

La Science

une discipline, une pratique

Mathieu Lagrange 



Questions

- ⌘ Quand fait-on de la science ?
- ⌘ Qui étudie les scientifiques ?
- ⌘ Doit-on être sceptique ?
- ⌘ Le génie existe t'il ?
- ⌘ La science est-elle dangereuse ?

Outline

- 1 Définition
- 2 La méthode
- 3 Epistémologie
- 4 Génie
- 5 Ethique
- 6 Responsabilités
- 7 Conclusion

Outline

- ➊ Définition
- ➋ La méthode
- ➌ Epistémologie
- ➍ Génie
- ➎ Ethique
- ➏ Responsabilités
- ➐ Conclusion

Outline

- ➊ Définition
- ➋ La méthode
- ➌ Epistémologie
- ➍ Génie
- ➎ Ethique
- ➏ Responsabilités
- ➐ Conclusion

Outline

- ➊ Définition
- ➋ La méthode
- ➌ Epistémologie
- ➍ Génie
- ➎ Ethique
- ➏ Responsabilités
- ➐ Conclusion

Outline

- ➊ Définition
- ➋ La méthode
- ➌ Epistémologie
- ➍ Génie
- ➎ Ethique
- ➏ Responsabilités
- ➐ Conclusion

Outline

- ① Définition
- ② La méthode
- ③ Epistémologie
- ④ Génie
- ⑤ Ethique
- ⑥ Responsabilités
- ⑦ Conclusion

Outline

- ① Définition
- ② La méthode
- ③ Epistémologie
- ④ Génie
- ⑤ Ethique
- ⑥ Responsabilités
- ⑦ Conclusion

Définition

Citations

Comme la notion de science est difficile à définir, approchons-la par des points de vues, en terme

- ✧ d'utilité pour l'humanité
- ✧ de pratique
- ✧ de contraste avec d'autres disciplines
- ✧ d'impact.

La science : utile pour l'humanité

- ⌘ "Science is the great antidote to the poison of enthusiasm and superstition." Adam Smith
- ⌘ "The science of today is the technology of tomorrow." Edward Teller
- ⌘ "We've arranged a civilization in which most crucial elements profoundly depend on science and technology." Carl Sagan

La science : une pratique

- ⌘ "Science is organized knowledge. Wisdom is organized life." Emmanuel Kant
- ⌘ "No amount of experimentation can ever prove me right ; a single experiment can prove me wrong." Albert Einstein
- ⌘ "Bad times have a scientific value. These are occasions a good learner would not miss." Ralph Waldo Emerson
- ⌘ "Science is not only a disciple of reason but, also, one of romance and passion." Stephen Hawking

La science : un aspect seulement de l'humain

- ⌘ "Science without religion is lame, religion without science is blind." Albert Einstein
- ⌘ "Science is a differential equation. Religion is a boundary condition." Alan Turing
- ⌘ "Art is the tree of life. Science is the tree of death." William Blake

La science : un impact sur l'humanité

- ⌘ "I have seen the science I worshiped, and the aircraft I loved, destroying the civilization I expected them to serve."
Charles Lindbergh
- ⌘ "Our scientific power has outrun our spiritual power. We have guided missiles and misguided men." Martin Luther King, Jr.

La science a besoin d'une éthique

⌘ "Science sans conscience n'est que ruine de l'âme."
Rabelais

Francis Bacon (XVI)



Francis Bacon (XVI)

- ⌘ scientifique et philosophe anglais (1561-1626)
- ⌘ "De dignitate et augmentis scientiarum" : développe une théorie empiriste de la connaissance
- ⌘ "Novum Organum" : précise les règles de la méthode expérimentale
- ⌘ ces deux ouvrages font de lui l'un des pionniers de la pensée scientifique moderne.

La notion de Nature

- ⌘ MAN, being the servant and interpreter of Nature,
- ⌘ can do and understand so much and so much only as he has observed in fact or in thought of the course of nature :
- ⌘ beyond this he neither knows anything nor can do anything.

