

COMMENT ENSEIGNER L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ET CRITIQUE ?

01/08/2023

Manuel Tonolo, prag philosophie, INSPE de Chambéry, Université Grenoble-Alpes

Précaution introductive : Ceci n'est pas un cours. Et ceci n'est pas mon cours.

Un cours ne peut s'enseigner qu'en sollicitant de manière vivante les représentations de ceux et celles à qui il s'adresse et se construire avec elles. Un cours met en relation la personne d'un-e enseignant-e et celle des ses élèves/étudiant-es, et se réalise en interaction avec les réactions, les pistes, les questionnements proposés par les personnes en situation d'apprentissage. Platon le disait déjà dans *Le Banquet* : on n'enseigne pas comme on verse de l'eau dans un vase (l'eau étant le savoir et le vase la tête creuse, et supposée ignorante, des élèves). L'enseignement passe nécessairement par un dialogue où chacun apporte des éléments, ce que ce document ne peut être en aucune façon. Un enseignant ne fait jamais le même cours, d'année en année, ne serait-ce que parce que les interventions des élèves orientent son cours dans une direction ou une autre... On a tenté de retracer dans ce support différentes directions que pouvaient prendre cet enseignement, même si de, nombreuses directions citées ici n'ont pas été prises dans le cours qui s'est effectivement déroulé. Ce texte écrit n'est donc qu'un simple support de cours, un ensemble de notes qui constituent un support visuel des idées essentielles -mêlées à d'autres plus secondaires- pour aider à réfléchir sur un problème dont l'appropriation ne peut que rester aléatoire, du fait de l'absence d'échange réel avec un enseignant présent. Comme disait Lacan, les paroles restent, et les écrits s'envolent...

SOMMAIRE :

Introduction : « La Terre est plate, c'est une évidence ! »
et le soleil tourne autour de la terre : l'héliocentrisme est une évidence également...

I- Ce qui est VRAI, c'est ce que j'OBSERVE ? Le SAVOIR dans l'ANTIQUITÉ : sauver les phénomènes

II- LA SCIENCE MODERNE CRITIQUE L'ÉVIDENCE DE L'OBSERVATION PREMIÈRE

A- QU'EST-CE QU'OBSERVER, PERCEVOIR LA RÉALITÉ ?

B- LA SCIENCE MODERNE REMET EN QUESTION LES ÉVIDENCES DE L'OBSERVATION

C- DANS LA SCIENCE MODERNE, LA THÉORIE PRÉCÈDE L'EXPÉRIENCE

III- QU'EST-CE QUE L'ESPRIT SCIENTIFIQUE (noté ici "ES") ?

A- Point de vue de l'élève : L'ES « se forme en se réformant », en luttant contre les obstacles épistémologique

B- Point de vue de l'enseignant-e : La pédagogie de l'es se fait en luttant contre l'obstacle pédagogique

IV- QU'EST-CE QUE LA VÉRITÉ SCIENTIFIQUE ?

A- QU'EST-CE QU'UNE THÉORIE SCIENTIFIQUE ?

B- QU'EST-CE QUE LA VÉRITÉ

1- Les 3 approches de la vérité

2- Des méthodes diverses

3- Une vérité « prouvée par l'expérience » ?

4- Une théorie « mathématisée »

5- La vérité mathématiques est-elle totalement « démontrable » ?

C- Qu'est-ce que l'OBJECTIVITÉ SCIENTIFIQUE ?

1- La loi scientifique

2- L'objectivité scientifique

3- La Vérité ?

4- Est scientifique une hypothèse théorique qui....

5- L'esprit scientifique, une œuvre collective et infinie

D- ÉVOLUTION DE LA SCIENCE / HISTOIRE DES SCIENCES

1- La rupture épistémologique

2- Limite du critère de falsification de Popper

E- QU'EST-CE QUE L'ESPRIT CRITIQUE ?

1- Accepter la subjectivité des points de vue : expérience personnelle et expérience rationnelle

2- Mettre en doute les évidences et les observations simples

3- Distinguer 4 sortes de doutes

4- Pratiquer le dialogue, outil créateur du doute

5- Ne jamais s'appuyer sur des sources sans les avoir examinées

6- Critiquer la théorie par une expérience reproductible, donc universelle en fait

7- Critiquer l'expérience par une théorie rationnelle, donc universalisable en droit

8- Prendre en compte la variation des paramètres dans le point de vue expérimental

9- Écarter les erreurs classiques de raisonnement

F- Schéma de la démarche scientifique pour la science moderne selon Popper

G- ESPRIT SCIENTIFIQUE et ESPRITS NON-SCIENTIFIQUES

V- COMMENT ENSEIGNER L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ?

A- Socrate et le petit esclave : comment apprendre ce qu'on ne sait pas ?

B- Le TÂTONNEMENT EXPÉRIMENTAL de Freinet (cf l'éducation par la nature et par les choses de Rousseau)

C- Faire la « PSYCHOLOGIE DE L'ERREUR » (Bachelard) → Stella Baruck)

D- LA MAIN À LA PÂTE

E- LA DÉMARCHÉ D'INVESTIGATION en classe

VI- La CULTURE GÉNÉRALE SCIENTIFIQUE nécessaire éducation à une citoyenneté éclairée

A → POUR LUTTER CONTRE 3 CONCEPTIONS OPPOSÉES :

1- La crédulité

2- Le scientisme

3- Les fausses conceptions de la science

B- LE DISCOURS DES SAVANTS EST -IL TOUJOURS SCIENTIFIQUE ?

1- Car les savants sont d'abord des êtres humains, avec leurs imperfections

a – Erreurs et manque de rigueur dans la démarche

b- Sortie de son domaine de compétence

c- Défauts dans l'éthique et les finalités

d- Défauts dans la compétence scientifique même

e- Défauts dans la reproductibilité d'hypothèses hâtives

f- Défauts d'une publication hâtive sans travail suffisant de vérification

g- Certains scientifiques peuvent même être acteurs de la désinformation et des tricheurs avérés

h- Une société de la norme, de l'évaluation chiffrée et du contrôle qui pousse à la faute

i- Une croyance aveugle en l'évaluation par les pairs

1- Les chercheurs ne sont pas à l'abri des récupérations idéologiques ou économiques de leur discours

2- Quelle responsabilité des scientifiques pour les applications ultérieures de leurs découvertes dans la société ?

3- Quelle éthique pour les chercheurs ? Cf Bioéthique, conséquences écologiques...

a- La méthode employée

b- Sujets cobayes de l'expérience

c- Transparence sur leurs sources de financement

d- Poids de lobbies qui parfois sollicitent des chercheurs pour donner un vernis scientifique à leurs intérêts privés

e- quelle finalités pour l'humanité à venir ?

C- L'EXEMPLE D'UNE DÉRIVE SCIENTISTE : L'EVIDENCE-BASED EDUCATION

CONCLUSION

SITOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE

Il est aujourd'hui généralement admis que la différence entre une théorie scientifique, partagée globalement par tous les scientifiques contemporains de tous les pays, et une croyance religieuse partagée par une communauté particulière et basée sur un texte sacré que d'autres peuvent ne pas partager.

Aujourd'hui cependant, les croyances non religieuses, mais pseudo-scientifiques se démultiplient avec internet. La croyance pseudo-scientifique, elle, utilise des arguments *présentés comme* « scientifiques » pour affirmer une conviction à rebours de ce qu'affirme la science dite « dominante », avec souvent une visée complotiste derrière.

Bien sûr, il existe des arguments scientifiques pour les contredire et les réfuter, mais c'est d'abord et surtout un véritable **esprit scientifique** (c'est à dire une certaine manière rigoureuse de compréhension de la nature), qui fait défaut aux crédules qui adhèrent à ces pseudo-sciences sans savoir poser les bonnes questions. Ces modernes naïfs qui adhèrent à ces arguments pseudo-scientifiques sont pourtant tous passés par l'école. Que leur a-t-il donc manqué ? Ils ont eu des cours de science, de multiples cours censés leur développer leur esprit critique. Et pourtant, ils tombent de ce piège de cette crédulité pseudo-scientifique.

Une question que peut se poser aujourd'hui tout-e enseignant-e est : « A quelles niaiserie pseudo-scientifiques croiront mes élèves quand ils deviendront adultes ? Et « Que puis-je faire pour l'éviter, si c'est en mon pouvoir ? »

Une personne crédule, qui n'a, hélas pour lui ou pour elle, pas développé un *esprit scientifique* dans son rapport au monde, reste une cible de choix pour les pièges que tendent tous les manipulateurs, les faiseurs d'opinion, les gourous idéologiques ou religieux, ou les publicitaires.

Nul élève ne pourra réellement exercer sa liberté de pensée si cette dernière ne s'informe pas de manière critique, si elle ne s'est pas frottée, entraînée, habituée, à un mode de pensée rigoureux et critique sur le monde.

Une enquête de la Fondation Jean Jaurès à partir du réseau Tik-Tok est sur ce point assez instructive : **La mésinformation scientifique des jeunes à l'heure des réseaux sociaux**. (le rapport à la science et à la vérité scientifique ; le rapport aux para-sciences et à l'occultisme ; la confiance dans les réseaux sociaux)

Les résultats complets. **Une synthèse des résultats sous forme de schémas dans une video muette**

Sans parler des visions complotistes qu'on a pu encore entendre dans la récente période d'épidémie mondiale, illustrons ceci pour commencer par un exemple qu'on a pris dans le dernier cours, parmi d'autres : **le platisme** (= la terre est plate, on nous cache tout, le voyage dans la lune et les satellites, c'est un complot de la Nasa...).

→ Remarque : certaines video sont ajoutées au cours pour d'éventuels approfondissements, avec deux niveaux de difficulté (1 : D'accès immédiat, 2 : un peu plus approfondi)

→ mais comment sait-on que c'est la terre qui tourne autour du soleil ? géo/centrisme et platisme contemporain

« La Terre est plate, c'est une évidence ! »

C'est une évidence pour les platistes contemporains, mais ça a été aussi une évidence dans l'Antiquité d'avant le Vème siècle BC (où la vision du monde a commencé à changer grâce aux savants de l'époque. Cf *Le monde comme le voyaient les grecs*, de Danielle Jouana, Les belles lettres, 2018)

https://fr.wikipedia.org/wiki/Flat_Earth_Society

<http://elmahdi.canalblog.com/archives/2015/09/17/32639863.html>

<https://la-terre-plate.com/about#dm>

Un Français sur 10 pense que la Terre est plate : <https://www.nationalgeographic.fr/sciences/un-francais-sur-10-pense-que-la-terre-est-plate>

La célèbre image de la " Terre Plate" enfin recomposée et complétée



Citation du blog platiste : « Photo : Pour la première fois de l'histoire cette célèbre photo de la terre plate a été complétée ! On y voit enfin toute la Terre Plate avec le dôme,... ainsi qu'un soleil plus petit que la terre et tout près de nous, la lune dans ses phases début et fin ainsi que les étoiles et tous tournent autour de la Terre Plate qui, elle, reste fixe. »

<http://elmahdi.canalblog.com/archives/2016/04/09/33641881.html>

[On notera que cette conception de la terre plate est exactement celle qu'avait l'antiquité bien avant Aristote : un disque recouvert d'un bol où sont accrochés les étoiles et les planètes.

Pour un plus ample développement, lire : *Du monde clos à l'Univers infini* d'Alexandre Koyré (MT)]

Flat Earth Society : Pour que la terre soit plate, il faudrait qu'elle soit un disque, que le soleil soit très petit (51 kms de diamètre) et tourne sur le disque, et à 4000 kms de la terre. (mais on n'aurait quand même jamais une nuit noire!)



Réfutation :

<http://mensonges.fr/terreplate/terreplate.html>

<https://veriteperdue.wordpress.com/2014/10/18/la-theorie-de-la-terre-plate/>

<https://www.science-et-vie.com/paroles-d-experts/comment-demontrer-facilement-que-la-terre-est-bel-et-bien-ronde-54047>

<https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/fake-news-eh-non-la-terre-n-est-pas-plate-45720>

Flat Earth CRUSHED by Discovery Channel



« Comment démontrer (facilement) que la Terre est bel et bien ronde

Voici les arguments à utiliser en cas de rencontre avec un "platiste", par [Yaël Nazé](#), astronome à l'Institut

d'astrophysique et de géophysique de l'université de Liège.

« En fait, la courbure terrestre n'est pas simple à voir à cause des dimensions colossales de notre planète : le périmètre terrestre atteint 40 000 kilomètres, soit plus de vingt millions d'humains bout à bout ! Seule solution pour voir la courbure « en direct » : monter, mais de beaucoup. Les avions de ligne ou les hautes montagnes ne suffisent pas – même si des fenêtres incurvées ou les aberrations des objectifs photo semblent parfois nous la dévoiler dans ces circonstances. La courbure terrestre devient en fait réellement décelable à environ une vingtaine de kilomètres d'altitude et devient absolument inévitable depuis la station spatiale internationale. Mais pour prendre une photo complète de la boule, en un seul cliché, il faut s'éloigner encore, vers la Lune par exemple – la première photo de ce genre nous vient d'ailleurs des missions Apollo. Ce n'est pas une expérience à la portée de tous, hélas

C'est ici qu'entre en scène le fameux « bateau qui disparaît d'abord par sa coque en sortant du port », dont vous avez certainement déjà entendu l'antienne. Mais, allez, avouez : vous ne l'avez jamais vu avec vos yeux... Forcément, ce n'est pas si simple de le voir ! Il faut une météo clémente, un air clair peu turbulent, et une bonne longue-vue ou un télescope pas accessible à tous (de nouveau).

Vous pouvez cependant jouer un peu avec cet horizon car il recule quand on monte : il est ainsi possible de voir le Soleil se coucher deux fois, une première fois en bas d'un immeuble, une seconde si vous montez très vite au sommet de celui-ci, ce qui ne serait pas possible sur une Terre plate. Ensuite, comme le savant Al-Biruni, on peut remarquer que plus on s'éloigne de la surface terrestre, plus l'horizon est lointain... mais aussi plus bas ! »

On nous dit que la Terre et l'atmosphère tournent ensemble à cette vitesse uniforme parfaite, dont personne dans l'histoire n'a jamais vu, entendu, senti ou mesuré le mouvement présumé de 1 609 km/h.

On aime à le comparer au fait que lorsque que l'on se déplace en une voiture à une vitesse uniforme, nous sentons seulement le mouvement pendant l'accélération ou de décélération.

En réalité cependant, même avec les yeux fermés, les fenêtres closes, sur le goudron lisse, dans une voiture luxueuse, à simplement 80 km/h, on peut sentir le mouvement !

A 20 fois cette vitesse, la rotation imaginaire de 1 609 km/h de la Terre serait très certainement perçue, sentie, vue et entendue par tous. » <https://nemox71.fr/transAtlantique.html>

« La certification ETOPS

Les avions à 2 réacteurs ont une certification **ETOPS**. Cette norme définit le temps maximal que devra avoir besoin un avion pour se dérouter sur un aéroport adapté, en cas de la panne de l'un de ses moteurs.

Par exemple, un avion certifié **ETOPS240**, ne pourra pas voler sur une zone de la terre où plus de 240 minutes (4heures) seront nécessaires pour rejoindre un aéroport en cas de panne d'un moteur.
Quelques normes pour certains avions :

- **ETOPS240** pour l'Airbus **A330**
- **ETOPS330** pour le Boeing **777** et **787**
- **ETOPS370** pour l'Airbus **A350**, qui vise à terme, une certification jusqu'à l'**ETOPS420**

<https://www.dataero.fr/les-avions-traversent-ils-le-pacifique-et-pole-sud/>

« **Pourquoi monter si haut plutôt que faire un vol direct ? Premièrement, à cause de la rotondité de la terre. Un vol tout droit entre ces deux villes représenté sur un globe nous donne cette trajectoire : On voit bien que le chemin le plus court est en réalité perçu différemment !**

Nous avons vu le vol dans le sens **Londres – Los Angeles**, qu'en est-il maintenant du vol retour ?

Cette fois-ci, le vol ne survole plus le Groenland mais vole bien plus bas, pourquoi alors faire ce « détour » ?

La réponse se trouve au niveau de la météo. **Il y a ce que l'on appelle le Jet-Stream, ou Courant-Jet en français. Ce sont de très forts courants d'air pouvant parfois atteindre les 200 km/h. On voit bien que si le vent est calme au Groenland et aux alentours, il est plutôt rapide sur l'océan Nord-Atlantique. Pour un vol Ouest-Est, ce sera donc tout bénéf de voler moins au Nord, même si la distance réelle est plus longue.**

Ainsi, un vol **Londres-Los Angeles** dure en moyenne **10h30**, alors que le vol retour dure plutôt **09h45**, malgré une distance à parcourir plus grande.

Pour un vol **Est-Ouest**, même si la distance est parfois plus courte en passant sous le Groenland, vous comprendrez mieux pourquoi les pilotes préfèrent voler plus au Nord, afin d'éviter le vent de face qui les ralentit trop ! »

<https://www.dataero.fr/pourquoi-les-avions-passent-par-le-pole-nord/>

Mais encore aujourd'hui :

Un Français sur 10 pense que la Terre est plate, ainsi que 12 millions d'Etats-Uniens

Aux États-Unis, pas moins de 16% de la population pense que la Terre n'est pas ronde, mais qu'au contraire elle serait plate.

« **Un quart des Américains ignorent que la Terre tourne autour du soleil** » :

L'EXPRESS.fr avec AFP, publié le **14 février 2014**

« Selon un sondage effectué auprès de 2 200 américains, seulement 74% des personnes interrogées savent que la Terre tourne autour du soleil.

Une enquête menée aux États-Unis par la **Fondation Nationale des Sciences** révèle des connaissances scientifiques pour le moins surprenantes de la part des Américains.

Le saviez-vous? Selon un sondage effectué auprès de 2 200 américains, **seulement 74% des personnes interrogées savent que la Terre tourne autour du soleil**. Remarquez, **52% ignorent que l'être humain descend du singe!**

[...] Les mêmes questions ont été posées en 2005 aux habitants de l'Union européenne dans le cadre de l'Eurobaromètre de la Commission européenne, et le résultat n'est pas vraiment plus brillant. Sur neuf questions identiques, les Européens ont répondu mieux que les Américains à quatre, mais ont répondu moins bien à quatre aussi et fait égalité sur une question. »

https://www.lemonde.fr/ameriques/article/2014/02/15/un-quart-des-americains-ignorent-que-la-terre-tourne-autour-du-soleil_4367120_3222.html

[...] **pour plus d'un Français sur deux (53%), les théories scientifiques ne sont que "des hypothèses parmi d'autres", selon le "Baromètre de l'Esprit critique", réalisé par le cabinet Gece pour Universcience, en partenariat avec franceinfo et La Croix, et publié mardi 22 mars 2022.**[...]

Ces chiffres apparaissent comme une base de travail pour le président d'Universcience, Bruno Maquart, invité de franceinfo mardi 22 mars. À la fois, il se félicite que les Français aient *"une excellente image de la science"* puisque que *"neuf sur 10 répondent que ça permet de développer des technologies qui sont utiles à tous, la même proportion disent que ça permet de mieux comprendre notre monde et d'améliorer nos conditions de vie"*. Mais en même temps, Bruno Maquart constate qu'il y a un travail de pédagogie à faire : *"Le travail qu'on a, c'est parler de science et parler de la manière dont la science se fait. Je pense que c'est ça le grand œuvre qui est devant nous. (...) Il y a des méthodes scientifiques qui ne sont pas des méthodes courantes, se méfier de ses intuitions est une vertu cardinale, et là on voit que les Français ne sont pas encore suffisamment nombreux à comprendre comment on peut, dans le monde dans lequel on vit aujourd'hui, formuler des jugements qui sont certains et qui permettent d'y voir clair et de parler avec les autres."*

https://www.francetvinfo.fr/sciences/plus-d-un-francais-sur-deux-considere-que-les-theories-scientifiques-ne-sont-que-des-hypotheses-parmi-d-autres-selon-un-sondage_5033436.html

Cf aussi : **Les attitudes des élèves de 15 ans en France à propos des sciences** : <https://journals.openedition.org/rdst/950>

L'enquête menée de **2005** sur les Européens, la science et la technologie nous apprend que :

-29% des Européens pensent que le soleil tourne autour de la terre ;

-29% pensent que les électrons sont plus gros que les atomes (et 25 % ne savent pas, soit ensemble plus de 50% ne savent pas ou se trompent) ;

-41 % des Européens considèrent que l'astrologie est une science, devant l'économie (40 %) et plus nettement encore devant l'histoire (34 %).

« Qu'une majorité des Européens considèrent que l'astrologie est plus scientifique que l'histoire devrait inquiéter ceux qui crient à la nécessité de lutter contre les « théories complotistes ». Il n'est pas certains en effet que les conditions éducatives d'un tel combat soient vraiment réunies et il est douteux que la mode des « vérifications de faits » dans les médias (« fact checking ») remédie à une inculture critique et scientifique de fond. » (Serge Cospérec)

L'enquête de 2001 : https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_154_fr.pdf

« En 1988, Jon Miller, a conduit une enquête auprès des Américains de plus de 18 ans pour la National Science Foundation afin d'évaluer leurs connaissances élémentaires en science. Il en ressort que :

plus de la moitié des sondés (55%) ne savent pas que la Terre tournait autour du soleil, [...]

-seulement 61% pensent que l'affirmation « On peut rendre sain du lait radioactif en le faisant bouillir » est fausse

-seulement 48% jugent fausse l'affirmation que « les premiers êtres humains vivaient en même temps que les dinosaures » [...]

