérogènes.

Ces controverses sont protéiformes et nécessitent de prendre en compte de multiples aspects (scientifiques, économiques, sociologiques, éthiques, politiques, etc.) pour les traiter. Elles peuvent être distinguées selon divers traits : leur objet, le nombre de camps impliqués, l'extension, l'intensité, la durée, le genre de forums (constituants ou officieux) et leurs relations, les différents règlements possibles.

L'étude approfondie de controverses, présente un intérêt pédagogique. Au-delà de la confrontation avec des textes scientifiques et techniques de différentes

85 Conformément à la définition fournie par Pierre Larousse dans son Grand Dictionnaire Universel du XIXème siècle.
86 Le premier enseignement de Zététique en tant que tel a été créé en 1993 à la Faculté des Sciences de Nice par le physicien Henri Broch, Docteur ès Sciences.

disciplines, et d'une familiarisation au traitement de questions complexes, la controverse constitue un apprentissage pouvant aider à faire face à l'incertitude.

Bernard Reber[87] estime ainsi que « *les questions éthiques y ont pris une grande importance, tant pour indiquer ce qui pose problème qu'en ce qui concerne les tentatives d'encadrement des controverses scientifiques publiques. Un principe d'origine éthique, le principe de précaution, peu à peu stabilisé, noue ces différents aspects en conflit*[88] ».

La conduite des controverses scientifiques est ardue car ces dernières ne se limitent plus aux questions déjà bien compliquées de la vérification ou de la falsification des faits ou des théories mais à leur conjugaison avec des questions relevant de la justice, du respect, de la prudence, de la responsabilité et parfois de la précaution.

3.3. Lobbies industriels et scientifiques

Si les controverses révèlent la complexité de la place de la science dans la société, les prises de position ambigües relatives à la véracité de conclusions démontrant la réalité du réchauffement climatique ou les propriétés cancérigènes de divers produits, mettent en lumière l'implication de certaines et certains scientifiques dans la formation d'une polémique essentiellement médiatique. Que des scientifiques isolés contestent publiquement une thèse faisant consensus chez leurs collègues n'est pas une situation récente, en revanche les liens qu'elles et ils entretiennent notamment avec le monde industriel, suscitent des interrogations. Cette relation a été retracée et analysée par plusieurs ouvrages récents dont le livre *Les marchands de doute*[89]*,* déjà mentionné précédemment dans l'étude et plus récemment par la journaliste Stéphane Horel[90] dans son livre *Lobbytomie – comment les lobbies empoisonnent nos vies et la démocratie*.

Ces deux ouvrages expliquent notamment comment le doute scientifique peut être créé en s'appuyant sur l'exemple américain de l'industrie du tabac[91]. En 1953, la presse commence à publier les résultats de travaux scientifiques qui démontrent les capacités cancérogènes du goudron contenu dans les cigarettes. Attaquée et déstabilisée, l'industrie du tabac organise la riposte en faisant appel à une société de relations publiques et en créant le comité de l'industrie du tabac pour la recherche. Cet organisme est chargé de faire douter de la véracité des travaux démontrant la dangerosité du tabac pour la santé, et de contester l'intégrité des scientifiques ayant conduit les travaux de recherche. L'objectif est donc de financer des recherches pour démontrer la complexité des causes du cancer, puis inonder les médecins, les

87 Philosophe, chercheur au centre de recherche Sens, éthique, société, CNRS, Université de Paris V.
88 *Controverses scientifiques et publiques – Encyclopaedia Universalis* France.
89 Un livre publié en 2010 par *Naomi Oreskes* et *Erik M. Conway*, traduit en 2012 sous le titre *Les Marchands de doute*, a démontré, au terme de plusieurs années d'enquête, comment de grandes entreprises, souvent soutenues par des groupes d'intérêt et des organisations hostiles à toute tentative de régulation, étaient parvenues à mettre massivement en doute les résultats scientifiques les mieux établis, qu'il s'agisse des dommages causés par le tabagisme, les agents chimiques (CFC) responsables du trou d'ozone, etc.
90 Journaliste et collaboratrice du *Monde*, reçue en entretien rapporteur le 10 juillet 2019.
91 *R.N. Proctor* explore dans *Golden Holocaust* les archives internes de l'industrie du tabac pour démontrer que les cigarettiers ont développé une stratégie de controverse et de doute sur le caractère dangereux du tabac pour la santé, afin de poursuivre sa commercialisation et échapper aux condamnations comme aux interdictions.

médias et les décideurs et décideuses, d'un matériel de propagande bâti sur ces travaux et validés par des médecins souvent renommés. Il s'agit de faire perdurer le doute scientifique alors même que les compagnies sont convaincues des méfaits du tabac, comme l'a démontré par la suite l'étude des archives des laboratoires des industries du tabac.

Cette technique dite du bruitage est assez fréquente. Elle a pour but de détourner le regard de questions qui iraient à l'encontre des clientes et clients du *lobby*. Le financement direct de thèses ou de recherches « sur d'autres choses » ou sur « d'autres aspects du problème » est donc courant. Le cas de la fédération européenne du chlore (*Eurochlor*) est aussi significatif. Selon ce groupe d'intérêts, il est indéniable que le chlore provoque de l'asthme chez les jeunes enfants, mais on sait aussi que l'asthme peut être suscité par beaucoup d'autres choses, et qu'il n'est donc pas nécessaire d'adopter des législations « contraignantes ».

La « manufacture du doute » permet également aux *lobbies* de s'opposer à une réglementation contraignante en finançant et en présentant des études qui remettent en cause la certitude scientifique prouvant la nécessité d'une nouvelle réglementation. Le glyphosate est devenu un cas d'école : cherchant à repousser son interdiction, l'entreprise *Monsanto* finance des études *via* des instituts qui relativisent l'aspect cancérogène du produit.

Plus récemment, l'approbation formelle par la convention cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC), du rapport spécial du Giec[92] sur les conséquences d'un réchauffement mondial des températures d'1,5°C, a encore faire l'objet d'âpres contestations lors des négociations climatiques de *Bonn* du 17 au 27 juin 2019. L'Arabie Saoudite, après avoir refusé – aux côtés du *Koweit*, de la Russie et des États-Unis – d'accueillir favorablement les conclusions du rapport en décembre 2018, a finalement accepté d'en discuter les conclusions à *Bonn* dans des conditions difficiles. En effet, jusqu'à la fin des discussions, le pays a cherché à remettre en cause la méthodologie utilisée par le Giec pour aboutir à ces conclusions en mettant en avant des « *risques et incertitudes associés à l'approche méthodologique* » ou « *le besoin de renforcer les connaissances scientifiques* » sur les conséquences du réchauffement des températures[93]. Lors de sa conférence de presse le 2 juillet 2019, le secrétaire général de l'Opep a quant à lui assuré que « *la mobilisation de masse […] contre le pétrole était complètement non scientifique* ». Selon lui, « *la société civile est induite en erreur, de sorte qu'on lui fait croire que le pétrole est la principale cause du changement climatique ! C'est peut-être la pire menace pour notre industrie à l'avenir*[94] ».

92 « *Les impacts d'un réchauffement climatique global de 1,5°C par rapport à 2°C et les trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre à suivre pour limiter le réchauffement à 1,5°C, dans le cadre plus général du développement durable et de l'éradication de la pauvreté* » publié le 8 octobre 2018.
93 *Aef info* – dépêche n° 609378 – 5 juillet 2019 – « *Le constat scientifique dérange* » déplore la paléoclimatologue, Valérie Masson-Delmotte.
94 *Ibidem*.

Au-delà de ces activités de *lobbying*, la façon dont l'évaluation normée des risques, est menée par des agences spécialisées peut soulever des doutes quant à l'impartialité de l'expertise censée éclairer la décision politique. Dans son rapport d'information sur *L'évaluation des risques sanitaires et environnementaux par les agences : trouver le chemin de la confiance*[95] publié le 19 mai 2019, l'OPECST recense cinq difficultés et angles morts de l'expertise des risques :

- le besoin d'expertes et d'experts disponibles, compétents et indépendants au risque de conflits d'intérêts, les co-rapporteurs notant que la frontière entre liens d'intérêts et conflits d'intérêts est ténue, chaque agence disposant de ses propres règles de déontologie.
- Les excès de subjectivité dont les agences tentent de se prémunir au travers d'expertises systématiquement collectives.
- Le danger d'expertises très dépendantes des données des industrielles et industriels car de fait, « *la plus grande masse de données nécessaires à l'évaluation par les agences des produits chimiques, biocides, pesticides et autres substances est fournie par les firmes* ».
- Le manque de connaissances notamment de celles relatives aux effets cumulés et cocktails à long terme.
- Les enjeux soulevés par la réglementation européenne qui organise l'évaluation des risques (dont le règlement *Reach*, celui sur les biocides, etc.) : « *la teneur des évaluations est dépendante des méthodes réglementaires* ».

3.4. Sciences académiques versus sciences réglementaires.

Dans son livre, *Lobbytomie*, Stéphane Horel décrit le processus classique qui permet à la science de produire du savoir et construire de la connaissance. Elle explique également que les liens existants entre les industrielles et industriels, les scientifiques et les pouvoirs publics, peuvent alimenter des controverses sur des questions de santé ou d'environnement. Cette relation entre les trois acteurs et actrices de la controverse est développée en annexe n° 6. Elle oppose, en outre, la science académique aux sciences dites réglementaires qui ont uniquement pour but d'obtenir une homologation ou une mise sur le marché d'une innovation.