La notion d'instrument

- ⌘ Neither the naked hand nor the understanding left to itself can effect much.
- ⌘ It is by instruments and helps that the work is done, which are as much wanted for the understanding as for the hand.
- ⌘ And as the instruments of the hand either give motion or guide it, so the instruments of the mind supply either suggestions for the understanding or cautions.

La notion d'humilité

- ⌘ So much concerning the several classes of Idols, and their equipage : all of which must be renounced and put away with a fixed and solemn determination, and the understanding thoroughly freed and cleansed ;
- ⌘ the entrance into the kingdom of man, founded on the sciences, being not much other than the entrance into the kingdom of heaven,
- ⌘ whereinto none may enter except as a little child.

La méthode

Une question

- ⌘ "Maître, comment savoir si quelque chose est vrai ou faux ?
- ⌘ Comment savoir ce qu'il faut croire ?"

Une réponse (1/2)

- ⌘ Ne croyez pas en quelque chose simplement parce que vous l'avez entendu.
- ⌘ Ne croyez pas aux traditions simplement parce que elles se sont transmises depuis de nombreuses générations.
- ⌘ Ne croyez pas en quelque chose simplement parce que tout le monde en parle.
- ⌘ Ne croyez pas en quelque chose simplement parce qu'on le trouve dans vos livres religieux.
- ⌘ Ne pas croire en quelque chose simplement en vous basant sur l'autorité de vos enseignants et de vos aînés.

Une réponse (2/2)

- ✚ Mais après une observation minutieuse et une analyse rigoureuse,
- ✚ Quand vous trouvez que quelque chose est en accord avec la raison,
- ✚ Et qui est propice au bien et au bénéfice de l'un et de tous,
- ✚ Alors vous pouvez l'accepter et vivre en fonction.

Kalama Sutra, Buddha, 500 avJc

La discussion s'est poursuivie :

- ⌘ "Alors, Maître, cela signifie-t-il que nous ne devrions pas nécessairement croire ce que vous venez de répondre ?"

La pré-histoire de la méthode scientifique

- ⌘ **Analyse** : Mais après une observation minutieuse et une analyse rigoureuse,
- ⌘ **Hypothèse, (Synthèse)** : Quand vous trouvez que quelque chose est d'accord avec la raison,
- ⌘ **Validation** : Et qui est propice au bien et au bénéfice de l'un et de tous,
- ⌘ Alors vous pouvez l'accepter et vivre en fonction.

En occident

- ⌘ Les grecs et les romains
- ⌘ étaient bien plus préoccupés par la nature et la définition de la vérité
- ⌘ que de la bonne manière de l'obtenir
- ⌘ le déclin de Rome, et le caractère non questionnable de la vérité de l'Ancien et du Nouveau Testament imposa un sommeil de 1500 ans (en Occident).

Le réveil

- ⌘ **Commerce** : Des voies commerciales ont été ouvertes vers l'Orient
- ⌘ **Imprimerie** : explosion de l'échange d'informations

Paracelsus

Phillippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), né en Suisse,

- ✚ Partage sa vie entre médecine et débauche
- ✚ Voyage partout en Europe et au Moyen-Orient, il a appris tout sur la médecine classique et l'alchimie
- ✚ Qu'il rejette intégralement
- ✚ Son perpétuel défi aux académiciens classiques, couplé avec sa vie sauvage
- ✚ Aurait pu facilement le marquer comme un hérétique dans ces jours dangereux de la Sainte-Inquisition
- ✚ Mais grâce à la protection des dirigeants de la Réforme protestante, il a finalement été reconnu comme un brillant diagnosticien
- ✚ Grâce à l'application rigoureuse des méthodes de recherche empirique, il découvre une cure pour la syphilis en 1527.

Autres penseurs

- ⌘ Francis Bacon (1561-1626)
- ⌘ Galileo Galilei (15
- ⌘ René Descartes (1596-1650) : cogito ; ergo sum (je pense donc je suis) ; "Le Discours de la méthode (Pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences)", 1637
- ⌘ Baruch Spinoza (1632-1677) : l'éthique (magnus opus)

Critères de validité d'une méthode

- ⌘ l'utilisation d'un cadre de référence
- ⌘ la compatibilité des données dans un système théorique
- ⌘ le principe de vérification
- ⌘ une vision critique et la recherche de l'objectivité

La méthodologie scientifique

La méthodologie scientifique permet la mise en oeuvre des exigences théoriques et opératoires de l'observation conférant aux résultats un fondement légitime.

