



# ESEC : LA SCIENCE : QUOI & PAR QUI ? COMMENT ?

Un esprit intelligent est un esprit curieux, observateur, un esprit qui apprend, qui étudie.

- Jiddu Krishnamurti, *Le sens du bonheur* (2006)

« Le travail construit les rapports humains et les consolide en établissant une véritable communication entre les membres de la communauté pour lequel l'action crée l'homme nouveau [...] L'homme qui travaille ne fait pas seulement et ne fabrique pas seulement les choses, il se fait et se fabrique lui-même ».

Anton Makarenko

La véritable éducation, c'est d'apprendre comment penser, et non pas quoi penser.

- Jiddu Krishnamurti, *Le sens du bonheur* (2006)

## COMMENT L'HUMAIN PEUT-IL CONNAÎTRE LE MONDE ? POURQUOI VOIT-ON CE QU'ON VOIT ? INTERROGATIONS, OBSERVATIONS, MISE EN COHÉRENCE DES FAITS SOUS FORME DE THÉORIES RATIONNELLES

L'intérêt de l'enseignement Esprit Scientifique, esprit critique (ESEC) est pour le lycéen de préparer à l'épreuve de science expérimentale (Es, Spécialité) du BAC, de philo, du grand oral de terminale, de toute matière face à un document, la construction d'un exposé écrit ou oral, d'un débat, d'un concours d'éloquence ...

### OBJECTIFS DE L'ATELIER ESEC

la valeur de preuve, la pyramide de fiabilité d'une source, les biais, l'analyse de documents scientifiques historiques, d'éléments pseudo-scientifiques, la nature de ce qu'est la science, savoir débattre par des arguments sur des sujets d'actualité ...



Faire des Sciences, c'est pratiquer la démarche intellectuelle méthodique et collective d'une communauté mondiale de chercheurs visant à produire de la connaissance objective sur le réel.

« Je peux tout croire, s'il y a une preuve. » (Isaac Asimov)

(Harmon, 2011), un formateur d'enseignants anglais, ne dit pas autre chose que ce que disent régulièrement les enseignants français : «



La vérité est un pays sans chemin

- Jiddu Krishnamurti

Un esprit intelligent doit pratiquer le doute et le scepticisme.

- Jiddu Krishnamurti, *La nature de la pensée* (2006)

Vivre, c'est découvrir par soi-même le vrai en toute liberté.

- Jiddu Krishnamurti, *Le sens du bonheur* (2006)

We've got to have teachers who understand the nature of science – what makes a science a science and what makes theories so strong and robust »

"ce qui se conçoit bien s'énonce clairement et les mots pour le dire arrivent aisément" (Boileau)

Dubito ergo sum

"Medicina est conservatio sanitatis, et curatio aegritudinis, quae accedit ex causa quae in corpore existit »

La recherche n'est pas uniquement dirigée par - ou soumise à - des règles ; elle nécessite également un soupçon d'intuition, un zeste d'inventivité et une bonne dose d'imagination.

la science véritablement le seul processus auto-correctif de découverte

« L'histoire, c'est la passion des fils qui voudraient comprendre les pères » (Pier Paolo Pasolini)

Georges Canguilhem : il n'y a rien dans la science qui n'ait d'abord apparu dans la conscience.

La quantité, c'est la qualité niée, mais non la qualité supprimée. La variété qualitative des lumières simples, perçues par l'œil humain comme couleurs, est réduite par la science à la différence quantitative de longueurs d'onde, mais c'est la variété qualitative qui persiste encore, sous forme de différences de quantité, dans le calcul des longueurs d'onde.

Nous pensons avec surprise que la santé c'est la vie dans le silence des organes, que par suite le normal biologique n'est, comme nous l'avons déjà dit, révélé que par des infractions à la norme et qu'il n'y a de conscience concrète ou scientifique de la vie que par la maladie.

Si la santé est la vie dans le silence des organes, il n'y a pas à proprement parler de science de la santé. La santé, c'est l'innocence organique. Elle doit être perdue, comme toute innocence, pour qu'une connaissance soit possible.