Lorsque les scientifiques s'interrogent sur la toxicité d'un produit, évaluent les variations de température des océans, cherchent à identifier les causes de l'autisme, elles et ils s'appuient quasiment toujours sur le même scénario de base, quel que soit l'objet de leur recherche. Elles et ils se posent une question et élaborent une hypothèse de travail. Puis elles et ils observent et réunissent les données produites afin de les analyser et les interpréter. Elles et ils rédigent un article qui articule données, analyse et conclusion puis soumettent leur manuscrit à une revue scientifique pour publication, le choix de la revue se faisant en fonction du sujet et de l'importance des résultats. Le comité de lecture de la revue, composé de scientifiques, évalue la qualité du travail. Les auteures ou auteurs répondent ensuite aux remarques et suggestions issues de cette évaluation par les pairs en effectuant

95 Ce rapport a été réalisé à la demande des commissions des affaires économiques et européennes de l'Assemblée nationale lors de la contestation de la prolongation de l'autorisation du glyphosate en 2017.

les modifications nécessaires. L'article est ensuite publié par la revue et fait partie de la littérature dite scientifique.

Par la suite, l'article poursuit sa vie d'article scientifique soumis au regard des autres scientifiques qui vont le critiquer, vérifier ou compléter ses données par des processus itératifs. Les résultats seront également vérifiés en refaisant la même étude, la reproductibilité d'une expérience est l'un des grands principes de la science. Ce constant processus de consolidation aboutissant à la confirmation ou l'invalidation, nécessite une mise à disposition transparente et exhaustive des protocoles, méthodologies et données utilisés pour permettre à la communauté scientifique de prolonger le travail.

Face à ce panorama de la production scientifique, Stéphane Horel explique qu'il « *existe une autre forme de science […] laissée de façon quasi exclusive aux mains des industriels* ». Elle se distingue de la science académique précédemment décrite et est couramment appelée « science réglementaire ». Il s'agit en quelques mots d'études que doivent fournir les industrielles et industriels par des circuits officiels afin d'obtenir l'autorisation de mise sur le marché (AMM) ou l'homologation de leurs produits.

Par exemple, pour les médicaments et les produits de santé, ces études prennent la forme d'essais cliniques qui doivent démontrer l'efficacité et l'absence d'effets secondaires sur les patientes et patients. Ils sont menés en plusieurs phases par les laboratoires pharmaceutiques en collaboration avec des médecins hospitaliers et des organismes de recherche sous contrat. Les données de ces essais constituent la majeure partie des dossiers d'AMM adressés par les fabricantes et fabricants aux agences chargées de l'évaluation de ces produits : en Europe, l'Agence européenne du médicament et les agences nationales de chaque État membre, aux États-Unis la *Food and Drug Administration*.

Concernant les pesticides et la plupart des substances chimiques, les autorités réclament le plus souvent des études démontrant une absence de risques en cas d'exposition pour les travailleurs et travailleuses, les populations ou l'environnement. Ces études et données techniques sont fournies pour les demandes d'homologation ou lors du réexamen de produits déjà sur le marché. Dans l'Union européenne, la législation prévoit que les fabricantes et fabricants de pesticides doivent solliciter la reconduction de l'autorisation de chaque ingrédient actif tous les quinze ans auprès de l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA), de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) et parfois de comités scientifiques spécialisés.

Ce ne sont pas des essais cliniques sur des êtres humains mais des expériences *in vitro* sur des cellules, *in vivo* sur des animaux de laboratoire et parfois *in silico* à l'aide de modèles informatiques pour établir si une substance est irritante, toxique ou nocive au regard des exigences légales en vigueur. Réalisées en interne par les firmes ou confiées en externe à des laboratoires dûment habilités, ces études ont toujours les industrielles et industriels concernés comme donneurs et donneuses d'ordre et sources de financement. Elles respectent cependant des standards précis dont les lignes directrices sont fixées au niveau international par l'OCDE et rassemblées sous l'appellation de « *bonnes pratiques de laboratoire* ». Ces bonnes pratiques ne garantissent pas qu'une substance ne soit pas toxique, elles constituent

une sorte d'assurance qualité en garantissant que les normes procédurales ont été respectées. Elles traitent diverses questions allant des conditions d'hygiène au sein des laboratoires à la chaîne de commandement pour le personnel, de l'espèce de rongeurs utilisés pour certaines expériences à la durée d'expérimentation, etc.

Dans le rapport précédemment mentionné de l'OPECST[96], un encadré présente de façon synthétique les raisons pour lesquelles le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé le glyphosate dans la catégorie des substances dites « cancérogènes probables » alors que l'EFSA[97] ainsi que la plupart des agences officielles sanitaires et environnementales nationales ne le font pas. Cette divergence troublante pour le grand public s'explique par l'utilisation de sources différentes :

- le CIRC s'intéresse à toutes les formulations contenant du glyphosate alors que l'EFSA étudie le glyphosate en substance pure.
- Concernant les études animales, le CIRC en identifie deux qui attestent d'un lien significatif entre exposition au glyphosate et cancer, écartées par l'EFSA pour non-respect des critères de l'OCDE. À l'inverse, l'EFSA a eu accès aux études non publiées des industrielles et industriels, contrairement au CIRC[98].
- Le CIRC estime également qu'il existe des preuves mécanistiques solides que l'exposition au glyphosate entraîne des effets génotoxiques ou induit du stress oxydatif, alors que l'EFSA estime qu'il est improbable que le glyphosate puisse être génotoxique.
- Enfin, la portée des travaux du CIRC et de l'EFSA diffère : le CIRC se concentre sur la question du danger causé par le glyphosate (indépendamment du degré d'exposition), alors que l'EFSA analyse les risques encourus pour la santé humaine ou l'environnement (combinant danger et exposition).

L'agnotologie à partir de l'étude de l'industrie du tabac a ainsi permis de montrer comment on peut mettre en scène la science contre la science et utiliser les formalismes, les attributs et l'apparence de la science pour fragiliser de la connaissance fiable. D'un point de vue épistémologique, l'interrogation soulevée porte sur les moyens de différencier une démarche qui concourt à l'accroissement de la connaissance de celle tendant à la miner, quand interviennent dans les deux cas, des énoncés identiques : « il faut plus de recherches ».

96 *L'évaluation des risques sanitaires et environnementaux par les agences : trouver le chemin de la confiance.*
97 Autorité européenne de sécurité des aliments.
98 Le CIRC n'a étudié que 3 études sur les souris sur les 5 utilisées par l'EFSA et le CIRC n'a étudié que 3 études sur les rats sur les 9 utilisées par l'EFSA.

III - DES PISTES POUR UN DIALOGUE RENOUVELE ET PLUS CONFIANT

Sciences et société ne sont pas deux entités distinctes qui se regarderaient en chiens de faïence et qu'il conviendrait de rapprocher. Les sciences font partie de la société et leur évolution est étroitement liée aux choix évolutifs de celle-ci, comme le soulignait Pierre Khalfa : « *toute société développe un spectre technologique particulier. Il n'y a pas de déterminisme technologique. Il y a des choix technologiques multiples. Le fait qu'un choix soit fait plutôt qu'un autre n'est pas indépendant des rapports sociaux* »[99]. Les chercheurs et chercheuses ne sont pas dans une tour d'ivoire, elles et ils sont aussi citoyennes et citoyens, engagés ou non, consommateurs et consommatrices, usagères et usagers du service public, etc. Inversement, la société est fortement modelée par la science et celle-ci concerne chacune et chacun de ses membres qu'elle et il soient ou non scientifique.

La question est celle des conditions à créer pour construire du commun autour et à partir de la science : l'enjeu en est que les scientifiques puissent jouer tout le rôle qui doit être le leur dans une société démocratique et que l'ensemble des membres de cette société puissent débattre des choix scientifiques et s'appuyer efficacement sur les apports de la science pour délibérer, faire des choix politiques, économiques, sociaux, environnementaux, décider de leurs pratiques collectives ou individuelles.

Pour cela tous ceux et toutes celles qui sont porteurs d'une parole publique, responsables politiques, associatifs, syndicaux, acteurs et actrices de la culture, journalistes, intellectuelles et intellectuels, ont une double responsabilité :

- celle de prendre en compte les apports de la science, en particulier ceux qui rencontrent un large consensus dans la communauté scientifique, sans céder à la tentation d'aller dans le sens de l'opinion publique lorsque celle-ci est contredite par les résultats scientifiques. Comme le rappelle à juste titre François Héran : « *La démocratie ne peut pas se réduire à l'enregistrement en temps réel des variations de l'opinion publique* »[100].

- Inversement, celle de ne pas instrumentaliser ces apports mais s'appuyer sur eux en s'efforçant de montrer à la fois leurs éclairages, leurs limites et incertitudes, les points de débats. Il importe également de croiser les approches, en tenant compte à la fois des temporalités différentes et des spécificités des divers domaines scientifiques, et de l'expérience des usagères et usagers.

99 Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2019 de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
100 Audition du 11 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

Les scientifiques pour leur part ont la responsabilité de communiquer sur leurs résultats en disant clairement d'où elles et ils parlent, quels ont été leurs postulats et leur méthode, comment leurs résultats ont été établis, quelle est leur marge d'incertitude et quelle est l'appréciation de leurs pairs. Les unes et les uns comme les autres, ont à veiller à une « *juste application* » du principe de précaution qui, comme le Cese l'a déjà souligné, n'est pas « *un principe d'abstention exigeant la preuve de l'innocuité comme préalable à toute autorisation* » mais doit favoriser « *un effort accru de recherche pour améliorer les connaissances sur les risques potentiels*[101] ».

Ces principes sont essentiels mais relèvent de la responsabilité et/ou de la déontologie professionnelle de chacune et chacun ; ils interpellent également le modèle économique des médias et les formes du débat public mais ils ne peuvent relever exclusivement de politiques publiques. En revanche les politiques publiques peuvent contribuer à créer le commun et la confiance indispensables. C'est dans cette perspective que le Cese évoquera trois grands ensembles de pistes de réflexion : la formation du public et des scientifiques (A) ; la consolidation d'un écosystème favorisant l'intégrité scientifique (B) ; l'association des citoyennes et citoyens aux recherches et aux controverses sur les sciences (C).

