,

COMMENT ENSEIGNER L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ET CRITIQUE ?

25/01/2025 Manuel Tonolo, prag philosophie, INSPE de Chambéry, Université Grenoble-Alpes

---

Précaution introductive : **Ceci n'est pas un cours, mais un support de 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 (et contre) elles. Un cours met en relation la personne d'un-e enseignant-e et celle des ses élèves/étudiant-e-s, 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 (le savoir) dans un vase (la tête creuse, et supposée ignorante, des élèves/étudiant-e-s). L'enseignement passe nécessairement par un dialogue où les représentations sont questionnées, ce que ce document ne peut être en aucune façon. Un ou une enseignant-e 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… Ce support retrace différentes directions que pouvaient prendre cet enseignement, même si de nombreuses directions citées ici n'ont pas forcément été prises dans le cours de telle ou telle année.
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 épistémologiques*
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- Pluralité des méthodes de recherche
a- Différents types de méthodes « rigoureuses » en sciences humaines
b- Critique des méthodes rigoureuses en sciences « dures » : la position de Feyerhabent
c- Les découvertes accidentelles, faites sans démarche préalable : *la découverte par sérendipité*
d- Remise en question de la « méthode expérimentale » par René Thom
e- Le rôle capital de l'imagination et de l'intuition, souvent négligé par le formalisme
3- Une vérité « prouvée par l' expérience » ?
4- Une théorie « mathématisée »
5- La vérité mathématiques est-elle totalement « démontrable » ?
a- la vérité mathématique repose sur la démonstration à partir d'axiomes
b- Peut-on démontrer/déduire la vérité des axiomes mathématiques ?
b1- L'effort d'axiomatisation d'Euclide
***b2- L'échec des géométries non-euclidiennes* ?**
c- Une autre façon de tenter de démontrer la vérité des axiomes qui échoue : complétude *et* cohérence ?
c1- Frege, L'Idéographie, 1879
c2- Les deux théorèmes d'incomplétude de Gödel
d- Quel est le statut des « objets mathématiques » ? La crise de la Théorie des Ensembles
d1- Certains objets des mathématiques soulèvent des contradictions internes
d2- La crise de la théorie des ensembles
C- Qu'est-ce que l' OBJECTIVITÉ SCIENTIFIQUE ?
1- Qu'est-ce qu'une loi scientifique ?
2- Qu'est-ce que l'objectivité scientifique ?
3- Qu'est-ce que la vérité en science ?
4- Qu'appelle-t-on la scientificité ?
5- Qu'est-ce que l'esprit scientifique ?
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 SCIENTIFIQUE ?

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
10- Savoir suspendre son jugement
11- Distinguer l'ignorance de l'erreur et de l'illusion

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 DÉMARCHE 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- Les savants sont aussi 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- Certain-e-s 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- La croyance aveugle à l'évaluation par les pairs

2- Exposition des chercheurs et chercheuses aux récupérations idéologiques, politiques ou économiques
Poids de lobbies qui parfois les sollicitent pour donner un vernis scientifique à leurs intérêts privés
Agnotologie

3- Quelle responsabilité des scientifiques pour les applications ultérieures de leurs découverte dans la société ?

4- 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- Quelle finalités pour l'humanité à venir ?

5- Lutter contre une conception religieuse de la science
a- les ignorants crédules
b- scientifiques dogmatiques
c- Les puissances obscurantistes

C- L'EXEMPLE D'UNE DÉRIVE SCIENTISTE : L'*EVIDENCE-BASED EDUCATION* (document à part)

CONCLUSION

SITOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE :

Épistémologies Régionales
Mathématiques - Physique - Biologie - Sciences Humaines
Épistémologie Générale
Épistémologie et laïcisation de la science
Épistémologie et méthode scientifique
Évaluation par les pairs
Histoire des sciences
Épistémologie et pédagogie
Sciences et pseudo-sciences - Pédagogie de l'esprit critique
Enjeux éthiques de la science aujourd'hui
Éthique et responsabilité sociale
Problèmes éthiques de la science et responsabilité intellectuelle des savants
L'émergence de discours obscurantistes et de politiques anti-science

EXTRAITS DE TEXTES

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 semble *aujourd'hui* généralement admise.
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 pourtant eu dans leur scolarité des cours de science, et de multiples cours censés leur développer leur esprit critique. Pourtant, ils tombent de ce piège de cette crédulité pseudo-scientifique.
Une question que pourrait 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 e*sprit 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 idéologues 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, si elle ne peut se fonder sur une culture générale scientifique.

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 : l**e platisme** (= la terre est plate, on nous cache tout, le voyage dans la lune et les satellites, c'est un complot de la Nasa et d'Holywood…).

→ Remarque valable pour l'ensemble de ce support : certaines video sont ajoutées au cours comme complément pour d'éventuels approfondissements, avec deux niveaux de difficulté
(**1 : D'accès immédiat**, **2 : un peu plus complexe**)

→ Comment sait-on que c'est la terre qui tourne autour du soleil ? Car le géo/centrisme est évident et a longtemps été « prouvé » par l'expérience, et le platisme contemporain en appelle lui aussi à l'évidence de nos sens.

« 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 et Violaine Giaccomoto-Charra et Syvlie Nony, ***La terre est plate, généalogie d'une idée fausse***, Folio histoire, 2021)
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

Exemple de blog platiste

L' image de la " Terre Plate" pour les platistes et leur représentation du monde

Citation d'un 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. »

[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]

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

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

La forme de la Terre dans l'Histoire occidentale : la sphéricité de la Terre est pensée depuis l'antiquité

« 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 bénef 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 ?

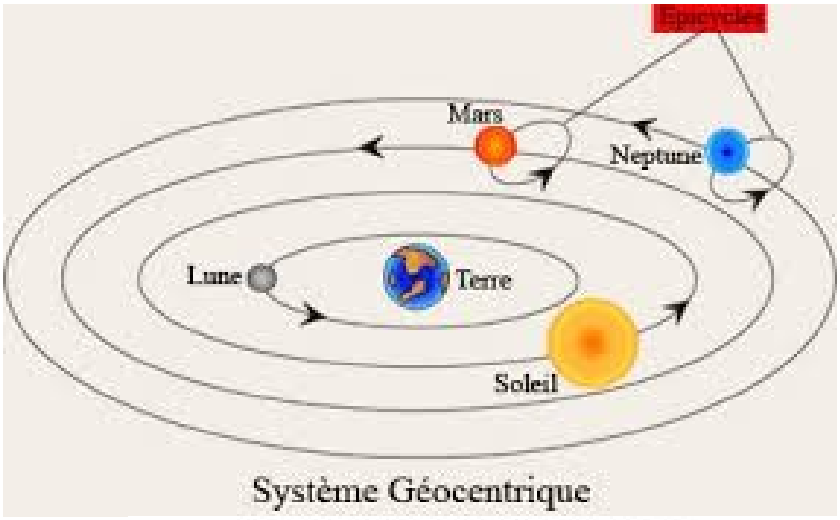
Le premier critère pour dire qu'un discours est vrai, c'est qu'il décrit une réalité que je peux percevoir, observer, qui est évidente pour moi. (é-vidence = ce que je *vois* de mes yeux, *videre* en latin)

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.

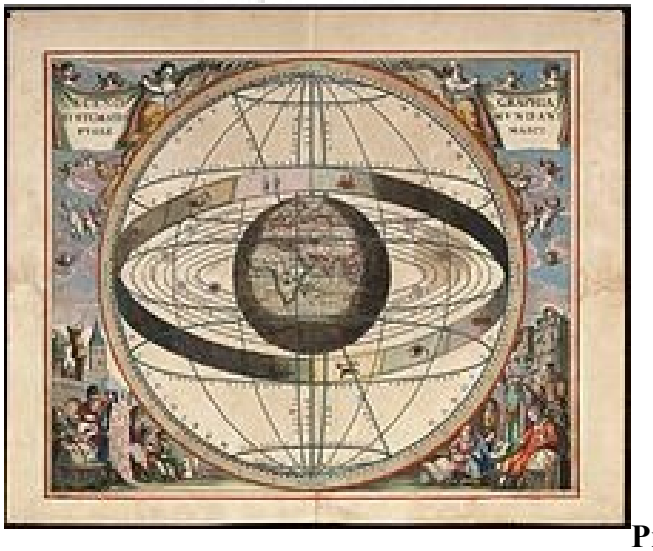
I- Ce qui est VRAI, c'est ce que j'OBSERVE ; : « *sauver les phénomènes* »

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'<u>évidence des faits</u> :***
(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...)



Système Géocentrique

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.



<u>Principes de la « science »</u>

commune dans l'Antiquité : « sauver les phénomènes »

(= justifier a posteriori par une théorie 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 : hypothèe 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

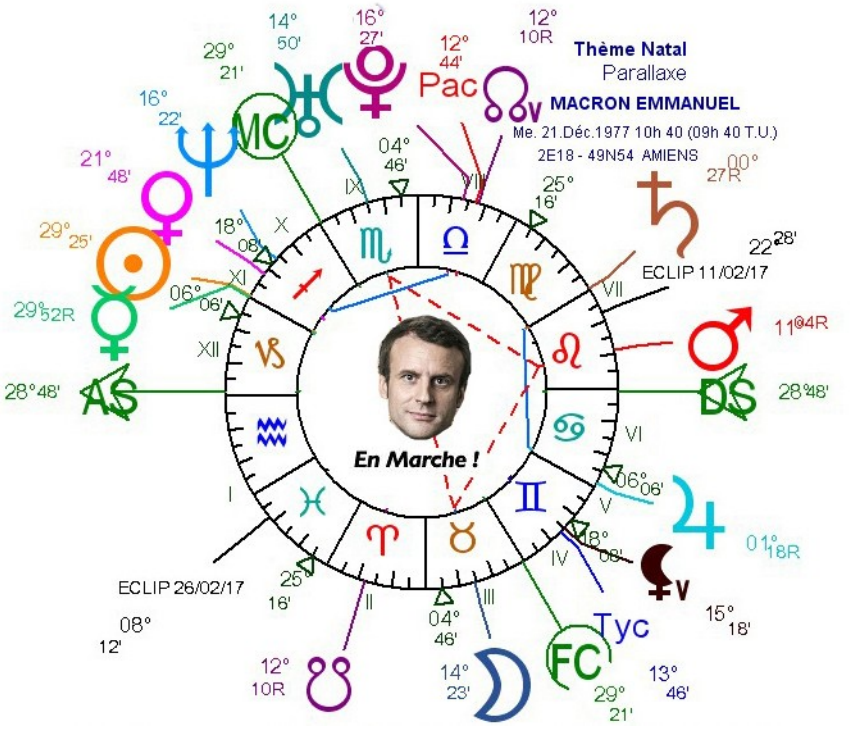
→ **Videos sur le géocentrisme**

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 censés être influencés par les astres sont au centre, et les planètes tournent autour, sans prendre en compte les distances réelles vis-à-vis de la terre, comme si elle tournaient autour de la terre sur un même axe, indépendamment de la distance réelle entre elles et par rapport à la Terre.
=> l'astrologie est une croyance strictement *géocentrique* : les astres supposés tourner autour de la terre influencent ceux qui y naissent, indépendamment de leurs éloignements respectifs .

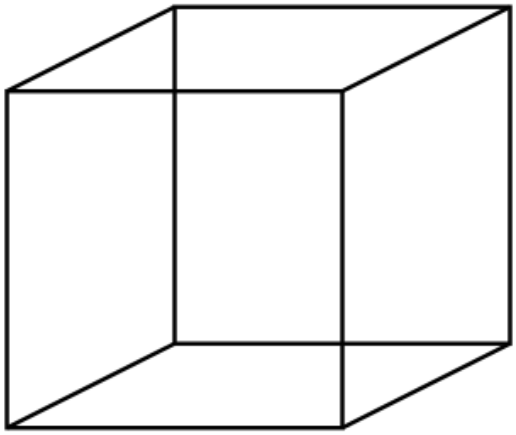
transition : Un changement s'effectue avec la naissance de la science moderne : la théorie ne va plus être la conséquence d'une observation, faite au hasard, d'une pseudo-évidence des faits, mais l'imagination d'une hypothèse que l'expérimentation rigoureuse va ensuite essayer de *mettre à l'épreuve*.