- ⌘ Méthode expérimentale : expériences en laboratoire ou sur le terrain permettant d'observer des phénomènes
- ⌘ Méthode analytique : décomposition de l'objet d'étude en allant du plus complexe au plus simple
- ⌘ Démarche déductive : raisonnement qui va du général au particulier, des théories à l'observation
- ⌘ Démarche inductive : raisonnement qui va du particulier au général, de l'observation aux théories

La déduction

La démarche déductive

- ✚ passe par la démonstration et dont le point de départ est une hypothèse ou la confrontation d'une théorie à la réalité ;
- ✚ part d'hypothèses de modèles ou de théories déjà éprouvées dont les résultats ou conclusions sont connus dans d'autres études ou contextes de recherche ;
- ✚ le but est d'expliquer un phénomène

La déduction

La méthode hypothético-déductive

- ⌘ est régulièrement considérée comme la production scientifique par excellence
- ⌘ surtout depuis que la science s'inscrit dans le paradigme de la recherche appliquée,
- ⌘ qui consiste à travailler à résoudre des problèmes identifiés d'avance.

Cependant, la démarche mise en œuvre par les découvreurs échappe régulièrement à cette approche, très rationaliste.

L'induction

La démarche inductive

- ⌘ se base sur l'observation, dans la recherche d'une possibilité de généralisation
- ⌘ est pertinente lorsqu'un sujet ou un problème a été peu étudié ou qu'il est difficile de formuler une hypothèse initiale.
- ⌘ le but est de décrire un phénomène

L'induction

- ⌘ Par exemple, nous avons observé que le soleil, jusqu'ici, se lève le matin.
- ⌘ Mais rien ne semble justifier notre croyance au fait qu'il se lèvera encore demain.
- ⌘ Ce problème avait été jugé insoluble par Hume, pour lequel notre croyance relevait de l'habitude consistant à voir telle cause susciter tel effet, ce qui ne présume pas que ce soit le cas dans la réalité.
- ⌘ Cette position non réaliste fut critiquée par Kant et Popper pensant possible d'atteindre une certaine objectivité dans les théories empiriques.

La relation en sciences et technologies

- ⌘ Interdépendance manifeste
- ⌘ Une théorie est bonne si elle résiste à la pratique
- ⌘ La pratique rigoureuse nécessite des outils précis

Les étapes de la méthode

- ⌘ Formulation d'une question
- ⌘ Hypothèse
- ⌘ Prédiction
- ⌘ Evaluation
- ⌘ Analyse

Un exemple en génomique

- ⌘ Question : comment l'information est stockée dans l'adn ?
- ⌘ Hypothèse : L'adn a une structure en hélice.
- ⌘ Prédiction : Des considérations purement mathématiques sur la structure en hélice montrent que si l'adn a une structure en hélice, son diagramme de diffraction doit être en forme de X.
- ⌘ Evaluation : Production d'un diagramme de diffraction.
- ⌘ Analyse : En combinant ce fait et d'autres connaissances, le modèle actuel de l'adn est proposé.

Les autres étapes

Le cycle précédemment décrit n'est pas complet sans :

- ⌘ L'archivage des données et des éléments nécessaires à la réplication.
- ⌘ La revue par les pairs
- ⌘ La réplication

Epistémologie

Epistémologie

L'épistémologie (du grec ancien epistemê « connaissance vraie, science » et lógos « discours ») peut désigner deux concepts :

- ✚ dans le monde francophone : l'étude critique des sciences et de la connaissance scientifique
- ✚ dans le monde anglo-saxon : l'étude de la connaissance en général

Unité scientifique

La science s'articule autour de quatre piliers :

- ✧ les sciences formelles (mathématiques, logique)
- ✧ les sciences exactes (physique, sciences de l'ingénieur) ;
- ✧ les sciences du vivant ;
- ✧ les sciences humaines et sociales.