Pour 53% des Français « les théories scientifiques ne sont que des hypothèses parmi d'autres » (GECE, 2021)

Pour 36% des Français « les théories scientifiques ne changent jamais" (GECE, 2021)

Pour 51% des Français « la science est la seule source fiable de savoir sur le monde » (GECE, 2021)

→ Question : qu'est qui est absolument vrai ? Quel discours croire aujourd'hui ?

Le premier critère pour dire qu'un discours est vrai, c'est qu'il décrit une réalité que je peux percevoir, observer, qui est évidente pour moi. (é-vidence = ce que je *vois* de mes yeux, *videre* en latin)

Or, ce qui a été vrai, car évident, jusqu'au 16ème siècle, par exemple, c'est le **géo-centrisme** : le fait que ce soit la terre qui soit au centre de notre univers, et que le soleil et les planètes tournent autour (« Le jour se lève », « le soleil se couche »...).

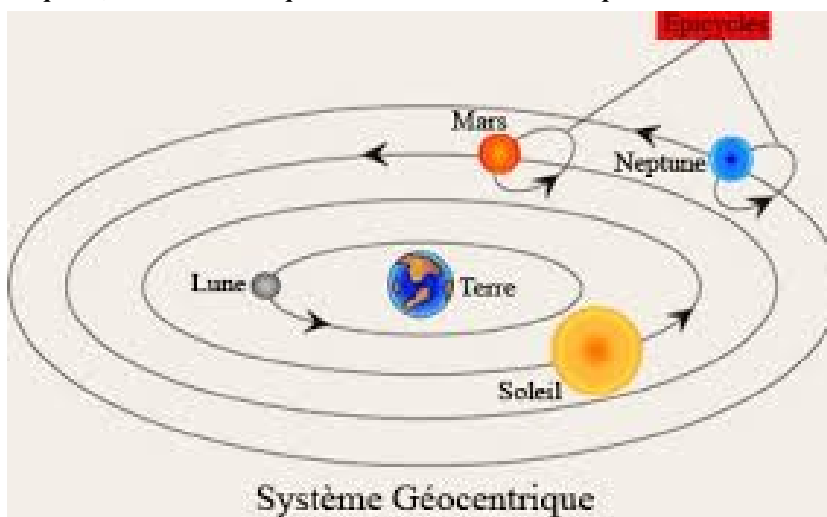
C'était une évidence pour tout le monde, des religieux aux rois comme aux paysans.

I- Ce qui est VRAI, c'est ce que j'OBSERVE ; : « sauver les phénomènes »

Géocentrisme : formalisé par Aristote IIIème siècle BC → mis en système par Ptolémée au IIème siècle BC (≠ Aristarque)

→ les preuves expérimentales du géocentrisme, théorie basée sur l'évidence des faits :

(quand je lance une chose en l'air, elle retombe dans ma main, preuve que la terre ne bouge pas. Si la terre bougeait, on ne tiendrait pas en place, comme il est impossible de rester immobile quand on est sur une barque en mouvement...)



Schema huius praemissa divisionis Sphaerarum.



Principes de la « science » commune dans l'Antiquité : « sauver les phénomènes »

(= justifier a posteriori ce qu'on a observé)

On commence par *observer* la réalité, puis on en tire une *théorie* pour *expliquer et justifier* ce qu'on observe (théorie qu'éventuellement on va modifier à la marge si l'observation plus précise montre une petite variation : hypothèse ad hoc)

OBSERVATION => **THÉORIE** pour justifier ce qu'on voit, «sauver les phénomènes qui apparaissent »

si observation contradictoire =>THÉORIE AD HOC, pour ne pas la remettre en cause la théorie et les phénomènes

→ **Videos sur le géocentrisme**

≠ p13 !

Géo-centrisme ≠ hélio-centrisme

ARISTOTE : -384 -322

ARISTARQUE : -320 -250

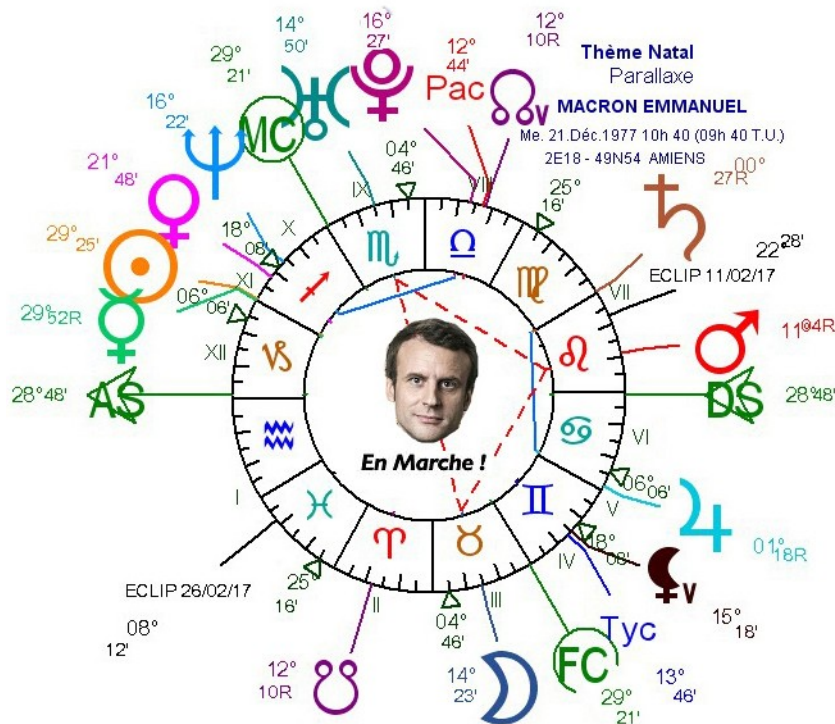
PTOLÉMÉE : -160 -90

ÉRATOSTHÈNE : [Un bâton et un chameau pour mesurer la Terre](#) - LPPV.01 - e-penser

Sur le passage du géocentrisme à l'héliocentrisme, on peut regarder ce documentaire video :

- [Le deuxième épisode de la série « Le ciel des hommes »](#) :

Un exemple ci-dessous de thème astral (2017)



La terre et ses habitants influencés par les astres sont au centre, et les planètes tournent autour, sans prendre ne compte les distances réelles vis à vis de la terre, comme si elle tournaient autour de la terre sur un même axe.

=> l'astrologie est une croyance strictement *géocentrique* : les astres qui circulent autour de la terre influencent ceux qui y naissent.

transition : Un changement s'effectue avec la naissance de la science moderne : la théorie ne va plus être la conséquence d'une observation faite au hasard, d'une pseudo-évidence des faits, mais l'imagination d'une hypothèse que l'expérimentation rigoureuse va ensuite essayer de tester.

II- LA SCIENCE MODERNE CRITIQUE L'ÉVIDENCE DE L'OBSERVATION PREMIÈRE

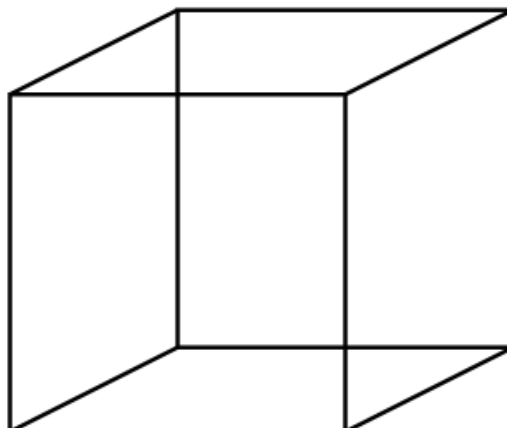
A- QU'EST-CE QU'OBSERVER, PERCEVOIR LA RÉALITÉ ?

Le CUBE

la boîte

percevoir { \neq recevoir passivement des données de l'observation
=> juger, interpréter, se souvenir, imaginer

Percevoir , observer la réalité => juger, interpréter, imaginer



=> voir le cube sous deux aspects différents. Cf le texte d'Alain dans « Éléments de Philosophie » § La perception »)

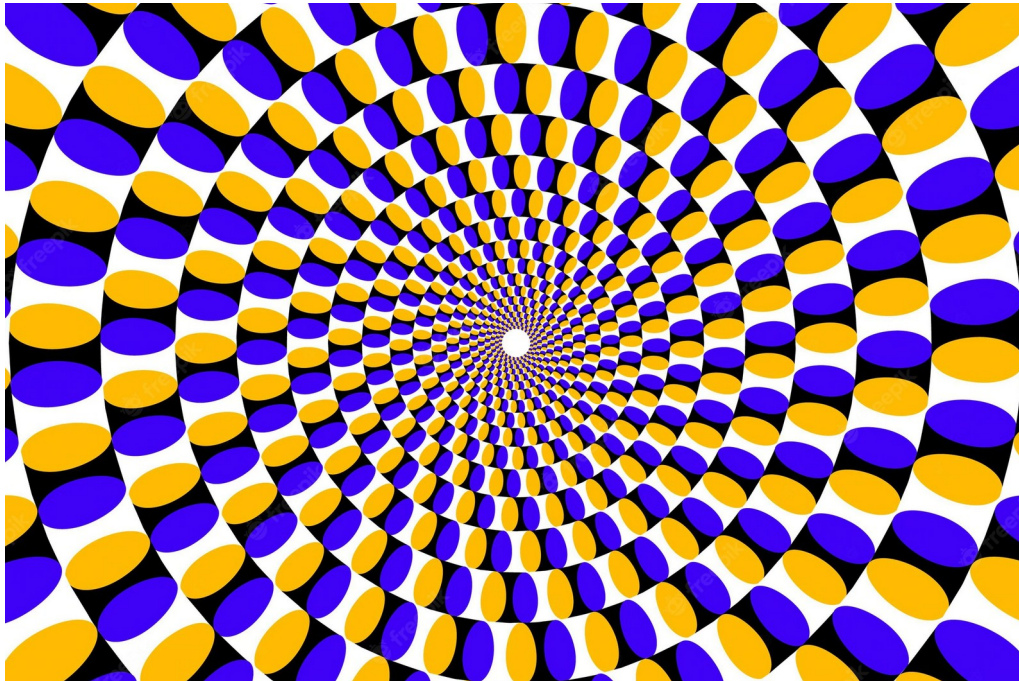
L'ESCALIER



idem, savoir voir l'escalier sous deux aspects différents.

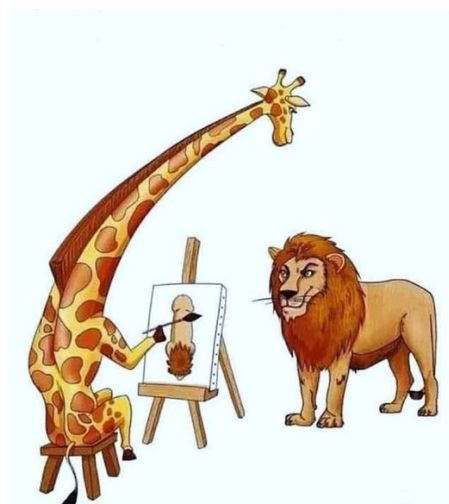


Images fixes ?



Des chevaux ou des zèbres ? [Patty Winsauer, National Geographic, 2008](#)

La réalité se modifie selon le point de vue adopté



→ OBSERVER, PERCEVOIR la réalité => **imaginer, se souvenir, juger , interpréter**
=> sélectionner un peu au hasard ce qu'on observe dans la réalité qu'on perçoit
=> on ne peut pas se baser sur les faits, se fonder sur ce qui semble évident

Mais aussi il est toujours possible de se tromper et ce qui nous semble évident peut parfois être vu différemment !
Cf le mouvement *relatif* du soleil autour de la terre... (//orange ; boîte d'allumettes...)
géo-centrisme → héliocentrisme

B- LA SCIENCE MODERNE REMET EN QUESTION LES ÉVIDENCES DE L'OBSERVATION

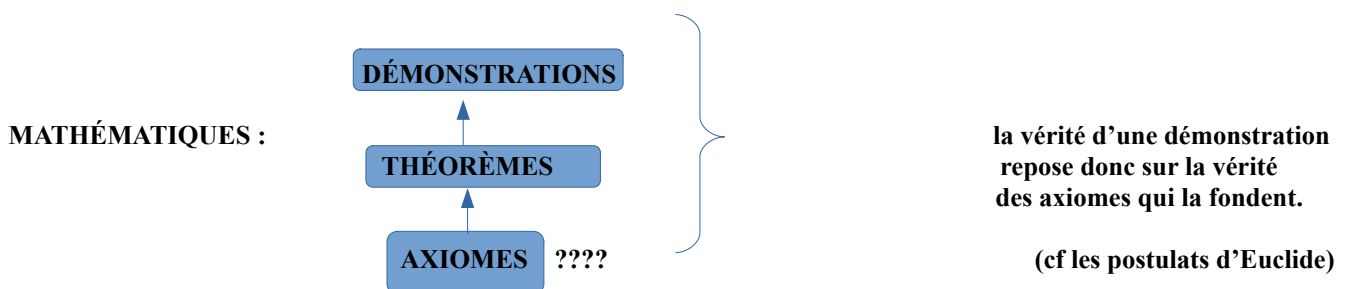
Ce qui est vrai n'est plus ce qu'on observe, c'est l'hypothèse théorique qui permet le mieux de décrire les phénomènes, et de les prédire.

Copernic : 1492-1543 (publie son hypothèse héliocentrique de manière posthume)
G. Bruno : 1548-1600 (brûlé pour ne pas avoir voulu abjurer de l'hypothèse héliocentrique de Copernic)
Descartes : 1548-1650 (ne publie pas son traité du Monde, par peur du sort de G. Bruno, lui aussi)
Galilée : 1564-1642 (passe les 10 dernières années de sa vie en prison + contraint de se renier et d'interrompre ses travaux)
Newton : 1642-1727

→ Quelques exemples d'évidences premières contredites par la science nouvelle (à partir de Galilée):

- 1- *Le jour ne se lève pas et le soleil ne tourne pas autour de la Terre* → Copernic, Bruno, Galilée,
- 2- *La Terre n'est pas immobile* (Galilée) (un boulet lâché du haut d'une tour et tombant à son pied ne prouve pas que la terre est immobile, car c'est l'expérience est identique pour un boulet lancé du haut du mât d'un bateau en mouvement !)
- 3- *Une chose en mouvement ne s'arrête jamais* (mvt rectiligne uniforme, principe d'inertie) : → Galilée, Descartes, Newton.
- 4- *La chute des corps ne dépend pas de leur masse*, comme le croyait Aristote pour qui masse => chute + rapide (Galilée) : le poids du parachutiste additionné à celui du parachute > à celui du parachutiste sans le parachute, qui pourtant tombe + vite ! => pour Aristote, un corps lourd + poids léger (attaché par une ficelle) descend plus vite ET moins vite que le corps lourd => PB! Tous les objets (quelle que soit leur masse) tombent à la même vitesse dans le vide (≠ résistance de l'air)
- 5- *Une pomme ne tombe pas ; Tous les objets lâchés, quelle que soit leur masse, sont attirés par la terre dans le même temps.*
→ Newton (gravitation universelle) cf ces video de niveau 1 : <https://www.youtube.com/watch?v=sk0UC7mWrQA>
et <https://www.youtube.com/watch?v=mZWA2UetWAg> + <https://www.youtube.com/watch?v=IPrZZLfcBVU>
dire qu'une pomme tombe (ie : vers le bas = le centre de la Terre) <=> perspective géocentrique !!
- 6- *Le temps ne s'écoule pas de manière uniforme* → Einstein (relativité du temps / vitesse du référentiel en mouvement)
- 7- *Les trajectoires dans l'espace ne sont pas rectilignes* → Einstein (courbure de l'espace)
cf cette video niveau 2 sur [la relativité restreinte](#) et celle-ci sur [la relativité générale](#))
- 8- *Par un point situé hors d'une droite, on ne peut pas démontrer de façon mathématique qu'il ne passe qu'une et une seule parallèle à cette droite* → (les géométries non-euclidiennes : Riemann, Lobatchevski, Bolyai...) cf plus bas page 20

Mathématiques = une science hypothético-déductive : on y déduit des propriétés particulières à partir d'**axiomes** (= hypothèses de base) posés au départ.



1- **Déduction** : d'une proposition générale, on en tire une propriété particulière

≠

2- **Induction** : de quelques expériences particulières, j'en induis une théorie générale.

Problème : on ne peut rien induire de général à partir d'un nombre limité d'expériences, car il peut toujours exister une expérience non encore faite qui démentirait cette théorie générale.

Les sciences de la Nature ne procèdent donc pas de façon inductive, à partir d'observations particulières, car il faudrait faire toutes les expériences possibles pour être certain de la validité d'une théorie universelle, ce qui est impossible... C'est l'observation d'un *fait polémique* (une observation qui ne semble pas en accord avec une théorie existante (Bachelard) qui va pousser le chercheur à *imaginer* une nouvelle hypothèse capable d'en rendre compte (même si la biologie doit utiliser

régulièrement l'induction pour généraliser ce qui est constaté dans l'étude de quelques cellules)

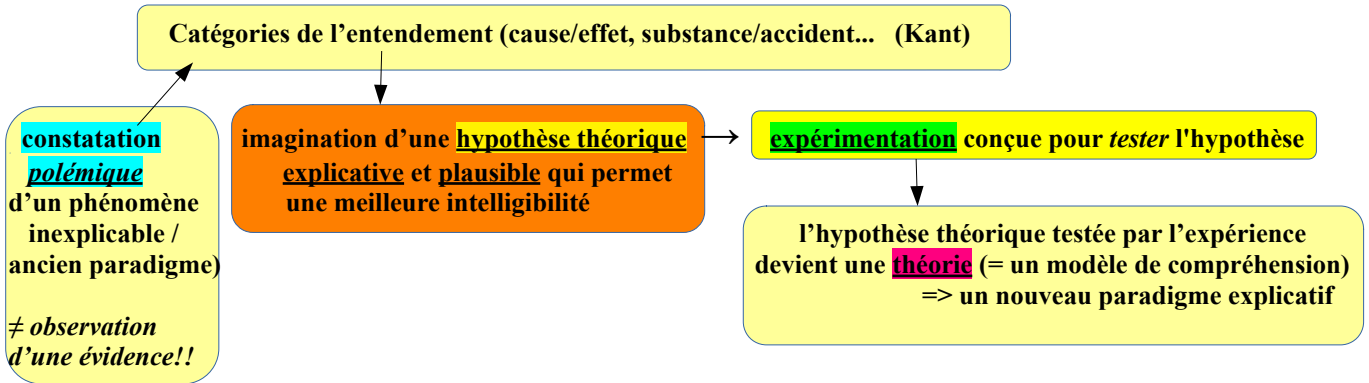
« Le soleil se lèvera-t-il demain » ? Hume

cf l'induction trompeuse du poulet à l'égard de celui qui le nourrit (Russel, *Problèmes de Philosophie*, p 73-74 Payot)

≠

3- **Abduction** : de quelques expériences particulières *probables* : j'en induis une **théorie générale, mais plausible, vraisemblable**. (Aristote, Pierce)

C- DANS LA SCIENCE MODERNE, LA THÉORIE PRÉCÈDE L'EXPÉRIENCE :



Einstein à Heisenberg : « *Seule la théorie permet de décider de ce qui est observable* »

→ A noter : le rôle important de l'imagination

III- QU'EST-CE QUE L'ESPRIT SCIENTIFIQUE (noté ici "ES") ?

→ Bachelard : *La formation de l'esprit scientifique*, 1938 (texte 1 scanné)

A- Point de vue de l'élève : L'ES « SE FORME EN SE RÉFORMANT », en luttant contre les obstacles épistémologiques

=> nécessité d'une "coupure épistémologique" avec ces obstacles qui empêchent l'esprit scientifique de se développer.*
entre le savoir et l'opinion

1- Obstacle de l' **OBSERVATION PREMIÈRE** (Gaston Lagaffe /chimie amusante, alchimistes, explosion chimie au lycée, pittoresque de la *variété* ≠ connaissance de la *variation*, repas électriques, génération spontanée des grenouilles dans la boue ou avec la pluie, caillou qu'on jette ≠ avion qui monte, mais tombe aussi...) ; vécu des gens

2- Obstacle de la **CONNAISSANCE GÉNÉRALE** (congélation // coagulation des graisses ; analogies /homéopathie. Fermentation // digestion => on secoue les bébés après la tétée pour les faire mieux digérer...) conn des médecins non-spécialistes

3- Obstacle **VERBAL** : (phlogistique, vertu dormitive de l'opium...) on prend un mot savant pour une explication /media

4- Obstacle du **FINALISME**, de la **CONNAISSANCE UTILITAIRE** (melon pré-découpé en tranches, Sida ou covid-19 punition de Dieu, 'montagne tueuse', 'avalanche meurtrière', ouragans personnifiés, invasion d'un virus ...) peurs, réseaux sociaux. vision religieuse téléologique/ intention derrière chaque événement cf complotisme

5- Obstacle de la **FAUSSE PRÉCISION** : fausse rigueur de l'usage des chiffres, utilisés pour faire persuader en donnant un vernis de scientificité, des sondages qui négligent des marges d'erreur et des approximations au doigt levé...