« la première condition que doit remplir un savant qui se livre à l'investigation dans les phénomènes naturels, c'est de conserver une entière liberté d'esprit assise sur le doute philosophique {...} le grand principe expérimental est donc le doute, le doute philosophique qui laisse à l'esprit sa liberté et son initiative » (Claude Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale*, 1865)

#### ESPRIT CRITIQUE =

- ATTITUDE DE DOUTE RÉFLÉCHI, VOLONTAIRE, MÉTHODIQUE METTANT À DISTANCE UNE AFFIRMATION, JUGEMENT OU FAIT SANS EN AVOIR RECONNU LA LÉGITIMITÉ EN EPROUVANT SA VALEUR / FIABILITÉ RATIONNELLEMENT PAR MISE A DISTANCE METHODOLOGIQUE
- MODE DE PENSÉE AVEC LES AUTRES ET NON CONTRE COMME DANS L'ESPRIT DE CRITIQUE
- MOYEN-ETAPE POUR ATTEINDRE LE SAVOIR, LES CONNAISSANCES CONTRE LE DOGME POUR QUI PENSER POUR MOI SIGNIFIE PENSER COMME MOI
- LE XVIIIÈME S : FAIRE UN USAGE LIBRE ET PUBLIC DE SA RAISON (KANT) AVEC 2 PRINCIPES :  
LA LIBERTÉ, UN POUVOIR DE S'ARRACHER AU PREJUGE, À LA CROYANCE, L'OPINION : PENSER PAR SOI-MÊME AVEC AUTONOMIE
- LA PUBLICITÉ : RENDU PUBLIC ET PARTAGÉ AVEC ET DEVANT LES AUTRES DANS UN ESPACE OUVERT A DISCUSSION SANS DISSIMULATION NI CENSURE CONTRE L'OBSCURANTISME

LE SIÈCLE DES LUMIÈRES SE MÉFIE DE L'ARGUMENT D'AUTORITÉ, LES DOGMES POLITIQUES ET RELIGIEUX (KANT, QU'EST-CE QUE LES LUMIÈRES ?, 1784), CADRE STRUCTURANT DES ENJEUX DE L'ESPRIT CRITIQUE

#### APPUI : CHÂÎNES YOUTUBE & AUTRES

Tronehe en Bias, Defekator, Dirty Biology  
<http://danslestesticulesdedarwin.blogspot.com/>

Data Science vs. Fake  
<https://www.artz.tv/fr/videos/RC-016740/data-science-vs-fake/>

N'oublions pas qu'il y a 4 groupes de savoirs :

- ce que nous savons que nous savons
- ce que nous savons que nous ne savons pas
- ce que nous ne savons pas que nous savons
- ce que nous ne savons pas que nous ne savons pas

L'esprit critique a avec l'école (scola en grec : lieu de de loisir à penser) le lieu par excellence pour le favoriser, lieu où s'opère le passage de la minorité à majorité, conditio nd'autonomie, principe et finalité de l'école, démarche intellectuelle. Seuls des esprits libres et critiques peuvent être éduquer : se former nécessite de l'esprit critique plutôt qu'une simple information critique = krinein, en grec, discerner, trier, discerner pour mieux juger. Dans le monde actuel globalisé et interconnecté, développer l'esprit relève d'un enjeu majeur au service de la construction de l'émancipation sociale, professionnelle et citoyenne de l'individu. Construire une pensée critique implique une posture intellectuelle nécessitant curiosité, distanciation face au monde qui nous entoure. Indépendamment de tout champ disciplinaire, l'Éducation aux médias et à l'information, l'Enseignement moral et civique, l'Éducation artistique et culturelle, fournissent un cadre propice à des mises en œuvre pédagogiques pour développer l'esprit critique en classe.

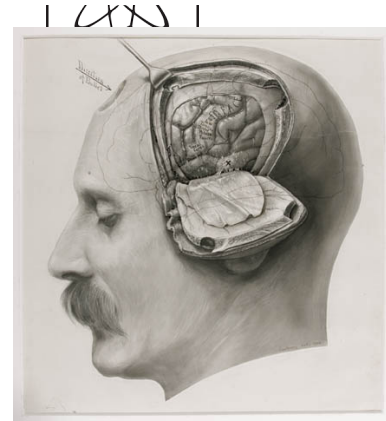
Faire preuve d'esprit critique repose sur l'acquisition de compétences transversales : capacité à argumenter, débattre.