Questions

L'épistémologie cherche à répondre à des questions telles que :

- ✚ Quels sont les objectifs de la science en général, ou de telle science en particulier ?
- ✚ Par qui, par quelles organisations et par quelles méthodes ces objectifs sont-ils poursuivis et tenus ?
- ✚ Quels principes fondamentaux sont à l'œuvre ?
- ✚ Quels sont les rapports internes entre les sciences ?
- ✚ Par qui et par quelles méthodes sont enseignées les sciences ?
- ✚ Quelles sont les interrelations entre les théories des différentes sciences ?

Acteurs

- ✚ les philosophes (ontologues, épistémologues) des sciences se doivent de connaître les sciences sur lesquelles et à partir desquelles ils s'expriment,
- ✚ les scientifiques qui ne mettent pas à jour leur philosophie et l'histoire de leur matière contaminent leur science avec des philosophies moribondes.

Pourquoi le scientifique est concerné ?

Contrat tacite qui conditionne la possibilité de reproductibilité des expériences scientifiques (Guillaume Lecointre) :

- ⌘ scepticisme initial sur les faits,
- ⌘ réalisme de principe,
- ⌘ matérialisme méthodologique
- ⌘ rationalité et logique.

Guillaume Lecointre [Les sciences face aux créationnismes. Ré-expliciter le contrat méthodologique des chercheurs](#) 2012

Le scepticisme

Le scepticisme

- ✚ (du grec skeptikos, « qui examine »)
- ✚ est au sens strict une doctrine philosophique selon laquelle la pensée humaine ne peut déterminer la vérité avec certitude.
- ✚ Il ne s'agit pas de rejeter la recherche,
- ✚ mais au contraire de ne jamais l'interrompre en prétendant être parvenu à une vérité absolue.

Le réalisme

Le réalisme scientifique

- ⌘ permet d'expliquer comment les sciences parviennent avec succès à prédire les phénomènes.
- ⌘ le succès prédictif des sciences s'explique par le fait qu'il existe une réalité indépendante de notre esprit
- ⌘ dont la nature est celle qui est décrite par la science.

Le matérialisme

Le matérialisme

- ✚ est une conception philosophique qui soutient que la seule chose pouvant être considérée comme existante est la matière ;
- ✚ que fondamentalement, toute chose est composée de matière
- ✚ et que tout phénomène est le résultat d'interactions matérielles.

La rationalité

La raison

- ✚ est généralement considérée comme une faculté propre de l'esprit humain
- ✚ dont la mise en œuvre lui permet de fixer des critères de vérité et d'erreur, de discerner le bien et le mal
- ✚ et aussi de mettre en œuvre des moyens en vue d'une fin donnée. Elle permet donc de diriger (par exemple la volonté).

Épistémologie cartésienne

Descartes pose quatre règles qu'il doit appliquer afin de mener sa réflexion :

- ✧ **Evidence** : ne recevoir aucune chose pour vraie tant que son esprit ne l'aura clairement et distinctement assimilée préalablement.
- ✧ **Réductionnisme** : diviser chacune des difficultés afin de mieux les examiner et les résoudre.
- ✧ **Causalisme** : établir un ordre de pensées, en commençant par les objets les plus simples jusqu'aux plus complexes et divers, et ainsi de les retenir toutes et en ordre.
- ✧ **Exhaustivité** : passer toutes les choses en revue afin de ne rien omettre.

Galilée

Galilée dans "L'essayeur" (1623) :

- ⌘ Le grand livre de l'Univers est écrit dans le langage des mathématiques.
- ⌘ On ne peut comprendre ce livre que si on en apprend tout d'abord le langage, et l'alphabet dans lequel il est rédigé.
- ⌘ Les caractères en sont les triangles et les cercles, ainsi que les autres figures géométriques
- ⌘ Sans lesquelles il est humainement impossible d'en déchiffrer le moindre mot.

Épistémologie kantienne : le criticisme

Selon les termes de Kant (Critique de la raison pure) :

- ✚ Il n'y a que les objets des sens qui puissent nous être donnés
- ✚ Ils ne peuvent l'être que dans le contexte d'une expérience possible.