..... cf texte 1 de Bachelard : *La formation de l'esprit scientifique*, (Introduction) 1938



PLANÈTE · CLIMAT

« Ce feu, c'est un monstre » : en Gironde, pompiers et habitants en proie à des incendies historiques

Par Eléa Pommiers (La Teste-de-Buch, Villandraut, (Gironde), envoyée spéciale)

https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/07/18/ce-feu-c-est-un-monstre-en-gironde-pompiers-et-habitants-en-proie-a-des-incendies-historiques_6135166_3244.html

TF1 INFO



TF1

Avalanche meurtrière en Isère : ce que l'on sait des circonstances du drame

Le service METRONEWS

<https://www.tf1info.fr/france/avalanche-meurtriere-en-isere-ce-que-lon-sait-des-circonstances-du-drame-1244261.html>

L'ouragan Fred frappe le Cap Vert avec des vents à 140 km/h

cyclones



<https://la1ere.francetvinfo.fr/2015/09/01/l-ouragan-fred-frappe-le-cap-vert-avec-des-vents-140-kmh-283361.html>

atteint, touche → frappe (avec l'intention mauvaise de faire mal)

« Julia » fait moins peur que « Karl » et pourtant tous les deux nommeront très probablement des cyclones en 2022. On les appelle cyclone, ouragan ou typhon, trois mots qui désignent en réalité la même chose. L'utilisation d'un terme ou d'un autre dépend en fait de l'endroit où le phénomène survient, mais tous s'appliquent à des vents violents dont la vitesse est supérieure ou égale à 118 km/h.

Or, en fonction de son nom de « baptême », et donc selon le genre féminin ou masculin qui lui aura été donné, le cyclone ne sera pas appréhendé de la même façon par la population alertée. Spontanément, elle se protégera davantage d'un « Karl » que d'une « Julia »... ce qui peut la rendre plus meurtrière. D'où vient ce biais de genre aux conséquences potentiellement mortelles ? [...]

Dès 2014, des chercheurs en sciences de la communication et en statistiques publient, dans la revue américaine *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), **une étude confirmant que le bilan humain des ouragans serait plus lourd quand ces derniers portent un nom féminin**. Les auteurs, conduits par Kiju Jung et Sharon Shavitt (université de l'Illinois, États-Unis), tirent leur constat du passage en revue des 94 cyclones tropicaux qui se sont abattus entre 1950 et 2012 sur les États-Unis. À l'exception de « *Katrina* » (plus de 1 800 morts en 2005) et d'« *Audrey* » (500 morts en 1957), deux phénomènes hors normes qui auraient biaisé l'analyse. Deux prénoms féminins aussi...

Un phénomène moins pris au sérieux avec un nom féminin

La conclusion des scientifiques ? **Le phénomène serait moins pris au sérieux avec un nom de femme**. Ils ont ainsi fait classer à des volontaires la perception des patronymes donnés aux cyclones atlantiques, sur une échelle graduée de 1 à 11. Soit du plus masculin au plus féminin. Ils ont ainsi pu attribuer à chaque nom un « indice de masculinité-féminité » ou MFI (Masculinity-Femininity Index). Et, surprise, **plus le nom est masculin (donc plus le MFI est faible), moins de morts sont à déplorer**.

« Par exemple, écrivent les auteurs, nous estimons qu'un ouragan avec un nom relativement masculin, avec un MFI de 3, causera 15,15 morts là où un ouragan avec un nom relativement féminin, avec un MFI de 9, en causera 41,84. » Soit quasiment le triple. **« C'est clair que le féminin n'est pas spontanément associé à la violence. [...]**

L'alternance des prénoms décidée en 1979

La pratique du prénom féminin, systématiquement attribué au phénomène, s'inscrit alors dans le temps mais les ligues féministes aux États-Unis finissent par se plaindre. Elles dénoncent cette forme de sexisme associant invariablement le féminin à la catastrophe. Et c'est ainsi qu'en 1979, l'alternance entre les deux genres est adoptée pour qualifier ces déchainements météorologiques.

<https://www.leparisien.fr/sentinelles/pourquoi-les-cyclones-portant-un-nom-feminin-font-ils-plus-de-victimes-19-06-2022-UZLXEPJZPFH4ZBMJSULKU545ZM.php>

B- Point de vue de l'enseignant-e : LA PÉDAGOGIE DE L'ES SE FAIT EN LUTTANT CONTRE L'OBSTACLE PÉDAGOGIQUE.

..... cf texte 2 de Bachelard : La formation de l'esprit scientifique, (Introduction) 1938

L'obstacle pédagogique que rencontre le professeur :

- = ne pas voir les obstacles épistémologiques des élèves
- = croire que l'esprit des élèves commence comme une leçon
(= croire que les élèves ne savent rien en entrant en cours)
- = refus d'une « psychologie de l'erreur »
(= refus de chercher les causes psychologiques d'une erreur)

Enseigner la science \neq sanctionner les erreurs comme des fautes de l'esprit ou comme témoin d'une incapacité naturelle
= chercher à comprendre les représentations erronées (derrière les obstacles épistémologiques rencontrés par l'élève) qui l'empêchent d'accéder à l'esprit scientifique
L'esprit scientifique moderne nous montre que la connaissance approchée est toujours une erreur rectifiée

IV- QU'EST-CE QUE LA VÉRITÉ SCIENTIFIQUE ?

A- QU'EST-CE QU'UNE THÉORIE SCIENTIFIQUE ?

\neq l'accès au secret intime et absolu de la réalité, la certitude absolue, la connaissance de l'essence de la chose en soi
 \neq une croyance subjective comme une autre
= une description explicative rationnelle, un modèle opératoire de la réalité toujours remis en cause, qui progresse indéfiniment
cf "lunettes" *transcendantes* de Kant pour voir/comprendre le monde comme phénomène (CRP)
= un accord de la communauté scientifique d'une époque sur un modèle explicatif de la nature ou des hommes
→ Une vérité scientifique devrait toujours commencer par « *En l'état actuel de nos connaissances...* »

B- QU'EST-CE QUE LA VÉRITÉ ?

1. Trois approches de la vérité

\neq croyance personnelle et subjective
 \neq certitude absolue, définitive et totalement objective

Mais la vérité scientifique peut-elle exclure toute subjectivité, tout aléa, toute incertitude ?

On peut trouver trois critères de vérité scientifique différents, selon les sciences :

Sciences mathématiques : la *conclusion* d'une DÉMONSTRATION *non-contradictoire, cohérente* / axiomes initiaux
Sciences physiques : l'*explication* d'une LOI causale déterminant les phénomènes en *adéquation avec l'expérience*
Sciences humaines : la *compréhension* d'un SENS, d'une signification humaine à interpréter

\neq Démontrer par une DÉDUCTION = montrer la cohérence logique entre une nouvelle proposition opératoire et les postulats de départ (axiomes, théorèmes) qui ne sont pas contredits.
 \neq Expliquer par une LOI = *déterminisme* des sciences de la Nature : une cause extérieure détermine un effet (Galilée)
 \neq Comprendre le SENS = *herméneutique*, interprétation cohérente des faits humains / raisons, motifs
 \neq loi déterministe stricte, mais parfois déterminisme statistique
(Dilthey - « *Nous expliquons la nature, nous comprenons la vie psychique* » », Weber, Gadamer)

- Dans les différentes sciences humaines, on utilise une méthode rigoureuse, +/- objective / différents points de vue
- avec des moyens rigoureux (enquête, attention aux biais, vérification des sources, mesures précises, paramètres...)
- Les sciences humaines décrivent le sens des phénomènes humains, mais certaines peuvent aussi prédire des comportements à partir d'une « abduction » statistique qui permet, à partir d'un échantillon soigneusement choisi, d'avoir accès à une forme de *déterminisme probabiliste, mais relatif aux conditions de départ* (l'être humain peut ensuite modifier les conditions de l'expérience, à la différence de la nature, qui ne se modifie pas d'elle-même).

Problèmes spécifiques de la scientificité des Sciences humaines:

- Un objet complexe : Comment analyser objectivement des subjectivités humaines complexes car libres, qui peuvent toujours changer, à la différence de la chute d'un caillou, par exemple ?
- Un sujet susceptible d'influence : La nature commune du sujet et de l'objet de l'expérience(= deux humains) rend la neutralité délicate (influence possible).
- une loi sociologique = une loi tendancielle relative aux conditions d'une organisation sociale modifiable
 \neq une loi de la nature = une loi qui détermine des régularités dans l'organisation d'une nature qui change très peu
=> Les conditions de départ peuvent changer : la sociologie des votes évolue plus vite que la loi de l'attraction universelle !
- { compréhension des raisons / intention du sujet
 \neq explication d'autres facteurs humains non intentionnels : les déterminations inconscientes sociales (Marx, Bourdieu)

ou psychologiques (Freud, Lacan...), celles des structures de la langue (Saussure, Chomsky...), des systèmes d'échange (Mauss), de la parenté, la filiation ou les mythes (Levi-Strauss...)

- En sciences humaines :
 - une cause peut produire différents effets
 - de multiples causes peuvent produire le même effet
- => quelques « mécanismes de causalité » mais peu de prédictions, ou au mieux conditionnelle / statistiques.
=> « lois-conséquences » ou pseudo-explications fonctionnalistes (toujours insatisfaisantes, car complexité des facteurs)

2- Des méthodes diverses :

a- Il existe différents types de méthodes rigoureuses en sciences humaines, par exemple :

- MÉTHODES QUANTITATIVES/ donnée chiffrées (pb/ subjectivité rémanente des choix individuels, biais cognitifs, pas d'observation neutre, multiples paramètres... + pbs éthiques)
cf expérience *RIRE* . Bien être, stress : comparaison / groupe test : méditation vs informatique
cf questions fermées ou inductives / sondage, enquête (« QPV de l'insécurité ? »)
→ modestie / la « crise de la reproductibilité » / statistiques en psychologie
=> attention au scientisme quand on veut concurrencer les sciences de la nature.

- MÉTHODES QUALITATIVES / signification d'un événement => interprétation à dégager des données
analyse (comparative ou non) de cas particuliers (idéaux-types), modèles qui permettent de comprendre des problèmes généraux (ex : individus réticents, favorables, neutres...)

b- Il existe aussi différents types de méthodes rigoureuses en sciences :

- ANARCHISME MÉTHODOLOGIQUE (Feyerhabent) : « Anything goes » (*Tout est bon !*)
La science, si on regarde son histoire, ne suit pas une méthode rigide, qui pourrait même empêcher la connaissance scientifique de progresser. Le progrès scientifique n'évolue pas linéairement (comme le pense Popper) mais par bricolage, par imagination (Galilée démontre qu'il existe un autre point de vue, mais ne falsifie pas vraiment Aristote)
=> remise en question de la distinction trop stricte Science/non-science : toutes les théories ne se valent pas, mais toutes doivent être étudiées. Les phases de désordre et de chaos de l'imagination peuvent toujours être féconds.

cf video: [Paul Feyerabend, l'anti-méthode scientifique ?](#) ; [Against Method and For 'Pseudoscience'](#) ;
[Le joyeux bordel de la science](#) ; [Feyerabend, par Pierre Gillis](#) ; - [Paul Feyerabend, l'anti-méthode scientifique ? \(2/2\)](#)
cf aussi Serres, critique de Bachelard : « *La Réforme et les sept péchés* », Hermès II, L'Interférence, Minuit, 1972, p. 201-222

cf aussi Holton : [L'imagination scientifique](#) ;

Et cette réflexion attribuée à Albert Einstein : « *La logique vous mènera d'un point A à un point B. L'imagination vous mènera partout* »

c- remise en question de la notion de « méthode expérimentale » par René Thom :

"*La méthode expérimentale : un mythe des épistémologues (et des savants) ?*", revue Le débat, n° 34, 1985/2, p. 11-20, ou
« [La philosophie des sciences aujourd'hui](#) », Jean Hamburger (dir.)1985, p7-17.

Pour Thom, la notion même de « méthode expérimentale » est une alliance de mots contraires, un oxymore : si la méthode renvoie à un plan prévu à l'avance et rigoureusement suivi, la « pratique expérimentale », au contraire, est une exploration qui se fonde sur l'imagination d'hypothèses. Contrairement à ce que dit Bacon, l'expérimentation seule ne peut fournir une relation de causalité, il faut pour cela une exploration du réel, voire une erreur féconde, une sérendipité, incompatible avec l'idée même de méthode a priori. C'est la pensée qui donne sens à l'expérimentation, et l'intuition d'une cause formelle (l'idée nouvelle imaginée) qui importe, et non l'expérimentation d'une cause efficiente. La soumission aux « faits expérimentaux » apparaît comme un nouvel « argument d'autorité » qui tend à occulter le pouvoir de la pensée qui les constitue.

Cf cette citation de Claude Bernard: «*Il n'y a pas de règles à donner pour faire naître dans le cerveau, à propos d'une observation donnée, une idée juste et féconde qui soit pour l'expérimentateur une sorte d'anticipation intuitive de l'esprit vers une recherche heureuse. L'idée une fois émise, on peut seulement dire comment il faut la soumettre à des préceptes définis et à des règles logiques précises dont aucun expérimentateur ne saurait s'écarter ; mais son apparition a été toute spontanée, et sa nature est tout individuelle.* » « *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* », 1ère partie, chp 2, II : L'intuition ou le sentiment engendre l'idée expérimentale.

La géologie, la classification biologique des espèces, l'astronomie... ne peuvent réaliser des expériences comme en physique. Il nous faut donc parler de démarches scientifiques *au pluriel*, que ce soit dans les sciences de la nature, dans les sciences humaines ou en mathématiques.

3- Une vérité « prouvée par l'expérience » ?

Vrai = ce qui est prouvé, validé par l'expérience (Sciences de la Nature) ?

Vrai = ce qui est démontrable / cohérent avec les prémisses (logique + mathématiques) ?

Distinction entre vérité réelle et validité logique d'un raisonnement (un raisonnement peut être valide logiquement et faux / vérité)

Question : une expérimentation particulière peut-elle fournir une preuve qui valide/vérifie une théorie universelle ?

→ Comment passer d'un nombre limité d'expériences à une loi universelle, valable pour toutes les expériences ?
C'est le problème classique de l'induction.

induction \neq déduction : la pomme tombera-t-elle? Le soleil se lèvera-t-il demain ? (question posée par Hume)

induction : du particulier à l'universel

déduction : de l'universel au particulier

abduction : universel théorique \rightarrow test particulier/ expérience \rightarrow universel vraisemblable (Aristote, Pierce, Popper)

3.1 \rightarrow un nombre limité d'expériences ne peut JAMAIS VÉRIFIER/VALIDER une théorie

\Rightarrow on peut avoir des certitudes sur ce qui est faux, non sur ce qui est vrai

3.2 \rightarrow Toute expérience scientifique doit être *universalisable* :

c'est à dire compréhensible par tous et reproductible par tous, (chacun doit pouvoir en droit refaire l'expérience).

Remarque : On peut reproduire des expériences sur la théorie de l'évolution avec des mouches drosophiles, mais c'est plus complexe pour certaines sciences ! On ne peut reproduire la bataille de Bouvines, on peut seulement établir rigoureusement le fait grâce à des sources objectives, puis construire une interprétation de l'événement qui tente de rendre compte de l'ensemble des sources et des points de vue.

3.3 \rightarrow L'expérience = une tentative de FALSIFICATION de la théorie (Karl POPPER, qui suit ici Kant)
RÉFUTATION (Popper préfère le terme de « falsification »)

en faisant varier les paramètres pour mettre en difficulté l'hypothèse (cf la variation des plans inclinés chez Galilée)
une expérience peut prouver qu'une théorie est fausse, mais ne peut prouver qu'elle est vraie.

Si cette dernière résiste, elle est renforcée, confortée, cor-roborée \Rightarrow on la conserve jusqu'à la prochaine fois !
(Mill, Dewey, Popper...)

\Rightarrow l'expérimentation est réalisée pour tenter de mettre le plus à mal possible l'hypothèse théorique.

3.4 \rightarrow Une théorie \neq $\left\{ \begin{array}{l} \text{une loi de la nature en elle-même, la découverte de son principe explicatif ultime,} \\ \text{principe « transcendant », dessein théologique, secret divin de la création} \end{array} \right.$
 $=$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{une loi de l'esprit humain qui permet de connaître la nature} \\ \text{principe « transcendantal », qui renvoie à notre manière humaine de connaître} \end{array} \right.$
 $=$ un modèle conceptuel « opératoire » qui explique et décrit la réalité le mieux possible
qui permet $\left\{ \begin{array}{l} \text{de prédire des événements} \\ \text{d'expliquer le déterminisme sous-jacent} \end{array} \right.$

La théorie antique venait a posteriori, après coup pour confirmer, valider l'observation première non remise en cause / hypothèses dites « ad hoc » (même si les hypothèses ad hoc ne sont pas forcément fausses et peuvent être ultérieurement justifiées !)

L'hypothèse théorique moderne, forgée elle a priori, vient avant l'expérimentation qui tente de la falsifier / réfuter (Popper)

cf L'expérience de Toricelli / pression atmosphérique \neq fontainiers de Florence / La nature a horreur du vide \rightarrow 10.33m!

cf L'expérience d'Eddington / la relativité d'Einstein : si l'expérience avait échoué, la théorie d'Einstein aurait été compromise.

\Rightarrow Il existe donc 3 degrés d'accord d'une théorie avec l'expérience, selon que cette théorie est :

- Falsifiable \Rightarrow alors il s'agit d'une théorie non-scientifique (ex : astrologie)
- Infalsifiable \Rightarrow alors c'est une hypothèse théorique scientifique susceptible un jour peut-être d'être réfutée
- Non (encore) falsifiée \Rightarrow hypothèse théorique déjà testée, et non réfutable pour le moment : elle en est sortie renforcée, *corroborée*, mais peut-être un jour réfutable

La réfutabilité d'une théorie = un critère de « démarcation » entre science et non-science pour Karl Popper

On ne peut jamais « vérifier » une théorie, une expérience ne peut que l'invalider.

Au mieux, une théorie est *corroborée* (c'est à dire « consolidée »), terme un peu ambigu, mais jamais *validée* ou *vérifiée* (termes à éviter en science de la Nature, et encore plus en Sciences Humaines, où un certain scientisme l'utilise encore trop souvent)

4- Une théorie « mathématisée »

- la naissance de la science moderne => passage d'une physique qualitative à une physique quantitative
(/substance, cf alchimie) (/relations, mathématiques)

Les scientifiques ne recherchent plus le *pourquoi* de la connaissance métaphysique d'une substance, mais le *comment* sous forme d'une relation formelle mathématisée entre des phénomènes.

- La théorie doit répondre au principe d'économie (pas d'hypothèse inutile)
- Les hypothèses de la théorie doivent être consistantes (ne pas se contredire)
- Les hypothèses de la théorie doivent être complètes (pour pouvoir rendre compte du maximum de propositions démontrables)

Pb : la mathématisation d'un savoir, essentielle en Physique, n'est pas le seul critère de scientificité. La biologie moléculaire, les sciences du vivant, la théorie de l'évolution, les sciences de la terre, sont très peu mathématisées, à la différence de la Physique, où la formalisation mathématique est plus qu'un simple outil, mais intervient dans la constitution même des concepts physiques (cf Levy-Leblond, *La vitesse de l'ombre*, chp Le réel de/dans la physique, p309 sqq). Sans parler des sciences humaines.

5- La vérité mathématique est-elle totalement « démontrable » ?

En mathématiques, une proposition est considérée comme vraie quand elle est démontrable, c'est à dire déduite d'un système d'axiomes cohérent (= non contradictoire : on ne peut pas en déduire un théorème et le théorème opposé) et complet (on doit pouvoir en déduire la vérité de tous les théorèmes possibles, sans théorème indémontrable).

Ex : Axiomes d'Euclide pour la géométrie, axiomes de Peano pour l'arithmétique... (voir plus haut)

MATHÉMATIQUES :

????? → Sur quel fondement repose la validité des axiomes admis ?

Les axiomes, source de toute démonstration, peuvent-ils eux-mêmes être démontrés ?

AXIOMATIQUE

= système déductif d'axiomes, hypothèses fondamentales, intuitives, mais non-démontrées (cf les postulats d'Euclide)
= conventions

THÉORÈMES

raisonnement inductif / recherche d'une conjecture
+ raisonnement déductif pour démontrer cette conjecture.
(Poincaré, *La science et l'hypothèse*, I)

DÉMONSTRATIONS

Question : sur quoi repose la certitude d'une démonstration ?

a- Peut-on démontrer/déduire la vérité des axiomes mathématiques sur lesquels se fondent les mathématiques ?

Mathématiques = une science hypothético-déductive : on y déduit des propriétés particulières à partir d'**axiomes** (= hypothèses de base) posés au départ.

C'est Euclide vers 300BC qui énonce les postulats et les axiomes ("notions ordinaires") sur lesquels reposent la géométrie.

Les voici :

« Postulats du livre I des *Éléments* d'Euclide :

1. Un segment de droite peut être tracé en joignant deux points quelconques.
2. Un segment de droite peut être prolongé indéfiniment en une ligne droite.
3. Étant donné un segment de droite quelconque, un cercle peut être tracé en prenant ce segment comme rayon et l'une de ses extrémités comme centre.
4. Tous les angles droits sont congruents.
5. Si deux lignes droites sont sécantes avec une troisième de telle façon que la somme des angles intérieurs d'un côté est inférieure à deux angles droits, alors ces deux lignes sont forcément sécantes de ce côté.