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

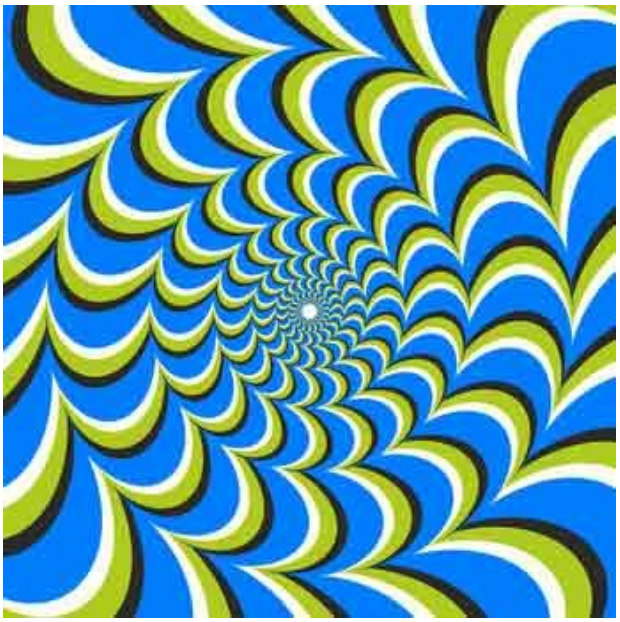
Percevoir , observer la réalité => juger, interpréter, imaginer



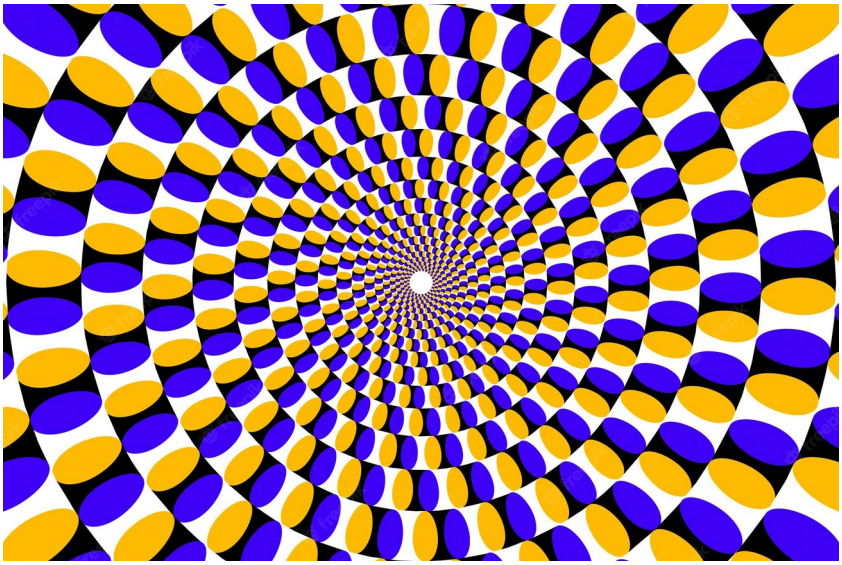
=> voir le cube sous deux aspects différents. Cf le texte d'Alain dans « Éléments de Philosophie » § La perception »)

L'ESCALIER

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



Images fixes ? Et pourtant, quand on les fixe au centre...



Des chevaux ou des zèbres ? PattyWinsauer,National Geographic, 2008

→ 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… (// exp orange ; boîte d'allumettes...)
géo-centrisme → hélio-centrisme

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.

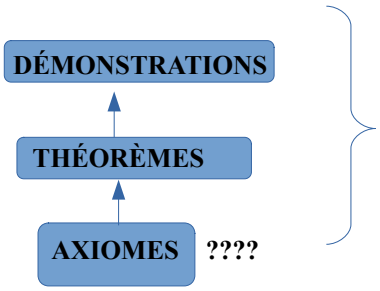
Copernic : 1492-1543 (publie son hypothèse hélio-centrique de manière posthume)
G. Bruno :**1548-1600** (brûlé pour ne pas avoir voulu abjurer de l'hypothèse hélio-centrique de Copernic)
Descartes : 1548-1650 (ne publie pas son traité du Monde, par peur du sort de G. Bruno, lui aussi)
Galilée : **1564-1642** (passe les 10 dernières années de sa vie en prison + contraint de se renier et d'interrompre ses travaux)
Newton : 1642-1727 (unifie sous les mêmes lois le monde sub-lunaire [= la terre] et le monde supra-lunaire [= les astres et planètes] d'Aristote : l'attraction universelle concerne la pomme qui ''tombe'' et le mouvements des planètes)

→ 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 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) => La première loi de la chute des corps de Galilée (la première loi de la physique moderne) va à l'encontre de l'observation immédiate et des représentations depuis l'Antiquité, et du préjugé que le vide n'existe pas (« la Nature a horreur du vide »).
3- ***Une chose en mouvement ne s'arrête jamais*** (mvt rectiligne uniforme, principe d'inertie) : **→ Galilée, Descartes, Newton.**
4- ***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, comme le croyaient les anciens, car c'est l'expérience est identique pour un boulet lancé du haut du mât d'un bateau en mouvement ! *e pur, si muove*...)
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=lPrZZLfcBVU
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 rectiligne***s **→ 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.

MATHÉMATIQUES :



la vérité d'une démonstration repose donc sur la vérité des axiomes qui la fondent.

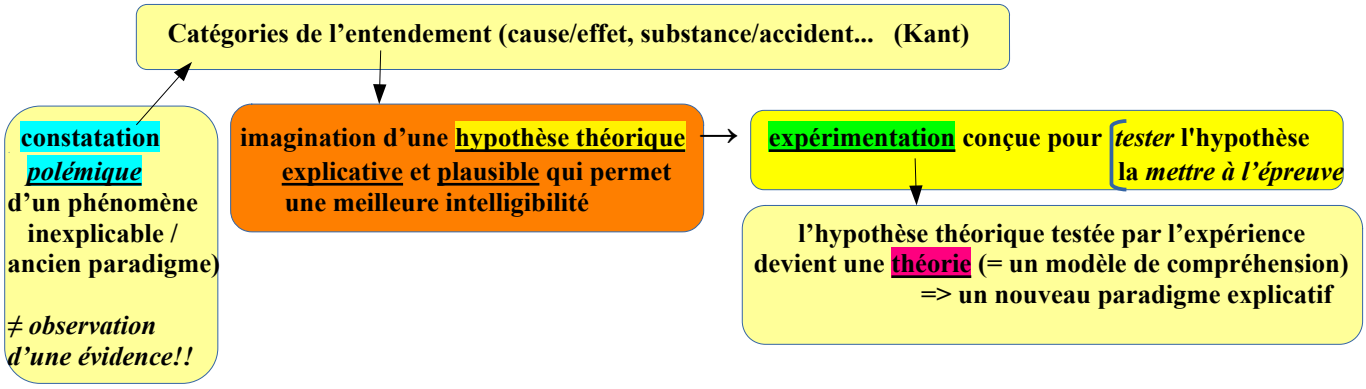
(cf les postulats d'Euclide)

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)
cf « Le soleil se lèvera-t-il demain » ? (Hume)
cf l'induction trompeuse du poulet à l'égard de la personne qui le nourrit (Russel, *Problèmes de Philosophie*, p 73-74 Payot)
≠
3- Abduction : de quelques expériences particulières ***probables*** consolidant une hypothèse: 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 (voir plus bas)

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*" entre le savoir et l'opinion avec ces obstacles qui empêchent l'esprit scientifique de se développer.*

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...) etc.

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

4- Obstacle du FINALISME, de la CONNAISSANCE UTILITAIRE (melon pré-découpé en tranches (B. de St P.) , 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

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…
etc.

….. 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

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-Feminity 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 déchaînements 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 ≠ 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 une erreur rectifiée

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

A- QU'EST-CE QU'UNE THÉORIE SCIENTIFIQUE ? (Kant, CRP)

≠ l'accès au secret intime et absolu de la réalité, la clarté *absolue*, la connaissance de l'*essence* de la chose en soi
≠ une croyance subjective comme une autre, chacun ayant « sa » vérité avec « sa » théorie personnelle
= une description explicative rationnelle, un modèle opératoire de connaissance de la réalité toujours remis en cause, qui progresse indéfiniment cf "lunettes" *transcendantales* de la science (Kant) pour voir/comprendre les phénomènes
= un accord de *l'ensemble de la communauté scientifique* d'une époque sur un modèle explicatif de la nature
=> l'expression d'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

≠ croyance personnelle et subjective (= certitude)
≠ connaissance absolue, définitive et totalement objective (savoir absolu et indubitable)

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 *déduction* 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

***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.**
(Logique, mathématiques)

≠

***Expliquer* par une LOI = *déterminisme* des sciences de la Nature : une cause extérieure détermine un effet (Galilée)**

≠

***Comprendre* le SENS = *herméneutique*, interprétation cohérente des faits humains / raisons, motifs**
≠ 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 humaines, 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 (Spinoza, *Éthique*, I) ?
- 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
=> Les conditions de départ *peuvent changer* : la sociologie des votes évolue plus vite que la loi de l'attraction [universelle !
≠ une loi de la nature = une loi qui détermine des régularités constantes dans l'organisation d'une nature *stable*
≠ compréhension des raisons / intention du sujet
≠ explication par des 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- Pluralisme des méthodes de recherche :

a- ***Sciences humaines : différents types de méthodes rigoureuses*** Par exemple **:**

→ MÉTHODES QUANTITATIVES/ donnée chiffrées (mais 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 et des étrangers ? »)
→ modestie nécessaire / 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…), enquêtes individuelles...
=> souvent des méthodes mixtes.

b- ***Sciences de la nature : Critique des méthodes scientifiques dites « rigoureuses » : la position de Feyerhabend***

→ ANARCHISME MÉTHODOLOGIQUE (Feyerhabend) : « Anything goes » (pour la recherche, «*Tout est bon !*»)
Si on regarde son histoire, la science 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 Serres, critique de Bachelard : « ***La Réforme et les sept péchés*** », Hermès II, L'Interférence, Minuit, 1972, p201-222

« L'idée que la science peut, et doit, être organisée selon des règles fixes et universelles est à la fois utopique et pernicieuse. Elle est utopique car elle implique une conception trop simple des aptitudes de l'homme et des circonstances qui encouragent, ou causent, leur développement. Et elle est pernicieuse en ce que la tentative d'imposer de telles règles ne peut manquer de n'augmenter nos qualifications professionnelles qu'aux dépens de notre humanité. En outre, une telle idée est préjudiciable à la science, car elle néglige les conditions physiques et historiques complexes qui influencent en réalité le changement théorique. Elle rend notre science plus facilement adaptable et dogmatique. [...]
Toutes les méthodologies ont leurs limites, et la seule « règle » qui survit, c'est : « Tout est bon. » […]
[…] Seulement, une étude sur le terrain de la science elle-même nous donne une image très différente.
Une telle étude révèle que, tandis que quelques scientifiques procèdent sans doute ainsi, la grande majorité suit un chemin différent. Le scepticisme est réduit au minimum ; il est dirigé contre les conceptions de l'opposition et contre des ramifications mineures des idées fondamentales, mais jamais contre les idées fondamentales elles-mêmes. Attaquer les idées fondamentales provoque des réactions de tabou qui ne sont pas plus faibles que celles des sociétés dites primitives. Les croyances fondamentales sont protégées par cette réaction tout autant que par des élaborations secondaires, nous l'avons vu ; et tout ce qui ne réussit pas à s'intégrer dans le système de catégories établi, ou tout ce que l'on dit être incompatible avec ce système, se trouve soit considéré comme tout à fait horrible, soit, plus fréquemment, simplement tenu pour inexistant. Et la science n'est pas davantage prête à faire du pluralisme théorique le fondement de la recherche. Newton régna pendant plus de 150 ans ; et si Einstein introduisit pendant une brève période un point de vue plus libéral, ce ne fut que pour être suivi par l'interprétation de Copenhague. Les ressemblances entre science et mythe sont vraiment surprenantes ! [...]
Nous le voyons : les faits seuls ne sont pas assez puissants pour nous faire accepter ou rejeter les théories scientifiques. Ils laissent à la pensée un champ trop large. A l'inverse, la logique et la méthodologie éliminent trop, elles sont trop étroites. Entre ces deux extrêmes se trouve le domaine toujours changeant des désirs et des idées des hommes. […]
La science moderne […] n'est ni aussi difficile ni aussi parfaite que la propagande scientifique veut bien nous le faire croire. […] Combien de fois n'arrive-t-il pas que le jugement vaniteux d'un expert soit remis à sa place par un profane ? De nombreux inventeurs ont construit des machines « impossibles […]
Une science qui se targue de posséder la seule méthode correcte et les seuls résultats acceptables est une idéologie, et doit être séparée de l'État et particulièrement de l'éducation. […] Un citoyen adulte est celui qui a appris à prendre des décisions et qui a décidé en faveur de ce qui, croit-il, lui convient le mieux. […] Pour se préparer à ce choix, il étudiera les principales idéologies comme des phénomènes historiques ; il étudiera la science comme un phénomène historique, et non comme le seul et unique moyen raisonnable d'aborder un problème. Il l'étudiera en même temps que d'autres contes de fées, tels que les mythe de sociétés « primitives », pour avoir les renseignements nécessaires à une bonne décision. Connaître les propagandistes les plus en vue dans tous les domaines sera une partie essentielle de l'éducation générale de cette espèce, de sorte que l'élève pourra organiser sa résistance à la propagande, y compris la propagande appelée « raisonnement ». Ce n'est qu'après avoir été ainsi affermi qu'il sera appelé à faire son choix dans les dichotomies

rationalisme-irrationalisme, science-mythe, science-religion, et ainsi de suite. Sa décision en faveur de la science, s'il choisit la science sera alors bien plus « rationnelle » que ne l'est aujourd'hui aucune décision en faveur de la science. »