A - Développer la formation du public et des scientifiques

1. La formation des jeunes dans le système éducatif

D'une manière générale, il s'agit de développer l'esprit critique de tous et toutes à travers les diverses disciplines enseignées. Le rôle de l'Éducation aux médias et à l'information est à cet égard important. Il a déjà fait l'objet de préconisations du Cese dans l'avis *Réseaux sociaux numériques : comment favoriser l'engagement* et va être au cœur d'un avis en préparation[102] dans le cadre de la section de l'éducation, de la culture et de la communication. La délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques n'en traitera pas ici, en revanche elle évoquera plusieurs pistes favorisant une large diffusion de la formation scientifique.

1.1. Au lycée, assurer une formation à la démarche scientifique pour tous et toutes

Le Conseil pourrait, comme l'a exprimé Martin Andler[103], regretter qu'une formation scientifique solide ne soit pas offerte à tous et toutes les élèves des lycées, quelle que soit leur voie ou leurs choix d'orientation future. À tout le moins, le Cese

101 Étude *Principe de précaution et dynamique d'innovation*, rapporteur Alain Feretti, novembre 2013.
102 *Les défis de l'éducation aux médias et à l'information*, rapporteure Marie-Pierre Gariel.
103 Table ronde dans le cadre de la réunion du 14 mai 2019 de la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques.

peut soutenir, comme le suggère Oliver Le Gall[104], que tous et toutes les élèves aient droit à une formation leur permettant de comprendre ce qu'est une démarche scientifique : cela semble possible sans difficulté dans le cadre horaire actuel. Mais il paraît souhaitable également qu'un enseignement d'épistémologie incluant les enjeux liés à l'agnotologie[105], soit systématiquement dispensé en classe terminale pour tous et toutes les élèves. Cela pourrait servir de base à l'extension aux élèves de lycée professionnel, d'un enseignement de philosophie dont ils sont actuellement privés.

1.2. Dans l'enseignement supérieur, développer une formation des étudiantes et étudiants en sciences, à la pensée critique, à l'argumentation et à la controverse

Des expériences existent en ce domaine, par exemple à l'Université de La Rochelle, les étudiantes et étudiants de science de la vie se voient offrir la possibilité d'un tel enseignement[106], à savoir l'étude des controverses sociales à thèmes scientifiques. Il vise à « *développer la pensée critique pour contrer* » la pensée complotiste et ses conséquences. Il comporte diverses séquences qui sont décrites dans un article de l'ouvrage déjà cité, *Les sciences contre la post vérité*. Pour l'auteur, « *en étudiant une controverse, le jeune scientifique établit un lien entre sa formation universitaire et sa pratique sociale, il s'interroge sur l'utilité et/ou sur la dangerosité de certaines des applications de sa discipline scientifique, sur l'honnêteté ou la malhonnêteté de certains de ses praticiens (…) ou encore sur des problèmes sanitaires, environnementaux et éthiques de la pratique scientifique* ». Sans ériger cette expérience en modèle, il importe de développer les pratiques pédagogiques de ce type, qui permettent d'introduire la pensée critique, de percevoir les problèmes posés par la discipline enseignée et les débats qu'elle suscite en même temps qu'on en apprend les principes et les fondements ; cette approche permet de se former aussi à l'argumentation. Le développement de pédagogie de projet[107] pourrait y contribuer. Ces formations devraient également être développées d'une part, dans les classes préparatoires aux grandes écoles et d'autre part, dans les écoles hors université, notamment les écoles d'ingénieures et ingénieurs.

2. Au-delà des jeunes, les chercheurs et chercheuses, et le grand public

2.1. Former les chercheurs et chercheuses à la communication

Si la qualité de l'information scientifique ne dépend pas seulement de la capacité des scientifiques à communiquer, elles et ils peuvent difficilement ignorer l'importance et les mécanismes de la communication. Le rôle de la communication scientifique est en outre, de plus en plus décisif. Pour notre assemblée, cette formation permettrait aux chercheurs et chercheuses de mieux maîtriser les principes de la communication et le fonctionnement des médias notamment audiovisuels, afin de communiquer plus

104 Président du Conseil français de l'Intégrité Scientifique, entretien avec les rapporteurs du 17 septembre 2019.
105 Voir partie I - D *L'épistémologie versus l'agnotologie*.
106 Michel Goldberg, entretien avec le rapporteur le 13 juin 2019.
107 La pédagogie de projet est une pratique de pédagogie active qui permet de générer des apprentissages à travers la réalisation d'une production concrète.

efficacement sur leurs travaux, valoriser les apports de la recherche et éviter les mauvaises interprétations comme les faux débats. La formation à la pensée critique et à l'argumentation évoquée ci-dessus pourrait y contribuer, mais il est important qu'une formation plus approfondie soit proposée à l'ensemble des doctorantes et doctorants et des post-doctorantes et post-doctorants. Les établissements de recherche pourraient donc offrir des formations en ce domaine à leurs équipes.

2.2. Développer les initiatives d'éducation populaire autour de la science

De nombreuses initiatives de ce type existent[108]. Les personnes auditionnées ou entendues par la délégation en ont mentionné certaines, comme Les Petits Débrouillards[109] dont l'activité est bien connue. On peut citer également les centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI)[110]. Ils sont de plus en plus nombreux à utiliser les réseaux sociaux : ainsi l'Astec[111] dont nous avons parlé précédemment, a lancé une chaîne en ligne appelée *La tronche en biais,* destinée notamment à lutter contre les biais cognitifs. L'enjeu est de faire comprendre ce qu'est la méthode scientifique, susciter le questionnement, aider à faire un bon usage du doute et de l'esprit critique. Pour le Cese, il s'agit de favoriser le développement de telles initiatives, d'une part en contribuant à leur financement, d'autre part en les faisant largement connaître via des campagnes de communication. La fête de la science, créée en 1992 à l'initiative d'Hubert Curien, doit pouvoir servir de point d'appui et de caisse de résonnance à ces initiatives.

---

108 Voir le rapport et l'avis du Cese *l'Éducation populaire, une exigence du XXIème siècle*, adopté le 28 mai 2019, rapporteurs Christian Chevalier et Jean-Karl Deschamps.

109 L'association des Petits Débrouillards est un mouvement pédagogique qui s'appuie sur la démarche scientifique comme référence constante à la construction des connaissances ; voir http://www.lespetitsdebrouillards.org/.

110 Le terme de CCSTI ne correspond pas à un label ou un statut particulier : il peut s'agir d'une association, d'une structure municipale, ou encore d'un service rattaché à une université ou une grande école. Pour être déclaré CCSTI, un lieu de vulgarisation doit obéir à la charte nationale des Centre de Culture Scientifique Technique et Industriel qui les définit ainsi :

- un CCSTI est une structure ayant pour mission de favoriser les échanges entre la communauté scientifique et le public. Cette mission s'inscrit dans une démarche de partage des savoirs, de citoyenneté active, permettant à chacun d'aborder les nouveaux enjeux liés à l'accroissement des connaissances. Dans ce contexte, le CCSTI s'attache tout particulièrement à la mise en évidence des implications et des conséquences de cette évolution sur l'environnement du citoyen. Par les actions qu'il met en place, le CCSTI suscite l'émergence d'une prise de conscience individuelle, au profit d'un avenir collectif, en améliorant la connaissance de la science et de ses enjeux par les citoyens. À ce titre, le CCSTI poursuit une approche pluridisciplinaire et transversale de la notion de science et de technique et engage des démarches de partenariat et de mise en œuvre permettant d'impliquer une multitude de publics, diversifiés dans leurs origines et leurs implantations géographiques.

Pour la première fois en 2008, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a décerné le « Label Science et culture et innovation » à 26 centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI). Délivré pour une durée maximale de 4 ans, le label « Science et Culture, Innovation » est un gage de qualité pour des structures locales répondant à 3 critères. Elles animent les réseaux de culture scientifique, technique et industrielle de leur territoire, assurent un rôle de médiateur dans le dialogue science-société et s'appuient sur un système d'organisation efficace et adapté au contexte local. Source : *Wikipédia*.

111 Cette association a pour but la promotion de l'esprit critique auprès de tous les publics. Voir https://esprit-critique.org/.

B - Conforter un écosystème favorable à l'intégrité scientifique

1. Rendre effective l'exigence de déclaration de liens d'intérêt

Comme le souligne Daniel Agacinski[112], il est impossible d'exiger d'un chercheur ou d'une chercheuse une neutralité absolue, cela d'ailleurs vaut au-delà des seuls expertes et experts. En revanche, il est indispensable que les scientifiques disent clairement d'où elles et ils parlent et fassent état de leurs liens avec tel ou tel organisme, fondation, entreprise, etc. Le Cese, dans l'avis *Sciences et Société : répondre ensemble aux enjeux climatiques*[113], a déjà préconisé de « *mieux contrôler les liens d'intérêt des chercheurs et chercheuses en instaurant une déclaration systématique de tous les liens, financiers ou non, existants entre ces dernières et derniers et les industrielles et industriels* ». Trop de scandales liés à l'opacité sur ces conflits d'intérêt éventuels, ont engendré une forte défiance. Il importe que cette préconisation soit effectivement mise en œuvre, y compris dans notre assemblée : Pierre Corvol, lors de son audition, nous a fait remarquer à juste titre qu'aucune déclaration d'intérêts ne lui avait été demandée avant son audition.

2. Assurer l'indépendance et la transparence des organismes chargés d'une expertise scientifique

Il appartient aux pouvoirs publics de garantir l'indépendance des organismes ou agences en charge d'une expertise scientifique : cela passe notamment par la transparence des nominations de leurs responsables et/ou de leurs membres que de celle des règles et modes de fonctionnement qui les régissent. Cela passe aussi par l'association de représentantes et représentants de la société civile et/ou des acteurs et actrices concernés sous des formes appropriées, comme c'est le cas par exemple avec le CNIS (Conseil national de l'Information Statistique). En outre, il importe de faire connaître le rôle de ces organismes, leurs garanties et leurs règles : François Héran par exemple a souligné combien la défiance envers les données de la statistique publique avait pour source à la fois une confusion avec les chiffres « officiels » et une ignorance des conditions de production de ces statistiques. Le Cese souhaite notamment que la cnDAspe[114] puisse exercer pleinement une de ses missions qui porte sur : « *la déontologie de l'expertise scientifique et technique dans les domaines de la santé et de l'environnement* » et sur « *les bonnes pratiques concernant les dispositifs de dialogue entre les organismes scientifiques et la société civile sur les procédures d'expertise scientifique et les règles de déontologie qui s'y rapportent* ».