Notions ordinaires du livre I des *Éléments* d'Euclide :

1. Deux choses égales à une troisième sont aussi égales entre elles.
2. Si des grandeurs égales sont ajoutées à d'autres grandeurs également égales entre elles, leurs sommes sont égales.
3. Si des grandeurs égales sont soustraites à d'autres grandeurs égales, leurs différences sont égales.
4. Si des grandeurs qui coïncident, s'adaptent avec une autre, elles sont égales entre elles.
5. Le tout est plus grand que la partie.

Extrait de la présentation des *Éléments* d'Euclide : [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ments_\(Euclide\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9ments_(Euclide))

Tentative de démonstration que des GNE (géométries non-euclidiennes) sont absurdes : Gauss, Bolyai, Riemann, Lobatchevski :

cf cette video niveau 1 sur les GN-E : <https://www.youtube.com/watch?v=enZpq8jvFEs>

cf cette video niveau 2 sur les GN-E : <https://www.youtube.com/watch?v=aNyckEiHVv0>

→ le 5ème postulat d'Euclide (formulation simplifiée): par un point situé hors d'une droite (Figure 1) il ne passe qu'une et une seule droite parallèle à la première (Figure 2)

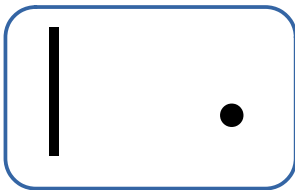


Figure 1



Figure 2

Les GNE = tentatives au 19ème siècle de démontrer par l'absurde que l'on ne peut pas construire de mathématiques cohérentes à partir d'autres axiomes que ceux d'Euclide => le fait que Bolyai, Riemann ou Lobatchevski y réussissent montre que l'axiomatique d'Euclide, base de toute démonstration géométrique, ne peut elle-même être démontrée :

=> ***impossible donc de fonder avec certitude le fondement sur quoi repose tout l'édifice mathématique (= l'axiomatique)!***

Et même si les GNE construites ne peuvent démontrer par l'absurde la nécessité de la GE, elle peuvent trouver néanmoins un champ d'application elles aussi :

- Einstein aura besoin d'une partie de la géométrie « héli-sphérique » de Riemann pour construire... la relativité restreinte
- La géométrie hyperbolique de Lobatchevski trouvera une application importante pour comprendre les trous noirs

Les géométries non-euclidiennes :

Le cinquième postulat d'Euclide ou ici (niveau 1)

Les propriétés des figures se modifient selon les différentes géométries (niveau 1)

Géométries euclidienne et non-euclidiennes, de Michel-Elie MARTIN (niveau 1)

La géométrie hyperbolique | Relativité (niveau 2)

La géométrie courbe de Riemann (niveau 2)

La géométrie hyperbolique de Lobatchevski (niveau 2)

→ remise en question de la 5ème « notion ordinaire » par la théorie des ensembles infinis de Cantor : comment dire qu'un ensemble infini inclus dans un autre est plus petit qu'un autre ensemble lui-même infini ?

<=> la « crise des fondements »

En découleront des positions différentes chez les mathématiciens concernant la nature des fondements des mathématiques :

- le logicisme de Frege et Russel,
- le formalisme de Hilbert,

- l'intuitionnisme de Brouwer et Heyting,
- voire le constructivisme

Cf Logique mathématique et indécidabilité ou Les points de vue sur la nature des mathématiques

b- Autre façon de tenter de démontrer la vérité des axiomes : « Est-il possible d'avoir une axiomatique, un système d'axiomes, à la fois *complet* et *cohérent*, où toute proposition soit *décidable* ? »

b1- Frege, *L'Idéographie*, 1879 : une théorie mathématique doit avoir ces 3 propriétés :

- cohérence : A partir du système d'axiomes on ne peut démontrer une proposition et son contraire
- complétude : A partir du système d'axiomes on peut démontrer tout énoncé, ou alors démontrer son opposé
- décidabilité : A partir du système d'axiomes on peut tester n'importe quel énoncé pour décider s'il est vrai ou faux. Il n'y a donc pas de proposition indécidable (dont on ne puisse dire si elle est vraie ou fausse).

b2- Les deux théorèmes d'incomplétude de Gödel (1931) montrent la difficulté de démontrer une vérité mathématique : le vrai mathématique n'est pas aisément démontrable.

- 1- Premier théorème d'incomplétude : Il existera toujours des conjectures indécidables, des propositions dont on ne peut démontrer qu'elles sont soit vraies soit fausses. Un système d'axiomes sera toujours soit incomplet, soit incohérent. Il est impossible de démontrer les deux en même temps. Ainsi, il n'est pas possible de démontrer la complétude d'une axiomatique cohérente, ou la cohérence d'une axiomatique complète.
- 2- Deuxième théorème d'incomplétude : pour démontrer la cohérence d'un système d'axiomes, il faudrait pour le faire sortir de ce système pour assurer sa cohérence à partir d'un autre système d'axiomes, non démontrable à son tour.

Les systèmes axiomatiques :

L'axiomatique - Les Éléments d'Euclide | Grain de philo #14 (Ep.4) (niveau 1)

L'Axiomatisation, un pilier des mathématiques modernes - Passe-science #3 (niveau 2)

Le théorème de Gödel :

Théorèmes d'incomplétude de Gödel ; Théorème d'incomplétude de Gödel : on ne peut démontrer la validité d'un domaine mathématique (comportant de l'arithmétique) par lui-même (complétude + cohérence) => il existe des propositions indécidables, dont on ne peut pas démontrer la vérité.

Le théorème d'incomplétude, la révolution mathématique de Kurt Gödel - Passe-science #7 (niveau 2)

Les théorèmes d'incomplétude de Gödel (niveau 1)

Gödel et l'incomplétude des sciences - Tronche en Live #10 (niveau 1)

Gödel's Completeness and Incompleteness Theorems, by Eliezer Yudkowsky

Extrait de l'article de Myrto Sauvageot, « Les théorèmes d'incomplétude de Kurt Gödel », publié dans *Tangente Hors-série n°38 - Mathématiques et philosophie*, Éditions POLE, Paris 2010, p. 62-63

Le théorème de Gödel. Voyages au pays des maths ARTE ; Les théorèmes d'incomplétude de Gödel | Infini 18 ; Les théorèmes d'incomplétude de Gödel Science étonnante ; Le paradoxe au cœur des mathématiques ;

c- Quel est le statut des « objets mathématiques » ? sont-ils réels (= position platonicienne), des fictions, ou des modèles opératoires de l'esprit ?

d- Certains objets des mathématiques soulèvent des contradictions internes, comme celle d'« Ensemble infini »

→ paradoxe de l'ensemble des ensembles qui ne se contiennent pas, paradoxe du barbier...

=> Crise de la théorie des ensembles de Cantor : Métalangage et niveaux de langage, de Tarski et Russel

Le vrai en mathématiques n'est pas démontrable en soi, mais en fonction d'une axiomatique particulière

La vérité d'un théorème dépend d'un système axiomatique qu'on ne peut pas lui-même démontrer

C- Qu'est-ce que l' OBJECTIVITÉ SCIENTIFIQUE ? :

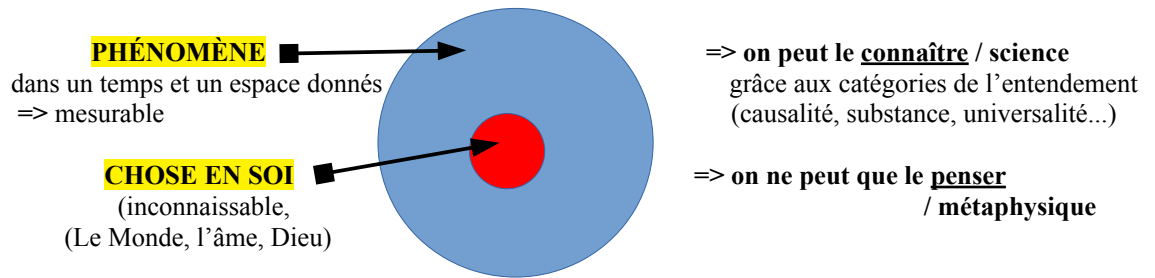
1- La loi scientifique

⌈ ≠ la loi de la Nature, ordre secret de la création, loi ultime qui régit la réalité
= la loi de l'esprit qui connaît la Nature (Kant, Critique de la Raison Pure)

n'est plus *transcendante*/volonté de connaître la chose en soi,

mais *transcendantale* / manière de connaître les phénomènes (Kant, Critique de la Raison Pure)

Une connaissance a priori (comme hypothèse) est élaborée à partir de nos catégories humaines communes et se traduit dans une expérience des phénomènes inscrite dans un espace et un temps que les autres humains peuvent partager.
(cf exp avec les lunettes colorées)



2- L'objectivité scientifique : { ≠ accord absolu avec la réalité, dont on aurait trouvé l'explication parfaite et définitive
= accord de la communauté scientifique d'une époque qui fait confiance
au meilleur modèle explicatif actuel, non encore réfuté par l'expérience.

3- Vérité ≠ connaissance de la vérité profonde d'un être
= approche, 'approximation' de la vérité, « vérisimilitude » (Popper), horizon de la chose en soi (Kant)

4- Est scientifique une hypothèse théorique :

- dont la loi a une formulation mathématique, ie : rationnelle et universellement compréhensible par tous (Descartes)
- dont l'expérience qui la teste est universellement reproductible par tous (Kant)
- qui est falsifiable expérimentalement mais non encore réfutée (cf la *démonstration apagogique* en sciences, Kant *CRP*, II, chp1, 4ème section, TP 535) → Popper développera cette analyse de Kant (on ne l'a pas assez remarqué) :
=> le critère de démarcation entre Sciences et non-sciences est leur falsifiabilité/ l'expérience
cf Popper : science et pseudo-science ;

→ mais attention à la caricature de Popper : une expérience ne suffit pas généralement pour réfuter une théorie.
On ne teste jamais seulement une théorie, mais on teste à la fois une théorie et des hypothèses auxiliaires (qui peuvent être seules à être fausses) => la théorie n'est pas forcément réfutée par une expérience (fiabilité des instruments, des mesures...) et une théorie fiable peut nous amener à réfuter les conditions de l'expérience.
cf La théorie peut-elle réfuter l'expérience ? | Grain de philo #22 et Merci Captain Ad Hoc ! | Grain de philo #23

5- L'esprit scientifique, une œuvre collective et infinie

- ≠ un esprit qui sait tout sans se tromper
- ≠ savoir absolu de la chose en soi ; recherche de la qualité substantielle (comme l'Alchimie le faisait) depuis Aristote)
- = un esprit qui appréhende le monde avec une méthode rigoureuse
- = connaissance de la relation entre les phénomènes mesurables qui dégage { une loi quantitative
un sens qualitatif rigoureux,

L'expérience scientifique n'est plus la simple observation individuelle toujours sujette à caution, mais une expérimentation élaborée dans des conditions suffisamment rigoureuses d'observation afin d'éviter le plus possible les biais de raisonnement et de mieux cerner la part respective des différents paramètres : le laboratoire d'expérimentations scientifiques.

La publication dans une revue scientifique après la relecture par les pairs permettent de construire une vérité universelle qui relève du consensus entre savants. Cette vérité que tout le monde peut tester et remettre en cause le sera sans doute un jour, mais elle demeure au présent le meilleur modèle opératoire de la compréhension du monde.

méthode = rigueur / description objective et non subjective (ethnologie)

= mesure quantitative mathématisable

=> { économie dans les hypothèses (on en prend le moins possible)
complétude (on peut déduire tous les propriétés possibles des hypothèses choisies)
cohérence (les axiomes et la chaîne des théorèmes ne se contredisent pas entre eux)
valable pas seulement pour les maths

- = recherche d'une causalité dans la relation entre les phénomènes naturels / sciences de la Nature
- = recherche d'un sens permettant de comprendre l'intention ou la structure d'un fait humain / SHS

Son effet est la prédictibilité : la loi permet de prédire les événements

D- ÉVOLUTION DE LA SCIENCE / HISTOIRE DES SCIENCES

=> complément des théories passées en les englobant ou rupture en les réfutant ?

1- Rupture épistémologique / changement de paradigme (Kuhn) dans la représentation de la nature à chaque grande découverte.

Ex : géocentrisme → héliocentrisme ; lampe à huile → ampoule : combustion pour éclairer

→ lampe à incandescence/ empêcher la combustion pour éclairer (Bachelard)

- découverte des lunes de Jupiter par Galilée => le modèle géocentrique est insatisfaisant

- découverte ancienne des irrégularités dans le périhélie de Mercure => invention d'une hypothèse ad hoc par

Newton /présupposition de l'influence d'une planète inconnue : Vulcain. Cela devient une 'observation polémique' pour Einstein

- Principe d'indétermination d'Heisenberg / dualité ondes/corpuscule.

(plus que principe d'incertitude car ambiguïté / décision arbitraire : *unsicherheit* → *unbestimmtheit*)

« non-commutativité des observables »: on ne peut observer en même temps la vitesse et la position d'une particule.

Mesurer la vitesse d'une particule, puis sa position, ne donne pas le même résultat quand on fait l'opération inverse

La connaissance scientifique est toujours une connaissance approchée (approximation de la vérité) qui rectifie des erreurs passées (Bachelard)

Science = connaissance approchée des régularités de la nature

2- Limite du critère de falsification de Popper :

Le critère de démarcation entre science et non-science de Popper, s'il revêt une valeur heuristique (prédictive) incontestable, a cependant subi de nombreuses critiques :

a- il est surtout valable pour les sciences de la Nature comme la Physique, mais ne l'est pas pour les Mathématiques, dont le formalisme est hypothético-déductif, ou pour les Sciences Humaines et Sociales, qui comportent une part d'induction, de subjectivité, d'influence d'un milieu aux mille variables. Ce qui justifie soit une approche qualitative, soit une approche quantitative statistique, car quand l'objet d'étude est l'humain, une certaine liberté, qui peut toujours changer, et surtout rencontre des paramètres multiples. Cette approximation nécessaire amène souvent une méthode statistique qui valorise une probabilité, mais tolère des exceptions sans les considérer comme des contre-exemples. Le fait qu'un élève issu de milieu très modeste puisse faire de grandes études n'infirme pas le déterminisme social des inégalités scolaires.

b- Certaines sciences échappent au critère poppérien de réfutabilité : Géologie, Biologie... (cf Reichenbach). Certaines hypothèses permettent un gain dans la compréhension théorique sans pouvoir être réfutées (ex : théorie des cordes, économie... voire mathématiques !)

c- Pour Kuhn, le critère de falsification concerne les phases de bouleversement des paradigmes et de révolution scientifique, et non la « science normale ». Pour qu'une théorie soit falsifiée, il faut qu'une nouvelle théorie de remplacement soit disponible, sinon, même avec des « anomalies » le paradigme ancien continuera d'être utilisé. Une anomalie ou une preuve contraire n'aboutit souvent qu'à une crise où l'on cherche à conserver la théorie en lui adjoignant des éléments ad hoc, des « hypothèses auxiliaires qu ne peuvent être vérifiées » (Popper), sans la tenir pour autant comme falsifiée (cf Kuhn in "La structure des révolutions scientifiques", chp 7, Réponse à la crise, p114 Champs Flammarion, par exemple).

d- Pour Lakatos, le critère de falsification exclut en fait l'activité des chercheurs dans leur travail quotidien, où il arrive fréquemment -et à juste titre parfois, car un paramètre peut avoir été oublié- de continuer à travailler avec une théorie pour laquelle on a trouvé un contre-exemple et qui a donc été falsifiée (cf Lakatos in "La falsifiabilité et la méthodologie des programmes de recherche scientifique (8-33)". Lakatos est donc partisan d'un « falsificationnisme sophistiqué » -où il revient à chaque nouvelle théorie de se forger un « programme de recherche » global qui précise les conditions selon lesquelles ce dernier pourra être mis à l'épreuve et éventuellement réfuté-, différent du « falsificationnisme naïf » d'hypothèses individuelles, comme celui de son maître Popper.

E- QU'EST-CE QUE L'ESPRIT CRITIQUE en SCIENCES ?

1- Accepter la subjectivité des points de vue : expérience personnelle et expérience rationnelle :

Être témoin d'un événement, faire une observation personnelle amène souvent une croyance forte et naturelle dans la réalité de ce qu'on a vu, entendu, perçu.

Une première étape consiste à comprendre la notion de point de vue : ce n'est parce que j'éprouve une perception sensible que les autres éprouvent ce que j'ai éprouvé : ce que j'éprouve est toujours un point de vue sur la réalité, et non la réalité elle-même. Et ce point de vue singulier qui est le mien ne suffit pas pour convaincre les autres qu'il est le seul vrai.

Dans une deuxième étape apparaît alors la différence nécessaire entre subjectivité et objectivité. L'absence d'esprit critique relève souvent d'une subjectivité qui se croit objective : je crois parler d'une chose réelle, de l'objet que je perçois, et je ne parle en fait que de mon point de vue subjectif sur la chose.

Une expérience individuelle que je fais moi-même ne suffit jamais pour emporter la conviction d'autrui. Pour aller une objectivité que sa raison pourrait reconnaître, il est nécessaire de prendre conscience de sa propre subjectivité et de s'intéresser aux autres points de vue subjectifs. Peut-être alors l'intérêt que je pourrai porter à l'ensemble des points de vue subjectifs sur un objet nous permettra-t-il d'approcher un peu d'une objectivité reconnue par tout point de vue rationnel, c'est à dire se mettant à la place d'un point de vue général sur l'objet ?

Cf : Une conférence video en ligne de Guillaume Lecointre en deux temps :

1- Savoirs - Croyances – Opinions (1h06)

2- Les attendus de la démarche scientifique (1h09)

2- Mettre en doute les évidences et les observations simples (Platon, Descartes, Kant, Bachelard) : on ne peut se fier à ce que nous apprennent nos sens, à la variété des apparences que peut prendre une chose (cf morceau de cire, Descartes), aux opinions et aux préjugés qu'on entend. Il faut remettre en question ce que nous observons, et ne pas se fier aux observations passives, mais questionner activement la nature en la « forçant à répondre à nos questions ». Une corrélation peut sembler une causalité, il faut apprendre à se méfier des relations fortuites non causales (cf les « spurious correlations »!) Une perception peut être de manière générale peut aussi être partielle ou le jugement qu'on s'en fait erroné (« Ce n'est pas une image juste, c'est juste une image » (Godard), et son interprétation peut en changer radicalement le sens (cf Le fameux extrait des Lettres de Sibérie, de Chris Marker, 1957)

3- Distinguer 4 sortes de doutes (Descartes):

Première distinction : Le doute hyperbolique et le doute méthodique (scientifique) : *douter pour douter et douter en vue de la recherche d'une vérité.*

Le premier doute est un doute paresseux, le « mol oreiller du doute » dont parle Pascal. Le doute hyperbolique (l'hyperbole est la figure de l'exagération) de ceux à qui « on ne la fait pas », qui doutent de tout, et finalement doutent pour douter, et non pour rechercher une quelconque vérité. A la différence, le doute méth/odique (odos = chemin) est « heuristique », il ne doute que pour chercher la vérité. Dans ce second cas, le doute est une étape pour accéder à la vérité, non un but en soi.

Deuxième distinction : Esprit critique et Esprit de critique : *douter de soi et douter des autres.*

La distinction précédente rejoint la différence entre l'esprit critique et l'esprit de critique. L'esprit critique est une démarche de connaissance, visant la vérité d'un discours objectif ; l'esprit de critique critique pour le simple plaisir de critiquer, et ne vise aucune connaissance. C'est une simple affirmation de soi qui essaye de dénigrer une autorité extérieure, en s'appuyant soit sur des opinions présentées comme faussement rationnelles, soit sur un ressenti incommunicable.

Si la science permet de remettre en question d'autres théories qui se prétendent véridiques, ce n'est que parce que ses outils lui permettent d'abord de se remettre elle-même continuellement en cause. On ne peut donc comparer le *discours de la science* dont l'objet est de se remettre en question pour progresser dans la compréhension du monde, et des *discours de croyance* qui tentent de remettre en question les discours différents sans eux-mêmes chercher à se mettre au doute. L'essence de la science est de *douter de ses propres théories* avant que de *douter des théories des autres*. L'esprit critique doute d'abord de lui-même, l'esprit de critique tente de remettre en doute exclusivement les autres discours que le sien. Le complotiste hypercritique ne doute pourtant jamais de soi, mais son esprit de critique remet indéfiniment en question ce qui lui vient des autres, sans viser une quelconque vérité. Au contraire, l'esprit critique scientifique doute d'abord des biais qui peuvent invalider sa propre démarche. Il essaye de réfuter ses propres hypothèses, sans jamais de tenter de les confirmer comme le fait l'esprit de critique dont tout indice quel qu'il soit réaffirme les croyances.

4- Pratiquer le dialogue, outil créateur du doute

Puisqu'il s'agit de cultiver le doute et de chercher d'autres points de vue que le sien, un moyen va se révéler particulièrement utile, c'est le dialogue. Il ne s'agit bien sûr pas ici d'une simple conversation où nul ne s'écoute et où chacun est préoccupé par son propre point de vue. Le dialogue se base sur deux suppositions préalables : reconnaître qu'il existe d'autres points de vue valables différents du mien qui peuvent m'enrichir en m'apportant la contradiction. Avoir envie de connaître ces points de vue pour savoir ce qu'ils peuvent m'apporter.