Feyerhabend, *Contre la méthode*, chp 18

« L'hypothèse fausse de l'existence d'une méthode scientifique universelle à laquelle toutes les formes de savoir doivent se conformer joue un rôle préjudiciable dans notre société hic et nunc, surtout si l'on tient compte du fait que la version d ela méthode scientifique à laquelle on fait référence est une version grossièrement empiriste et inductiviste. Cela est particulièrement vrai dans le domaine des sciences sociales, où les théories, qui servent à manipuler des aspects de notre société à un niveau superficiel (études de marché, psychologie du comportement…), plutôt que de servir à la comprendre et à nous transformer en profondeur, sont prônées au nom de la science. »

Chalmers, *Qu'est-ce que la science ? Popper, Khun, Lakatos, Feyerhabend,* chp 12, §3

c- ***Les découvertes accidentelles, faites sans démarche préalable : la découverte par sérendipité***
Liste de découvertes et inventions liées au hasard (mais sans oublier qu'une découverte accidentelle présuppose la capacité rationnelle de reconnaître qu'il s'agit bien d'une découverte : ici, c'est plus la formation personnelle et l'ouverture d'un esprit scientifique préalable que l'hypothèse a priori qui permet de faire d'une rencontre fortuite une découverte)

d- ***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, un tâtonnement, une sérendipité, incompatibles 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, en mathématiques ou dans les sciences humaines.

e- ***Le rôle capital de l'imagination et de l'intuition, souvent négligé par le formalisme***

Sur le rôle capital de *l'imagination* et de *l'intuition* dans la recherche créative, voir le livre de Grothendieck : *Récoltes et semailles* (t.1, Travail et découverte, p205 sqq.), et celui de David Bessis : *Mathematica*, qui critiquent un enseignement basé uniquement sur le raisonnement logique, oubliant de donner une place à l'intuition.
cf aussi Holton : *L'imagination scientifique* : les physiciens fonctionnement avec des schèmes imaginaires qui leur permettent de faire des découvertes.
Et cette réflexion attribuée à Albert Einstein : *« La logique vous mènera d'un point A à un point B. L'imagination vous mènera partout »*

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 réelle
Question : peut-on prouver/valider/vérifier une théorie universelle avec des expérimentations *particulières*
→ 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 (≠ déduction) : la pomme tombera-t-elle? Le soleil se lèvera-t-il demain ? (question posée par Hume)

déduction : de l'universel au particulier (*Si tous les hommes sont mortels, Socrate, qui est un homme, est mortel*)
induction : passage du particulier à l'universel (*Le soleil se lèvera demain car il s'est toujours levé jusqu'à présen*t)
abduction : universel théorique → test particulier/ expérience→ universel *vraisemblable* (Aristote, Pierce, Popper)

3.1→ un nombre limité d'expériences ne peut JAMAIS PROUVER/VÉRIFIER/VALIDER UNE THÉORIE
=> on peut avoir des certitudes sur ce qui est faux, non sur ce qui est vrai, un scientifique ne cherche jamais à *prouver* !
Aucune confirmation définitive n'est possible : la science s'appuie sur un cercle indéfini de confirmations et [d'infirmations

3.2→ 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. (cf Georges Duby, *Le Dimanche de Bouvines : 27 juillet 1214*, 1973)

3.3→ 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 => on la conserve jusqu'à { la prochaine fois !
(Mill, Dewey, Popper…) { sa falsification future
=> l'expérimentation est réalisée pour tenter { de mettre le plus à mal possible l'hypothèse théorique.
non pas de PROUVER, mais d'ÉPROUVER l'hypothèse,
(= de la mettre à L'ÉPREUVE)

3.4→ Une théorie
≠ { une loi de la nature en elle-même, la découverte de son principe explicatif ultime,
principe « transcendant », dessein théologique, secret divin de la création
= { une loi de l'esprit humain qui connaît la nature (Kant)
un principe « transcendantal », qui renvoie à notre manière humaine de connaître
et non à la structure interne de la Nature à laquelle on accéderait.
= un modèle conceptuel « *opératoire* » qui explique et décrit la réalité le mieux possible
qui permet { de prédire des événements
d'expliquer le déterminisme sous-jacent
= une convention de la communauté savante, et non une induction à partir d'observations empiriques (Kant, puis Pierre Duhem ou Henri Poincaré)

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 ! Cf Lakatos)
L'hypothèse théorique moderne, forgée a priori, vient avant l'expérimentation qui tente de la falsifier / réfuter
(Popper)
cf L'expérience de Toricelli / pression atmosphérique ≠ fontainiers de Florence / La nature a horreur du vide →|10,33m!
cf L'expérience d'Eddington / la relativité d'Einstein : si l'expérience avait échoué, la théorie d'Einstein aurait été compromise.

=> Il existe donc 3 degrés d'accord d'une théorie avec l'expérience, selon que cette théorie est :
- Falsifiable => alors il s'agit d'une théorie non-scientifique (ex : astrologie)
- Infalsifiable => alors c'est une hypothèse théorique scientifique susceptible un jour peut-être d'être réfutée
- Non (encore) falsifiée => 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 », robur en latin = la force), 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)

Lakatos, dans *The methodology of scientific research programmes*, remettra en cause le critère de démarcation de Popper entre sciences et non-science, en soulignant qu'une expérience ne peut réfuter une théorie que si un nouveau paradigme théorique est présent. Sinon, la plupart du temps, on tentera de conserver l'ancienne théorie en cherchant des hypothèses auxiliaires, parfois justifiées (découverte de Neptune par Le Verrier), parfois non (hypothèse de Vulcain par le même Le Verrier).

4- Une théorie « mathématisée »

- la naissance de la science moderne => passage d'une physique qualitative à une physique quantitative
(/substances, cf alchimie) (/relations, mathématiques)
Les scientifiques ne recherchent plus le *pourquoi* de la connaissance métaphysique d'une substance, mais le *comment* 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, cohérence interne)
- Les hypothèses de la théorie doivent être *complètes* (pour pouvoir rendre compte du maximum de propositions démontrables)

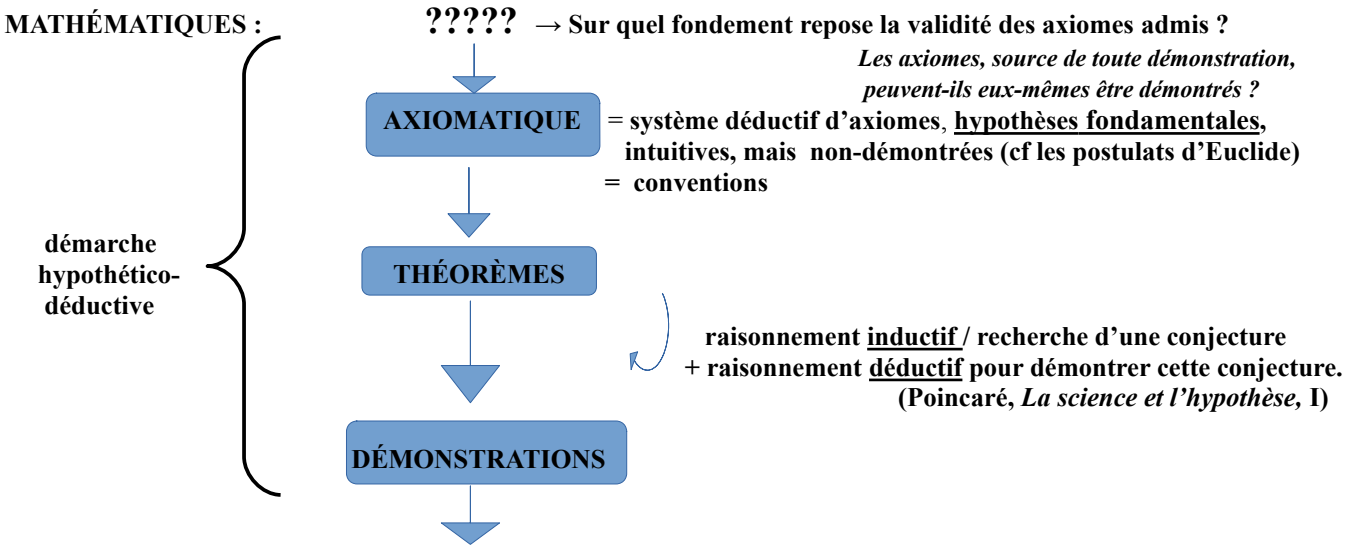
Remarque : Sans parler des sciences humaines, la mathématisation d'un savoir, essentielle en Physique, n'est pas le seul critère de scientificité. La biologie moléculaire, les sciences du vivant, la théorie de l'évolution, les sciences de la terre, sont très peu mathématisées, à la différence de la Physique, 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).

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

a- la vérité mathématique repose sur la démonstration à partir d'axiomes (*axios* : ce qu'on juge digne de valeur)

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)

=> Problème : peut-on démontrer les axiomes (≈ postulats) qui sont eux-mêmes au fondement de toute démonstration mathématique ?



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

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

b1- L'axiomatisation d'Euclide

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 [sic] 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)

b2- Les géométries non-euclidiennes

=> Tentative de démonstration par l'absurde : on tente de démontrer que des GN-E (géométries non-euclidiennes) ne peuvent exister (en construisant des systèmes partant d'axiomes différents de ceux d'Euclide, et en espérant tomber sur des absurdités) : 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 fameux 5ème postulat intuitif d'Euclide (formulation simplifiée) : par un point situé hors d'une droite (Figure 1) il ne passe qu'une et une seul droite parallèle à la première (Figure 2)

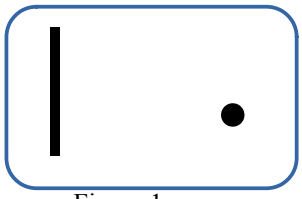


Figure 1

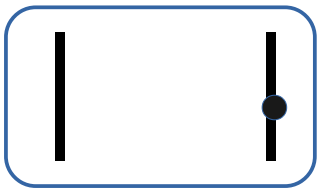


Figure 2

Les GN-E = tentatives au 19ème siècle de démontrer par l'absurde que l'on ne peut pas construire de mathématiques cohérentes à partie d'autres axiomes que ceux d'Euclide => le fait que Bolyaï, Riemann ou Lobatchevski réussissent en fait à construire d'autres géométries que celles d'Euclide sans tomber sur des incohérences, montre que l'axiomatique d'Euclide, base de toute démonstration géométrique, ne peut elle-même être démontrée, même par l'absurde :
=> ***impossible donc de fonder avec certitude le fondement sur quoi repose tout l'édifice mathématique (= l'axiomatique)!***
Remarque importante : les GN-E semblaient en complet décalage avec notre monde euclidien quotidien (avec la possibilité d'objets fort inhabituels - par exemple un triangle à 3 angles droits) et on ne voyait aucune application à tirer de ces tentatives avortées pour la compréhension de notre réalité. Or, même si les GN-E construites ne peuvent démontrer par l'absurde la nécessité de la GE, certaines ont pu trouver néanmoins un champ d'application :
→ Einstein aura besoin d'une partie de la géométrie « hémi-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 différente 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)

c- Une 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* ? »

c1- 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).

c2- Les deux théorèmes d'incomplétude de Gödel (1931) montrent la difficulté de démontrer une vérité mathématique : le fondement du « 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 faut pour cela sortir de ce système pour assurer sa cohérence à partir d'un autre système d'axiomes, qui à son tour n'est pas démontré.

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)
Godel'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 ;

d- Quel est le statut des « objets mathématiques » ? La crise de la Théorie des Ensembles
→ sont-ils *réels* (= position 'platonicienne'), avec des propriétés qui en font des objets consistants
→ sont-ils des *fictions* de l'imagination (= ce qu'on pensait des GN-E, sans rapport avec l'explication d'une réalité)
→ ou des *modèles opératoires* de l'esprit (= qu'on retient parce que ça marche, ça permet d'expliquer la réalité ?)

d1- Certains objets mathématiques soulèvent des contradictions internes, comme celle d'« Ensemble infini » (Cantor)
→ paradoxes liés à l'imprédicabilité : paradoxe de l'ensemble des ensembles qui ne se contiennent pas (cf paradoxe du barbier, paradoxe de Zénon…)
=> Crise de la théorie des ensembles de Cantor : impossibilité de trouver un fondement non-contradictoire à la théorie des ensembles

d2- La crise de la théorie des ensembles :

→ remise en question de la 5ème « notion ordinaire » d'Euclide 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 » des mathématiques (remise en cause de l'axiome d'Euclide « le tout est plus grand que la partie »

Essai de résolution :

- par la théorie des ensembles de Zermelo-Fraenkel qui axiomatise la théorie des ensembles de Cantor en élaborant une théorie des classes (une propriété commune à des objets mathématiques est une *classe propre*, mais pas un ensemble).
- par la théorie des types logiques de B. Russel et Whitehead (« *Principia Mathematica* ») qui hiérarchise les

propositions du premier et second ordre afin de ne pas confondre les notion d'*ensemble* et d'*élément d'ensemble* (un ensemble ne peut appartenir à lui-même).
- par la conception de Tarski qui différencie le *langage-objet* (qui porte sur les faits) et le *métalangage sémantique*, qui énonce des assertions sur ce langage-objet. Les confondre amène aux paradoxes ci-dessus.