112 Audition du 25 juin 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
113 Rapporteurs Julien Blanchet et Jean Jouzel, 11 octobre 2017.
114 Commission nationale de la déontologie et des alertes en matière de santé publique et d'environnement.

3. Généraliser et amplifier les mesures prises à la suite de la Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche

Une prise de conscience progressive des problèmes posés par les manquements à l'intégrité scientifique s'est fait jour assez récemment. Ainsi, en 2010 était publiée une Déclaration de Singapour sur l'intégrité de la recherche et en France, huit établissements lançaient en 2015, une charte de déontologie des métiers de la recherche. Celle-ci a eu peu de répercussions jusqu'à ce que le secrétaire d'État à l'enseignement supérieur, Thierry Mandon, demande à Pierre Corvol un rapport sur le sujet, rendu en 2016[115]. À la suite de ce rapport, une circulaire ministérielle a été publiée en 2017. Elle contient un certain nombre de dispositions : formation des doctorantes et doctorants aux problématiques de l'intégrité scientifique ; création dans les établissements, de référentes et référents « intégrité scientifique » chargés d'instruire les suspicions de fraude de façon confidentielle ; création d'un Office français de l'intégrité scientifique (Ofis) ; etc. Ces mesures se sont progressivement mises en place.

Selon Olivier Le Gall[116], une quarantaine d'établissements ont désormais signé la Charte et plus de 110 ont désigné des référentes et référents, ces dernières et derniers se sont organisés en réseau et travaillent en relation avec l'Ofis. Par ailleurs, un nombre croissant de chercheurs et chercheuses utilisent internet pour mettre en lumière des erreurs ou des problèmes d'intégrité dans des articles publiés, ce qui a conduit à ce qu'un certain nombre de ces articles soient rétractés. Cependant, des marges de progrès existent d'autant que les établissements répugnent souvent à rendre publics les manquements découverts et que tous n'ont pas encore de référentes et référents. Par ailleurs, le travail des référentes et référents devant être confidentiel, cela peut donner le sentiment à celles et ceux qui ont dénoncé une méconduite, par exemple une signature abusive ou un plagiat, de n'être pas entendus. C'est pourquoi, le Cese souhaite mettre en avant trois axes d'amélioration :

- étendre la formation aux questions d'intégrité scientifique aux étudiantes et étudiants de Master ;
- mettre en œuvre les mesures préconisées dans l'ensemble des établissements, y compris les écoles et les établissements qui ne relèvent pas du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ;
- réfléchir, comme le suggère Olivier Le Gall, à la mise en place d'une instance, à l'image de l'*Office of Research Integrity*[117] aux USA, qui jouerait un rôle d'instance d'appel mais aussi de sanction.

Plus généralement, il importe selon le Conseil, de faire oeuvre de conviction permettant de faire évoluer les mentalités. Pour Olivier Le Gall, afficher en effet une liste d'articles corrigés ou rétractés ne doit plus être considéré par une institution,ou

115 *Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique*.
116 Président du Conseil français de l'Intégrité Scientifique, entretien avec le rapporteur du 17 septembre 2019.
117 À noter que la compétence de ce bureau est limitée aux recherches dans le domaine de la santé publique.

un éditeur ou une éditrice comme négatif, mais au contraire « *comme un indicateur de son application à traiter correctement ce type de problème* ».

4. Évaluation de la recherche : appliquer la Déclaration de San Francisco

La Déclaration de San Francisco relative à l'évaluation de la recherche (*San Francisco Declaration on Research Assessment* ; *DORA*) ou « Déclaration de San Francisco », est une déclaration initiée par des scientifiques de l'*American Society for Cell Biology* (*ASCB*) et un groupe d'éditeurs et d'éditrices de journaux scientifiques. Elle remet en cause l'usage croissant du classement bibliométrique comme indice au service de l'évaluation de la recherche ou des chercheurs et chercheuses, et invite à mettre fin à l'utilisation du « facteur d'impact »[118] comme critère de qualité de la recherche. Elle a largement été signée, par des milliers de chercheurs et chercheuses et de multiples institutions. Elle a été complétée en 2015 par le Manifeste de Leyden qui remet en cause l'utilisation d'un autre indicateur, l'indice H[119]. Le Hcéres[120] a apporté son soutien à ces textes, affirmant notamment : « *Pour l'évaluation des unités de recherche, le Hcéres recommande de privilégier la portée des résultats, sans recourir nécessairement et exclusivement à des indicateurs bibliométriques. Les experts qui estiment utile de se référer à ces indicateurs doivent en faire un usage mesuré et non exclusif. Ils peuvent être utilisés comme outils de travail complémentaires des jugements évaluatifs qualitatifs et en tenant compte du contexte dans lequel les travaux sont menés (spécificité des domaines scientifiques, caractéristiques de l'unité de recherche évaluée, etc.). Le Hcéres recommande en particulier que le recours éventuel à des indicateurs d'impact des revues (JIF ou autres) dans le cadre de l'évaluation d'une partie de la production scientifique des entités de recherche se fasse en tenant compte des limites de ces indicateurs » (23 novembre 2018)*[121].

De fait, outre les biais que comporte une évaluation fondée sur des indices bibliométriques, elle est de nature à peser sur les pratiques des chercheurs et chercheuses en matière de publications et peut être source de méconduites. Notre Conseil est attentif au fait que cette déclaration soit appliquée effectivement dans notre pays par les autorités en charge de l'évaluation. Il soutient donc les principes d'une évaluation à forte dimension qualitative reposant notamment sur :

- une évaluation par les pairs (conforme aux exigences de transparence et de collégialité) ;
- une évaluation respectueuse du principe du contradictoire ;
- une évaluation multicritères.

118. Voir I - C *L'évaluation de la recherche*.
119 Cet indicateur proposé en 2005 par le physicien Jorge Hirsch, est un indicateur composite qui vise à évaluer à la fois le nombre de publications d'un chercheur ou d'une chercheuse et leur impact.
120 Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur.
121 https://www.hceres.fr/fr/decoder/evaluation-de-la-recherche-criteres-et-indicateurs.

5. Développer la publication ouverte en ligne des travaux scientifiques

On a vu le poids des revues scientifiques et les conséquences de leur fonctionnement, en particulier de l'exclusivité qu'elles réclament sur les publications scientifiques et les données qui les accompagnent. Or la mise à disposition sans condition des publications, singulièrement pour les recherches bénéficiant d'un financement public, apparaît comme un préalable indispensable à la fois des échanges entre chercheurs et chercheuses, de l'évaluation par les pairs et donc des progrès de la recherche mais aussi de la confiance dans les résultats. Ce peut être également une source d'économies substantielles pour les laboratoires[122]. La Conférence des Présidents d'universités s'y déclare favorable. Le Cese estime qu'il serait utile d'aller plus loin que ce qui est prévu dans la loi pour une République Numérique. Des initiatives existent de publication en ligne de certaines recherches mais aussi de leurs commentaires et évaluations par les autres chercheurs et chercheuses[123] : le développement du libre accès (*open access*) en ce domaine doit devenir un objectif prioritaire des pouvoirs publics qui doivent s'en donner les moyens et soutenir ce type de démarches malgré les pressions des éditeurs et éditrices.

6. Clarifier les sources et les modes de financement

Notre conseil a déjà souligné la nécessité d'augmenter la part du PIB consacrée à la recherche qui implique une augmentation des financements publics. Pour mémoire, la stratégie de Lisbonne puis « Europe 2020 », avait fixé pour objectif de consacrer 3 % du PIB aux dépenses de R&D. Selon le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, cet effort n'atteint que 2,19 % du PIB en 2017 dans notre pays. À cette fin, le RAEF 2019[124] porte plusieurs préconisations pour assurer notamment un financement pérenne de la recherche publique et convaincre les entreprises à investir davantage dans la recherche. D'ailleurs dans l'enquête *Les Français et la recherche* citée plus haut[125], la quasi-totalité des personnes interrogées s'accorde à dire que l'État doit investir dans ce domaine, et plus d'un sur deux (57 %) en font même une priorité. En effet, la construction de projets de recherche avec les entreprises est aujourd'hui une donnée importante des progrès de la science au service de la société, et il ne s'agit pas d'y renoncer, mais elle ne peut être la principale voie de financement de la recherche. C'est le cas notamment pour la recherche fondamentale qui nécessiterait, selon le Cese, un renforcement des financements publics et plus particulièrement des financements récurrents.

Pierre Corvol a souligné que le financement des projets par l'ANR était en pleine évolution : désormais 80 % des projets sont « purement cognitifs », c'est-à-dire « *issus de l'idée d'un chercheur ou d'une chercheuse* » ; un effort de simplification est en cours pour éviter que celles-ci et ceux-ci n'aient à établir plusieurs dossiers

122 Selon Olivier Le Gall, les abonnements aux revues scientifiques représentaient environ 10 % du budget de l'Inra dont il était directeur général adjoint.
123 Les publications de revues en accès libre sont par exemple répertoriées dans le *DOASJ (Directory of open access journals*).
124 *Cohésion et transitions : agir autrement* – adopté le 11 septembre 2019 par le Cese.
125 *Les français et la recherche*, Ipsos octobre 2019.

différents pour financer un même projet. Ces évolutions devraient être confirmées et amplifiées, en particulier en augmentant le taux de réussite de l'ANR, c'est-à-dire le pourcentage de chances d'un projet de se voir accepté : il est de 12 % et selon Pierre Corvol, il devrait être de l'ordre de 30 %. Mais au-delà de ces efforts touchant à la répartition des crédits, notre assemblée soulève la question d'une augmentation du budget consacré à la recherche et plus particulièrement à la recherche fondamentale.