Si nous posons la science comme un processus d'élaboration de connaissances efficientes sur le monde, selon un mode testable, réfutable, à l'aide d'une épistémologie logique et rationnelle et dans le cadre d'un monisme méthodologique matérialiste excluant toute intervention dualiste d'entités immatérielles dans le champ considéré (voir 1.2 *Cadre épistémologique*, & 1.3, *Cadre philosophique*), alors la démarche scientifique en son ensemble est zététique. Plus précisément, la zététique n'est *rien d'autre* que la méthode scientifique, mais appliquée à des champs de connaissance soulevant une telle charge affective qu'elle nécessite d'intégrer les impasses intellectuelles et les biais cognitifs relevant de la croyance, de l'adhésion ou de l'engagement. Devant ce qui est considéré comme « extraordinaire » — au sens de hors de l'ordinaire, ou du *normal* — la demande sociale est si forte que chaque étape d'investigation est potentiellement vectrice de fantasmes. C'est cette approche scientifique interdisciplinaire qui fait le corps de la méthode zététique.

DEMARCHE EXPERIMENTALE (CLAUDE BERNARD, 1865) = DIALOGUE CRITIQUE DE CONFRONTATION REEL/ESPRIT DONT LE DOUTE EST LE GRAND PRINCIPE AFIN D'ÉRPOUVER DES HYPOTHÈSES

## LES SCIENCES : POURQUOI FAIRE ?

⇒ OBJECTIFS : décrire, caractériser, connaître, comprendre / expliquer le monde réel en l'explorant et définir des moyens méthodologiques pour produire le savoir, des connaissances à partir des seules ressources naturelles depuis la fin du XVII<sup>e</sup> Siècle, à partir de celles établies déjà à un instant t. La science prédit des connaissances, du savoir par opposition aux croyances et opinions ou à la foi qui répond au principe d'autorité. Elle est amoral et non immorale. Elle invente, progresse, se transforme, contrairement à l'idéologie qui récupère, recycle, se remanie. Dans la science, l'histoire annule le discours (il y a du neuf) tandis que dans l'idéologie, la structure annule l'histoire (il n'y a pas de neuf) (Patrick Tort)  
la science nourrit les argumentaires mais elle n'est pas là pour prescrire



Les explications scientifiques ne sont pas finalistes mais causales.

La méthode dialectique est le cadre général des phénomènes d'évolution dans le temps. Ceux-ci font souvent intervenir plusieurs agents en interaction, dont les contradictions (opposition de tendances) jouent un rôle important sur le processus subséquent, raison pour laquelle la dialectique est parfois désignée comme « théorie de la contradiction » ou « théorie de la complexité ». La méthode dialectique, à laquelle la théorie des systèmes dynamiques donne une base, est le cadre privilégié pour la compréhension de nombre de phénomènes biologiques et sociologiques.

Intoduction de la thèse de Richard Monvoisin

## QU'EST-ELLE ?

SCIENCE = concept : les philosophes ne possèdent pas le moyen de légiférer sur le critère désignant ce qui est scientifique

- = un ensemble de connaissances distinctes des croyances, opinions, mythologies, théologies, préjugés ... jugées à l'aune de normes de vérifications pour dire si une théorie, hypothèse ou interprétation est valide, valable ou rejetée, infirmée
- = une exigence de rigueur/exactitude, avant tout une démarche
- = objet d'étude distinguée des autres disciplines

la libido sciendi (désir de connaître) pousse à chercher le comment par la recherche des causes (verum score est score per causas)

Alan Sokal et Jean Bricmont identifient, à la page 122 de leur fameux livre *Impostures intellectuelles* (1997), 4 acceptions courantes du mot science :

- 1/ ENSEMBLE DE RÉSULTATS ET CONNAISSANCES DISPONIBLES À UN MOMENT DONNÉ. On parlera de « science chinoise du xviii<sup>e</sup> siècle » pour indiquer cette somme de connaissance, ou encore la question « à ce sujet, que nous dit la science actuelle ? » réfère à l'état des connaissances scientifiques d'aujourd'hui.