Le tournant positiviste

Auguste Comte distingue trois états historiques :

- ⌘ **théologique** : l'esprit de l'homme cherche à expliquer les phénomènes naturels par des agents surnaturels.
- ⌘ **métaphysique** : l'explication se fonde sur des forces naturelles mais encore personnifiées (la théorie de l'éther par exemple).
- ⌘ **positif** : l'esprit ne cherche plus à expliquer les phénomènes par leurs causes, mais il s'édifie sur des faits constatables et mesurables.

Rasoir d'Occam

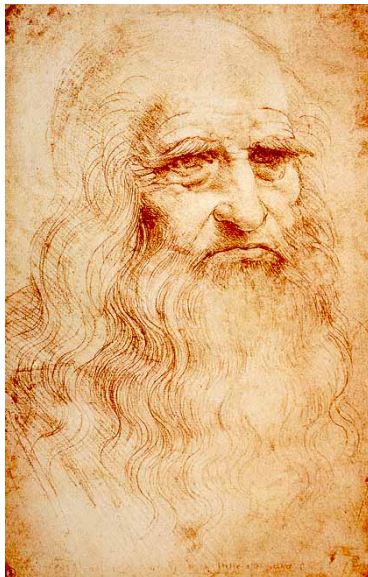
- ✧ "*Pluralitas non est ponenda sine necessitate*"
- ✧ « Les multiples ne doivent pas être utilisés sans nécessité.
»
- ✧ Heuristique : les hypothèses suffisantes les plus simples sont les plus vraisemblables
- ✧ Cependant, la simplicité dont il est question ici ne signifie pas que l'hypothèse la plus simpliste, la plus évidente ou la plus conventionnelle est forcément la bonne.

Génie

Le génie (en tant que personne)

- ⌘ personne qui se démarque de façon exceptionnelle par un ou plusieurs talents
- ⌘ inventeur
- ⌘ personne dotée d'un talent hors du commun et/ou d'une habileté intellectuelle remarquable
- ⌘ d'une aptitude créatrice extraordinaire

Léonard de Vinci (1452-1519)



Le mythe du génie

Pour Hume, le génie est

- ⌘ perçu par la société comme un ignorant
- ⌘ déconnecté de la société
- ⌘ qui travaille éloigné
- ⌘ reclus, isolé du reste du monde.

Le génie comme quantité mesurable

- ⌘ Le point de vue actuel des psychologues et autres savants du génie est qu'un niveau minimum de QI (environ 125) est nécessaire pour le génie,
- ⌘ mais pas suffisant,
- ⌘ et doit être combiné avec des caractéristiques de la personnalité telles que la volonté et la persistance,
- ⌘ et les opportunités nécessaires pour le développement du talent.

Le génie comme exemple

- ⌘ Lors de la révolution française, la notion de génie gêne le principe d'égalité des hommes
- ⌘ Début de la notion d'exemples censé guider le peuple
- ⌘ de méritocratie (Panthéon, père Lachaise)

Le génie comme capacité intrinsèque (romantisme)

- ⌘ Le génie est une capacité à produire quelque chose pour lequel aucune règle déterminée ne peut être donnée, et non une prédisposition consistant en une compétence pour quelque chose qui peut être appris en suivant une règle ou autre. (Kant)
- ⌘ le talent frappe une cible que personne d'autre ne peut frapper ; le génie frappe une cible que personne d'autre ne peut voir. (Schopenhauer)

Evariste Gallois (1811-1832)



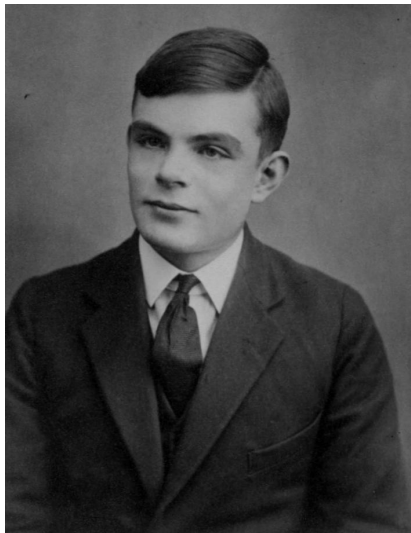
Otto Weininger (1880-1903)