Le dialogue avec autrui d'abord, parce que l'échange permet de confronter son propre point de vue avec celui des autres. C'est quand à la fois je reconnais que ce que je pense est subjectif que je peux me tourner vers d'autres subjectivités. Je leur reconnais un intérêt important comme d'autres points de vue utiles pour tester le mien, le soumettre à l'épreuve du jugement des autres, et m'aider à la consolider, où à le rectifier. J'ai besoin des autres pour construire ma pensée en la frottant à la leur pour la consolider ou l'infirmier, bref, fonder on jugement. L'origine factuelle de tout débat est le constat d'un désaccord, d'une contradiction. Ce qui fonde en droit ce débat est la reconnaissance de la légitimité de points de vue différents, qui peuvent s'enrichir les uns aux autres. La parole scientifique elle aussi n'est jamais isolée : elle repose également sur le dialogue. Les pairs d'un-e scientifique tenteront toujours de contredire, d'examiner de manière critique, de falsifier les hypothèses d'un-e collègue, dans l'intérêt même de la science et d'une vérité visée par l'ensemble de la communauté. Ainsi, la parole scientifique ne dit-elle pas « Je sais », mais « Nous savons », car elle porte le résultat actuel du débat interne à la communauté scientifique, où l'ensemble des collègues discutent sans cesse en vue d'établir des consensus, même si ces derniers restent temporaires.

Le dialogue de mon point de vue avec moi-même, ensuite. C'est ce qui se passe à chaque fois que je cherche à douter de moi-même, à examiner mes pensées avec le point de vue d'un autre *que j'imagine*, quand je soumets à la critique mes réflexions immédiates. C'est d'ailleurs la définition de la pensée que donne Platon (la pensée = le dialogue de l'esprit avec lui-même). Imaginer en soi les objections des autres pour tenter d'éprouver en soi leur point de vue (2ème maxime de la pensée pour Kant). C'est là le plus haut point de l'esprit critique.

5- Ne jamais s'appuyer sur des sources sans les avoir examinées : Quelle est la première source de l'information communiquée, et est-elle fiable ? La rigueur et le sérieux dans la référence à des sources qui fondent une recherche : recherche institutionnelle, sites officiels, scientifiques... La solidité d'une maison est celle de ses fondations. La seule autorité est celle de la raison commune, et l'argument d'autorité doit le céder à l'autorité de l'argument. Ce qui caractérise les sites fiables qui peuvent être des sources d'information ou de connaissance intéressantes, c'est leur effort d'*objectivité*, c'est à dire leur effort pour tenir compte de la *totalité des divers points de vue subjectifs*. Ce qui revient à ne rien affirmer sans répondre avec des arguments précis aux objections des adversaires. Un texte qui fait comme si les affirmations qu'il avance étaient évidentes pour tout le monde sans daigner répondre aux objections qui lui sont pourtant opposées par ses interlocuteurs n'a guère d'intérêt en soi. Une autre caractérisation de ce genre de source, c'est la *capacité d'auto-critique*. Nul n'est à l'abri de dire une bêtise, le problème est surtout de ne pas le reconnaître et de l'analyser. Une source fiable est donc une source qui connaît et communique sur ses propres limites, et sait se remettre en cause quand il le faut, sans sortir de son champ de compétences. (Voir dans ce document le paragraphe IV, C- *Où trouver une l'information fiable sur Internet ?* Qui énumère plus en détail des questions précises à se poser face à une page d'Internet)

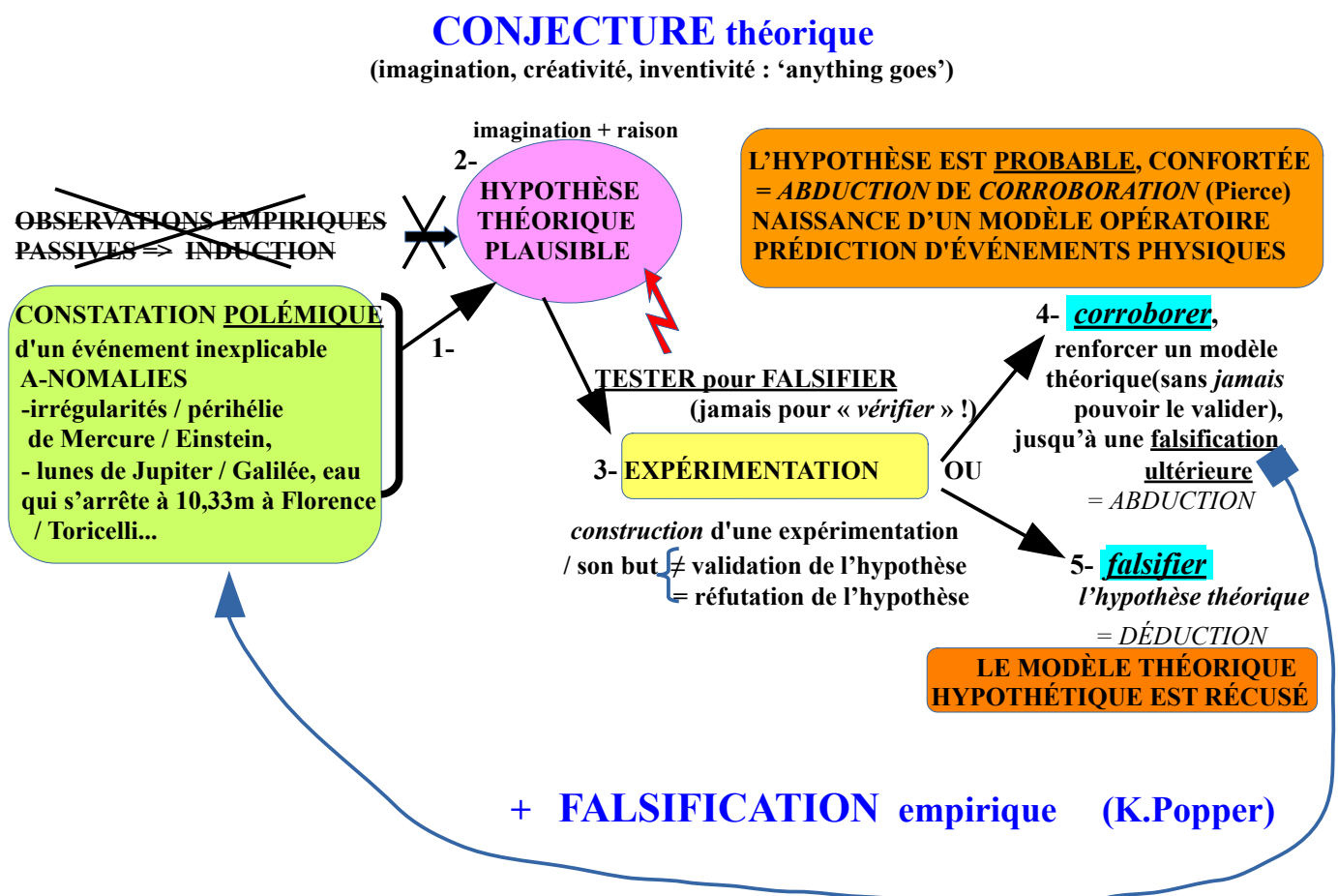
6- Critiquer la théorie par une expérience reproductible, donc universelle en fait (Galilée, Popper): soumettre les hypothèses à une expérience pour tenter de *réfuter* la théorie, et non pour essayer -assez étrangement comme on l'entend parfois dans certaines bouches- de la « valider », ce qu'un paranoïaque parvient, lui, très bien à faire. C'est la démarche *pré-scientifique* qui cherchait à « valider », à « vérifier » les hypothèses. La démarche scientifique moderne fait exactement le contraire : le recours à une expérience garantit la possibilité à toute raison humaine de pouvoir *tester*, *et donc de mettre en difficulté, tenter de réfuter* l'hypothèse avancée. Et cette expérience est universalisable -chacun peut la reproduire et toute raison humaine peut la comprendre En revanche, une expérience singulière non communicable, donc non universelle (« Je vois régulièrement des fantôme que les autres ne peuvent percevoir ») interdit tout esprit critique, car non-réfutable, comme nous l'avons vu plus haut.

7- Critiquer l'expérience par une théorie rationnelle, donc universalisable en droit (Kant): Une simple expérience n'a en soi aucun intérêt et ne démontre aucune affirmation générale, si elle n'est pas organisée dans une théorie rationnelle qui en permette l'intelligibilité. Une observation ne peut prendre sens qu'intégrée dans un système explicatif global. Au mieux, quand une observation apparaît comme un contre-exemple flagrant à une théorie en vigueur, elle doit nous inciter à trouver une théorie plus complète que la précédente, et qui puisse en rendre compte. L'appel à la raison commune est ici essentiel. Comme on l'a vu au dessus, l'intuition personnelle incommunicable interdit toute critique, car elle reste singulière. En revanche, la présentation d'une théorie *rationnelle*, donc compréhensible par tout le monde, invite chacun à faire preuve d'esprit critique à son égard. La théorie accepte -et même en sollicite- sa propre critique critique par la raison humaine dans le but de se soumettre à une pierre de touche accessible à tous : la raison de chacun.

8- Prendre en compte la variation des paramètres dans le point de vue expérimental (Galilée): Il ne s'agit pas de croire que le point de vue d'un expérimentateur est spontanément objectif. Son expérience peut dépendre de certains facteurs, de certaines conditions. En effet, les résultats obtenus dans une expérimentation sont rarement absolus. Ils sont sensibles et relatifs à certains paramètres, certaines situations, certaines mesures. Pour éviter de se contenter de résultats trop généraux et donc faux, il importe de développer une sensibilité aux petites variations de paramètres qui modifient radicalement, en le relativisant, le sens modeste d'un résultat (« dans de telles *conditions*, on trouve que.... »). D'où l'importance de répéter ces expériences pour isoler les paramètres qui empêchent l'accès à une loi objective et pouvoir situer les conditions d'énonciation de la loi.

9- Écarter les erreurs classiques de raisonnement, les « biais cognitifs », langagiers et psychologiques ([Platon](#) , [Aristote](#) , [Spinoza](#) , [Kant](#) , [Schopenhauer](#) , [Perelman](#) , [Henri Broch](#) -voir une liste de biais à la fin de son ouvrage sur 'Le Paranormal'-, [Kahneman](#) , [Joule et Beauvois](#) -ou [ici](#) -, [Monvoisin](#) ...) : l'enquête sur ce qu'on nomme dans l'époque récente des « biais cognitifs » a été débattue depuis longtemps sous d'autres noms, en ciblant les erreurs logiques, les approximations de raisonnement ou les manipulations fallacieuses auxquelles peuvent parvenir certains usages pervers de la raison. Cf ici sur la démonstration logique : [Comment démontrer n'importe quoi](#) et [ici](#). Avec parfois une limite dans l'**idéologie politique des biais cognitifs** : après avoir pensé un *sujet économique totalement rationnel*, l'économie classique s'est finalement rendu compte de l'importance des phénomènes irrationnels et peut avoir tendance à tomber dans l'excès inverse de ne concevoir la politique que comme une intervention autoritaire sur des *sujets totalement irrationnels*, incapables de comprendre et inaptes à toute éducation, et uniquement susceptibles d'être « manipulés pour leur bien » (cf le paternalisme libéral du nudge). Le postulat d'un individu économique rationnel a fait place au postulat d'un individu inévitablement soumis à des biais cognitifs naturalisés, et le gouvernement ne se donne plus la tâche de convaincre par la raison et d'amener à la majorité le jugement public, mais de persuader le plus discrètement possible, en usant de moyens indirects et comportementalistes, l'opinion, forcément irrationnelle, des 'citoyens obscurcis' par les biais cognitifs. Cf « [Le biais comportementaliste](#) » (collectif), ou [l'idéologie des biais cognitifs](#), avec Barbara Stiegler)

F- Schéma de la démarche scientifique pour la science moderne selon Popper :

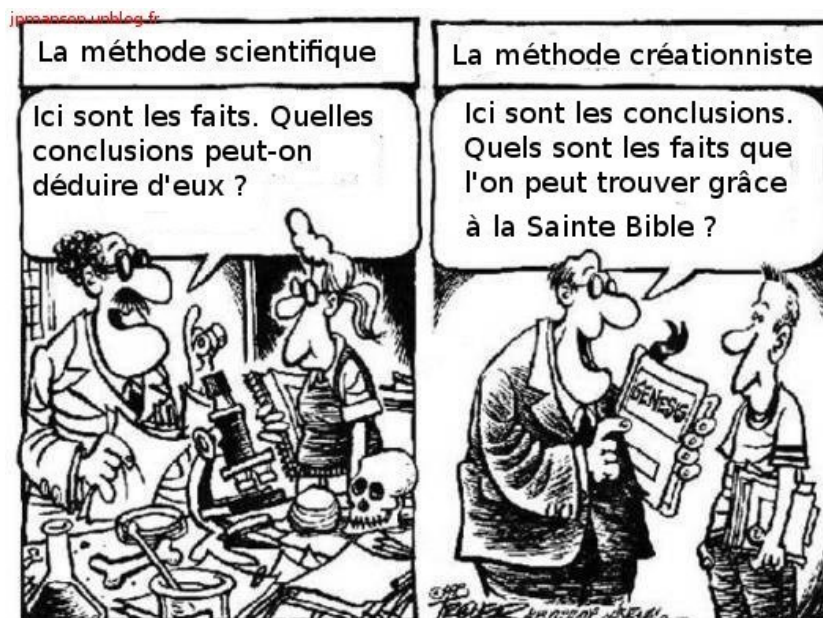


Evolution de l'histoire des sciences : { remise en question des modèles théoriques existants
réfutations empiriques

La science = l'organisation de la controverse autour d'une vérité à la fois en débat ET résultat d'un consensus.
= « la coopération *amicalement hostile* des citoyens de la communauté du savoir » (Popper)

=> progrès vers la vérité dans une histoire des sciences qui procède par réfutations successives des théories précédentes

La vérité = ce que la communauté scientifique d'une époque considère collectivement comme le meilleur modèle opératoire de compréhension du monde. En attendant la théorie scientifique suivante ! => véri-similiude (Popper)



à partir d'une [bande dessinée traduite de l'anglais](#)

En partant pourtant d'une l'intention louable dans la case de droite (combattre le créationnisme qui part du postulat d'une vérité indiscutable des textes sacrés qu'on ne peut que corroborer), on peut noter quand même un exemple de *contre-sens* sur ce qu'est la méthode scientifique.



Le dessin de gauche, en revanche, qui part de l'observation des faits pour en tirer une conclusion théorique, laisse croire que la science découvre des théories en examinant des faits récoltés au hasard. Cela correspond en fait à la *méthode du savoir antique* -qui part de l'observation des faits pour construire une théorie censée les « sauver » (sôzein ta phenomena »)- et non à la science moderne.

La *méthode scientifique moderne* part d'une conclusion formulée comme hypothèse théorique, pour ensuite non pas trouver des faits qui la corroborent, comme le fait le créationnisme, mais pour construire une expérience conçue pour tenter de falsifier cette hypothèse.

Ici, les faits sont produits a posteriori en laboratoire, et non donnés d'emblée.

G- ESPRIT SCIENTIFIQUE et ESPRITS NON-SCIENTIFIQUES

(voir tableau page suivante)

	L'ESPRIT SCIENTIFIQUE	L'ESPRIT NON-SCIENTIFIQUE		
	RATIONALISME	SUR-RATIONALISME		IR-RATIONALISME
THÉORIE	COHÉRENCE D'UNE HYPOTHÈSE RATIONNELLE CONSISTANTE (= non-contradictoire) EXPLICATIVE	<u>COHÉRENCE D'UNE THÉORIE DÉDUCTIVE / POSTULATS</u> 		THÉORIES IRRATIONNELLES, car « la science ne peut expliquer ce que j'ai vécu! »
PRATIQUE	SOUCI D'UNE ADÉQUATION AVEC LE RÉEL DE L'EXPÉRI-MENTATION ↓ ESSAIS DE RÉFUTA-TION CRITIQUE DES BIAIS RÉFLEXIFS ↑	IGNORANCE DES FAITS qui RELATIVISENT LA CERTITUDE, car ils sont trafiqués, manipulés, donc on ne peut en parler... ↓	IGNORANCE DES FAITS qui RELATIVISENT LA CERTITUDE, car la théorie actuelle ne peut être critiquée ↓	 <u>OBSERVATION EMPIRIQUE INDUCTIVE</u> / TÉMOIGNAGES SINGULIERS
RAPPORT À LA RÉALITÉ	EXPÉRIMENTATION OBJECTIVE	COMLOTISME ESPRIT DE CRITIQUE	SCIENTISME, REFUS DE TOUTE CRITIQUE	EMPIRISME SUBJECTIF ÉPREUVE SUBJECTIVE
FONDE-MENT	CHERCHE UNE PREUVE REPRODUCTIBLE ; CHERCHE à FALSIFIER, RÉFUTER l'HYPOTHÈSE	RÉCUSE LES PREUVES QUI FALSIFIENT, RECHERCHE DE PREUVES QUI VÉRIFIENT	RÉCUSE LES PREUVES QUI FALSIFIENT, RECHERCHE DE PREUVES QUI VÉRIFIENT, CONFIRMENT	CHERCHE UNE ÉPREUVE SUBJECTIVE QUI CONFIRME, VÉRIFIE
QUALITÉS	LE MODÈLE SCIENTIFIQUE ACTUEL PEUT EXPLIQUER EN PARTIE LA RÉALITÉ, JUSQU'AU PROCHAIN MODÈLE OPÉRATOIRE HUMILITÉ, RATIONALITÉ compréhensible par tous, CONFIANCE contrôlée par le DOUTE, AUTO-CRITIQUE, OUVERTURE AUX POINTS DE VUE DIVERGENTS,	"MA" VISION DE LA SCIENCE PEUT TOUT EXPLIQUER, CRÉDULITÉ / EXCÈS DE CONFIANCE EN SOI, BESOIN DE CERTITUDE ET DE RÉPONSES RASSURANTES REFUS DE REMETTRE EN QUESTION MA THÉORIE COHÉRENTE FORGÉE, REFUS D'AUTO-CRITIQUE	LA SCIENCE EXISTANTE PEUT /POURRA TOUT EXPLIQUER / RÉSOUDRE, CRÉDULITÉ / EXCÈS DE CONFIANCE EN SOI BESOIN DE CERTITUDE ET DE RÉPONSES RASSURANTES REFUS DE REMETTRE EN QUESTION LA THÉORIE EXISTANTE, ABSENCE D'AUTO-CRITIQUE	« LA SCIENCE » NE PEUT RIEN EXPLIQUER CRÉDULITÉ / MANQUE DE CONFIANCE EN SOI IRRATIONALISME BESOIN DE CERTITUDE ET DE RÉPONSES RASSURANTES REFUS DE REMETTRE EN QUESTION LES FAITS OBSERVÉS

« Douter de tout ou tout croire, ce sont deux solutions également commodes, qui l'une et l'autre nous dispensent de réfléchir. » Henri Poincaré, introduction de « *La Science et l'hypothèse* »

V- COMMENT ENSEIGNER L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ?

A- Socrate et le petit esclave : comment apprendre ce qu'on ne sait pas ?

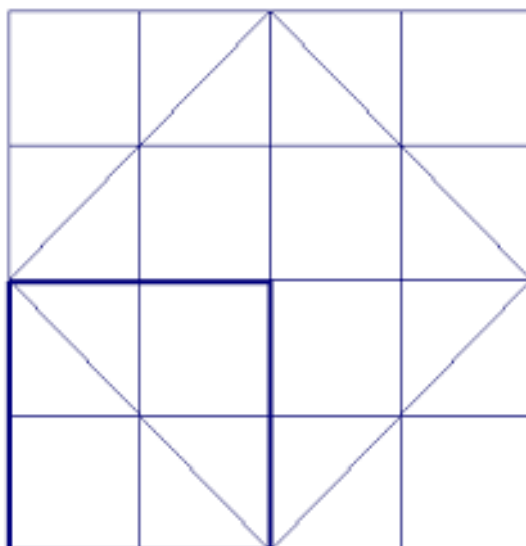
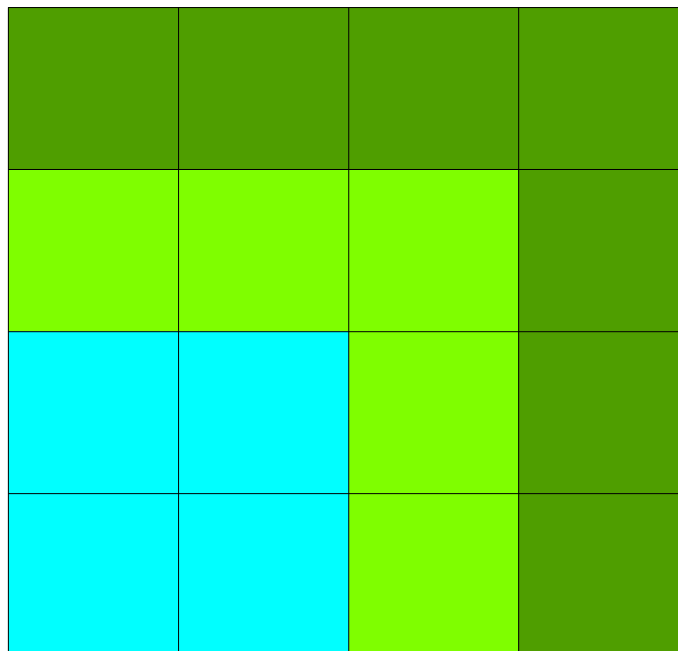
La duplication du carré (dans le *MENON*, de PLATON) :

Comment construire un autre carré dont la surface S_2 soit le double de celle 'S1) de ce carré ?