- 2/ COMMUNAUTÉ PROFESSIONNELLE SCIENTIFIQUE DE CHERCHEURS : sens sociologique du terme.

- 3/ SES APPLICATIONS (téléphones portables, centrales nucléaires, organes artificiels, vaccins, voiture électrique, satellites...). La réduction du mot science aux seules technosciences est la plus courante, et plus fréquente encore est la réduction des sciences aux innovations techniques, celles des applications qui ont trouvé un débouché économique. On trouve cette réduction partout.

## - 4/ DÉMARCHE D'INVESTIGATION, MÉTHODE RATIONNELLE D'APPRÉHENSION DU MONDE RÉEL (ASPECT MÉTHODOLOGIQUE), À EXPLICITER AU PUBLIC

### PEER REVIEWING = PART JUSTIFIANT LA SCIENCE COMME COLLECTIVE =

l'évaluation par les pairs désigne l'activité collective des chercheurs qui jugent de façon critique les travaux d'autres chercheurs (leurs « pairs »). Pour valider une publication, un comité de contrôle relit et décide de valider ou non le papier.

Le piège courant, lors d'une conversation ou d'un repas de famille, provient du fait qu'un interlocuteur entend le mot science d'une façon tandis qu'un autre entend sous le même mot l'un des 3 autres sens (Guillaume Lecointre). Faites- en l'expérience à l'une de vos prochaines conversations publiques. Cela est très fréquent et arrive même entre scientifiques. Un autre piège courant, qui découle directement du premier, consiste à « jeter le bébé avec l'eau du bain », comme le dit le proverbe. On a des raisons, bonnes ou mauvaises, de critiquer l'une des trois premières sciences, et l'on rejettera le tout en bloc. Voici quelques exemples.

#### On décrédibilise la démarche scientifique (sens n° 4) parce que les résultats auxquels elle aboutit changent trop vite (sens n° 1).

Concernant les sujets socialement sensibles, la presse n'attend pas que des résultats publiés soient reproduits d'un laboratoire à un autre. Le temps de la stabilisation des connaissances, parfois long en science, s'accommode mal de la pression économique qui pousse les journaux à faire paraître une nouvelle sensationnelle avant ses concurrents. Ainsi la moindre phalange humaine fossile est-elle à peine publiée qu'elle passe en *prime time* à la télévision, alors que son interprétation fait encore débat parmi les chercheurs. Un jour, on nous dit qu'on a retrouvé des traces de vie bactérienne sur Mars, trois mois après on nous dit que ces traces ne sont pas dues à des bactéries. Lorsqu'ainsi le relais se fait trop vite, le public ressent une impression d'instabilité. Cette instabilité est naturelle aux chercheurs au tout début d'une découverte, car la profession travaille en permanence par remises en question de ce qu'ont trouvé les prédécesseurs. Mais la plupart de nos concitoyens n'ont pas cette image du métier. Ils attendent des sciences des vérités établies. L'instabilité produit donc un discrédit soit de la communauté scientifique (sens n° 2), soit de la démarche (sens n° 4). Le pire, c'est que la pression sociale, relayée par les médias, interfère parfois avec les débats scientifiques : c'est le cas par exemple des questions qui portent sur le réchauffement climatique. La même pression sociale (faire parler de soi), doublée d'une pression économique (vendre le scoop avant le concurrent) font oublier les réserves qu'il convient souvent d'émettre sur une interprétation. Le journal *Nature*, qui est plus une vitrine qu'un véritable journal de science – pour en juger il suffit de considérer la structuration et la taille des articles, qui interdisent toute reproductibilité à partir du seul article, et le renvoi toujours plus massif d'informations cruciales en *supplementary data* –, publie des titres qui parfois dépassent largement le contenu même de l'article, pour des raisons promotionnelles.

#### On décrédibilise, ou l'on cherche à modifier les contours de la démarche scientifique (sens n° 4) parce que l'on a des reproches à faire à la communauté des chercheurs (sens n° 2).