En découleront des positions différentes chez les mathématiciens concernant la nature des fondements des mathématiques et de leur aceptation ou leur refus d'utiliser certaines notions ou outils mathématiques:

- le logicisme de Frege et Russel,
- le formalisme de Hilbert,
- l'intuitionnisme de Brouwer et Heyting (qui se refuse à l'emploi de l'infini en acte, du raisonnement par l'absurde...)
- le constructivisme

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

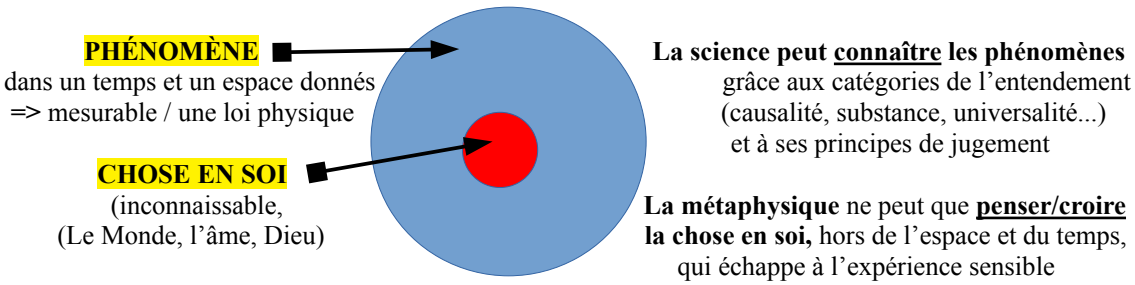
Le vrai en mathématiques n'est pas démontrable en soi, mais en fonction d'une axiomatique particulière
La vérité d'un théorème dépend d'un système axiomatique qu'on ne peut pas lui-même démontrer

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

1- Qu'est-ce qu'une loi scientifique ?

≠ *la loi de la Nature*, ordre secret de la création, loi ultime et transcendante (divine) qui régit la réalité
= *la loi de l'esprit qui connaît la Nature* (Kant, *Critique de la Raison Pure*)
n'est plus *transcendante*/l'objet visé qu'on veut connaître : *la chose en soi*,
mais *transcendantale* / renvoyant à notre manière de connaître les phénomènes (Kant)

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 expérience en classe 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 / meilleur modèle explicatif actuel
[non encore falsifié par l'expérience.

3- Qu'est-ce que la vérité en science ?

Vérité ≠ connaissance de la vérité profonde, absolue, d'un être, de la chose en soi, de son essence éternelle.
= l' approche, l' 'approximation' de la vérité, (' vérisimilitude' /Popper), horizon de la chose en soi (Kant)
Cette approximation doit toujours s'approcher de la vérité dans une *histoire des sciences* sans l'atteindre.
=> La vérité scientifique n'est plus le résultat d'une connaissance parfaite et définitive,
mais la procédure pour élaborer un modèle actuel d'explication de la réalité,
***le processus même de vérification indéfinie* (= hypothèse + tests expérimentaux avec des critères rigoureux pour tenter de falsifier l'hypothèse théorique)**

« La science n'est pas un système d'énoncés certains ou bien établis, non plus qu'un système progressant régulièrement vers un état final. Notre science n'est pas une connaissance (épistémè), elle ne peut jamais prétendre avoir atteint la vérité ni même l'un ou l'autre de ses substituts, comme la probabilité. […] Pourtant la science […] est plus qu'un instrument utile. Bien qu'elle ne puisse atteindre ni la vérité, ni la probabilité, son effort pour atteindre la connaissance, sa recherche de la vérité, sont encore les motifs le plus puissants de la découverte scientifique. *Nous ne savons pas, nous ne pouvons que conjecturer.* […]

Mais ces conjectures ou « anticipations », ces merveilles d'imagination et d'audace, sont contrôlées avec soin et rigueur, par des tests systématiques. »

Popper, *La logique de la découverte scientifique*, Deuxième partie, chp X, § 85 : La voie de la science.

4- Qu'appelle-t-on la scientificité ? Est scientifique une hypothèse théorique, de manière générale :

-dont la loi peut avoir une formulation mathématique : rationnelle et universellement compréhensible par tous (Descartes)
-dont l'expérience qui la teste est universellement reproductible par tous (Galilée, 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. Voir aussi une anticipation de Popper chez Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 1ère partie, chp2, § VIII : « Preuve et contre-épreuve ».
Pour Popper :
=> le critère de démarcation entre Sciences et non-sciences est leur *falsifiabilité* / l'expérience
Les opinions non-scientifiques ne peuvent être réfutées par 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 (cf la critique de Lakatos) => la théorie n'est pas forcément réfutée par une expérience (fiabilité des instruments, des mesures…). 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

« Si, à la suite de Kant, nous appelons le problème de l'induction « le problème de Hume », nous pourrions appeler le problème de la démarcation « le problème de Kant ». »

Popper, *Logique de la découverte scientifique*, Première partie, chp1, §4 : Le problème de la démarcation.

5- Qu'est-ce que l'esprit scientifique ?

≠ 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 et des expériences reproductibles
= connaissance de relations régulières entre des 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

Méthode = rigueur / description objective et non subjective (objectivisme)
= 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 théorème ne se contredisent pas entre eux)
fécondité (la théorie a des conséquences d'application non prévues au départ)

= 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 /Sciences humaines

Sa finalité est la prédiction : la loi permet de prédire de nouveaux 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 (Khun) dans la représentation de la nature à chaque grande découverte qui révolutionne notre façon de comprendre le monde. Par exemple :
- Le passage du géocentrisme à l'héliocentrisme ;
- passage de la lampe à huile ou l'ampoule : nécessité d'une combustion pour éclairer à la lampe à incandescence
=> nécessité d'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 que la mécanique newtonienne ne peut expliquer => invention d'une hypothèse ad hoc par Le Verrier, qui présuppose l'influence d'une planète inconnue : Vulcain. Cela deviendra une 'observation polémique' pour Einstein qui montrera l'inutilité de cette hypothèse.

- Principe d'indétermination d'Heisenberg / *dualité ondes/corpuscule.*
(plus que l'expression « ~~principe d'incertitude~~ » car ambiguïté / décision arbitraire : unsicherheit→ unbestimmtheit)

« non-commutativité des observables »: on ne pas peut *observer en même temps la vitesse et la position d'une particule*. Car observer une particule nécessite de lui envoyer des photons (particules de lumière) qui la modifie. 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 et doit aussi être relativisé :

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 strictement 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, qui justifie soit une approche qualitative, soit une approche quantitative uniquement statistique, car quand l'objet d'étude est l'humain, une certaine liberté individuelle peut toujours changer par la conscience de ce qui la détermine, et surtout rencontrer des paramètres multiples dans son histoire personnelle. 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 falsification : Géologie, Biologie… (cf Reichenbach). De plus, certaines hypothèses permettent un gain dans la compréhension théorique sans qu'on puisse les falsifier (ex : théorie des cordes, économie…)

c- Pour *Khun*, 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. Sans théorie de remplacement, une théorie en vigueur n'est pas nécessairement considérée comme réfutée quand on découvre une expérience qui la contredit : on cherche d'abord à ajouter des hypothèses supplémentaires pour « sauver la théorie ». Ainsi, une anomalie ou une preuve contraire n'aboutit souvent qu'à une *crise* où l'on cherche dans un premier temps à conserver la théorie en lui adjoignant des éléments ad hoc, des « hypothèses auxiliaires qui ne peuvent être vérifiées » (Popper), sans tenir la théorie pour autant comme falsifiée (cf Khun in "*La structure des révolutions scientifiques*", chp 7, *Réponse à la crise*, p114 Champs Flammarion, par exemple). La relativité d'Einstein ne peut explique la rotation des galaxies, pourtant on la conserve car elle permet un énorme gain explicatif.

d- De même, pour *Lakatos*, le critère de falsification popperien 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 fasifiabilité 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- *Feyerhabent*, dont le dialogue avec Lakatos a hélas été interrompu, s'opposait lui aussi la démarcation de Popper (voir plus haut, IV, B, 2, b, p16)

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

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. On dit souvent que l'esprit critique s'attache à ne pas croire tout ce qu'on nous dit. On peut aussi soutenir que c'est le contraire : s'efforcer, *dans un premier temps*, de croire tout ce qu'on nous dit, surtout si une interprétation, une opinion, n'est pas la nôtre. Cette première étape du décentrement est fort utile, si toutefois elle est suivie d'un deuxième

temps, par un doute qui va poser la question de la différence entre fait et interprétation. Il va s'agir alors de comprendre ce qu'est une apparence et l'interprétation qu'on s'en fait immédiatement, sans le vouloir expressément. Cf l'expérience du cube chez Alain (*Éléments de philosophie*, I, la perception), celle du train qui démarre chez Merleau-Ponty… Peut-on appréhender un « fait » sans immédiatement l'interpréter ?
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 ?
A noter : le premier point de vue à relativiser, c'est d'abord le nôtre, quand on le confronte à celui des autres. Penser, c'est penser contre soi.

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 (Post hoc, ergo propter hoc *(cf C. Bernard, Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 1ère partie, chp2, § VIII, cf les « spurious correlations » C'est le travail de recherche qui peut transformer ce qui paraît une corrélation en lien de causalité) 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 car ils croient savoir, et finalement doutent pour douter, et non pour rechercher une quelconque vérité. A l'opposé, le doute méth/odique (odos = chemin), il cherche un chemin. On dit aussi qu'il est « heuristique », qu'il est là pour chercher (heurisko = chercher). Il ne doute que pour sortir des automatismes de pensée pour chercher la vérité. Dans ce second cas, le doute est une étape pour accéder à la vérité, non un but en soi. Le doute méthodique est un doute qui signe le départ d'un examen par la raison de ce qui se propose à nous : il reconnaît qu'il ne sait pas, donc il commence à chercher. Le doute hyperbolique est un doute systématique qui signe la fin de tout autre examen ultérieur : il sait et arrête toute recherche. Là où le doute méthodique ouvre le chemin du questionnement, et de l'examen, le doute hyperbolique le ferme, et pense avoir réponse à tout.
« 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* »

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.
« L'esprit de critique » est ce que nous avons appelé aussi l'attitude hyper-critique, ou celle du couvercle.

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'infirmer, bref, fonder un 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 dune 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 avec la communauté de tous ceux qui essayent de penser rationnellement **ensuite.**
Bien sûr, s'intéresser à d'autres points de vue n'a rien à voir avec la recherche de l'avis de la majorité. On sait depuis qu'on philosophe que la majorité se trompe régulièrement et que le conformisme consistant à suivre l'opinion majoritaire est un obstacle à tout esprit critique. Il est néanmoins nécessaire d'aller plus loin : l'esprit critique, s'il fuit l'éclairage de l'avis de la majorité quantitative, recherche en revanche l'avis qualitatif le plus éclairé, le plus informé, le plus objectif. Si le nombre importe peu, tout avis s'appuyant sur la raison critique permet d'établir un dialogue fécond. C'est par exemple le cas du dialogue dans la communauté scientifique.
La parole scientifique n'est en effet elle aussi 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, enfin. 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 pas confondre une source et un robinet

Quand on observe l'endroit d'où l'eau jaillit de la terre, on constate qu'il s'agit bien d'une *source*.
On dit alors que l'eau « sourd », du verbe sourdre, issu du latin *surgere* (sub-regere), se diriger de bas en haut en ligne droite (rectus). On est face à une *origine*.
En revanche, quand on voit l'eau sortir d'un robinet, on doit savoir que l'eau qui coule vers le bas a été amenée jusque là par quelqu'un, en suivant un tracé sinueux, non rectiligne, qu'elle a peut-être été traitée avec des additifs, bref, qu'elle a subi des transformations en chemin. On est là devant une construction *intermédiaire*, comme le sont beaucoup de « media ».
Il convient donc d'éviter de confondre la *source* d'une information et un *robinet* qui délivre une opinion nouvelle sans en préciser l'origine. Une information ne doit donc jamais être prise comme une source si on n'a pas éprouvé sa solidité rationnelle en en cherchant et testant l'origine et la cohérence.
En français, le verbe entendre se dit en deux sens : ouïr et comprendre. Accepter de répercuter ce qu'on a simplement ouïe-dire, c'est s'interdire de chercher à entendre réellement ce qu'on a simplement ouï.
On sait bien qu'on ne bâtit pas une maison sur le sable ou sur des fondations peu fiables, alors pourquoi n'hésite-t-on pas souvent à répercuter la moindre opinion entendue qui va dans le sens des nôtres, à transmettre une information qu'on n'a pas pris le soin de vérifier, à reprendre pour soi un point de vue sans avoir examiné les autres points de vue possibles sur la question ?
Des questions deviennent alors inévitables.
Quelle est la première source de l'information communiquée ? 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 valable est celle de la raison commune, et l'argument d'autorité doit le céder à l'autorité de l'argument.
Ce qui distingue les sites plus 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 anticiper ou 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. On peut aussi chercher soi-même les différents points de vue possible sur une question en comparant des sources différentes, dont on sait que leur recoupement nous permettra de cerner les différents points de vue sur le problème.