C - Associer les citoyennes et citoyens aux recherches et aux controverses sur les sciences

Mieux associer les citoyennes et citoyens ainsi que les usagères et usagers aux pratiques mais aussi aux choix scientifiques, constitue sans doute une condition non seulement d'une plus grande confiance dans la science mais d'une meilleure réponse de la science aux besoins et attentes de la société dans sa diversité. Dans cette perspective le Cese décline trois types de démarches qui apparaissent complémentaires.

1. Encourager et développer les recherches participatives

L'intérêt de celles-ci est multiple :

- développer un certain nombre de recherches en s'appuyant sur un réseau important de collaborations diverses ;
- diffuser auprès des participantes et participants non-professionnels, méthodes et culture scientifiques afin qu'elles et qu'ils puissent mieux s'approprier les résultats. Comme l'a souligné Christophe Roturier[126], elles contribuent au mouvement d'ouverture des recherches à la société. En outre le supplément à la revue de l'Inra, qui traite des sciences participatives, développe l'idée que cette participation permet de débattre en termes de valeurs, en confrontant celles des citoyennes et citoyens avec celles des scientifiques, d'un point de vue éthique.

D'importants progrès ont été faits, avec une évolution du droit en faveur de la promotion de ces recherches dans la loi du 22 juillet 2013. Par ailleurs, le Cese a déjà préconisé de « *développer dans les universités et organismes de recherche une mission « recherche participative » fondée sur un partenariat avec des associations afin de favoriser les échanges science citoyenne - science académique* »[127].

Pour aller plus loin, trois types de mesures, évoquées par Christophe Roturier, semblent nécessaires et sont soutenues par le Conseil :

- mettre en place des outils de financement adaptés, tenant compte des spécificités des recherches participatives. En effet co-construire un projet demande du temps, nécessite notamment un soutien à la phase de préparation des projets. De même, il importe d'accepter que tout ne soit pas

126 Audition du 10 septembre 2019 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.
127 Avis *Sciences et société : répondre ensemble aux enjeux climatiques*.

écrit à l'avance (livrables, étapes..). Enfin, il faut que le niveau de soutien demandé aux partenaires non scientifiques, soit adapté à leurs moyens financiers, souvent limités.

- Reconnaître la validité scientifique de ces recherches et donc adapter en conséquence les règles d'évaluation des acteurs et actrices académiques.
- Donner aux acteurs et actrices non scientifiques, les moyens (formation, équipements...) nécessaires pour faciliter la co-construction de projets.

2. Faciliter et démocratiser l'accès à l'expertise scientifique

L'expertise ne peut pas être seulement descendante : l'expertise d'usage doit pouvoir être entendue, y compris pour décider des expertises scientifiques et recherches à mettre en œuvre. Ce peut être un outil pour faire reculer le domaine des sciences « non faites » et répondre aux questions telles que se les posent les citoyennes et citoyens.

France Stratégie dans son rapport sur l'expertise[128], propose deux mesures qui méritent, selon notre Conseil, d'être débattues et expérimentées :

- la mise en place d'une ou un défenseur du droit d'accès aux expertises, dont le rôle serait de recevoir, recenser et porter les interpellations des citoyennes et citoyens sur les questions d'actualité qui mobilisent de la connaissance. Chacune et chacun pourrait la ou le saisir en ligne.
- Le déploiement d'un budget citoyen pour lancer des travaux de recherche scientifique d'intérêt public. Un jury de citoyennes et citoyens, doté d'un droit de tirage annuel, pourrait prendre appui sur les questions soumises à la ou au défenseur du droit d'accès aux expertises qui ne trouvent pas de réponse, en dialoguant avec des chercheurs et chercheuses, pour étudier la faisabilité d'études sur des sujets ayant retenu l'attention du public.
- Par ailleurs le Conseil est favorable à une amélioration du dispositif juridique français de la protection des lanceurs et lanceuses d'alerte : il souhaite d'une part, que la directive européenne adoptée le 7 octobre 2019, soit rapidement transposée en droit français et d'autre part, que le rôle et les moyens de la cnDAspe[129], autorité indépendante, soient renforcés et notamment que soit restaurée la mission qui lui avait été initialement confiée par la loi Blandin, de définir les critères qui fondent la recevabilité d'une alerte. Enfin le Conseil recommande également qu'une large information sur ces obligations réglementaires qui s'imposent aux employeurs et employeuses, publics et privés, soit rapidement conduite par les ministères concernés auprès de leurs services territoriaux ainsi qu'auprès des entreprises et dans le cadre des formations du personnel.

Ces propositions pourraient sans problème s'articuler avec le troisième type de démarche que le Conseil souhaite évoquer.

128 *Expertise et démocratie : faire avec la défiance*, décembre 2018.
129 Commission nationale de la déontologie et des alertes en matière de santé publique et d'environnement.

3. Développer l'expérimentation du recours aux conventions de citoyennes et citoyens

Diverses formes de participation de citoyennes et citoyens existent ou sont expérimentées, notamment dans notre assemblée.

« La convention de citoyens », promue par l'association Sciences citoyennes, se veut un des instruments d'un nouveau pacte social qui pourrait faire émerger une science citoyenne, responsable et solidaire, à condition toutefois que sa rigueur procédurale puisse permettre de passer à ce degré supérieur de participation.

En effet, la « convention de citoyens » est une procédure de participation combinant :

- une formation préalable où les citoyennes et citoyens étudient ;
- une intervention active où les citoyennes et citoyens interrogent ;
- un positionnement collectif où les citoyennes et citoyens rendent un avis.

Selon Jacques Testart[130], tout sujet d'intérêt général, faisant l'objet de controverses, peut donner lieu à une convention de citoyennes et citoyens à partir du moment où les connaissances en la matière ont un certain niveau de maturation. Cette méthode repose sur la certitude qu'un groupe de citoyennes et citoyens tirés au sort est en capacité d'appréhender tout sujet y compris complexe en se dégageant des enjeux locaux et immédiats afin de proposer des solutions en rapport direct avec les besoins de la société. Elle apparaît donc comme le procédé démocratique le plus à même d'aider les élues et élus à faire les choix correspondant à l'intérêt général. De plus, les controverses suscitées par les innovations ne peuvent uniquement être tranchées par des élues et élus qui, pour certaines et certains, subissent la pression active des lobbies industriels ou d'expertes et d'experts en situation de conflit d'intérêts. La participation citoyenne ne se résume pas non plus qu'à une simple information ou concertation de la population.

Une telle convention nécessite de mettre en place un comité d'organisation, nommer un comité de pilotage, recruter une ou un facilitateur pour le bon déroulement de la procédure et rédiger une charte constitutive définissant les grandes lignes à respecter.

Selon Jacques Testart, la sélection du panel de citoyennes et citoyens se fera par un tirage au sort, l'exercice étant limité à un petit nombre (environ 15) pour leur permettre de réellement participer et non d'être simplement consultés. Les citoyennes et citoyens sélectionnés ne doivent pas être des spécialistes du sujet traité.

La formation dispensée est essentielle afin de permettre à ce panel de disposer des informations nécessaires pour prendre position de manière éclairée sur la question qui lui est soumise. Le comité de pilotage s'assurera que la pluralité des opinions et des disciplines relatives au sujet sera prise en compte.

130 Docteur ès Sciences, directeur de recherche honoraire à l'Inserm, Président d'honneur de l'association Sciences citoyennes, reçu en audition le 13 novembre 2018 devant la délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques du Cese.

La première partie de la formation dite initiale, permettra de rappeler le rôle de la citoyenne et du citoyen dans la démocratie et de présenter la problématique sous un aspect technique lié aux connaissances factuelles disponibles sur le sujet.

La seconde partie dite formation secondaire, permettra de confronter les différentes analyses du problème afin de présenter la question en termes d'enjeux contradictoires.

Le débat public sera ensuite dirigé par le panel de citoyennes et citoyens qui pourra à l'issue de sa formation, auditionner les personnalités de son choix.

Les citoyennes et citoyens devront ensuite délibérer à huis-clos en présence de la ou du seul facilitateur pour rédiger leurs recommandations d'actions, la ou le facilitateur veillant que chacune et chacun ait pu exprimer son avis sans pour autant intervenir dans l'objet même du débat. La convention de citoyennes et citoyens est dissoute dès que son avis est rendu public.

Selon l'association « Sciences citoyennes », la convention de citoyennes et citoyens est une forme évoluée des conférences de citoyennes et citoyens qui est elle-même une transposition de la méthodologie des conférences de consensus dans le domaine médical. Le but est la recherche systématique d'un consensus entre tous les praticiens et toutes les praticiennes sollicités sur l'exercice d'une pratique médicale. Ces conférences sont une nouvelle forme reconnue de participation au débat public au côté des jurys citoyens, des ateliers scénarios ou des sondages délibératifs.

Lors d'un séminaire organisé au Cese par cette association le 14 octobre 2019, le professeur de droit constitutionnel Dominique Rousseau l'a présentée comme un « *outil de la démocratie continue* ». La question de la démocratie n'entre pas dans le champ de la présente étude, mais sans en faire le mode unique de participation des citoyennes et citoyens, cette formule pourrait permettre de débattre des sujets scientifiques à enjeux sociaux et/ou politiques.

Elle pourrait aussi encadrer la contribution des citoyennes et citoyens aux orientations des politiques de recherche et aux choix, évoqués ci-dessus en C - 2, et le recours à diverses expertises à l'initiative des citoyennes et citoyens. Cela nécessite des expérimentations. Le Cese, en tant que représentant de la société civile organisée en charge de la consultation des citoyennes et citoyens, pourrait jouer un rôle central dans le développement de ce type de démarches avec l'indépendance et la rigueur indispensables à leur réussite.