La thèse d'Élisabeth Teissier (université Paris V, 2001) est, à ce titre, caractéristique. Les scientifiques hostiles aux prétentions scientifiques de l'astrologie sont fustigés, la démarche scientifique qu'ils utilisent est critiquée notamment parce qu'elle ne permet pas d'y faire entrer l'astrologie comme science ; et c'est à cette occasion qu'on appelle à élargir le périmètre de scientificité (science au sens n° 4). Le même procédé est utilisé par beaucoup de para-sciences, et par Jean Staune (2010) qui fustige violemment les scientifiques s'opposant aux thèses de l'UIP, et utilise leurs maladroites pour décrédibiliser le matérialisme méthodologique qui participe de la définition des sciences, dernier obstacle à l'entrée d'une démarche spirituelle qui fera contribuer les sciences à la quête de sens. Que l'on ne s'y trompe pas : l'UIP est libre d'organiser des réflexions sur la quête de sens. Si l'organisation ne mobilisait pas les sciences, il n'en serait même pas question ici. Le problème est qu'elle les mobilise et entend même en faire changer le périmètre.

#### On décrédibilise la démarche scientifique (sens n° 4) parce qu'on a des reproches à faire à certaines applications (sens n° 3).

La méthode scientifique serait intrinsèquement mauvaise parce qu'elle a conduit à la fabrication d'armes atomiques, ou qu'elle échoue à soulager une part importante des patients qui viennent consulter leur médecin. Ce phénomène est un véritable boulevard ; il est à l'origine des sentiments anti-scientifiques qui animent toute une pensée *New Age* (voir la citation de Mae Wan Ho), toute une frange libertaire ou d'extrême-gauche qui reproche aux sciences d'être le bras armé du capitalisme, et tout un pan traditionaliste des monothéismes qui qualifie la science d'immorale parce qu'elle aurait produit la pilule contraceptive et la bombe atomique, voire même la société de consommation de masse. Ces derniers mouvements, auxquels participe le dessein intelligent, préconisent le retour de Dieu dans la science afin d'en garantir la moralité. Bien entendu, ils omettent de rappeler que la même démarche scientifique a bien servi tout autant les régimes communistes, et que les technosciences ne mènent pas qu'à des conséquences moralement désastreuses : sans elles, pas d'eau potable, pas d'intervention chirurgicale, pas d'imprimerie, pas d'internet... Bien entendu, entre le raisonnement scientifique (science au sens n° 4), qui est amoral (notion à bien distinguer d'immoral, amoral signifiant ne se prononce pas sur le plan moral), et les applications pour lesquelles on déploie ce raisonnement, il existe toute une chaîne décisionnelle qui est oubliée ou tue, et qui est la principale porteuse des considérations économiques, sociales, éthiques, politiques, historiques, morales et philosophiques qui se surajoutent pour justifier tel ou tel objectif des technosciences. Les équations décrivant la fission de l'atome ne sont pas responsables à elles seules de l'existence de la bombe

atomique. Elles ne portent pas en elles-mêmes l'existence de cette bombe : on doit cette bombe à une décision du gouvernement américain, dans un contexte de guerre mondiale, qui a mis des moyens considérables de recherche et développement pour que les États-Unis disposent de cette bombe avant deux ans, c'est-à-dire avant l'Allemagne. La morale est dans le pilotage, pas dans le raisonnement qui précède l'exécution. Cela ne déresponsabilise pas pour autant chaque chercheur ayant contribué à l'élaboration des armes atomiques ou des armes chimiques. Le chercheur, de par sa contribution et sa conscience de l'objectif à atteindre, est moralement engagé, mais la démarche scientifique reste, elle, en son raisonnement propre, amoral. La ruée vers les médecines alternatives, lorsqu'elles s'accompagnent d'un discours négatif sur la science, procède du même processus. Il arrive que le contrat de soulagement entre un patient et son médecin ne soit pas rempli. On remet alors plus facilement en cause la scientificité de la médecine libérale dominante que son organisation économique. Pourtant, c'est bien, au fond, pour des raisons économiques que le médecin libéral consacre en moyenne 8 minutes par patient. Quand on sait à quel point le sentiment subjectif de soulagement dépend de la qualité de l'écoute du médecin, le problème prend alors une toute autre dimension, et la scientificité des moyens, tout en restant intouchée, se voit remise en cause au profit des médecines alternatives, qui pour la plupart ne reposent que sur la puissance de l'effet placebo (Lemoine, 1996).