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 pervertis de la raison. Cf ici sur la démonstration logique : Comment démontrer n'importe quoi et ici. Peut-être est-ce néanmoins nécessaire, nous le verrons en dessous, de distinguer l'ignorance de l'erreur et de l'illusion.
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)

10- Savoir suspendre son jugement.

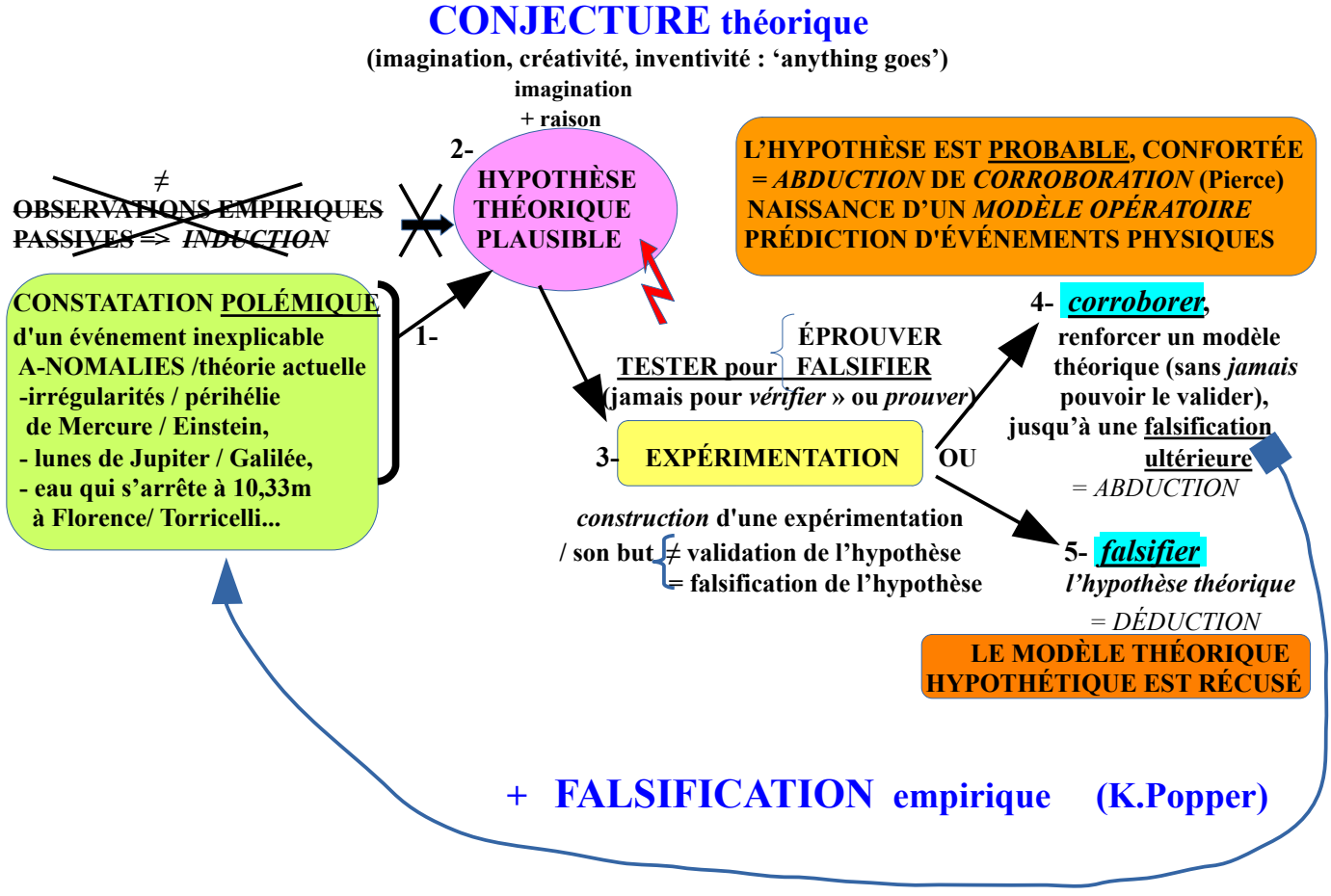
Porter un jugement à l'emporte-pièce, lancer une affirmation rapide est plus facile que d'accepter de dire qu'on ne sait pas, de suspendre son jugement, au moins momentanément, et d'avouer son ignorance. Notre besoin de certitude (ou notre désir d'avoir réponse à tout) quand il est confronté à un problème qui lui résiste, nous pousse souvent à nous réfugier dans l'affirmation dogmatique d'une croyance ou dans celui du scientisme qui outrepasse ce qu'on peut savoir. La première marque de l'esprit critique n'est pas de se penser omniscient et d'avoir une opinion sur tout, mais de connaître les limites de notre savoir et de ne pas confondre une connaissance objective avec une croyance personnelle non fondée. Penser de manière critique prend de la patience et du temps, un temps difficilement compatible avec le besoin de réponse immédiate. « On mesure l'intelligence d'un individu à la quantité d'incertitudes qu'il est capable de supporter » (Kant) « Ce n'est pas le doute, mais la certitude qui rend fou » (Nietzsche, Ecce Homo). Il faut donc ne

porter de jugement qu'avec prudence pour les affaires indécises.
Il nous faut donc accepter la possibilité d'une logique ternaire, qui, à côté du *Vrai* et du *Faux*, laisse une place à ce qui n'est pas décidable, car est *ni vrai ni faux.* On peut se souvenir à ce propos d'Aristote qui l'affirmait dans *De l'interprétation* (I,10, ou p9, 16...) ou d'Épicure qui défendait la thèse des explications multiples dans la *Lettre à Pythoclès*, de Pyrrhon et des Sceptiques... Ainsi est-il nécessaire d'apprendre à suspendre son jugement devant des affirmations indécidables, ce qui est la plus prudente des positions. Cette suspension laisse le temps à l'esprit d'exercer une réflexion qui pourra conclure ultérieurement. Dans ce cas, la suspension de jugement revient au doute rationnel. Dans d'autres cas, après réflexion, il s'avère impossible de trancher, et la suspension de jugement perdure.

11- Distinguer l'ignorance de l'erreur et de l'illusion

Être dans *l'ignorance*, c'est tout simplement ne pas savoir, et donc être dans l'opinion. Sauf si elle accepte de suspendre son jugement, cette ignorance débouche souvent sur la crédulité, car il est facile de berner des esprits naïfs, car ces derniers ne cherchent pas une vérité, mais prennent pour vrai tout ce qu'on leur dit sans douter.
***L'erreur*, ce n'est pas l'ignorance. Dans l'erreur, je cherche la vérité, mais c'est moi qui me trompe dans mon raisonnement ou mon argumentation. Si on m'indique l'endroit où je me suis trompé, je reconnais rapidement mon erreur.**
***L'illusion* en revanche, c'est une erreur à laquelle je m'attache sans vouloir y remédier, car l'illusion est sous-tendue par un désir, un intérêt caché qui ne se dissipe pas même si on m'en explique la raison. Il n'est jamais aisé de reconnaître que si on soutient si fermement une position pourtant critiquable, c'est peut-être en rapport avec une *condition* que je ne *soupçonne* pas : des éléments de mon histoire personnelle qui me déterminent, mon appartenance à une classe socio-économique particulière, à une culture qui m'incite à adopter ses points de vue, à un genre plus dominant, à un pays plus protégé pour l'instant des conséquences du réchauffement, ou plus généralement à une catégorie moins confrontée que d'autres à certains problèmes...**
***La désillusion*, quant à elle, est une forme d'illusion. On passe du «on ne peut pas me tromper » à « on ne me la refera plus ! ». Au lieu d'en tirer la leçon que, comme je me suis fait avoir une fois, je dois m'efforcer d'être plus méfiant à l'avenir car j'ai appris qu'il était facile de me tromper, je m'imagine qu'après une telle tromperie, personne ne pourra plus jamais me tromper… Dans l'illusion comme dans la désillusion, on continue à penser qu'il nous est impossible de nous tromper.**

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*
tentatives de falsifications 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 / histoire des sciences qui procède par falsifications successives des théories précédentes

La vérité ≠ accès à une connaissance absolue et définitive de la réalité
= 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 !

Cf la notion de « connaissance approchée » dont parle Bachelard dans « *Essai sur la connaissance approchée* »
ou la notion de vérisimilarité (approximation de la vérité) qu'évoque Popper dans *Conjectures et Réfutations,* chp 10, §3 (« Vérité et contenu : vérisimilarité ou probabilité »).
Pour Popper, chaque théorie possède un contenu de vérité (les phénomènes qu'elle permet d'expliquer) et un contenu de fausseté (les phénomènes qu'elle n'explique pas et que les théories futures expliqueront). C'est le rapport entre ces deux contenus qui permet d'établir le degré de *vérisimilarité* d'une théorie afin de la comparer avec une autre selon son degré de meilleure concordance aux faits. La vérité est donc une idée régulatrice (Kant) pour les théories scientifiques qui tentent le plus possible de s'approcher d'une explication des phénomènes de la réalité, en réduisant leur contenu de fausseté et en augmentant leur contenu de vérité.

En partant pourtant de l'intention louable de combattre le créationnisme, voici un exemple de *contre-sens* sur ce qu'est la méthode scientifique (à partir d'une bande dessinée traduite de l'anglais)

Le dessin de gauche, qui part de l'observation des faits pour en tirer une théorie correspond en fait à la *méthode du savoir antique* -qui part des faits pour construire une théorie censée les « sauver » - et ne correspond pas à la science moderne.

La *méthode scientifique moderne* part d'une conclusion formulée comme une hypothèse théorique pour ensuite non pas trouver des faits qui la corroborent (et surtout pas comme un dogme à prouver ou à vérifier, comme dans le dessin de droite), mais les construire, dans une expérience conçue pour tenter de falsifier cette hypothèse.

Et même si on remplace le terme « fait » par celui de « données », la science ne procède plus, depuis les alchimistes, comme une collection simple de données, ramassées au hasard d'observations aléatoires (comparable à celle d'un Gaston Lagaffe petit chimiste, qui obtient fortuitement une belle bulle bleue), mais les réunit toujours à partir d'un protocole qui les anticipe : l'hypothèse théorique qui précède l'expérimentation.

G- ESPRIT SCIENTIFIQUE et ESPRITS NON-SCIENTIFIQUES

Comment distinguer l'esprit scientifique des deux formes d'esprit non-scientifique (l'irrationalisme et le sur-rationalisme scientiste) ?

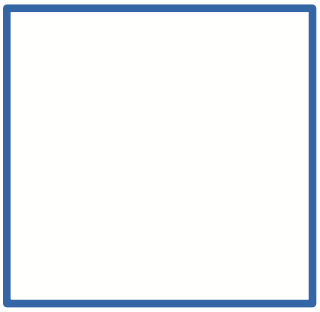
	L'ESPRIT SCIENTIFIQUE	**L'ESPRIT NON-SCIENTIFIQUE**		
	RATIONALISME	**SUR-RATIONALISME**		**IR-RATIONALISME**
THÉORIE	**COHÉRENCE D'UNE HYPOTHÈSE RATIONNELLE** **CONSISTANTE** **(= non-contradictoire)** **EXPLICATIVE**	***COHÉRENCE D'UNE THÉORIE DÉDUCTIVE / POSTULATS***		THÉORIES IRRATIONNELLES, car « la science ne peut expliquer ce que j'ai vécu!»
PRATIQUE	**SOUCI D'UNE ADÉQUATION AVEC LE RÉEL DE L'EXPÉRI-MENTATION** **ESSAIS DE FALSIFI-CATION** **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*	***OBSERVATION EMPIRIQUE INDUCTIVE*** **/ TÉMOIGNAGES SINGULIERS**
RAPPORT À LA RÉALITÉ	**EXPÉRIMENTATION OBJECTIVE**	**COMPLOTISME OBSCURANTISME 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***

V- COMMENT ENSEIGNER L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ?