CONCLUSION

Les défis et les enjeux auxquels notre société est confrontée, impliquent que les scientifiques jouent tout leur rôle pour non seulement apporter des réponses à ces défis mais également éclairer le débat public, et permettre une délibération s'appuyant sur des savoirs établis et reconnus.

Il apparaît que faire jouer à la science tout son rôle, implique de développer des formes de culture et de pratiques partagées entre le monde scientifique et l'ensemble des composantes de la société afin de créer le commun indispensable à une relation confiante. Cela implique que le doute méthodique, inhérent à la démarche scientifique, ne soit pas détourné pour générer un scepticisme généralisé pouvant faire obstacle à la décision. Mais il doit continuer à être un principe dynamique du progrès scientifique. Cela passe par un faisceau de pratiques, de règles et de politiques publiques : améliorer la formation scientifique, renforcer l'éthique et l'intégrité scientifiques, favoriser la participation, peuvent y contribuer.

Le but de cette étude *Sciences et société : les conditions du dialogue,* est d'analyser les rapports complexes de la société avec les sciences et d'esquisser quelques pistes pour progresser, à partir d'un point de vue, celui de la société civile organisée. Mais elle se veut d'abord une contribution à un indispensable débat. Car les questions posées sont l'affaire de tous et de toutes, et il importe que chacune et chacun s'en empare.

Annexes

Annexes

N°1 COMPOSITION DE LA DELEGATION A LA PROSPECTIVE ET A L'EVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES A LA DATE DU VOTE

- ✓ **Présidente :** Michèle NATHAN
- ✓ **Vice-présidents :** Michel BADRÉ et Bertrand COLY

❒ **Agriculture**
- ✓ Daniel ROGUET
- ✓ Marianne DUTOIT

❒ **Artisanat**
- ✓ Jean-Pierre CROUZET

❒ **Associations**
- ✓ Marie TRELLU-KANE
- ✓ Jean-François SERRES

❒ **CFDT**
- ✓ Michèle NATHAN
- ✓ Philippe MUSSOT

❒ **CFE-CGC**
- ✓ Jean-Claude DELAGE

❒ **CFTC**
- ✓ Joseph THOUVENEL

❒ **CGT**
- ✓ Benoît GARCIA
- ✓ Dominique GALLET

❒ **CGT-FO**
- ✓ Eric PERES
- ✓ Hélène FAUVEL

❒ **Coopération**
- ✓ Séverine SAINT MARTIN

❒ **Entreprises**
- ✓ Frédéric GRIVOT
- ✓ Anne-Marie COUDERC

❒ **Environnement et nature**
- ✓ Michel BADRE
- ✓ Hervé LE BOULER

❒ **Organisations étudiantes et mouvements de jeunesse**
- ✓ Bertrand COLY
- ✓ Julien BLANCHET

❒ **Outre-mer**
- ✓ Dominique RIVIERE

❒ **Personnalités qualifiées**
- ✓ Gérard ASCHIERI
- ✓ Jean-Louis CABRESPINES
- ✓ Cécile CLAVEIROLE
- ✓ Jacques PASQUIER

❒ **UNAF**
- ✓ Alain FERETTI
- ✓ Dominique ALLAUME-BOBE

N°2 RESULTAT DES VOTES PAR GROUPE EN REUNION DE DELEGATION, LE 12 NOVEMBRE 2019

Groupe	Nom	Pour
Artisanat	M. Jean-Pierre CROUZET	X
Associations	Mme Marie TRELLU-KANE	X
CFDT	Mme Michèle NATHAN	X
CGT	M. Benoît GARCIA	X
Coopération	Mme Séverine SAINT MARTIN	X
Entreprises	M. Frédéric GRIVOT	X
Environnement et nature	M. Michel BADRE	X
Personnalités qualifiées	M. Gérard ASCHIERI	X
	M. Jean-Louis CABRESPINES	
UNAF	M. Alain FERETTI	X

Annexes

N°3 LISTE DES PERSONNALITES REÇUES EN AUDITION DEVANT LES MEMBRES DE LA DELEGATION ET RENCONTREES PAR LE RAPPORTEUR.

Pour son information, la délégation a entendu les personnes dont les noms suivent :

- ✓ **M. Daniel Agacinski**
  Chef de projet à France Stratégie

- ✓ **M. Martin Andler**
  Responsable du pôle Enseignement supérieur et recherche à la Fondation Terra Nova

- ✓ **M. Michel Blay**
  Directeur de recherche émérite au Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

- ✓ **M. Guillaume Cervantes**
  Producteur exécutif et directeur administratif de l'Association pour la science et la transmission de l'esprit critique (Astec)

- ✓ **M. Pierre Corvol**
  Président de l'Académie des Sciences

- ✓ **Mme Élisabeth de Castex**
  Membre du Conseil scientifique et d'évaluation de la Fondation pour l'innovation politique

- ✓ **M. Thomas Durand**
  Directeur scientifique et de la rédaction de l'Association pour la science et la transmission de l'esprit critique (Astec)

- ✓ **Mme Christine Gangloff-Ziegler**
  Vice-présidente de la Conférence des Présidents d'université

- ✓ **M. Michel Goldberg**
  Maître de conférences en biochimie

- ✓ **M. Laurent Gouzenes**
  Président de KM2 CONSEIL et ancien membre du conseil scientifique de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)

- ✓ **M. François Héran**
  Professeur au Collège de France et Chaire « Migrations et sociétés »

- ✓ **Mme Maryvonne Holzem**
  Maîtresse de conférences en sciences du langage

- ✓ **Mme Stéphane Horel**
  Journaliste au journal Le Monde

- ✓ **M. Sylvestre Huet**
  Journaliste indépendant

- ✓ **M. Pierre Khalfa**
  Membre du Conseil d'administration et ancien co-président de la Fondation Copernic

- ✓ **M. Olivier Laboux**
  Vice-président de la Conférence des Présidents d'université

- ✓ **Mme Aude Lapprand**
  Déléguée générale de Sciences Citoyennes

- ✓ **M. Olivier Le Gall**
  Président du Conseil français de l'Intégrité Scientifique (CoFIS)

- ✓ **M. Thierry Libaert**
  Président de l'Académie des Controverses et de la Communication Sensible (ACCS)

- ✓ **M. Alain Obadia**
  Président de la Fondation Gabriel Péri

- ✓ **M. Christophe Roturier**
  Délégué aux Sciences en Société à l'Institut national de la recherche agronomique (Inra)

- ✓ **M. Jacques Testart**
  Docteur ès Sciences et Directeur de Recherche honoraire à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm)

La présidente, le rapporteur et les membres de la délégation, remercient vivement l'ensemble de ces personnalités pour la richesse et leur précieuse contribution.

N°4 ACTIONS MISES EN ŒUVRE PAR LES POUVOIRS PUBLICS AU SUJET DES SCIENCES PARTICIPATIVES

Année	Actions
2008	La Direction Générale de la Cohésion Sociale (DGCS) impulse la création au niveau de chaque région, des « pôles ressources recherche », soutenus financièrement par l'État. L'objectif est d'être vecteur de la circulation des savoirs en assurant le lien entre le milieu de la recherche, le milieu professionnel et le milieu de la formation[1].
2009	En octobre 2009, une rencontre nationale sur la thématique *Les sciences citoyennes dans le domaine de la biodiversité* est organisée par l'association Tela Botanica à Montpellier et permet d'engager une réflexion sur les enjeux des sciences participatives en présentant et en valorisant les expériences des programmes de science citoyennes.
2010	La charte nationale de l'expertise scientifique et technique a été rendue publique le 2 mars 2010 par Valérie Pécresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Ce texte d'exigences générales, destiné à cadrer l'expertise produite par les organismes de recherche, constitue une étape majeure de la démarche désormais générale et irréversible en faveur de la qualité de l'expertise d'aide à la décision publique. L'auteur de la charte, Guy Tufféry, Directeur de recherche émérite de l'AFSSN, conclut ainsi : « *Un tel choix s'impose comme le prélude indispensable à une future reconnaissance fondée sur la certification de conformité des expertises par tierce partie indépendante* ».
2012	Publication du rapport *Understanding citizen science and environmental monitoring* du Musée d'histoire naturelle de Londres.
2013	Inscription dans la loi du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche de l'importance de « favoriser les interactions entre sciences et société » sur les missions du service public de l'enseignement et supérieur et de la recherche.
	Parution d'une note sur la mission sciences et citoyens. Alain Fuchs, alors président du CNRS, appelle à une réflexion sur la co-production de la science par les citoyens mais il insiste sur le fait que l'autonomie du champ scientifique implique la désignation de leurs sujets de recherche par les chercheurs eux-mêmes, mais aussi sur la manière (méthodologie) de traiter leurs sujets.
2013 - 2014	Publication du rapport *Green paper* et *White paper on citizen science* de la Commission européenne
2016	Le rapport de février 2016 *Les sciences participatives en France* a été élaboré à la demande des ministres en charge de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, sous la direction de François Houllier, Président directeur général de l'Inra et Président d'AllEnvi. L'étude montre que la nature et l'intensité des interactions sciences/société varient selon les projets (production ou analyse de données, contribution au financement, élaboration du questionnement scientifique en réponse à des problèmes concrets, construction conjointe de projets et de dispositifs de recherche, etc.).
2017	La charte des sciences et recherches participatives en France (Accompagner, soutenir et promouvoir les collaborations entre acteurs de la recherche scientifique et de la société civile) : Cette charte a été signée par une trentaine d'établissements de l'Enseignement supérieur et de la recherche (ESR), d'ONG et d'associations le 20 mars 2017 au ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en présence de Thierry Mandon, secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

[1] CALMO Patrice, *En être ou ne pas en être… des usagers en recherche* .

N°5 QUELLE PARTICIPATION DES NON-CHERCHEURS ET NON-CHERCHEUSES AUX SCIENCES ET RECHERCHES PARTICIPATIVES ?