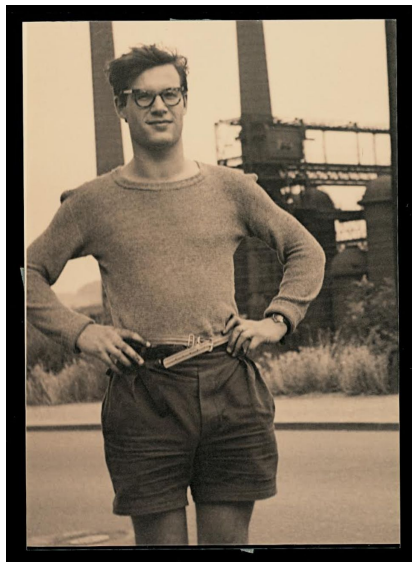
Kurt Gödel (1906-1978)



Alan Turing (1912-1954)



Alexandre Grothendieck (1928-2014)



Abandonner la notion de génie ?

À accorder la moindre **légitimité** au mot “génie”,

- ✚ on signerait une **démission** de tous les savoirs, des explications, des interprétations, des lectures, des déchiffrements – en particulier dans ce qu’on appelle vite l’esthétique des arts et des lettres, supposée plus propice à la création.
- ✚ Une telle démission serait **mystique**, mysticoïde. On y avouerait une **adoration muette** devant l’ineffable de ce qui, dans la valeur courante du mot “génie”, associe souvent le don à la naissance, le secret au sacrifice.

La place du génie (Russel)

- ⌘ L'individu possède des qualités uniques et des talents qui le rende particulièrement précieux pour la société dans laquelle il ou elle opère, une fois donnée la chance de contribuer à la société.
- ⌘ de tels talents peuvent néanmoins être écrasés dans leur jeunesse et perdus à jamais quand l'environnement qui les entoure est peu sympathique à leurs traits potentiellement inadaptés.
- ⌘ En ce sens, Russell a rejeté la notion couramment acceptée par ses contemporains que «le génie sortira».

Ethique

La notion de morale

Léonard de Vinci :

- ✧ Ce ne sont pas les richesses, qui peuvent être perdues.
- ✧ La vertu est notre vrai bien et la vraie récompense de son possesseur.
- ✧ Elle ne peut être perdue, elle ne peut nous abandonner, sauf quand la vie s'enfuit.

L'éthique

Léonard de Vinci :

- ✧ Je ne décris pas ma méthode pour rester sous l'eau ni combien de temps je peux y rester sans manger.
- ✧ Et je ne les publie et ne les divulgue pas, en raison de la nature maléfique des hommes,
- ✧ qui les utiliseraient pour l'assassinat au fond de la mer en détruisant les navires en les coulant, eux et les hommes qu'ils transportent.

Henrietta Lacks



Henrietta Lacks

- ✧ développe une tumeur cervicale particulière
- ✧ avec un taux extrêmement rapide de multiplication
- ✧ qui est, pour la première fois, répliquée en laboratoire
- ✧ tout ceci, sans consentement de la famille d'Henrietta

HeLa

Les cellules HeLa

- ⌘ sont dites provenir de Helen Lane
- ⌘ se sont avérés indispensables pour trouver un vaccin contre la polio
- ⌘ à l'époque, un grand espoir dans la "lutte" contre le cancer

Mary Lasker

Mary Lasker

- ⌘ lança une campagne de levée de fond en 1967
- ⌘ en rendant le cancer politiquement intéressant
- ⌘ Nixon : la guerre contre le cancer
- ⌘ investissement financier massif
- ⌘ l'idée de base est que le cancer est causé par un virus

Mais

- ⌘ des avancées notables sont enregistrées
- ⌘ dans la connaissances de réplication des cellules
- ⌘ Hélas, toutes les lignées observées pendant ce vaste programme
- ⌘ Se révèlent être des cellules HeLa
- ⌘ Même dans le "Building 41", spécialement conçu et ventilé par éviter tout problème de contamination
- ⌘ Par conséquent, tout les articles écrits durant cette période se révèlent être sans valeur.