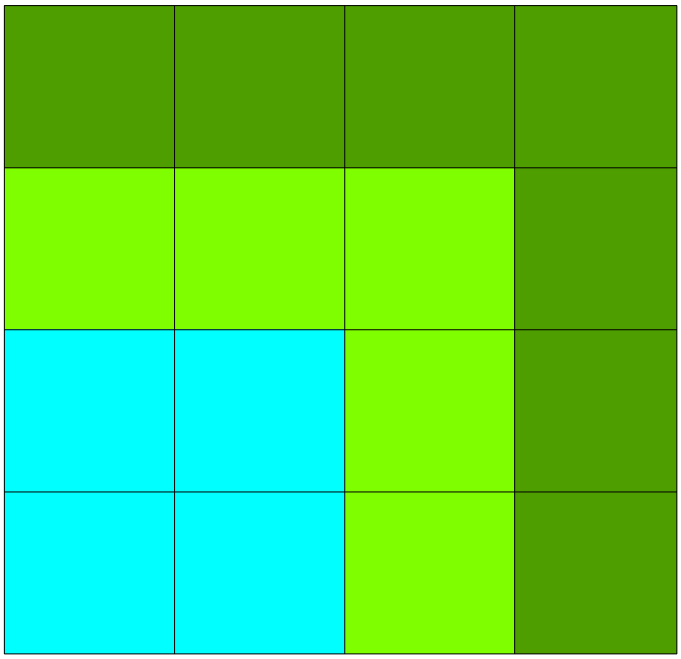
A- Socrate et le petit esclave : comment apprendre ce qu'on ne sait pas ?

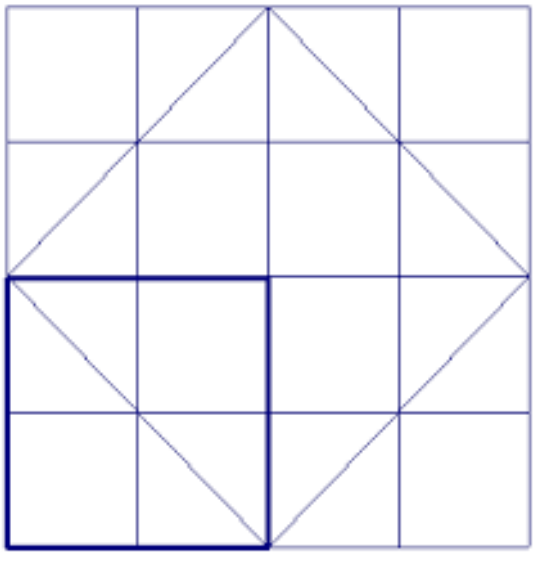
La duplication du carré (dans le *MENON*, de PLATON) :

Comment construire un autre carré dont la surface S2 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 Platon dans cet extrait :
-montrer que tout le monde a les facultés d'apprendre (qu'il soit enfant/esclave)
-montrer que **pour apprendre à un élève il faut prendre un temps préalable pour 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 : ≠ accoucher les pensées des gens (contre-sens hélas fréquent)
= faire s'exprimer les représentations ***erronées*** avant de s'interroger scientifiquement, (Théétète)
pour instruire des connaissances en construisant sur des fondations solides, non sur le sable des impressions 1ères

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 »

(de Bachelard à Stella Baruck (« *Échecs et maths* », « *L'âge du capitaine* »..)

Travailler sur le sens des erreurs, sinon on obtient des élèves "automathes" qui ne réfléchissent pas au sens des énoncés
Culpabilisation / échecs (l'erreur n'est plus une phase nécessaire de la découverte, mais une faute)
Pb de compréhension / demande des énoncés… 1+1 = ?

TEXTE SCANNÉ : « ET S'ILS AVAIENT DES JAMBES ? » → débuter 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
→ **videos 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) : **Observation - Hypothèse - Expérience - Résultat - Interprétation - Conclusion**

→ 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 **I**nitiales	**P**roblème scientifique	**H**ypothèse(s)	**Te**st de l'hypothèse / conséquence déduite	**R**ésultat du test à analyser	**I**nterprétation	**C**onclusion / 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...)

1- **Le complotisme** : "ma" théorie peut tout expliquer, et il n'y a plus rien à chercher, sauf ce qui confirme ma théorie irréfutable

2- **L'irrationalisme** : la science ne peut rien comprendre ni expliquer, donc je peux croire ce que je veux sans user de ma raison

→ **cf Les ANCIENNES « SCIENCES »** (qui ont précédé l'avènement de la science moderne)

- 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 ?*

3- **Le discours anti-science** :
Ces deux attitudes, complotiste et irrationaliste, forment un terrain de choix pour les discours complotistes anti-scientifiques qui cherchent la manipulation des masses à travers un *discours contre la science*, assimilée à une religion, et rejetée au profit d'une flatterie du bon sens immédiat, ancré dans l'ignorance facile. Les réseaux sociaux, qui permettent le développement de

sites personnels qui d'***éviter la confrontation avec la contradiction*** des pairs et gagnent en crédulité en s'adressant à une communauté crédule, acquise a priori aux thèses présentées.
Il est aussi déplorer que se développent actuellement de politiques populistes anti-science qui se font l'écho électoraliste des discours anti-science des réseaux sociaux, vont jusqu'à arrêter de financer des pans entiers de la recherche qui mettent trop la société en question (féminisme, lutte contre le réchauffement climatique, discriminations…)

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 qu'il n'existe qu'une seule méthode scientifique valable pour tous les domaines de connaissance
→ 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...)
- quand il fait de la science une idéologie, en prétendant détenir LA vérité absolue et définitive, ou s'imposer au nom de LA science, comme si cette dernière était achevée et qu'elle ne devait plus progresser, afin de promouvoir des pratiques parfois douteuses présentées comme scientifiques :

> « Il m'apparaît rétrospectivement que la fonction la plus importante du questionnement que j'ai mené jusqu'ici est de combattre ce qu'on pourrait appeler *l'idéologie de la science* telle qu'elle fonctionne dans notre société. Cette idéologie utilise le concept douteux de science et ce concept douteux de vérité qui lui est souvent associé en général à l'appui d'une position conservatrice. Comme exemple, je citerais cette forme de psychologie behavioriste qui amène à traiter les hommes comme des machines, ou encore l'utilisation intensive des résultats de QI dans notre système d'enseignement, défendu au nom de la science. Les arguments pour défendre ce type de discipline se fondent sur le fait qu'elles sont été formulées au nom de la « méthode scientifique, » ce qui leur confère du mérite. »
>
> Chalmers, « *Qu'est-ce que la science* », chp 14, §5 (1976)

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

a- <u>La science = une vérité parfaite, définitive et irréfutable</u> (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- <u>La science = une croyance comme une autre, une vision personnelle, une opinion purement subjective</u>
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.
Des discours et mêmes des politiques anti-science se développent malheureusement aujourd'hui, tendant à présentant la science comme une simple opinion, voire comme une religion dogmatique impossible à critiquer (voir bibliographie plus bas). Attitude inévitable quand on doit affronter de graves problèmes sans réelle culture scientifique.

c- <u>La confusion entre le discours de la science et le discours d'un-e scientifique</u>
Les scientifiques travaillent, émettent des hypothèses individuelles, plus ou moins solides…
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 : <u>Peut-on encore se fier à la science ? Tronche en Live #106</u> avec Yves Gingras (novembre 2021)

C'est le problème qu'évoque Bachelard, dans « <u>*La formation de l'esprit scientifique*</u> », chp1, I, p14-15 de l'édition Vrin :

« Une connaissance acquise par un effort scientifique peut elle-même décliner. La question abstraite et franche s'use: la réponse concrète reste. Dès lors, l'activité spirituelle s'invertit et se bloque. Un obstacle épistémologique s'incruste sur la connaissance non questionnée. Des habitudes intellectuelles qui furent utiles et saines peuvent, à la longue, entraver la recherche. «Notre esprit, dit justement M. Bergson ***[note : La pensée et le Mouvant, 1934, p231]****, a une irrésistible tendance à considérer comme plus claire l'idée qui lui sert le plus souvent». L'idée gagne ainsi une clarté intrinsèque abusive. À l'usage, les idées se valorisent indûment. Une valeur en soi s'oppose à la circulation des valeurs. C'est un facteur d'inertie pour l'esprit. Parfois une idée dominante polarise un esprit dans sa totalité. Un épistémologue irrévérencieux disait, il y a quelque vingt ans, que les grands hommes sont utiles à la science dans la première moitié de leur vie, nuisibles dans la seconde moitié. L'instinct* ***formatif*** *est si persistant chez certains hommes de pensée qu'on ne doit pas s'alarmer de cette boutade. Mais enfin l'instinct* ***formatif*** *finit par céder devant l'instinct* ***conservatif****. Il vient un temps où l'esprit aime mieux ce qui confirme son savoir que ce qui le contredit, où il aime mieux les réponses que les questions. Alors l'instinct conservatif domine, la croissance spirituelle s'arrête. »*

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 erroné, faux, captieux voire frauduleux, doit toujours ensuite être soumis au jugement critique de ses pairs avant d'être crédité.
→ On entend effectivement parfois un propos assez naïf, évoquant la science comme une religion révélée, et présentant les résultats de la recherche comme des dogmes définitivement « prouvés par la Science », ainsi qu'une publicité en blouse blanche pour le dentifrice. Ce propos dissimule souvent d'un côté une ignorance involontaire de ce qu'est la recherche scientifique remettant sans cesse en cause les anciennes réponses (en la considérant comme la vérité révélée d'une religion), et d'un autre, hélas, la volonté hégémonique de certains scientifiques qui veulent s'affirmer face à des novices ou dans la concurrence entre champs disciplinaires aux yeux des décideurs politiques et économiques.
L'opposition courante science-pseudoscience est hélas pour trop de personnes une opposition manichéenne qui tendrait à faire croire que les problèmes ne peuvent se trouver que dans le camp opposé à celui de la science. Le discours des savants, parfois erroné ou trompeur, nous montre le contraire, et il gagnerait souvent à se montrer plus modeste, afin de ne pas tomber dans la « *mauvaise science* » (expression qui est en réalité un oxymore, 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 l'activité ou de la parole singulières de certains savants qui la portent parfois partiellement ou inégalement, avec tous les défauts humains qui leur sont propres. Il faut donc distinguer :

Science : modèles opératoires de connaissance du monde, amenés régulièrement à être révisés et améliorés

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-créationnisme, télépathie, télékinésie, voyance..)

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

1- Car les savants sont aussi des êtres humains, non des modèles parfaits d'intégrité, avec leurs possibles défauts personnels, dans leur démarche, leur compétence, la rigueur de le leur méthode, leur éthique de chercheurs...

=> possibilité de « *Mauvaise science* » qu'on peut traduire par : « une 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 universitaire.

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 sur la *conscience des limites de ses compétences* dans son discours. Le discours du *savant* n'est pas toujours *scientifique*.

A ce sujet, la présentation d'un-e chercheur/chercheuse *devrait toujours impérativement comporter son domaine précis de spécialité*, pour permettre de juger d'une éventuelle sortie de compétences… Or il est étonnant de voir fréquemment dans des débats publics certains scientifiques présenté-e-s aujourd'hui uniquement comme « chercheur » ou chercheuse », comme « maître-sse de conférence à l'Université de… », comme « professeur-e émérite de l'Université de »., voire comme simple « universitaire » sans que soit aucunement précisé le domaine précis où s'exerce leur compétence.

Par ailleurs, 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 Couderc a été édité de 1951 jusqu'en 1978 (sixième édition). L'auteur y est présenté de manière précise 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 y est présentée en revanche 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 qu'elle pratique aussi elle-même l'astrologie !

c- *Défauts dans l'éthique et les finalités de la science* :

Les scientifiques sont d'abord des êtres humains capables, comme tout être humain, des défauts qu'on connaît à l'espèce humaine. Agir par carriérisme, par narcissisme, tricherie, jalousie, user de plagiats, recourir à la malhonnêteté intellectuelle, user d'argument d'autorité mandarinale, se livrer à l'exploitation et l'appropriation du travail de leurs assistant-e-s de recherche… n'est pas hélas pas chose rare.
Ni le fait d'être mû par la vénalité ou d'être l'objet d'un conflit d'intérêt, quand la recherche de financement influe sur les résultats, et passe bien avant la recherche de la vérité, surtout quand l'objectif important d'une recherche devient de plus en plus la recherche de son financement, ce qui place les chercheurs dans les bras de 'sponsors' aussi bienveillants qu'intrusifs.
Ou de recourir à la fraude éhontée du 'cherry picking', à la manipulation des données (pour obtenir le résultat souhaité). Ou au ghostwriting (voir ici ou là : l'industrie s'achète des scientifiques pour consolider sa position commerciale ou instiller le doute dans la population qui leur permet de continuer à commercialiser des produits nocifs pour la santé humaine)...

d- *Défauts dans la compétence scientifique même* : Les recherches « ni vraies ni fausses »

« Même pas faux » = remarque de Wolfang 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 mal testées* : « Reproductibility 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 » (ou ici)
« 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 "*publish or perish*", 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 Medecine 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

- 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-doctorsa-story-of-corruption/
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2964337/

- L'affaire Olivier Vionnet à laquelle Le Monde consacre en 2019 sept articles, qui « mettent à nu les mécanismes de contrôle-qualité de la science, leurs défaillances et leurs limites ».