(Rappel : calcul de la surface = longueur du côté X longueur du côté)



Comment construire un carré dont la surface est double du petit carré initial en bleu?



Le petit esclave propose d'abord de construire un carré en doublant le côté du carré initial, puis en ne doublant que la moitié du côté du carré initial.

L'histoire du petit esclave de Ménon : <http://abcmathsblog.blogspot.com/2008/09/duplication-du-carr-et-maeutique-de.html>

Le but de Socrate :

- montrer que tout le monde peut apprendre
- montrer qu'**on ne peut apprendre à un élève si on ne prend pas du temps pour préalablement lui faire sortir ses représentations erronées**, ses idées toutes faites, ses préjugés, ou ses « obstacles épistémologiques » comme dirait Bachelard...

Réminiscence : apprendre, c'est se ressouvenir => tout le monde a en soi la possibilité de tout comprendre.

Maïeutique : faire s'exprimer les représentations erronées avant de s'interroger scientifiquement, pour instruire des connaissances en construisant sur des fondations solides, non sur le sable des impressions lères

B- Le TÂTONNEMENT EXPÉRIMENTAL de Freinet (cf l'éducation par la nature et par les choses de Rousseau)

« **Dans son environnement naturel**, l'enfant est, par nature, expérimentateur. Il procède spontanément par un tâtonnement qui évolue depuis la forme primaire par essais-erreurs au hasard vers des formes supérieures, plus élaborées, que Célestin Freinet désignait globalement par "tâtonnement expérimental", à la base de la méthode naturelle.

L'expérience tâtonnée permet aux enfants d'émettre et de modifier leurs propres hypothèses conduisant à la construction de savoirs personnalisés évoluant par les différentes médiations vers les savoirs communs.

En règle générale la première phase est la phase d'hypothèses. Souvent implicites, elles peuvent s'exprimer par le geste, le dessin ou verbalement et émerger.

Lorsqu'une hypothèse est émise, elle est testée immédiatement par l'enfant : c'est la phase action-essai, de vérification. La réponse fournie en retour (feed-back) permet à l'enfant, si l'effet recherché est obtenu, de l'intégrer à sa structure cognitive par répétition, puis de la réinvestir et de la transférer à d'autres situations.

Si l'effet recherché n'est pas obtenu, l'enfant rejette son hypothèse et peut soit abandonner pour un temps son expérience tâtonnée, soit modifier sa première hypothèse pour en élaborer une nouvelle qui donnera lieu à de nouveaux essais jusqu'à l'aboutissement. »

<https://www.icem-pedagogie-freinet.org/le-tatonnement-experimental>

C- Faire la « PSYCHOLOGIE DE L'ERREUR » (Bachelard) → Stella Baruck (« Échecs et maths », « L'âge du capitaine »..)

Travailler sur le sens des erreurs, sinon on a des élèves "automathes" qui ne réfléchissent pas au sens des énoncés

Culpabilisation / échecs

Pb de compréhension / demande des énoncés... $1+1 = ?$

TEXTE SCANNÉ : « **ET S'ILS AVAIENT DES JAMBES ?** » → débiter le travail en partant des représentations des élèves

TEXTE SCANNÉ : « **EXTRAIT DE SUJET N°4 ROUEN 2000** » → bien anticiper les représentations des élèves pour pouvoir les réfuter avec le matériel choisi, sinon, le matériel ne leur permet pas de falsifier leur fausses hypothèses, et au contraire les conforte.

D- La MAIN À LA PÂTE

1995 : Georges Charpak, Pierre Léna, Yves Quéré fondent la Main à la pâte après un voyage aux USA.

Le nombre de professeurs d'école faisant des science en classe passe de 5 % en 1995 → 35 % en 2005.

- Partir des représentations premières pour les amener à se tester dans une expérience

- Valoriser les questionnements plutôt que les réponses

- Manipuler, tester pour tenter d'infirmer, de réfuter

- Isoler les paramètres

- Prendre conscience de la résistance du réel (*bouteille bouchée incompressible / résistance de l'air...*)

≠ leçon de choses où l'expérience est réalisée par l'enseignant-e

→ vidéos ou le site [lamap](#) ; [Défis à réaliser](#) ;

TEXTES SCANNÉS : exemples tirés du livre sur *La Main à la pâte*.

E- La DÉMARCHE D'INVESTIGATION en classe

1- La démarche scientifique :

- Pourquoi faire Confiance à La Science ? (à 3mn : la démarche scientifique / héliocentrisme, *isolée dans le lien suivant*)
- L'histoire de la démarche scientifique
- Le problème de la méthode scientifique, d'Aristote à Karl Popper (1/2) (malgré un petit contre-sens sur Kant)
- Paul Feyerabend, l'anti-méthode scientifique ? (2/2)

1882 : On enseigne la science par la **leçon de choses** : on fait observer aux élèves des expériences évidentes qui permettent de comprendre le monde.

1969 : on insiste sur les **démarches d'éveil**, plus que les contenus => querelle entre les partisans des *démarches* et ceux des *contenus* (comme en maths, sciences, histoire, français...)

Démarche d'investigation = démarche + contenus / un *cahier d'expériences* (pages de recherche + pages de savoir)

2- Une démarche d'investigation :

→ déduite de notre caractérisation de la démarche scientifique

→ plus axée sur le questionnements PROBLÈME → HYPOTHÈSES → EXPÉRIMENTATION

- 1_ L'élève devant une **situation** qui est un **problème** à résoudre : **CONSTATATION d'un FAIT POLÉMIQUE** qu'on ne comprend pas (≠ d'une simple observation passive)
- 2- l'élève *imagine*, puis formule une **HYPOTHÈSE** :
 - qui exprime ses conceptions du monde (= **REPRÉSENTATIONS PREMIÈRES**)
 - parfois fondée sur son observation immédiate (**OBSERVATION PREMIÈRE**)
 - => émergence des conceptions des élèves à critiquer, problématiser / expérience
- 3- Regroupement des hypothèses et construction d'un protocole d'**EXPÉRIMENTATION** pour *tester* les hypothèses (c'est à dire tenter de les *réfuter*)
- 4- *Interprétation* des résultats et confrontation des hypothèses infirmées ou corroborées par les résultats expérimentaux
Une expérience ne suffit pas => L'expérience est-elle reproductible ?
- 5- **INSTITUTIONNALISATION** : quel **savoir** en tirons-nous pour répondre à la **question** initiale ?

APPLICATION : **LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION à l'ÉCOLE** :

Problématisation (problème ou question scientifique ou situation-problème)

Définition de la stratégie de recherche			
Hypothèse + conséquences vérifiables + protocole expérimental	Proposition d'observations, de mesures	Proposition de modélisation	Proposition de visite, d'enquête

Mise en œuvre de la stratégie			
Expérimentation	Observations, mesures	Modélisation	Visite, enquête

Confrontation

(entre faits recherchés/faits découverts, résultats prévus/résultats obtenus, idées initiales /épreuve des faits)

Terminaison

(Structuration du savoir construit)

cf : <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/17793/la-demarche-dinvestigation>
https://www.ac-orleans-tours.fr/pedagogie/technologie/pedagogie/la_demarche_dinvestigation/
https://www.ac-orleans-tours.fr/uploads/media/Demarche_d_investigation_et_ASTEP_01.pdf
https://pedagogie.ac-rennes.fr/sites/pedagogie.ac-rennes.fr/IMG/pdf/la_demarche_d_investigation.pdf

Démarche OHERIC : (André Giordan) : **O**bservation - **H**ypothèse - **E**xpérience - **R**ésultat - **I**nterprétation - **C**onclusion

→ On peut **critiquer cette démarche guidée**, qui part d'une observation (pourtant souvent un obstacle critiquable), et laisse de côté le travail si important sur les hypothèses

Observation (**polémique, et non neutre**)– **Problème** (venant de l'observation qui pose une question)– Hypothèse - **Conséquence vérifiable de l'hypothèse à tester** - Expérience - Résultat - Interprétation - Conclusion

Il existe d'autres démarches (PHÉRIC, THÉORIC...) et on peut préférer in fine **la démarche de Cariou : DiPHTeRIC :**

Di	P	H	Te	Re	I	C
Données Initiales	Problème scientifique	Hypothèse(s)	Test de l'hypothèse / conséquence déduite	Résultat du test à analyser	Interprétation	Conclusion / l'hypothèse : réfutée ou corroborée

(Yves Cariou)

VI- La CULTURE GÉNÉRALE SCIENTIFIQUE, éducation nécessaire à toute citoyenneté éclairée

A → POUR LUTTER CONTRE 3 CONCEPTIONS OPPOSÉES :

1- LA CRÉDULITÉ IGNORANTE (1 français sur 4 croit que les Illuminati gouvernent le monde, 10 % que la Terre est plate)

- Le complotisme : "ma" théorie peut tout expliquer, et je n'ai plus rien à chercher, sauf ce qui confirme 'ma' théorie irréfutable
- L'irrationnalisme : la science ne peut rien expliquer

→ cf / **Les ANCIENNES « SCIENCES »**

- Numérologie, « ancêtre » des mathématiques
 - Astrologie, « ancêtre » de l'astronomie
 - Alchimie, « ancêtre » de la chimie
- = des croyances religieuses irréfutables, donc non scientifiques

→ cf / **analyses du PARANORMAL**

Cf : Henri BROCH, Georges CHARPAK : Devenez sorciers, devenez savants (Odile Jacob)
 Henri Broch : Le Paranormal, Enquête au pays de l'extraordinaire

→ zététique, CorTex...

Est-il besoin d'interprétations irrationnelles pour ces phénomènes « paranormaux » si on peut rationnellement et simplement les expliquer ?

→ Exemples de phénomènes irrationnels courants développés : quelles explications ?

2- LA CRÉDULITÉ SCIENTISTE

- Oubli de la modestie du savant : croire qu'une théorie scientifique est définitivement vérifiée et complètement établie
- Croire que la science résoudra tous les problèmes du monde, et qu'elle a trouvé une réponse définitive
- Croire que le discours du savant est toujours un discours scientifique, même... :

- quand il sort de son domaine de compétence
- quand il se livre à la fraude scientifique
- quand son financement détermine les résultats qu'il trouve
- quand il se laisse emporter par son idéologie (cf Lyssenkisme...)

3- LES FAUSSES CONCEPTIONS DE LA SCIENCE chez les non-scientifiques comme hélas chez certains scientifiques

a- La science = une vérité parfaite, définitive et irréfutable (ce qui est une définition de la certitude... de la foi !)

Croire que la science ne se trompe jamais est une attitude superstitieuse, voire religieuse, qui prend la vérité scientifique pour une vérité absolue incontestable, comme autrefois on le faisait de la religion, et qui repose sur l'ignorance de l'histoire des sciences.

La communauté scientifique est toujours traversée de *controverses* sur les différentes hypothèses explicatives, les modèles théoriques, jusqu'à ce qu'elle se rassemble autour du meilleur modèle opératoire (qui explique *le mieux le plus* de phénomènes avec les causes les plus simples)

b- La science = une croyance comme une autre, une vision personnelle, une opinion purement subjective

Toute théorie scientifique doit être expérimentable, reproductible et réfutable par tous, à la différence d'une simple croyance subjective, souvent irréfutable aux yeux de ses fidèles adeptes.

c- La confusion entre le discours de la science et le discours d'un-e scientifique

Les scientifiques travaillent, émettent des hypothèses individuelles, plus ou moins fondées...

Mais « la science » ≠ la simple conjecture d'un scientifique,

= le consensus (temporaire) qui s'installe dans l'ensemble de la communauté scientifique quand cette hypothèse résiste à la falsification empirique.

Cf : Peut-on encore se fier à la science ? Tronche en Live #106 avec Yves Gingras (novembre 2021)

B- LE DISCOURS DES SAVANTS EST-IL TOUJOURS SCIENTIFIQUE ?

→ Le discours de la science est souvent confondu avec le discours des scientifiques, ce qui n'est pas du tout la même chose. Car c'est la communauté scientifique toute entière qui produit le discours de la science et lui donne une certaine autorité, alors que le discours d'un scientifique, qui peut parfois être faux, captieux voire frauduleux, doit toujours ensuite être soumis au jugement critique de ses pairs avant d'être crédité.

→ Le discours des savants, quant à lui, devrait parfois se montrer plus modeste, afin de ne pas tomber dans la « *mauvaise science* » (terme euphémisant, car si c'est une mauvaise façon de faire de la science, ce n'est plus réellement de la science...)

Si l'on apprécie l'apport irremplaçable de la science en termes de compréhension du monde, il est aussi important de savoir la distinguer de la parole singulière de certains savants qui la portent parfois inégalement, avec les défauts humains qui leur sont propres. Il faut donc distinguer :

Non-science : domaines exclus de tout champ expérimental (croyances religieuses, opinions infondées, superstition, créationnisme...)

Pseudo-science : prétention d'un domaine non-scientifique à être une science (astrologie, néo-crétionnisme, télépathie, télékinésie, voyance...)

Mauvaise science : façon dont certain-e-s scientifiques font mal leur métier (par négligence, paresse, manipulation des données, tricherie, vénalité...), comme il arrive dans tous les métiers.

1- Car les savants sont aussi des êtres humains, non des modèles parfaits d'honnêteté, avec leurs possibles défauts personnels, dans leur démarche, leur compétence, leur éthique...

=> possibilité de « Mauvaise science » = « mauvaise façon de faire de la science » :

a – **Négligences, manque de rigueur et fraudes dans la démarche** : erreurs dans le relevé des données, approximations dans les observations, oubli ou négligence de paramètres, biais oubliés dans l'expérimentation, erreurs dans l'interprétation des résultats.

Un exemple de recherche en sociologie de l'éducation faussée par des négligences manifestes sur la factualité desquelles **la réponse apportée** ne daigne pas revenir pour s'en expliquer, sinon en excipant de son statut.

b- **Sortie de son domaine de compétence** : ce n'est parce qu'un-e scientifique a fait une thèse ou des recherches approfondies dans un domaine très spécifique que ses affirmations sortant de ce domaine bien spécifique relèvent de la science. L'autorité du discours d'un-e scientifique ne réside pas dans sa personne, dans son statut de chercheur ou dans sa valeur personnelle, mais dans la crédibilité et la rigueur des sources sur lesquelles son discours s'appuie, et surtout la *conscience des limites de ses compétences*, donc de son discours. Le discours du savant n'est pas toujours scientifique.

A ce sujet, la présentation d'un-e chercheur/chercheuse *devrait toujours comporter son domaine précis de spécialité*, pour permettre de juger d'une éventuelle sortie de compétences... Or il est stupéfiant de voir fréquemment un certain nombre de scientifiques présentés aujourd'hui uniquement comme « chercheur » ou chercheuse », comme « maître-ssse de conférence à l'Université de... », comme « professeur-e émérite de l'Université », voire comme simple « universitaire ».

Et cette négligence qui interdit de pouvoir ramener une personne qui fait de la recherche institutionnelle dans le strict cercle de sa spécialité peut aussi servir à masquer une simple supercherie. En voici un exemple. Le « Que sais-je » sur l'astrologie de Paul Coudere a été édité de 1951 jusqu'en 1978 (sixième édition). L'auteur y est présenté comme « astronome titulaire de l'Observatoire de Paris ». Quand Suzel Fuseau-Breash publie une nouvelle édition du « Que sais-je » sur l'astrologie en 1989, elle est présentée de manière générale comme « Docteur ès sciences de l'Université de Paris » sans qu'on sache de quelle matière elle est spécialiste. En fait, il s'avère que cette chercheuse est directrice de recherche *en biologie* au CNRS... et pratique aussi elle-même l'astrologie !

c- **Défauts dans l'éthique et les finalités de la science** : par carriérisme, narcissisme, il existe aussi dans le monde de la recherche des tricheries, des plagiat d'autres travaux qui sont régulièrement pointés, de la malhonnêteté intellectuelle, le recours à l'argument d'autorité mandarin, l'exploitation et appropriation du travail des assistant-e-s de recherche... Ce peut être aussi par vénalité et conflit d'intérêt, quand la recherche de financement influe sur les résultats, et passe avant la recherche de la vérité, **'cherry picking'**, manipulation des données (pour obtenir le résultat souhaité), **ghostwriting** (voir [ici](#) ou [là](#) : l'industrie s'achète des scientifiques pour consolider sa position commerciale ou instiller le doute)...

d- **Défauts dans la compétence scientifique même** : Les recherches « ni vraies ni fausses »
« **Même pas faux** » = remarque de Wolfgang Pauli devant le travail d'un physicien soit sans créativité ni imagination, soit qui ne maîtrise pas assez les bases pour éviter le non-sens => travail sans aucun intérêt pour la science, qui n'apporte rien à la compréhension de ce qu'on sait déjà.

e- **Défauts dans l'impossible reproductibilité d'hypothèses hâtives** : « Reproducibility project », **crise de la reproductibilité / statistiques en psychologie et dans d'autres sciences**.

Voir aussi **John Ioannidis** : « **Pourquoi la plupart des résultats de recherche scientifique publiés sont faux** »

« John Ioannidis est convaincu depuis des années que le problème principal est ailleurs, qu'il est dû au fait que le système de recherche ne fonctionne plus correctement et que la plupart des "découvertes" qu'il engendre ou enregistre n'en sont pas : par la faute de protocoles inadaptés, de biais, de mauvais traitements statistiques voire de malhonnêteté intellectuelle, les résultats soi-disant significatifs sont trop souvent des faux positifs que l'on ne peut reproduire. Au bout du compte, en biomédecine, c'est jusqu'à 85 % des investissements faits dans les recherches qui sont perdus [...] Ioannidis fait une description, en termes choisis mais qui contiennent souvent leur dose de vitriol, d'un monde académique parfois sclérosé où les personnes qui attribuent les budgets publics de recherche sont rarement de grands chercheurs, où le conservatisme le dispute au népotisme et **au sexisme**. Le paragraphe qu'il consacre au conflit d'intérêts vaut son pesant de cacahuètes : "Il arrive parfois que la même personne porte plusieurs chapeaux : un chercheur universitaire peut aussi diriger une revue, posséder une start-up, être membre d'une société savante, conseiller gouvernemental et/ou toucher de l'argent de l'industrie." [...] Sans jamais citer la fameuse formule "Publie ou périclès", John Ioannidis explique que, dans le système scientifique, les articles publiés sont comme une monnaie : ils servent à obtenir des "biens" (un poste, un échelon hiérarchique). Cela n'est pas sans conséquence puisqu'on voit parfois certains chercheurs avoir une production prolifique de travaux médiocres voire non-reproductibles, en profiter pour monter dans les hiérarchies, entrer dans les revues, bénéficier de renvois d'ascenseur et obtenir leur signature dans une étude pour laquelle ils n'ont donné qu'un avis, etc. [...]

https://www.lemonde.fr/passeurdesciences/article/2014/10/29/un-chercheur-denonce-l-inutilite-de-nombreux-travaux-scientifiques_5999134_5470970.html

Il critique ainsi, avec d'autres, l'Evidence-Based Medicine et les approches s'inspirant du même paradigme Evidence-Based, par exemple ici, pour les expérimentations en Neurosciences, la taille insuffisante de leurs échantillons statistiques qui ne peut donner d'effet réellement significatif : « **Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience** »... Voir aussi : « **Reconsidérer le paradigme de médecine fondée sur des preuves (evidence-based medicine) La nécessité d'être plus conscient de ses limites** » ;

f- **Défauts d'une publication hâtive sans travail suffisant de vérification** : Richard Horton, rédacteur en chef du *Lancet* critique précisément la recherche biomédicale dont il est question plus haut : « *La majorité de la littérature scientifique [médicale], peut-être la moitié de ce qui se publie, peut simplement se révéler faux* »
 « *The case against science is straightforward : much of the scientific literature, perhaps half, may simply be untrue. Afflicted by studies with small sample sizes, tiny effects, invalid exploratory analyses, and flagrant conflicts of interest, together with an obsession for pursuing fashionable trends of dubious importance, science has taken a turn towards darkness. As one participant put it, "poor methods get results" [...] The good news is that science is beginning to take some of its worst failings very seriously. The bad news is that nobody is ready to take the first step to clean up the system.* » (2015)
<https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736%2815%2960696-1.pdf>
 ou [www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(15\)60696-1/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)60696-1/fulltext)

- Dr. Maria Angell, éditrice en chef du *New England Medical Journal* : « *Il n'est, tout simplement, plus possible de croire une grande partie des résultats des recherches cliniques qui sont publiés, ni de nous fier au jugement de médecins fiables ni aux recommandations médicales faisant autorité.* » (2014)
 "it is simply no longer possible to believe much of the clinical research that is published, or to rely on the judgment of trusted physicians or authoritative medical guidelines. I take no pleasure in this conclusion, which I reached slowly and reluctantly over my two decades as an editor of *The New England Journal of Medicine*"
<https://www.nybooks.com/articles/2009/01/15/drug-companies-doctors-a-story-of-corruption/>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2964337/>

g- **Certains scientifiques peuvent être acteurs de la désinformation et des tricheurs avérés** :