- De juin 2018 à juin 2019, **70 000** français se sont engagés dans des programmes participatifs dédiés à la biodiversité
- Au Royaume-Uni, la plate-forme Zooniverse. **+ 1 million** d'observateurs bénévoles.
  (source : portail OPEN)

- Nutrinet Santé (INSERM, INRA, CNAM, Université Paris 13) : étude des relations nutrition-santé. **+ 160 000** Nutrinautes.

- Pl@ntnet (Cirad, INRA, Inria, et IRD, en collaboration avec le réseau Tela Botanica) : aide à l'identification des plantes par l'image. **+ 4,5 millions** d'utilisateurs.

INRA SCIENCE & IMPACT

Source : Institut national de la recherche agronomique

N°6 INDUSTRIELLES ET INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET POUVOIRS PUBLICS : LES TROIS ACTEURS ET ACTRICES DE LA CONTROVERSE

Dans son livre *Lobbytomie*, Stéphane Horel décrit comment trois actrices et acteurs (les scientifiques, les industrielles et industriels et les pouvoirs publics) contribuent, sur des sujets scientifiques liés à des questions de santé et d'environnement, à organiser une dynamique permettant d'assurer la protection et la défense, par les industrielles et industriels, de produits à l'innocuité questionnée.

Dans un premier temps, des scientifiques travaillant en milieu universitaire, sur fonds publics et indépendamment de l'industrie, publient des travaux mettant en évidence la nocivité d'un produit sur des travailleurs et travailleuses, une communauté, la faune sauvage, l'eau, etc. Parfois cette alerte provient d'un panel d'expertes et d'experts réunis par une agence publique ou une organisation internationale sur la base d'études existantes sur un produit et convergent vers la même conclusion : les effets nocifs.

Dans un deuxième temps, les industrielles et industriels anticipent la réaction des autorités publiques en organisant l'exonération de leur produit. Elles et ils commanditent auprès notamment de comités de recherche, des études et expertises qui minimisent, contredisent, disqualifient les conclusions sur de possibles effets nocifs. La réalisation peut être confiée à des scientifiques-consultantes et scientifiques-consultants employés par des cabinets de *lobbying* spécialisés, à des scientifiques travaillant en milieu universitaire, à des scientifiques « maisons », diverses combinaisons sont alors envisageables. Leurs productions sont ensuite publiées dans des revues savantes, solide garantie de crédibilité. Ce « *brouhaha artificiel* » autour de la nocivité du produit donne l'impression que les scientifiques ne sont pas d'accord entre elles et entre eux. La fabrique de la controverse est mise en place, retardant d'autant l'action des décideurs et décideuses publics.

Parfois, dans un délai plus ou moins long, les pouvoirs publics décident de prendre des mesures à l'encontre du produit, prenant la forme de restriction d'usage ou de retrait du marché, ou par la mise en place de mesures de prévention et d'information à destination du public. L'impact sur les industrielles et industriels est plus ou moins fort concernant leurs ventes. Dès lors, elles et ils continuent à financer des études entretenant une apparence de controverse et s'assurent que ce sont prioritairement leurs informations qui parviennent aux responsables publics et que leurs études irriguent les processus de décision. Pour y parvenir, il faut entretenir des relations fluides entre industrielles et industriels et communauté scientifique, ainsi qu'entre industrielles et industriels et décideurs et décideuses, à l'instar, par exemple, du *lobby* du sucre, sécurisant ses liens avec l'Institut national américain de recherche dentaire. À cette fin, il est indispensable pour ce groupe d'intérêt, d'organiser une proximité professionnelle, intellectuelle et humaine avec les scientifiques, tout en ayant une connaissance parfaite des règles qui régissent le monde de la recherche.

N°7 EMPLOI SCIENTIFIQUE PUBLIC PAR TYPE D'ETABLISSEMENT EN 2015

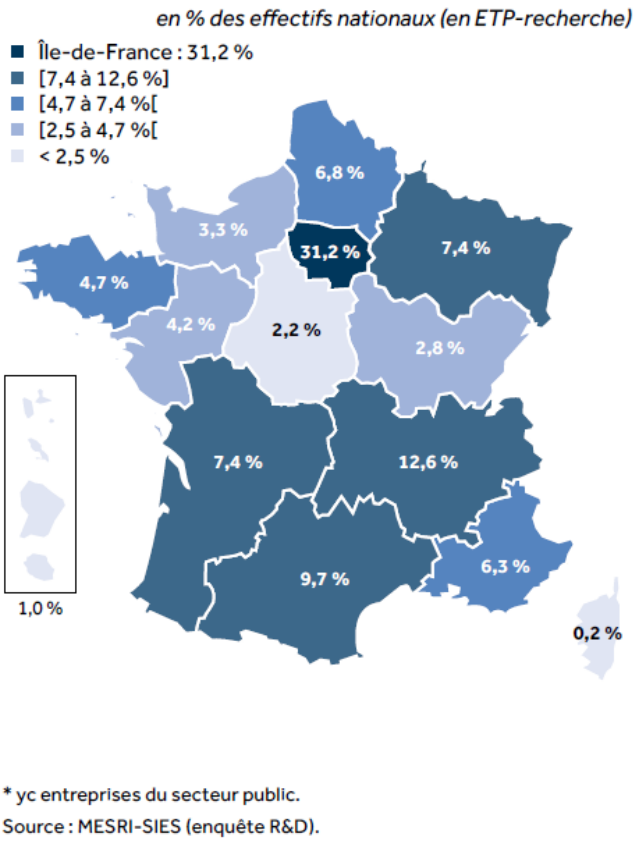
en ETP Recherche

Type d'établissement	Chercheurs (dont ingénieurs de recherche et doctorants financés)		Chercheurs (hors doctorants financés)		Personnels de soutien		Ensemble	
	Effectifs	En %	Effectifs	En %	Effectifs	En %	Effectifs	En %
Secteur de l'État	**47 307**	**42 %**	**42 023**	**47 %**	**33 593**	**51 %**	**80 900**	**46 %**
Ministères et autres établissements publics	1 075	1 %	943	1 %	765	1 %	1 840	1 %
EPST	30 550	27 %	27 041	30 %	25 844	40 %	56 394	32 %
EPIC	15 682	14 %	14 039	16 %	6 983	11 %	22 665	13 %
Secteur de l'Enseignement Supérieur	**60 760**	**54 %**	**44 585**	**50 %**	**28 233**	**43 %**	**88 993**	**50 %**
Étab. d'enseignement supérieur hors tutelle MESRI	4 370	4 %	3 021	3 %	1 338	2 %	5 707	3 %
Centres hospitaliers (CHU, CLCC)	6 036	5 %	5 791	6 %	9 161	14 %	15 197	9 %
Universités et Étab. d'ens. sup. sous tutelle MESRI	50 354	45 %	35 773	40 %	17 734	27 %	68 089	38 %
Institutions sans but lucratif (ISBL)	**3 720**	**3 %**	**3 165**	**4 %**	**3 587**	**5 %**	**7 307**	**4 %**
Total	**111 787**	**100 %**	**89 773**	**100 %**	**65 412**	**100 %**	**177 199**	**100 %**

Source : MESRI - SIES (enquête R&D).

Source : L'état de l'emploi scientifique en France - Rapport 2018 du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

N°8 REPARTITION REGIONALE DES EFFECTIFS DE CHERCHEUSES ET CHERCHEURS DES ORGANISMES EN 2015



* yc entreprises du secteur public.

Source : MESRI-SIES (enquête R&D).

Source : L'état de l'emploi scientifique en France - Rapport 2018 du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

1

N°9 TABLE DES SIGLES

ACCS	Académie des Controverses et de la Communication Sensible
AJC	Avant Jésus-Christ
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AMM	Autorisation de mise sur le marché
ANR	Agence nationale de la recherche
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOC	Analyse Opinion Critique
ASCB	*American Society for Cell Biology*
ASTEC	Association pour la science et la transmission de l'esprit critique
BASF	*Badische Anilin & Soda-Fabrik*
CCNUCC	Convention cadre des Nations unies sur le changement climatique
CCSTI	Centres de culture scientifique, technique et industrielle
CEI	Comité d'éthique de l'Inserm
CESE	Conseil économique, social et environnemental
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CFC	Chlorofluorocarbures
CFDT	Confédération française démocratique du travail
CFE-CGC	Confédération française de l'encadrement - Confédération générale des cadres
CFTC	Confédération française des travailleurs chrétiens
CGT	Confédération générale du travail
CGT-FO	Confédération générale du travail - Force ouvrière
CNDASPE	Commission nationale de la déontologie et des alertes en matière de santé publique et d'environnement
CNIS	Conseil national de l'Information Statistique
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COFIS	Conseil français de l'Intégrité Scientifique
DIRD	Dépense intérieure de recherche et développement
DIRDA	Dépense intérieure de recherche et développement des administrations
DIRDE	Dépense intérieure de recherche et développement des entreprises
DOASJ	*Directory of open access journals*
DORA	*Declaration on Research Assessment*
ECHA	Agence européenne des produits chimiques
ENS	École normale supérieure
EFSA	Agence européenne de sécurité des aliments
FI	Facteur d'impact
G7	Groupe des sept
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IA	Intelligence artificielle
IF	*Impact factor*
IFOP	Institut français d'opinion publique
INRA	Institut national de la recherche agronomique
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
JIF	*Journal impact factor*

2

OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFIS	Office français de l'intégrité scientifique
OGM	Organisme génétiquement modifié
ONG	Organisation non gouvernementale
ONU	Organisation des Nations unies
OPECST	Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques
OPEP	Organisation des pays exportateurs de pétrole
ORI	*Office of Research Integrity*
PIB	Produit intérieur brut
RAEF	Rapport annuel sur l'état de la France
R&D	Recherche et Développement
ROR	Rougeole, Oreillons, Rubéole
SHS	Sciences humaines et sociales
SIDA	Syndrome d'immunodéficience acquise
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UNAF	Union nationale des associations familiales
UNESCO	*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
USA	*United States of America*

N°10 LEXIQUE

Agnotologie

Du grec « *gnôsis* » qui signifie « savoir » et « *logos* » qui signifie « étude ». Le préfixe « a » est tiré du grec et exprime la négation « pas » ou la privation « sans ». Le « a » est dit privatif.