- La série Chasseurs de fraude parue à l'été 2023 dans le Monde, consacrée à l'activité de scientifiques qui s'efforcent de traquer les mauvaises pratiques dans le monde de la recherche. (cf ici, p 46)

- Soupçons d'inconduite scientifique pour un couple de chercheurs

g- *Certains scientifiques peuvent même 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 desinformateurs ?* », à propos de H. Holden Thorp : « *Remember, do not harm ?* »

→ **cf le travail de 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

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

→ **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 conformité à 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/aujourlejour/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-ceux-qui-dirigent-la-recherche-en-france

→ ***La fabrique des imposteurs*, de Roland Gori (Actes Sud) (voir ici ou là)**

→ La **survalorisation des résultats expérimentaux positifs dans l'évaluation des chercheurs**, donc dans leurs financements, les pousse parfois au ''**selective reporting**'' : solliciter des résultats négatifs, moins facilement publiables, pour les faire déboucher quand même sur des effets significatifs, ce qui amène à fausser les méta-analyses dans le sens d'une réponse positive.

« This selective reporting creates an inflated perception of drug efficacies, one compounded by meta-analyses — surveys of the published literature — that contain mainly studies with positive results. »

Max Kozlov : *« **So you got a null result. Will anyone publish it ?** »*
David Colquhoun : «***An investigation of the false discovery rate and the misinterpretation of p-values*** **»**

i- *Une croyance parfois aveugle dans 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. Les lois scientifiques ne sont plus les « lois de la Nature », dégageant ainsi les secrets de la création, mais les lois de l'esprit qui connaît la nature.
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 », absolue, d'une « validation » qui viendrait ici accorder une garantie indiscutable et définitive. L'évaluation par les pairs a en effet aussi ses critiques et ses défaillances, attestées par de nombreux canulars.
Lire par exemple l'article de 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. »
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.

2- Exposition des chercheurs et chercheuses aux récupérations idéologiques, politiques ou économiques
influence du financement de leurs recherches sur les résultats de leurs travaux
=> Poids de lobbies industriels 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 ;
Cf entretien éclairant avec J. Testard : Science et démocratie : il faut se débarrasser des influences d'argent !
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)
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, pour les informations télévisées comme dans un discours politique : **Survie sur les pics hostiles,** (avec de belles photos des montagnes de Savoie !)

AGNOTOLOGIE : production de connaissances scientifiques ayant pour but de produire du doute, de l'ignorance dans la population, afin de repousser l'émergence d'un consensus scientifique, dissimuler des savoirs existants... pour différer une décision d'interdiction ou de contrôle d'un produit industriel. Avec ces exemples : le tabac, l'amiante, les pluies acides, le sucre, le trou d'ozone, le réchauffement climatique, les perturbateurs endocriniens…
Agnotologie : la science qui étudie la production d'ignorance
« L'envers des mots » : Agnotologie
Agnotologie, aux racines de l'ignorance
Agnotologie (Toupictionnaire)

cf : Naomi Oreskes et Erik 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 ;
Clemi : *Comment les lobbys industriels peuvent manipuler l'information scientifique*

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

- La réaction d'Oppenheimer après le projet Manhattan,
- La réaction d'Einstein sur la bombe atomique à la fin de sa vie : Scientist Tells Of Einstein's A-bomb Regrets »
- Le Manifeste Russell-Einstein qui alerte sur les dangers du nucléaire militaire
- la conférence donnée par Alexander Grothendieck : Allons-nous continuer la recherche scientifique?
(conférence audio + questions, CERN, 27/01/1972, texte de la conférence transcrit ici)
- Un autre texte d'Alexander Grothendieck :
Responsabilité du savant dans le monde d'aujourd'hui. Le savant et l'appareil militaire
- Le refus de Jacques Testard de poursuivre des recherches génétiques (clonage) qu'il estime non-éthiques.
Son intervention contre le solutionnisme technologique et pour la « *décroiscience* »
-
-

- Y. Bengio, chercheur : Aujourd'hui, l'intelligence artificielle, c'est le Far West ! Nous devons ralentir et réguler
Il a signé l'appel à un moratoire de la lettre de l'Institut Future of Life
(Pause Giant AI Experiments. An Open Letter) et participé à la rédaction de la Déclaration de Montréal pour une IA responsable.

4- 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 financement 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/ 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 Lwolff, *Jeux et combats*, 1981, p188

Il semble clair que la pratique de la science sera de plus en plus amenée à se poser des questions d'éthique et d'intégrité.

5- Lutter contre une conception religieuse de la science, qui en ferait un savoir absolu et définitif, dont les savants (ou ceux qui se disent tels sans l'être réellement) seraient les grands prêtres incontestés.

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

b- Cette conception quasi-religieuse de la science est aussi parfois hélas celle de certains scientifiques dogmatiques, 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 en soulignant les limites.
Alors, que penser par exemple de certaines déclarations polémiques de scientifiques dans les media ? Pour se faire une idée plus précise, il faut écouter les arguments précis des une et de 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...

c- Enfin, les derniers, mais non les moindres, à partager cette conception quasi-religieuse de la science sont les puissances obscurantistes, qui cherchent, pour servir leurs propres intérêts, à plonger les masses non pas dans l'ignorance, mais en suscitant l'adhésion quasi sectaire à un semblant de savoir irrationnel et/ou complotiste). Toutefois, cet obscurantisme peut aussi prendre une dimension plus globale quand des puissances d'argent demandent à certains scientifiques, contre rétribution, de créer le doute au sein des masses dans le but d'empêcher de retirer de la vente ou de l'usage des produits reconnus nocifs pour l'humanité, ou quand ces puissances d'argent, parvenues au faîte du pouvoir, retirent sciemment tout financement public, toute visibilité et toute existence aux recherches susceptibles de gêner leurs intérêts personnels économiques.

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

(*Voir document à part sur Viatique EMC, dans l'onglet « Philosophie de l'Éducation »*)

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 ou veulent la dissimuler (qu'ils soient crédules, scientifiques scientistes et immodestes, ou obscurantistes)**

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)

Une double exigence éthique se fait jour progressivement dans la recherche :
→ Une *éthique d'intégrité* tend à s'affirmer, ainsi qu'une remise en cause de l'influence de plus en plus importante des financements extérieurs et des lobbies sur les chercheurs et même sur les résultats de leurs recherches.
→ Une *éthique de responsabilité* commence aussi à se faire jour, en se posant la question des finalités de la recherche et de ses applications parfois contestables pour le bonheur humain.

Les vrais scientifiques ne se précipitent pas spontanément pour se répandre en public avec des paroles définitives et péremptoires, 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.
Les scientifiques qui penseraient détenir une réponse définitive sur un problème complexe abdiquent de leur position de « chercheurs».
Quant à 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 video) : 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 (sur la crise de la théorie des ensembles)
Joan Gomez : ***Quand les droites deviennent courbes, Les géométries non-euclidiennes***, 2011
Alexander Grothendieck : ***Récoltes et semailles*****, ou ici, ici, ici ou là**
Denis Bonnay, Jacques Dubucs : ***La philosophie des mathématiques*****,** 2011
Rémi Goblot : « ***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 Russel à la 'crise des fondements' dans la théorie des ensembles. MT]
Hélène Gispert : ***La théorie des ensembles en France avant la crise de 1905*****,** Revue d'hist. des mathématiques,1995 p39-81
David Bessis : ***Mathematica, une aventure au cœur de nous-mêmes***, Points Sciences 2022 (ou ici)

PHYSIQUE :

Marta Spranzi : ***Galilée, le dialogue sur les deux grands systèmes du monde***, Puf Philosophies, 2004
Pierre Duhem : ***Sauver les apparences. ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΜΑ, 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***, Champs Flammarion, 1902-2017
Henri Poincaré : ***La valeur de la science***, Champs Flammarion, 1905-2011
Henri Poincaré : ***Science et méthode***, Champs Flammarion, 1908-2011
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 :

Claude Bernard, ***Introduction à l'étude de la méthode expérimentale***, Champs classiques,1865-2008
(cf Anne Fagot-Largeault : « *La preuve et la contre-épreuve » chez Claude Bernard*, Preuve et niveau de preuve dans les sciences de la vie et de la santé, cours au collège de France, 5 décembre 2001.)
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 :

Durkeim : ***Les règles de la méthode sociologique***, 1895
Wilhem 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
Pierre Bourdieu : ***Méditations pascaliennes***, 1997, Seuil (chp 1 et 2)
Pierre Bourdieu : ***Réponses : pour une anthropologie réflexive***, avec L. Wacquant, 1992, Seuil
Pierre Bourdieu, ***Science de la science et Réflexivité***, Paris, Raisons d'agir, « Cours et travaux »,
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
Bachelard : ***La formation de l'Esprit scientifique***, 1938, chp V. « La connaissance unitaire et pragmatique comme obstacle à la connaissance scientifique »
Yves Gingras, ***L'impossible dialogue. Sciences et religions***. PUF, 2016.
Benjamin Germann : ***Les obstacles de la pensée religieuse à l'apprentissage des sciences***, L'Harmattan, 2021
Guillaume Lecointre : ***Savoirs, opinions, croyances. Une réponse laïque et didactique aux contestations de la science en classe***, 2018, Belin

ÉPISTÉMOLOGIE ET MÉTHODES SCIENTIFIQUES :

Claude Bernard, ***Introduction à l'étude de la méthode expérimentale***, Champs classiques,1865-2008
Bertrand Russel : ***Problèmes de Philosophie***, Petite Bibliothèque Payot, 1912-1980
Gaston Bachelard : ***La formation de l'esprit scientifique***, Vrin 1938 (ou ici)
Gaston Bachelard : ***Le nouvel esprit scientifique***, Vrin 1934 (ou ici)
Gaston Bachelard : ***Le rationalisme appliqué***, PUF, 1949
Rudolf Carnap : ***Testabilité et signification***, Vrin, 1936-2015
Karl R. Popper : ***Logique de la découverte scientifique***, Payot, 1959-1973-1982 **(voir ici ou là)**
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
Imre Lakatos : ***The methodology of scientific research programmes*, 1978**
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 Feyerhabent : ***Contre la méthode, Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance***, Points,1975-1988 (ou ici)
Paul Feyerhabent : ***Dialogues sur la connaissance***, Seuil, 1989, 1991, 1996
Paul Feyerhabent : ***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
Pierre Thuillier : ***Les savoirs ventriloques, ou comment la culture parle à travers la science***, 1983, Seuil
Jean-Marc Ginoux, ***Hasard et erreur dans les grandes découvertes scientifiques*,** Ellipses, 2022
Alexander Kohn : ***Par hasard ou par erreur. Chance et malchance dans les grandes découvertes scientifiques***, Revue d'histoire de la pharmacie, 79e année, n°291, 1991. p. 470
La découverte par accident de la pénicilline par Flemming

Ghislaine Gallenga et Gilles Raveneau : ***Dynamiques temporelles et sérendipité dans les recherches contemporaines***
Claude Monneret : ***La sérendipité, un chemin de traverse à suivre***, À propos de l'actualité chimique, mai 2014, n° 385
Pek van Andel et Danièle Bourcier : ***De la sérendipité dans la science, la technique, l'art et le droit***, L'Act Mem, 2009
Gabriela Patiño-Lakatos : ***Sérendipité, abduction et métaphore. Les figures de la pensée dans la trouvaille scientifique***
Le Télémaque 2019/1 (N° 55)2019/1 (N° 55), pages 151 à 168, Éditions Presses universitaires de Caen
Marie-Noëlle Charles, ***Ces petits hasards qui bouleversent la science***, Villevayrac, Le papillon rouge, 2012
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***
Bruno Roche, Gilles Haeri : ***Introduction à la philosophie des sciences***, Belin, 1999
Dominique Lecourt (dir.) : ***Dictionnaire d'histoire et de philosophie des sciences***, PUF, 1999-2006 (4e ed.)
Annabelle Kremer-Lecointre et Arnaud Rafaelian, ***La science à l'épreuve des mauvaises langues. 10 idées reçues pour bien comprendre la démarche scientifique***, Delachaux et Nieslé, 2023

CRITIQUE de L'ÉVALUATION PAR LES PAIRS :

Michael Nielsen : ***Trois mythes de l'évaluation par les pairs*** *(*Les 3 mythes : 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***.
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»***

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
Gaston Bachelard : ***La formation de l'esprit scientifique***, Vrin 1938
Brian Easlea : ***Science et philosophie, une révolution 1450-1750, Descartes, Copernic, Kepler***, Ramsay, 1980-1986
Gérard Simon : ***Kepler astronome, astrologue***, Puf, 1979
Gérard Simon : ***Science et histoire***, NRF Gallimard, 2008
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
Bruno Léandri, ***Les ratés de la science***, Éd du trésor, 2022 (ou ici)
Violaine Giaccomoto-Charra et Syvlie Nony, ***La terre est plate, généalogie d'une idée fausse***, Folio histoire, 2021

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 (ou ici)
R.W. Anderson, ***Dansons avec les mathématiques***, Dunod, 1947
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
David Bessis : ***Mathematica, une aventure au cœur de nous-mêmes***, Points Sciences 2022 (ou ici)

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*

LA DÉMARCATION ENTRE SCIENCES ET PSEUDO-SCIENCES :

E. Kant : *La critique de la raison pure*, 1781
Karl Popper : ***Logique de la découverte scientifique*, 1934**
Paul Couderc : ***L'astrologie***, Que sais-je, 1951 (et surtout pas les éditions suivantes de ce livre par des auteurs médiocres)
Jean Hladik : ***Prestidigitation et illusionnisme***, Que sais-je, 1967 (si jamais il se trouve encore en occasion)
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
Le site du cortecs : https://cortecs.org/

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) Lire ici, ici ou là et voir ici et là.
Stéphane Foucart, Stéphane Horel, Sylvain Laurens, ***Les gardiens de la raison, enquête sur la désinformation scientifique***, La Découverte, 2020, ici, ici, ici, ici ou là.