- cf le rédacteur en chef de la revue *Science* qui reproche à la communauté scientifique de ne pas suffisamment « *condamner ses membres lorsqu'ils permettent la diffusion de fausses informations* »
 Sylvestre Huet : « [Punir les désinformateurs ?](#) », à propos de H. Holden Thorp : « [Remember, do not harm ?](#) »
- cf le travail important d'Elisabeth Bik : [Science Has a Nasty Photoshopping Problem](#), qui démontre les tricheries de chercheurs qui truquent leurs résultats (non-reproductibles) par des images trafiquées.
<https://www.nytimes.com/interactive/2022/10/29/opinion/science-fraud-image-manipulation-photoshop.html>
[La Tronche en Biais, "Science, Covid et Fraude - Entretien avec Elisabeth BIK", 14 juillet 2021](#) ou [ici](#)
[Portrait d'Elisabeth Bik, chasseuse de fraudes des publications de Didier Raoult](#)
[Elisabeth Bik, un œil de lynx contre les images falsifiées](#)

h- **Une société de la norme, de l'évaluation chiffrée et du contrôle qui pousse à la faute et crée des imposteurs parfois aussi dans la science, ou influence cette dernière** :

- [Le totalitarisme de la norme](#), et particulièrement en sciences.
- [GPT-3, l'Intelligence Artificielle pour vérifier, ou même rédiger des articles à l'aide d'algorithmes d'analyse des données, dans la presse \(voir \[ici\]\(#\), \[là\]\(#\), \[là\]\(#\), \[là\]\(#\) ou \[là\]\(#\)\)](#) comme dans les publications scientifiques même si les biais restent importants et inévitables) : [What might peer review look like in 2030 ?](#) (Artificial intelligence applications in scientific publishing)
- [Gouverner la science, anatomie d'une réforme](#) (2004-2020), par Joël Laillier et Christian Topalov

« Quel a été l'enjeu des réformes imposées à l'université et à la recherche depuis le début des années 2000 ? Instituer un pilotage politique de la science pour qu'elle se trouve orientée au bénéfice de l'« innovation » et de l'économie. Mettre en place une concurrence généralisée entre établissements, laboratoires et individus, de sorte que la distribution des ressources privilégie une supposée « excellence » et la élimination de des objectifs définis politiquement. En bref, c'est l'autonomie de la science et des savants que la réforme a attaquée de front. Passer d'un monde dans lequel les scientifiques constituaient une profession auto-organisée protégée des autres pouvoirs, à un autre où les pratiques scientifiques sont gouvernées par de nouveaux impératifs portés par des institutions hiérarchiques et centralisées : voilà ce que les réformes ont tendu à produire en France durant la quinzaine d'années qui nous intéresse. » <https://agone.org/aujourd'hui/comment-et-par-qui-la-science-reformee-est-gouvernee>

- voir aussi ici : <http://institut.fsu.fr/Entretien-Joel-Laillier-et-Christian-Topalov-auteurs-de-Gouverner-la-science.html>
 ici : <http://institut.fsu.fr/Entretien-Joel-Laillier-et-Christian-Topalov-auteurs-de-Gouverner-la-science.html>
 ou là : <https://www.mediapart.fr/journal/culture-et-idees/130123/des-mandarins-aux-managers-ces-qui-dirigent-la-recherche-en-france>
- [La fabrique des imposteurs](#), de Roland Gori (*Actes Sud*) (voir [ici](#) ou [là](#))

i- **Une croyance aveugle en l'évaluation par les pairs**

Le critère de l'objectivité scientifique, plus explicitement depuis Kant, se définit non plus par l'accord d'une théorie à un objet dont elle dirait la vérité ultime, mais par l'accord entre les subjectivités scientifiques qui ont pu contrôler une expérience mathématisable et universalisable permettant un gain dans l'explication des phénomènes.
 On parle aujourd'hui du « consensus scientifique », obtenu par des théories qui ont été évaluées par les autres scientifiques, ce qu'on nomme aussi « évaluation par les pairs » ou « peer review » .

Il est certes capital que la seule parole d'un-e scientifique soit ainsi contrôlée par la communauté scientifique. Il serait néanmoins toujours une erreur de considérer qu'il s'agit là d'une « vérification », d'une « validation » qui viendrait ici accorder une garantie absolue et définitive. L'évaluation par les pairs a en effet aussi ses [critiques](#) et ses [défaillances](#), attestées par de nombreux [canulars](#).

Ainsi, un certain nombre de textes ont pu être publiés dans de grandes revues à comité de lecture, et donc relus par des pairs qualifiés, avant que des lecteurs ultérieurs se soient rendu compte plus tard qu'il s'agissait d'impostures. De même, de très grandes revues scientifiques ont pu revenir ensuite sur la publication d'importants articles. Alors, les lecteurs plus forts que les re-lecteurs ? En fait, il faut se dire que la relecture n'est jamais définitive, et qu'il reste toujours nécessaire de contrôler les contrôleurs.

- 1- **Les chercheurs ne sont pas à l'abri des récupérations idéologiques, politiques ou économiques** de leur discours et du financement de leurs recherches
- 2- **Quelle responsabilité des scientifiques pour les applications ultérieures de leurs découvertes dans la société ?**
 - cf [la réaction d'Oppenheimer](#) après le [projet Manhattan](#),
 - cf le refus de [Jacques Testard](#) de poursuivre des recherches génétiques (clonage) qu'il estime non-éthiques...
 - cf [la conférence donnée](#) par Alexander Grothendieck : [Allons-nous continuer la recherche scientifique?](#) (CERN, 27/01/1972)
- 3- **Quelle éthique pour les chercheurs ? Cf Bioéthique, utilisation militaire ultérieure, conséquences écologiques...**
 - a/ **La méthode employée :**
 - ex : quelle éthique pour l'absence d'expérimentation sur le groupe témoin ou « groupe contrôle » qui ne reçoit pas le traitement efficace qui pourrait les sauver ? Ou pour le groupe expérimental qui lui est testé, mais qui reçoit un médicament aux effets secondaires inconnus ?
 - b/ **Sujets « cobayes » de l'expérience, animaux ou humains**
 - cf [Tête de turc](#), de Gunther Valras, les expériences chez les « [pauvres du Sud](#) » ou [l'expérimentation animale](#)...
 - cf les tests sur les animaux en laboratoire.
 - c/ **Transparence sur leurs sources de financement**
 - elle devient indispensable en raison du poids et de l'influence que peuvent exercer des financements issus de l'industrie ou de multinationales sur une logique de projets ciblés qui privilégient la recherche appliquée.
 - Cf les partenariats public-privé et la recherche.
 - De plus en plus de chercheurs déplorent d'être amenés à passer de plus en plus de temps à chercher... des financements pour leur recherches. cf émission de 58mn : [La recherche française est-elle à vendre ?](#) (à partir de 6mn)
 - d/ **Poids des lobbys qui font parfois travailler des chercheurs pour apporter une caution scientifique à leurs intérêts privés :**
 - Cf video du Monde : [Qui se cache derrière les lobbys ?](#) (8mn)
 - Cf fiche du Clemi : [Comment les lobbys industriels peuvent manipuler l'information scientifique](#) ; [La pratique du "ghostwriting" dans la recherche biomédicale](#) ; [Medical ghostwriting](#) ;
 - Cf les [Monsanto Papers](#) : « [Monsanto papers](#) » : la guerre du géant des pesticides contre la science ; « [Monsanto papers](#) » ; Désinformation organisée autour du glyphosate ; (ou [ici](#))
 - e/ **Quelle finalités pour l'humanité à venir ?**
 - cf le problème éthique posé par l'illusion scientiste du transhumanisme, fantasme d'un [solutionnisme technologique](#)

« Une des seules définitions raisonnables de la science, due à Bertolt Brecht : il y aurait beaucoup d'avantages à *décrire la science comme l'effort permanent pour mettre en évidence le caractère non scientifique des affirmations scientifiques* » (Jean-Marc Lévy-Leblond, *La vitesse de l'ombre*, Le Seuil, 2006)

« *La rigueur intellectuelle est la chose du monde la moins répandue, même dans le monde de ceux qui prétendent penser* » (André Lwoff, *Jeux et combats*, 1981, p188)

C- UN EXEMPLE DE DÉRIVE SCIENTISTE : L'EVIDENCE-BASED EDUCATION

Voir document à part, onglet « Philosophie de l'Education ».

CONCLUSION : Recherche continuelle de la vérité et humilité des vrais chercheurs et chercheuses, qui savent que la vérité est un horizon vers lequel toujours progresser.
La communauté scientifique parvient heureusement régulièrement à dénoncer les défauts humains cités ci-dessus. La science n'est pas réductible au seul discours d'autorité d'un savant. Le consensus scientifique finit avec le temps par dégager une position commune souvent plus mesurée et plus modeste.

« Chercher » => accepter { de penser contre soi-même, contre sa communauté, contre le paradigme actuel
d'être étonné, surpris par le réel ou les résultats d'une expérimentation

=> accueillir l'inattendu avec méthode

→ Le vrai problème { ≠ ceux qui ignorent la vérité
= ceux qui ne cherchent pas/plus la vérité, car ils croient la détenir !
(qu'ils soient crédules, scientifiques, scientistes et immodestes ou complotistes)

=> Se méfier d'une conception religieuse de la science, qui en ferait un savoir absolu et définitif, dont les savants seraient les grands prêtres incontestés.

Cette conception « religieuse » et fort peu modeste est souvent celle d'ignorants qui n'ont pas eu accès à une véritable culture scientifique, et qui après avoir eu une foi aveugle, quasi-religieuse- en la science, tombent dans la déception et une méfiance définitive à la moindre constatation d'une limite de la science.

Il faut aussi hélas reconnaître que cette conception quasi-religieuse de la science est aussi parfois celle de certains scientifiques qui pensent appartenir à une élite qui détiendrait un discours infaillible, donc incontestable, ce qui leur donne le droit de mépriser tout discours critique qui les remettrait en cause en soulignant les limites.

Alors, que penser par exemple de certaines déclarations polémiques de scientifiques dans les médias ? Pour se faire une idée plus précise, il faut écouter les arguments précis des uns et des autres, et voir comment les uns et les autres répondent exactement aux critiques qui leur sont faites, en mettant de côté les arguments d'autorité.

Et en se disant aussi que si un interlocuteur tombe dans l'argument d'autorité, l'insulte, la digression hors-sujet, ou ne parvient pas à parler rationnellement, c'est souvent le signe d'un défaut de rationalité...

Un tutoriel de la chaîne YT de **Defakator** qui montre comment il est facile de se laisser tromper par un manque de rigueur dans la présentation de graphiques, y compris par les informations télévisées : [Survie sur les pics hostiles](#), (avec de belles photos de nos montagnes de Savoie ! ;-)

La science, un rapport à un public universel :

L'idée même de la science s'est construite autour de deux critères d'universalité logique et réelle :

- s'exprimer de manière rationnelle pour se faire comprendre par tout le monde (et non réserver la connaissance aux seuls interprètes des textes sacrés qui permettent aux initiés de comprendre le monde) ;

- s'appuyer sur des expériences en droit réalisables par tout le monde (et laisser de côté les expériences mystiques cachées des alchimistes ou les formules secrètes des Pythagoriciens)

Les vrais scientifiques ne se précipitent pas spontanément pour se répandre en public avec des paroles définitives et péremptives, car en tant que chercheurs, ils/elles savent que la vraie science ne donne pas de réponse définitive et absolue (le secret d'un monde expliqué en totalité), mais seulement permet de progresser modestement vers une meilleure compréhension du monde. La science s'exprime non pas de manière individuelle, en dépit du mythe du génie isolé, mais parle au pluriel, au nom du consensus de la collectivité savante.

Cf vidéo de La Tronche en biais : [La publication scientifique : forces et faiblesses \(TenL#61\)](#)

(I : Qu'est-ce qu'un article de recherche ? à 55mn : II- Un système imparfait)

Les scientifiques qui prétendraient détenir une réponse définitive sur un problème complexe abdiquent de leur position de « chercheurs ». De même, ceux qui attendent des scientifiques une réponse définitive sur un problème complexe, ils leur demandent une réponse qui n'est plus du ressort de la science, mais de la foi.

cf le texte (ou la vidéo) : [La science est un héroïsme collectif](#)

Brève sitographie de chaînes video de vulgarisation scientifique

Sur le métier de chercheur, une belle série d'émissions sur France culture : « [Il faut défendre la science](#) »

Sur la définition de la science de ses 4 piliers de méthode, selon Guillaume Lecointre, deux conférences filmées :

[1/2 Histoire générale des sciences : Les sciences, représentations, objectifs et rôles ;](#)

[2/2 Histoire générale des sciences : La démarche scientifique](#)

- [La chaîne e-penser](#)
- [La chaîne Science4All](#)
- [La chaîne #Maths, d'Arte](#)
- [La chaîne ScienceEtonnante](#)
- [La chaîne L'Esprit Sorcier Officiel](#)
- [Le problème de la méthode scientifique, d'Aristote à Karl Popper \(1/2\)](#)
- [Paul Feyerabend, l'anti-méthode scientifique ? \(2/2\)](#)
- [Feyerabend par Pierre Gillis](#) (conférence filmée 1h41)
- [Henri Poincaré - Science et méthode](#)

- [La chaîne CEA Recherche](#) et particulièrement la série [histoire des sciences], vignettes video de 7mn
[\[Histoire des sciences\] L'histoire de la démarche scientifique](#)
[\[Histoire des sciences\] L'histoire de l'Univers selon le modèle du Big Bang](#)
[\[Histoire des sciences\] Les recherches sur la matière](#)
[\[Histoire des sciences\] La découverte de la radioactivité](#)
[\[Histoire des sciences\] Les sources d'énergie utilisées par l'Homme au cours du temps](#)
[\[Histoire des sciences\] la grande saga de la recherche génétique](#)
[\[Histoire des sciences\] Pasteur et l'hygiène](#)
[\[Histoire des sciences\] L'histoire des systèmes et réseaux de télécommunications](#)

Bibliographie sommaire d'épistémologie :

ÉPISTÉMOLOGIES RÉGIONALES

MATHÉMATIQUES :

Michel Combes : *Fondements des mathématiques*, Presses Universitaires de France, 1971
Séminaire philosophie et mathématiques ENS (Dieudonné, Loi, Thom): [Penser les mathématiques](#), Points sciences, 1982
Morris Kline : *Mathématiques, la fin de la certitude*, Christian Bourgeois, 1980-1989
Joan Gomez : *Quand les droites deviennent courbes, Les géométries non-euclidiennes*, 2011
Denis Bonnay, Jacques Dubucs : [La philosophie des mathématiques](#), 2011
Rémi Goblots : « *L'infini en mathématiques* », Calvage et Mounet, 2018. [Une position platonicienne sur le réalisme des idées mathématiques qui s'appuie sur la solution formaliste de Russell à la 'crise des fondements' dans la théorie des ensembles. MT]
[La théorie des ensembles en France avant la crise de 1905](#)

PHYSIQUE :

Marta Spranzi : *Galilée, le dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Puf Philosophies, 2004
Pierre Duhem : *Sauver les apparences, sur la notion de théorie physique*, Vrin, 1908-2003
Pierre Duhem : *La théorie physique, son objet, sa structure*, Vrin, 1906- 1081-2007
Henri Poincaré : *La Science et l'Hypothèse*, 1902-
Albert Einstein et Léopold Infeld : *L'évolution des idées en physique*, Champs Sciences, 1938-2015
Werner Heisenberg : *La nature dans la physique contemporaine*, Folio Essais, 1962-2000
Werner Heisenberg : *Physique et Philosophie*, Albin Michel, 1961, 1971...
Richard Feynman : *La Nature de la physique*, Points Sciences, 1964
I. Bernard Cohen : *Les origines de la science moderne*, Points sciences, 1960-1962-1993
J-M. Levy-Leblond : *La vitesse de l'ombre. Aux limites de la science*, Points sciences, 2006-2020

BIOLOGIE :

Georges Canguilhem : *Le Normal et le Pathologique*, PUF/Quadrige, 1966-2005-2013
Georges Canguilhem : *La Connaissance de la vie*, Vrin, Paris, 1952-1965-1992
Georges Canguilhem : *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Bibliothèque des textes philosophiques, 1977-2009
Jacques Monod : *Le hasard et la nécessité, essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Points Essais, 1970
François Jacob : *La Logique du vivant, une histoire de l'hérédité*, Gallimard, 1970-1981
François Jacob : *Le jeu des possibles, essai sur la diversité du vivant*, Fayard, 1970
Stephen Jay Gould : *Darwin et les grandes énigmes de la vie*, Points Sciences, 1977
Stephen Jay Gould : *La Mal-mesure de l'homme : l'intelligence sous la toise des savants*, Points Sciences, 1981-1997
Stephen Jay Gould : *Quand les poules auront des dents : réflexions sur l'histoire naturelle*, 1983 Points Sciences
Michel Morange : *Les secrets du vivant, contre la pensée unique en biologie*, La découverte, 2005-2012

SCIENCES HUMAINES :

Durkheim : *Les règles de la méthode sociologique*, 1895
Wilhelm Dilthey : *Le Monde de l'esprit*, Aubier-Montaigne (2 vol.), 1905-1947-1992
Max Weber : *Économie et société*, Press Pocket, (2 vol.) 1921-1995-2003
Ioanna Vultur, *Comprendre, l'herméneutique et les sciences humaines*, Folio Essais, 2017

ÉPISTÉMOLOGIE GÉNÉRALE :

ÉPISTÉMOLOGIE ET LAÏCISATION DE LA SCIENCE :

Aristote : cause finale et cause formelle : [Physique II](#).
Bacon : [Novum Organum](#)
Descartes, [Principes de la Philosophie](#), §28 : évacuation de causes finales
Spinoza : [Éthique, livre I](#), appendice
Bayle : [Pensées diverses écrites à un docteur de Sorbonne à l'occasion de la Comète qui parut au mois de décembre 1680](#)
Diderot, D'Alembert, Helvetius, D'Holbach : *L'encyclopédie*
Emmanuel Kant : *Critique de la Raison Pure*, 1787

ÉPISTÉMOLOGIE ET MÉTHODE SCIENTIFIQUE :

Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la méthode expérimentale*, Champs classiques, 1865-2008
Bertrand Russell : *Problèmes de Philosophie*, Petite Bibliothèque Payot, 1912-1980
Gaston Bachelard : *Le Nouvel Esprit scientifique*, Alcan, 1934
Gaston Bachelard : *La formation de l'Esprit scientifique*, Alcan, 1938
Gaston Bachelard : *Le Rationalisme appliqué*, PUF, 1949
Rudolf Carnap : *Testabilité et signification*, Vrin, 1936-2015
Karl R. Popper : *La logique de la découverte scientifique*, Payot, 1959-1973-1982
Karl R. Popper : *Conjectures et réfutations, la croissance du savoir scientifique*, Payot 1963-1985
Karl R. Popper : *La connaissance objective, une approche évolutionniste*, Champs Essais, 1972-1998
Colloque de Cérisy : *Karl Popper et la science d'aujourd'hui*, Aubier, 1989
Renée Bouveresse : *Karl Popper*, Vrin, 1981
Thomas S. Khun : *La structure des révolutions scientifiques*, 1962-1970-1983
Thomas S. Khun : *La tension essentielle, Tradition et changement dans les sciences*, 1968-1990
Paul Feyerabend : [Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance](#), Points Sciences, 1975-1988
Paul Feyerabend : *Dialogues sur la connaissance*, Seuil, 1989, 1991, 1996
Paul Feyerabend : [La Tyrannie de la science](#), 1992
Harry Collins et Trevor Pinch : *Tout ce que vous devriez savoir sur la science*, Points sciences, 1993-1994
Alan F. Chalmers : *Qu'est ce que la science ?*, Popper, Khun, Lakatos, Biblio essais, 1976-1982
René Thom : *La méthode expérimentale : un mythe des épistémologues (et des savants ?)*, revue Le débat, n° 34, 1985/2, p. 11-20, ou « [La philosophie des sciences aujourd'hui](#) », Jean Hamburger (dir.) 1985, p7-17
Freeman Dyson : *Portrait du scientifique en rebelle*, Actes Sud, 2006-2011
A. Barberousse, D. Bonnay, M. Cozic (dir.) *Précis de philosophie des sciences*, Vuibert, 2011

J-Y Cariou : *Histoire des démarches scientifiques, de l'antiquité au monde contemporain*, Ed. Matériologiques, 2019
 Carl Hempel : *Éléments d'épistémologie*, Armand Colin, 2014
 Gary Dagorn, Mathilde Damgé et Bessma Sikouk : *Comment bien lire et comprendre une étude scientifique*, Le Monde, 10 mai 2021. ([article en ligne accessible ici](#))
 S. Laugier et P. Wagner : textes-clé de *Philosophie des sciences, I : Théories, expériences et méthodes ; II : Naturalismes et réalismes*, Vrin, 2004
 Véronique Le Ru, « Oser penser avec Émilie du Châtelet, D'Alembert, Poincaré... La distinction entre croire et savoir », *éditions Matériologiques, 2010-2020* → Conférence d'une heure : <https://www.youtube.com/watch?v=4IyUmw54GkU>
 Jean-Marc Ginoux, *Hasard et erreur dans les grandes découvertes scientifiques*, Ellipses, 2022

ÉVALUATION PAR LES PAIRS :