Science de l'ignorance et de sa production. Elle analyse les mécanismes cognitifs de la formation du doute. Ce concept a été théorisé par *Robert N. Proctor* professeur d'Histoire des Sciences à l'université de *Stanford*.

Épistémologie

Du grec « *epistêmê* » qui signifie « science ».
Discipline qui prend la connaissance scientifique pour objet.

Facteur d'impact

Un facteur d'impact, également abrégé par les sigles FI ou *IF* (*impact factor*), est un indicateur qui estime indirectement la visibilité d'une revue scientifique. Ces facteurs d'impact, qui mesurent une certaine visibilité, sont considérés par certains gestionnaires de la recherche et certains chercheurs et chercheuses comme des critères pertinents : une revue avec un FI élevé serait ainsi considérée comme plus importante (parce que plus visible : plus lue et plus citée) qu'une revue avec un FI faible. Ces facteurs d'impact ont une influence certaine dans le domaine de la publication scientifique. Ils sont utilisés par ailleurs comme critère pertinent d'évaluation par les tenants d'une évaluation quantitative de la recherche et de plus en plus utilisés comme mesure du travail des chercheurs et chercheuses.

Génotoxique

En génétique, agent agressif s'attaquant au matériel génétique.

Hétéronomie

Fait d'obéir à des lois extérieures, de ne pas être autonome.

Heuristique

Du grec « *heuriskein* » qui signifie « trouver ».
Qui consiste ou qui tend à trouver.

Polysémique

Mot qui présente plusieurs sens. Les mots les plus fréquemment utilisés sont le plus souvent polysémiques. En revanche, la monosémie caractérise surtout les vocabulaires scientifiques et techniques.

Annexes

Postulat

Du latin « *postulatum* » qui signifie « demande ».
Proposition que l'on demande d'admettre avant un raisonnement, que l'on ne peut démontrer et qui ne saurait être mise en doute. Principe de base, qui ne peut être mis en discussion.

Zététique

Du grec « *dzêtêtikos* » qui signifie « qui recherche ».
Méthode philosophique qui consiste à rechercher la solution d'un problème en le supposant résolu et en remontant de cette solution jusqu'aux termes initiaux en vérifiant le bien-fondé de chaque étape.

1

N°11 BIBLIOGRAPHIE

Articles

Pierre Bourdieu, *Le champ scientifique*, Actes de la recherche en sciences sociales, n° 2-3, juin 1976.

Pierre Bourdieu et Luc Boltanski, *La production de l'idéologie dominante*, Actes de la recherche en sciences sociales, n° 2-3, juin 1976.

Frédérique Chlous, Anne Dozières, Dominique Guillaud et Marine Legrand, *Introduction. Foisonnement participatif : des questionnements communs ?*, Natures Sciences Sociétés, 2017.

Catherine Bourgain, *Les sciences au risque de la post-vérité : sciences pour la croissance et sciences non faites*, Les sciences contre la post-vérité, avril 2019.

François Rastier, *« Post-vérité » des menaces convergentes*, Les Science contre la post-vérité, avril 2019.

Jean-Jacques Rosat, *La post-vérité : une maladie intellectuellement guérissable*, Les Science contre la post-vérité, avril 2019.

Jacques Testart, *La Fraude dans les sciences : des pratiques nouvelles banalisées – Vérités citoyennes*, Les sciences contre la post-vérité, avril 2019.

Dominique Cardon, *Pourquoi avons-nous si peur des fake news ?,* AOC Médias, juin 2019.

Les charlatans de l'écologie, Valeurs Actuelles, juin 2019.

Adrien Sénécat, *Les évidences relatives de la tribune de No Fake Science sur l'information scientifique*, Le Monde, juillet 2019.

Sylvestre Huet, *Climato-scepticisme et médias, la duperie*, Le Monde, août 2019.

Mathias Girel, *Agnotologie*, *Encyclopaedia Universalis*.

Federico Mayor, *Sciences et société, Encyclopaedia Universalis.*

Bernard Reber, *Controverses scientifiques et publiques, Encyclopaedia Universalis*

Jacques Testart, *Responsabilité sociale des scientifiques, Encyclopaedia Universalis.*

Avis

Éric Péres, *Les données numériques, un enjeu d'éducation et de citoyenneté*, Avis du Cese, 2015.

Gérard Aschieri et Agnès Popelin, *Réseaux sociaux numériques : comment favoriser l'engagement*, Avis du Cese, 2017.

Julien Blanchet et Jean Jouzel, *Sciences et Société : répondre ensemble aux enjeux climatiques*, Avis du Cese, 2017.

Jean-Karl Deschamps et Christian Chevalier, *L'Éducation populaire, une exigence du XXIème siècle*, Avis et rapport du Cese, 2019.

Annexes

Hervé Le Bouler et Christel Teyssedre, *Cohésion et transitions agir autrement - Rapport annuel sur l'état de la France 2019*, Avis du Cese, 2019.

Marie-Pierre Gariel, *Les défis de l'éducation aux médias et à l'information,* Avis du Cese, 2020.

Baromètre

IRSN, *La perception des risques et la sécurité par les Français*, 2019.

Cahier

Cahier partenaire - Inra Science et impact, *Le citoyen, ce scientifique. Quand la production du savoir scientifique se démocratise*, octobre 2018.

Charte

Sciences et recherches participatives en France, mars 2017.

Circulaires ministérielles

Thierry Mandon, *Lettre-circulaire relative à la politique d'intégrité scientifique au sein des établissements d'enseignement supérieur et de leurs regroupements, des organismes de recherche, des fondations de coopération scientifique et des institutions concourant au service public de l'enseignement supérieur et de la recherche, ci-après dénommés « opérateur(s) de recherche », et au traitement des cas de manquements à l'intégrité scientifique*, mars 2017.

Dépêche

Valérie Masson-Delmotte, *Dépêche n° 609378*, Aef info, juillet 2019.

Étude

Alain Féretti, *Principe de précaution et dynamique d'innovation*, Étude du Cese, 2013.

Enquêtes

Ipsos Sopra Steria, *Les Français et les sciences participatives,* mai 2016.

Ademe, *Les représentations sociales de l'effet de serre et du changement climatique*, octobre 2016.

Ifop pour BASF, *La science vue par les Français,* juillet 2018.

Ipsos, *Les français et la recherche,* octobre 2019.

Interview

Olivier Le Gall, *La recherche n° 549-550,* juillet-août 2019.

Lois

Loi n° 2013-316 du 16 avril 2013 relative à l'indépendance de l'expertise en matière de santé et d'environnement et à la protection des lanceurs d'alerte, 2013.

Article 16 de la loi du 22 juillet 2013 relative à l'Enseignement supérieur et à la Recherche, 2013.

Loi du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique, 2016.

Ouvrages

Euclide, *Les Éléments*, vers 300 av. J.-C.

Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1687.

Jean Jacques Rousseau, *Émile ou De l'éducation*, 1762.

Maryvonne Holzem (dir), *Les Sciences contre la post-vérité*, 2019.

Stéphane Horel, *Lobbytomie – Comment les lobbies empoisonnent nos vies et la démocratie*, 2018.

Henri Broch, *L'art du doute ou comment s'affranchir du prêt-à-penser*, juin 2008.

Naomi Oreskes et Erik M. Conway, *Les marchands de doute*, 2010.

Rapports

Vannevar Bush, *Science - The Endless Frontier,* juillet 1945.

François Houllier, *Rapport sur les sciences participatives en France*, février 2016.

Pierre Corvol, *Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique*, juin 2016.

Défenseur des droits, *Rapport annuel d'activité de 2018*, mars 2018.

France Stratégie, Daniel Agacinski, *Expertise et démocratie : faire avec la défiance,* décembre 2018.

OPECST, *L'évaluation des risques sanitaires et environnementaux par les agences : trouver le chemin de la confiance*, mai 2019.

Revue

Patricia Dias da Silva, Lorna Heaton et Florence Millerand, *Une revue de littérature sur la « science citoyenne » : la production de connaissances naturalistes à l'ère numérique,* 2017.

Bernard Hubert, *Pour la science* n° 492*,* octobre 2018.

The Lancet, 1998.

Annexes

N°12 TABLE DES ILLUSTRATIONS

Graphique 1 : Des craintes qui se renforcent sur la transparence et l'impartialité des scientifiques.

Graphique 2 : La confiance se dégrade dans le champ des recherches climatiques, nucléaires et des OGM.

Tableau 1 : La science vue par les Françaises et les Français.

Dernières publications de la **délégation à la prospective et à l'évaluation des politiques publiques**

Dernières publications du Conseil économique, social et environnemental

Retrouvez l'intégralité des travaux du CESE sur le site

www.leCese.fr

Imprimé par la Direction de l'information légale et administrative, 26, rue Desaix, Paris 15ème, d'après les documents fournis par le Conseil économique, social et environnemental.

N°XXXXXXXXXXX – Dépôt légal :

Crédit photo : DR, iStock

PEFC 10-31-2190 / Certifié PEFC IMPRIM'VERT®

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

www.leCese.fr

CONSEIL ÉCONOMIQUE, SOCIAL
ET ENVIRONNEMENTAL
9, place d'Iéna
75775 Paris Cedex 16
Tél.:01 44 43 60 00

N° XXXXXXX-XXXX
ISSN 0767-4538 ISBN 978-2-11-XXXXXX-X

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Premier ministre
Direction de l'information légale et administrative

Direction de l'information légale et administrative
Les éditions des ***Journaux officiels***

www.ladocumentationfrancaise.fr