ENJEUX ÉTHIQUES DE LA SCIENCE AUJOURD'HUI :

ÉTHIQUE ET RESPONSABILITÉ SOCIALE :

Alexandre Grothendieck, ***Allons-nous continuer la recherche scientifique ?*** (1972) (ou **ici, ici, ici, ici, ici, ici, ici ou là)**
Alexander Grothendieck : **Responsabilité du savant dans le monde d'aujourd'hui. Le savant et l'appareil militaire**
Didier Nordon : ***Les mathématiques pures n'existent pas***, Actes Sud, 1981-1993
Jacques Testart : ***La responsabilité sociale des scientifiques***, Encyclopaedia universalis, 2008
Jacques Testart : ***Débat : « Faut-il arrêter la recherche ? »*** 2010
Jacques Testart : ***Faut-il arrêter la recherche scientifique ?***, 2022 (ou ici)
Jacques Testart : ***La recherche entre guerres sanitaires et décroiscience*** 2021 (ou ici)
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)
Tribune : ***Des scientifiques français appellent « à la mise en œuvre d'un projet Manhattan de la transition écologique*** »
Nicolas Chevassus-au-Louis : ***Décroiscience !*** Raison garder (2025) (ou ici)

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
François Aulas et Jean-Paul Vacher : ***Le doigt dans l'œil. Petite typologie des erreurs scientifiques,*** 1993, Lieu Commun
Janine Guespin-Michel et Annick Jacq (coord) : ***La science pour qui ?*** 1993, Ed. Du Croquant
Michel de Pracontal : ***L'Imposture scientifique en dix leçons***, 1986, 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
Nicolas Chevassus-au-Louis : ***Malscience. De la fraude dans les labos***, Seuil 2016, ou ici, ici, ici ou là
Irène Pereira : ***Bréviaire des enseignants, Science, Éthique et pratique professionnelle*** Ed. Du Croquant, 2018
Roland Gori : ***La fabrique des imposteurs***, Babel Essais, 2013

Philippe Pignarre : ***Le grand secret de l'industrie pharmaceutique***, 2003, La Découverte
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
Guillemette de Véricourt et Gérard Toulouse : ***Quelle éthique pour la science ?*** 2005, Essentiels Milan
Naomi Oreskes et Erik 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
Clemi : ***Comment les lobbys industriels peuvent manipuler l'information scientifique***
Stéphane Foucart, ***Changement climatique : le double discours d'Exxon Mobil*** », *Le Monde*, 24 août 2017
Stéphane Horel, ***Lobbytomie***, La Découverte, Paris, 2018
Stéphane Horel, ***Enquête sur la science sous influence des millions de Coca-Cola***, *Le Monde*, 8 mai 2019

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)
Le rapport Bronner**,** (124p) [désinformation, infox, esprit critique et éducation aux media]
S. Foucart, S. Horel et S. Laurens : ***Les gardiens de la raison, enquête sur la désinformation scientifique***, La Découverte, 2020. Ou ici, ici, ici , ici, ici, ici, ici, ici ou là
Bergeron, Castel, Dubuisson-Quellier, Lazarus, Nouguez, Pilmis : ***Le biais comportementaliste*** Science Po Les Presses, 2022 ou ici, ici, ici ou là.
Dominique Boullier : ***Le biais Bronner ou la reductio ad cerebrum*** *de* Joël Laillier et Christian Topalov, ***Gouverner la science, anatomie d'une réforme (2004-2020)***
Sheldon Krimsky : ***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).

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

La série ***Chasseurs de fraude***, (été 2023, Le Monde) consacrée à l'activité de scientifiques qui s'efforcent de traquer les mauvaises pratiques dans le monde de la recherche.
1/7 : Smut Clyde, dénicheur de champignons et de science bidon
2/7 : Elisabeth Bik, un œil de lynx contre les images falsifiées
3/7 : Nick Brown, une vocation tardive contre le « bullshit » scientifique
4/7 : Dorothy Bishop, une détective spécialiste de la mauvaise science
5/7 : Guillaume Cabanac, le Sisyphe de la dépollution de la science
6/7 : Clara Locher débusque les liaisons dangereuses entre chercheurs et revues scientifiques
7/7 : Leonid Schneider, un canardeur chez les chercheurs

La série ***Le plagiat, une impunité française***, (été 2021, Le Monde), consacrée à des exemples de plagiats chez les intellectuels

Des détectives traqueurs de fraudes réunis pour « décontaminer la littérature scientifique »

L'ÉMERGENCE DE DISCOURS OBSCURANTISTES ET DE POLITIQUES ANTI-SCIENCE

En période d'incertitude ou d'absence de réponse immédiate aux grands problèmes du moment, le bon sens se met souvent à vaciller…

François-Marie Bréon : **Les contre-vérités du dernier pamphlet climatosceptique,** sur le climato-négationnisme de François Gervais (en dépit de *sa consultation plus qu'étonnante par le Conseil Supérieur des Programmes* en 2019)
Extrême droite, médias, Youtubeurs : enquête sur les faussaires du climat (Mediapart, 1h11) :
[« Aux États-Unis, Donald Trump a fait de l'écologie une ennemie, une menace pour l'économie, le bouc émissaire parfait pour justifier sa politique de dérégulation totale. Mais en Europe aussi, l'écologie est de plus en plus décrite comme uniquement « idéologique », et « punitive» ; la droite et l'extrême droite du Parlement européen s'échinent à démanteler les politiques pour le climat ; et les scientifiques spécialistes du climat ou de la biodiversité sont attaqués pour leurs études. Comment et par qui ce grand déni est-il organisé ? Comment se protéger contre cette grande désinformation sur le climat et la biodiversité ? »]
- Cal Gutkin : **À bas les vaccins! Au diable la science ! La médecine factuelle est-elle déphasée ? (2011)**
- Jeremy K. Ward, Paul Guille-Escuret et Clément Alapetite : **Les « antivaccins », figure de l'anti-Science (2024)**
- **Donald Trump s'attaque à la science du climat et sème l'effroi parmi les chercheurs**
- **Aux Etats-Unis, ce n'est pas seulement la science qui est menacée, c'est aussi le rôle qu'elle joue dans la démocratie**
- **Les partisans de Trump sont déjà à l'œuvre contre les politiques d'intégrité scientifique**
- **Aux Etats-Unis, ce n'est pas seulement la science qui est menacée, c'est aussi le rôle qu'elle joue dans la démocratie**
- **« Femme », « climat »... Trump interdit des mots dans les articles scientifiques**
- **L'Américaine Camille Parmesan, « réfugiée scientifique » en France, loin du climatoscepticisme de Donald Trump**

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 inexpliquée, 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*, Vrin, Introduction, I, p13-15 :

« Quand on cherche les conditions psychologiques des progrès de la science, on arrive bientôt à cette conviction que *c'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique*. Et il ne s'agit pas de considérer des obstacles externes, comme la complexité et la fugacité des phénomènes, ni d'incriminer la faiblesse des sens et de l'esprit humain : c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. C'est là que nous montrerons des causes de stagnation et même de régression, c'est là que nous décèlerons des causes d'inertie que nous appellerons des obstacles épistémologiques. La connaissance du réel est une lumière qui projette

toujours quelque part des ombres. Elle n'est jamais immédiate et pleine. Les révélations du réel sont toujours récurrentes. Le réel n'est jamais « ce qu'on pourrait croire » mais il est toujours ce qu'on aurait dû penser. La pensée empirique est claire, *après coup*, quand l'appareil des raisons a été mis au point. En revenant sur un passé d'erreurs, on trouve la vérité en un véritable repentir intellectuel. En fait, on connaît *contre* une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation.

L'idée de partir de zéro pour fonder et accroître son bien ne peut venir que dans des cultures de simple juxtaposition où un fait connu est immédiatement une richesse. Mais devant le mystère du réel, l'âme ne peut se faire, par décret, ingénue. Il est alors impossible de faire d'un seul coup table rase des connaissances usuelles. Face au réel, ce qu'on croit savoir clairement offusque ce qu'on devrait savoir. Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. Accéder à la science, c'est, spirituellement rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé.

La science, dans son besoin d'achèvement comme dans son principe, s'oppose absolument à l'opinion. S'il lui arrive, sur un point particulier, de légitimer l'opinion, c'est pour d'autres raisons que celles qui fondent l'opinion ; de sorte que l'opinion a, en droit, toujours tort. L'opinion *pense* mal ; elle ne *pense* pas : elle *traduit* des besoins en connaissances ! En désignant les objets par leur utilité, elle s'interdit de les connaître. On ne peut rien fonder sur l'opinion : il faut d'abord la détruire. Elle est le premier obstacle à surmonter. [...] L'esprit scientifique nous interdit d'avoir une opinion sur des questions que nous ne comprenons pas, sur des questions que nous ne savons pas formuler clairement. Avant tout, il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce *sens du problème* qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit.

Une connaissance acquise par un effort scientifique peut elle-même décliner. La question abstraite et franche s'use : la réponse concrète reste. Dès lors, l'activité spirituelle s'invertit et se bloque. Un obstacle épistémologique s'incruste sur la connaissance non questionnée. Des habitudes intellectuelles qui furent utiles et saines peuvent, à la longue, entraver la recherche. […] À l'usage, les idées se valorisent indûment. Une valeur en soi s'oppose à la circulation des valeurs. C'est un facteur d'inertie pour l'esprit. Parfois une idée dominante polarise un esprit dans sa totalité. Un épistémologue irrévérencieux disait, il y a quelque vingt ans, que les grands hommes sont utiles à la science dans la première moitié de leur vie, nuisibles dans la seconde moitié. L'instinct *formatif* est si persistant chez certains hommes de pensée qu'on ne doit pas s'alarmer de cette boutade. Mais enfin l'instinct *formatif* finit par céder devant l'instinct *conservatif*. Il vient un temps où l'esprit aime mieux ce qui confirme son savoir que ce qui le contredit, où il aime mieux les réponses que les questions. Alors l'instinct conservatif domine, la croissance spirituelle s'arrête. »

Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin, Introduction, II, p18-19

« 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 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. Un seul exemple : l'équilibre des corps flottants fait l'objet d'une intuition familière qui est un tissu d'erreurs. D'une manière plus ou moins nette, on attribue une activité au corps qui flotte, mieux au corps qui *nage*. Si l'on essaie avec la main d'enfoncer un morceau de bois dans l'eau, il résiste. On n'attribue pas facilement la résistance à l'eau. 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. En particulier sans cette psychanalyse des erreurs Initiales, on ne fera jamais comprendre que le corps qui émerge et le corps complètement immergé obéissent à la même loi.

Ainsi toute culture scientifique doit commencer, comme nous l'expliquerons longuement, par une catharsis intellectuelle et affective. Reste ensuite la tâche la plus difficile : mettre la culture scientifique en état de mobilisation permanente, remplacer le savoir fermé et statique par une connaissance ouverte et dynamique, dialectiser toutes les variables expérimentales, donner enfin à la raison des raisons d'évoluer.

Ces remarques pourraient d'ailleurs être généralisées : elles sont plus visibles dans l'enseignement scientifique, mais elles trouvent place à propos de tout effort éducatif. Au cours d'une carrière déjà longue et diverse, je n'ai jamais vu un éducateur changer de méthode d'éducation. Un éducateur n'a pas le *sens de l'échec* précisément parce qu'il se croit un maître. Qui enseigne commande. D'où une coulée d'instincts. [...]« Il y a des individus auxquels tout conseil relatif aux *erreurs d'éducation* qu'ils commettent est absolument inutile parce que ces soi-disant erreurs ne sont que l'expression d'un comportement instinctif. » À vrai dire, MM. von Monakow et Mourgue visent « des individus psychopathes » mais la relation psychologique de maître à élève est une relation facilement pathogène, L'éducateur et l'éduqué relèvent d'une psychanalyse spéciale. [...]. D'une manière plus précise, déceler les obstacles épistémologiques, c'est contribuer à fonder les rudiments d'une psychanalyse de la raison. »

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…