Michael Nielsen : *Trois mythes de l'évaluation par les pairs* (Les scientifiques ont toujours utilisé la peer review ; La peer review est digne de confiance ; La peer review permet de distinguer le vrai du faux)
 Frédéric Schütz et David Larousserie : *L'évaluation par les pairs, un processus défaillant dans la recherche*. Un extrait :
 (« Brisons tout de suite le mythe : « Le fait qu'une étude ait été évaluée par les pairs ne dit pas grand-chose sur sa qualité », avertit Winship Herr, biologiste, professeur à l'université de Lausanne et ancien éditeur d'une revue scientifique. Le processus agit comme un premier filtre. « Sans évaluation, environ 2 % des articles publiés seraient corrects, reproductibles et intéressants. Grâce à la peer review, on arrive entre 10 % et 50 % », estime David Vaux, professeur au Walter and Eliza Hall Institute de Melbourne, qui contribue au site américain Retraction Watch, spécialisé dans le suivi des articles retirés ou corrigés. »)
 Stephen Pinfield : *Mega-journals: the future, a stepping stone to it or a leap into the abyss ?* (Le problème des méga-revues scientifiques, qui ne font pas un sérieux travail de relecture des articles qu'on leur envoie)
 Derek Lowe : *More on Scientific Reports, And on Faked Papers* ;
 Paul D. Thacker and Jon Tennant : *Why we shouldn't take peer review as the 'gold standard' ?* (traduction en français : *L'évaluation par les pairs est-elle un gage de vérité scientifique ?*)
[Elsevier retire 47 publications scientifiques](#)
 Pascal Lapointe : *Rétractation d'articles et «Lancetgate»* Paul
 D. Thacker and Jon Tennant : *Why we shouldn't take peer review as the 'gold standard' ?* (traduction en français : *L'évaluation par les pairs est-elle un gage de vérité scientifique ?*)
[Elsevier retire 47 publications scientifiques](#)
 Pascal Lapointe : *Rétractation d'articles et «Lancetgate»*

HISTOIRE DES SCIENCES :

Colin Renan : *Histoire mondiale des sciences*, 1983-1988
 Danielle Jouana : *Le monde comme le voyaient les grecs*, Les belles lettres, 2018
 Alexandre Koyré : *Du monde clos à l'univers infini*, 1957-1962-1973, Idées Gallimard
 Alexandre Koyré : *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Idées Gallimard, 1966-1973
 Brian Easlea : *Science et philosophie, une révolution 1450-1750, Descartes, Copernic, Kepler*, Ramsay, 1980-1986
 Gérard Simon : *Kepler astronome, astrologue*, Puf, 1979
 Loup Verlet, *La malle de Newton* 1993, Gallimard
 Ahmed Djebbar, *Une histoire de la science arabe*, Entretiens avec Jean Rosmorduc, Points Science, 2001
 Jorge Cham et Daniel Whiteson : *Tout ce que nous ne savons pas encore*, 2017-2022
 Paolo Rossi : *Aux origines de la science moderne*, Points Sciences, 1999-2004

ÉPISTÉMOLOGIE et PÉDAGOGIE :

Louis-Gérard Varet : *L'ignorance et l'irréflexion, essai de psychologie objective*, Hachette BNF, 1899
 Gaston Bachelard : *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin 1938
 Benjamin Germann : *Les obstacles de la pensée religieuse à l'apprentissage des sciences*, L'Harmattan, 2021
 Stella Baruck : *Échec et maths*, Points sciences, 1973
 Stella Baruck : *Fabrice ou l'école des mathématiques*, Points sciences, 1977
 Stella Baruck : *L'âge du capitaine, de l'erreur en mathématiques*, Points sciences, 1985
 Bernard Denis, *Option sciences CRPE, 136 confusions à éviter*, Tempes, 2003
 G. Charpack, P. Léna, Y. Quéré : *L'enfant et la science, l'aventure de la main à la pâte*, Odile Jacob, 2005
 F. Drouard : *La démarche d'investigation dans l'enseignement des sciences* (démarche de *La main à la pâte*)
 Edith Saltiel : *Guide méthodologique : la démarche d'investigation, comment faire en classe ?* (2007)
 Edith Saltiel : *L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseils pour les enseignants*. (2009)
[Site de La main à la pâte](#)

SCIENCES ET PSEUDO-SCIENCES :

Paul Couderc : [L'astrologie, Que sais-je, 1951](#) (et surtout pas les éditions suivantes de ce livre par d'autres auteurs médiocres)
Jean Hladik : *Prestidigitation et illusionnisme*, Que sais-je, 1967 (si jamais il se trouve encore)
Henri Broch : *Le paranormal, ses documents, ses hommes, ses méthodes*, Points sciences, 1985-2001
Henri Broch : *Enquête au cœur de l'extraordinaire*, L'horizon chimérique, 1991
Henri Broch et Georges Charpak : *Devenez sorciers, devenez savants*, Odile Jacob, 2002
Henri Broch, préface de Georges Charpak : *Gourous sorciers et savants*, Odile Jacob, 2006

PÉDAGOGIE DE L'ESPRIT CRITIQUE :

Gérard de Vecchi : *Former l'esprit critique, tome 1, Pour une pensée libre* (ESF),
cf chp 21 et 22. (cf : [Former l'esprit critique : Une méthode en 25 exemples](#))
Gérard de Vecchi : *Former l'esprit critique, tome 2, à travers les disciplines* » (ESF) 2016
Norman Baillargeon : *Petit cours d'autonomie intellectuelle* (Lux)
Sophie Mazet : [Manuel d'autodéfense intellectuelle](#), R. Laffont 2015
Sophie Mazet : *Autodéfense intellectuelle (le retour) : lexique pour esprits critiques*, Laffont, 2020.
Serge Cospérec : [Développer l'esprit critique des élèves ? Un mouvement anglo-saxon, le Critical Thinking](#)
Nicolas Gauvrit : *Des têtes bien faites, éloge de l'esprit critique*, (Puf, 2019)
Steven Pinker : *Rationalité*, (Les Arènes, 2021)
Thomas C. Durand : *La science des balivernes*, HumenSciences, 2021
Elena Pasquinelli et Gérald Bronner : [Éduquer à l'esprit critique. Bases théoriques et indications pratiques pour l'enseignement et la formation](#), 132p, téléchargeable en ligne.
Sylvain Laurens, *Militer pour la science. Les mouvements rationalistes en France, 1930-2005*. Ed. EHESS, 2019 (cf les chapitres 4, et 5 sur l'évolution idéologique de l'Union rationaliste et de l'AFIS)
S. Foucart, S. Horel, S. Laurens, [Les gardiens de la raison, enquête sur la désinformation scientifique](#), La Découverte, 2020
(voir aussi [ici](#), [ici](#), [ici](#) , [ici](#) et là)

ENJEUX ÉTHIQUES DE LA SCIENCE AUJOURD'HUI :

Éthique et responsabilité sociale :

Alexandre Grothendieck, [Allons-nous continuer la recherche scientifique ?](#) (1972) (ou [ici](#), [ici](#) ou [là](#))
Didier Nordon : *Les mathématiques pures n'existent pas*, Actes Sud, 1981-1993
Jacques Testart : [La responsabilité sociale des scientifiques](#), Encyclopaedia universalis, 2008 ; [Faut-il arrêter la recherche scientifique ?](#), 2021 ;
Pierre Karli : [La responsabilité du scientifique](#), *Revue d'Histoire et de Philosophie religieuses* Année 1989 **69-1** pp. 25-33
[Pétition du Future of Life Institute en faveur d'un moratoire sur les systèmes d'intelligence artificielle à base de grands modèles de langage \(Large Language Models\)](#) (voir [ici](#), [ici](#) ou [là](#))

Problèmes éthiques de la science et responsabilité intellectuelle des savants :

William Broad et Nicholas Wade : [La Souris truquée - Enquête sur la fraude scientifique](#) 1982 Points Science
Michel de Pracontal : *L'Imposture scientifique en dix leçons*, Points Science
Alan Sokal et Jean Bricmont : *Impostures intellectuelles*, Odile Jacob, 1997
Alan Sokal : [Pseudosciences et postmodernisme : adversaires ou compagnons de route ?](#)
Yves Gingras : [Les dérives de l'évaluation de la recherche, du bon usage de la bibliométrie](#), Raison d'agir, 2014
Yves Gingras : *Sociologie des sciences*, Que sais-je, 2013-2018
Yves Gingras : [Propos sur les sciences](#) (Entretiens avec Yanick Villedieu) Raisons d'Agir, 2010
Yves Gingras, *L'impossible dialogue. Sciences et religions*. PUF, 2016.
David Larousserie, [La biologie française minée par des manquements à l'intégrité scientifique](#)
David Larousserie, [PubPeer, le site par qui le scandale de « l'inconduite scientifique » arrive](#)
Seraya Maouche, [Fraude scientifique, le CNRS et l'ETH Zurich ouvrent une enquête](#)
Irène Pereira : [Bréviaire des enseignants, Science, Éthique et pratique professionnelle](#) Ed. Du Croquant, 2018
Roland Gori : [La fabrique des imposteurs](#), Babel Essais, 2013
Naomi Oreskes et Erik M. Conway : [Les marchands de doute](#), Le Pommier 2010-2014
Robert Proctor, [Golden Holocaust. La conspiration des industriels du tabac](#), éditions Des Équateurs, 2014
Stéphane Foucart : [La fabrique du mensonge. Comment les industriels manipulent la science](#), Denoël, 2013
Pablo Jensen : [Pourquoi la société ne se laisse pas mettre en équations](#), Seuil, 2018

A. Houlou-Garcia et T. Maugenest : [Le théorème d'hypocrite, histoire de la manipulation par les chiffres, de Pythagore au covid-19](#), Albin Michel, 2020

Didier Gourier, physicien, dans un podcast intéressant de La Tronche en biais : deuxième partie (à 55mn) de la conférence de : [La publication scientifique : forces et faiblesses \(TenI #61\)](#) (II : Un système imparfait)

Sheldon Krinsky : [La recherche face aux intérêts privés](#), Les empêcheurs de penser en rond, 2004

J. Guespin-Michel et A. Jacq (coord.) : [La science pour qui ?](#), Ed. Du Croquant, 2013

P. Bercovici et B. Simmat : [L'incroyable histoire de l'immortalité, l'épopée du transhumanisme](#), Les arènes BD, 2021

Irène Pereira, « [Bréviaire des enseignant-e-s. Science, éthique et pratique professionnelle](#) » Ed. Du croquant, 2018 p13-17

Philippe Champy, « [Vers une nouvelle guerre scolaire : quand les technocrates et les neuro-scientifiques mettent la main sur l'école](#) », La Découverte 2019, (III).

[Agnologie : la mécanique de l'ignorance : 4 Épisodes :](#)
[Épisode 1/4 : Quand les industriels nous enfument ; Épisode 2/4 : Des maladies aux causes invisibles ; Épisode 3/4 : Quand on préfère ne pas savoir ; Épisode 4/4 : Financer la science, récolter l'ignorance](#)
 Hugues Draelants et Sonia Revaz : « [L'évidence des faits. La politique des preuves en éducation](#) »
 Alice Raybaud, [Plagiat, vol. appropriation de thèses... quand les encadrants s'emparent du travail des jeunes chercheurs](#), Le Monde, 25 janvier 2022

Quelques extraits :

Rousseau, *L'Émile*, début du livre III

Rendez votre élève attentif aux phénomènes de la nature, bientôt vous le rendrez curieux ; mais, pour nourrir sa curiosité, ne vous pressez jamais de la satisfaire. Mettez les questions à sa portée, et laissez-les lui résoudre. Qu'il ne sache rien parce que vous le lui avez dit, mais parce qu'il l'a compris lui-même ; qu'il n'apprenne pas la science, qu'il l'invente. Si jamais vous substituez dans son esprit l'autorité à la raison, il ne raisonnera plus ; il ne sera plus que le jouet de l'opinion des autres. [...] Nous ne savons jamais nous mettre à la place des enfants ; nous n'entrons pas dans leurs idées, nous leur prêtons les nôtres ; et suivant toujours nos propres raisonnements, avec des chaînes de vérités nous n'entassons qu'extravagances et qu'erreurs dans leur tête.

Nietzsche, *Humain, trop humain*, chap. IX L'homme avec lui-même, § 635

« Dans l'ensemble, les méthodes scientifiques sont une conquête de la recherche pour le moins aussi considérable que n'importe quel autre résultat : c'est en effet sur l'entente de la méthode que repose l'esprit scientifique, et tous les résultats des sciences ne pourraient, si ces méthodes venaient à se perdre, empêcher un nouveau triomphe de la superstition et de l'absurdité. Les gens d'esprit ont beau *apprendre* autant qu'ils veulent des résultats de la science ; on s'aperçoit toujours à leur conversation, et particulièrement aux hypothèses qu'ils y proposent, que l'esprit scientifique leur fait défaut : ils n'ont pas cette défiance instinctive contre les écarts de la pensée, qui, à la suite d'un long exercice, a pris racine dans l'âme de tout homme de science. Il leur suffit de trouver sur un sujet une hypothèse quelconque, ils sont alors tout feu tout flamme pour elle et croient qu'ainsi tout est dit. Avoir une opinion signifie par là même chez eux : en devenir aussitôt fanatique et finalement la prendre à cœur comme une conviction. Ils s'échauffent, à propos d'une chose inexpiquée, pour la première fantaisie qui leur passe en tête et qui ressemble à une explication : d'où résultent continuellement, notamment dans le domaine de la politique, les plus fâcheuses conséquences. — C'est pourquoi chacun devrait de nos jours avoir appris à connaître au moins *une* science à fond : alors il saura toujours ce que c'est qu'une méthode et combien est nécessaire la plus extrême prudence. »

Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Introduction

« Dans l'éducation, la notion d'*obstacle pédagogique* est également méconnue. J'ai souvent été frappé du fait que les professeurs de sciences, plus encore que les autres, si c'est possible, ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas. Peu nombreux sont ceux qui ont creusé la psychologie de l'erreur, de l'ignorance et de l'irréflexion. [...] Les professeurs de sciences imaginent que l'esprit commence comme une leçon, qu'on peut toujours refaire une culture nonchalante en redoublant une classe, qu'on peut faire comprendre une démonstration en la répétant point pour point. Ils n'ont pas réfléchi au fait que l'adolescent arrive dans la classe de Physique avec des connaissances empiriques déjà constituées : il s'agit alors, non pas d'*acquérir* une culture expérimentale, mais bien de *changer* de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne. [...] Il est dès lors assez difficile de faire comprendre le principe d'Archimède dans son étonnante simplicité mathématique si l'on n'a pas d'abord critiqué et désorganisé le complexe impur des intuitions premières. [...] Ainsi toute culture scientifique doit commencer [...] par une catharsis intellectuelle et affective. »

Molière, *Les femmes savantes*, Acte IV, scène 3 : [...]

TRISSOTIN :

Je viens vous annoncer une grande nouvelle.
Nous l'avons en dormant, Madame, échappé belle:
Un monde près de nous a passé tout du long,
Est chu tout au travers de notre tourbillon;
Et s'il eût en chemin rencontré notre terre,
Elle eût été brisée en morceaux comme verre.

PHILAMINTE :

Remettons ce discours pour une autre saison,
Monsieur n'y trouverait ni rime, ni raison;
Il fait profession de chérir l'ignorance,
Et de haïr surtout l'esprit et la science.

CLITANDRE :

Cette vérité veut quelque adoucissement.
Je m'explique, Madame, et je hais seulement
La science et l'esprit qui gâtent les personnes.
Ce sont choses de soi qui sont belles et bonnes;
Mais j'aimerais mieux être au rang des ignorants,
Que de me voir savant comme certaines gens.

TRISSOTIN :

Pour moi je ne tiens pas, quelque effet qu'on suppose,
Que la science soit pour gâter quelque chose.

CLITANDRE :

Et c'est mon sentiment, qu'en faits, comme en propos,
La science est sujette à faire de grands sots.

TRISSOTIN :

Le paradoxe est fort.

CLITANDRE :

Sans être fort habile,
La preuve m'en serait je pense assez facile.
Si les raisons manquaient, je suis sûr qu'en tout cas
Les exemples fameux ne me manqueraient pas.

TRISSOTIN :

Vous en pourriez citer qui ne concluraient guère.

CLITANDRE :

Je n'irais pas bien loin pour trouver mon affaire.

TRISSOTIN :

Pour moi je ne vois pas ces exemples fameux.

CLITANDRE :

Moi, je les vois si bien, qu'ils me crèvent les yeux.

TRISSOTIN :

J'ai cru jusques ici que c'était l'ignorance
Qui faisait les grands sots, et non pas la science.

CLITANDRE :

Vous avez cru fort mal, et je vous suis garant,
Qu'un sot savant est sot plus qu'un sot ignorant.

TRISSOTIN :

Le sentiment commun est contre vos maximes,
Puisque ignorant et sot sont termes synonymes.

CLITANDRE :

Si vous le voulez prendre aux usages du mot,
L'alliance est plus grande entre pédant et sot.

TRISSOTIN :

La sottise dans l'un se fait voir toute pure.

CLITANDRE :

Et l'étude dans l'autre ajoute à la nature.

TRISSOTIN :

Le savoir garde en soi son mérite éminent.

CLITANDRE :

Le savoir dans un fat devient impertinent.

TRISSOTIN :

Il faut que l'ignorance ait pour vous de grands charmes,
Puisque pour elle ainsi vous prenez tant les armes.

CLITANDRE :

Si pour moi l'ignorance a des charmes bien grands,
C'est depuis qu'à mes yeux s'offrent certains savants.

TRISSOTIN :

Ces certains savants-là, peuvent à les connaître
Valoir certaines gens que nous voyons paraître.

CLITANDRE :

Oui, si l'on s'en rapporte à ces certains savants;
Mais on n'en convient pas chez ces certaines gens.

PHILAMINTE :

Il me semble, Monsieur...

CLITANDRE : Eh, Madame, de grâce,
Monsieur est assez fort, sans qu'à son aide on passe:
Je n'ai déjà que trop d'un si rude assaillant;
Et si je me défends, ce n'est qu'en reculant.

ARMANDE :

Mais l'offensante aigreur de chaque repartie
Dont vous...

CLITANDRE : Autre second, je quitte la partie.

PHILAMINTE :

On souffre aux entretiens ces sortes de combats,
Pourvu qu'à la personne on ne s'attaque pas.

CLITANDRE :

Eh, mon Dieu, tout cela n'a rien dont il s'offense;
Il entend raillerie autant qu'homme de France;
Et de bien d'autres traits il s'est senti piquer,
Sans que jamais sa gloire ait fait que s'en moquer.

TRISSOTIN :

Je ne m'étonne pas au combat que j'essuie,
De voir prendre à Monsieur la thèse qu'il appuie.
Il est fort enfoncé dans la cour, c'est tout dit :
La cour, comme l'on sait, ne tient pas pour l'esprit;
Elle a quelque intérêt d'appuyer l'ignorance,
Et c'est en courtisan qu'il en prend la défense.

CLITANDRE :

Vous en voulez beaucoup à cette pauvre cour,
Et son malheur est grand, de voir que chaque jour
Vous autres beaux esprits, vous déclamiez contre elle;
Que de tous vos chagrins vous lui fassiez querelle;
Et sur son méchant goût lui faisant son procès,
N'accusiez que lui seul de vos méchants succès.
Permettez-moi, Monsieur Trissotin, de vous dire,
Avec tout le respect que votre nom m'inspire,
Que vous feriez fort bien, vos confrères, et vous,
De parler de la cour d'un ton un peu plus doux;
Qu'à le bien prendre au fond, elle n'est pas si bête
Que vous autres Messieurs vous vous mettez en tête;
Qu'elle a du sens commun pour se connaître à tout;
Que chez elle on se peut former quelque bon goût;
Et que l'esprit du monde y vaut, sans flatterie,
Tout le savoir obscur de la pédanterie.

TRISSOTIN :

De son bon goût, Monsieur, nous voyons des effets.

CLITANDRE :

Où voyez-vous, Monsieur, qu'elle l'ait si mauvais?

TRISSOTIN :

Ce que je vois, Monsieur, c'est que pour la science
Rasius et Baldus font honneur à la France,
Et que tout leur mérite exposé fort au jour,
N'attire point les yeux et les dons de la Cour.

CLITANDRE :

Je vois votre chagrin, et que par modestie
Vous ne vous mettez point, Monsieur, de la partie:
Et pour ne vous point mettre aussi dans le propos,
Que font-ils pour l'État vos habiles héros?
Qu'est-ce que leurs écrits lui rendent de service,
Pour accuser la cour d'une horrible injustice,
Et se plaindre en tous lieux que sur leurs doctes noms
Elle manque à verser la faveur de ses dons?
Leur savoir à la France est beaucoup nécessaire,
Et des livres qu'ils font la cour a bien affaire.
Il semble à trois gredins, dans leur petit cerveau,
Que pour être imprimés, et reliés en veau,
Les voilà dans l'État d'importantes personnes;
Qu'avec leur plume ils font les destins des couronnes;
Qu'au moindre petit bruit de leurs productions,
Ils doivent voir chez eux voler les pensions;
Que sur eux l'univers a la vue attachée;
Que partout de leur nom la gloire est épanchée,
Et qu'en science ils sont des prodiges fameux,
Pour savoir ce qu'ont dit les autres avant eux,
Pour avoir eu trente ans des yeux et des oreilles,
Pour avoir employé neuf ou dix mille veilles
À se bien barbouiller de grec et de latin,
Et se charger l'esprit d'un ténébreux butin
De tous les vieux fatras qui traînent dans les livres;
Gens qui de leur savoir paraissent toujours ivres;
Riches pour tout mérite, en babil importun,
Inhabiles à tout, vides de sens commun,
Et pleins d'un ridicule, et d'une impertinence
À décrier partout l'esprit et la science.

PHILAMINTE :

Votre chaleur est grande, et cet emportement
De la nature en vous marque le mouvement.
C'est le nom de rival qui dans votre âme excite...