Et les russes arrivèrent

- ⌘ avec cinq lignées différentes de cellules
- ⌘ de différents laboratoires de Russie
- ⌘ Hélas, les cellules russes avaient en effet un virus
- ⌘ mais bénin
- ⌘ mais surtout toutes les lignées de cellules
- ⌘ étaient des cellules HeLa...

Le programme contre le virus du cancer

- ✚ à coûté des milliads de dollars
- ✚ pour rien
- ✚ les chercheurs se sont donc tournés vers la piste génétique
- ✚ isoler les mauvais gènes, les réparer ou les remplacer

L'approche génétique du cancer

L'approche génétique

- ✍ booste l'industrie biotechnologique
- ✍ qui reste en partie basée sur les cellules HeLa
- ✍ avec, jusqu'à récemment, aucun consentement de la famille

Responsabilités

Reponsabilités

Un chercheur a des responsabilités vis-à-vis de la communauté scientifique et de la société :

- ⌘ Conséquences des recherches,
- ⌘ Communication grand public
- ⌘ Place du chercheur sur le terrain
- ⌘ Évaluation des travaux d'autres chercheurs

Conséquences des recherches, usages

Etablir des connaissances (objectif de la recherche) est différent d'utiliser ces connaissances (pour des usages dans la société). Dans ce cadre,

- ✎ le chercheur se doit, dans la mesure du possible, d'anticiper avec sincérité les usages prévisibles, sachant qu'il ne peut tous les prévoir ni anticiper leurs déviations ;
- ✎ il peut exister une tension entre l'éthique personnelle du chercheur et les conséquences de ses recherches ; si tel est le cas, le chercheur doit être conscient le plus tôt possible de son engagement, implicite ou explicite.

Communication grand public

Dans ce cadre, il convient d'adopter un comportement professionnel qui consiste en particulier à :

- ✎ distinguer son intervention experte en tant que chercheur de l'expression de ses opinions personnelles, en restant fidèle à la vérité scientifique, et en donnant un éclairage objectif sur tous les aspects de la question ;
- ✎ respecter un devoir de réserve s'il y a un tel engagement vis-à-vis de l'employeur, de la confidentialité de la recherche ; mais savoir à juste titre lancer des alertes à ses encadrants ou à ses employeurs ;
- ✎ savoir conserver une position objective face au refus de la discussion.

Place du chercheur sur le terrain

Lorsque des observations ont lieu directement sur le terrain, on doit s'interroger sur :

- ✚ les modalités de l'« observation participante » : le chercheur adopte le mode de vie, les conditions de travail, etc. des sujets observés, ce qui peut modifier le comportement de ces sujets ;
- ✚ la façon dont le savoir issu des observations est co-construit par le chercheur et les sujets observés ;
- ✚ la façon dont ce savoir est rétrocedé ou transmis aux informateurs, sujets et groupes étudiés.

Évaluation des travaux d'autres chercheurs

- ⌘ se déclarer en conflit d'intérêt dès lors qu'il collabore ou a collaboré avec les auteurs, ou qu'il a des relations personnelles ou professionnelles ;
- ⌘ refuser d'évaluer des travaux lorsqu'il pense ne pas être compétent pour le faire ;
- ⌘ élaborer un jugement objectif et suffisamment argumenté, afin que les auteurs puissent effectivement améliorer leur proposition ;
- ⌘ ne pas évaluer négativement des travaux parce qu'ils font état de résultats négatifs
- ⌘ ne pas évaluer négativement des travaux parce qu'ils traitent principalement de questions éthiques ou critiques ;
- ⌘ s'assurer qu'une partie suffisante de l'évaluation sera transmise aux auteurs, en particulier lorsque les travaux sont évalués négativement.

Comportements frauduleux

- ✧ plagiat
- ✧ falsifications de données
- ✧ fabrication de données

Conclusion

Conclusion

- ⌘ Quand fait-on de la science ?
- ⌘ Qui étudie les scientifiques ?
- ⌘ Doit-on être sceptique ?
- ⌘ Le génie existe t'il ?
- ⌘ La science est-elle dangereuse ?

Figure



Block

title

⌘

⌘

⌘

Itemize

⋮

⋮

⋮

Special

Hey : ..

+

—