Donc la plupart des malentendus des débats « science & société » proviennent d'une confusion entre ces 4 définitions du mot science.

### QUI EST SCIENCE ?

⇒ Biologie, Mathématiques, Sciences Physiques, Sociologie, Psychologie, Histoire, Astronomie, Chimie, ... elles se sont diversifiées à l'ère moderne, bien après à la Renaissance où a eu lieu une approche mécaniste et expérimentale, par l'apparition de la logique que Popper appelle logique de la découverte scientifique, ensemble de méthodes pouvant vérifier le bon fonctionnement de la science et son progrès vers une connaissance objective du réel il existe un enjeu de sa délimitation actuelle fondamentale



"Le prix de la métaphore est une éternelle vigilance (Lewontin)

### FAITE PAR QUI ?

⇒ n'importe qui mais d'abord par une communauté de chercheurs, donc elle est collective, représente des connaissances validées car les plus fiables à un instant t en terme de valeur de preuve, pratiquant une approche intellectuelle avec des raisonnements et attendus spécifiques : elle cherche à produire du savoir pour en dégager par exemple des applications techniques / technologiques



1ère moitié du XXe siècle : essor d'une philosophie des sciences imprégnée d'un positivisme issu du siècle précédent et développé notamment au sein du Cercle de Vienne. Ce « positivisme logique » = socle d'une large part des écrits philosophiques portant sur la science en affirmant notamment son détachement par rapport à la métaphysique. Plus généralement, c'est l'idée selon laquelle la science est une institution exceptionnelle reposant sur une méthodologie bien distincte qui sous-tend les analyses sur la science à cette époque, que ces analyses soient philosophiques, historiques ou sociologiques. C'est d'ailleurs de l'un des fondateurs de la sociologie des sciences, Merton, qu'émane l'une des caractérisations des sciences les plus marquantes des années 1940, à l'apogée du positivisme. Selon Merton, 4 normes regroupées sous l'acronyme CUDOS régissent la science : le communalisme, l'universalisme, le désintéressement et le scepticisme organisé (organized skepticism)



Une telle caractérisation est représentative d'une conception présentant la science comme une activité supérieure, première notamment vis-à-vis du social, régie par ses propres normes tout en n'étant pas influencée de manière déterminante par des facteurs extérieurs ; et pouvant gérer la société de manière rationnelle. Les conceptions de la science qui ont cours jusqu'au milieu du XXe siècle reposent sur des approches *normatives*

### OÙ & COMMENT ?

Partout où la reproductibilité de ses expériences repose sur 5 attendus cognitifs :

- 1/ LE SCEPTICISME INITIAL SUR LES FAITS
- 2/ UNE MÉTHODOLOGIE RÉALISTE : TESTS D'HYPOTHÈSES À VALIDER / INVALIDER AVEC LEURS CONSÉQUENCES VÉRIFIABLES PAR EXEMPLE, l'expérimentation rigoureuse qui va avec des comparaisons d'expériences avec des différences de résultats qui doivent être significatives avec un unique facteur changeant pour être interprétables
- 3/ DES MÉTHODES RATIONNELLES RESPECTANT LE PRINCIPE DE PARCIMONIE (ÉCONOMIE D'HYPOTHÈSES) : LES THÉORIES LES PLUS COHÉRENTES EXPLICATIVES DU RÉEL SONT LES PLUS PARCIMONIEUSES AVEC MAÎTRISE DES OUTILS DE MESURE, ...
- 4/ UN MATÉRIALISME MÉTHODOLOGIQUE : la matière explique le monde depuis les sous-particules atomiques en passant par les atomes, molécules, organites cellulaires, tissus, cellules, organes, systèmes, appareils et organismes pour le Vivant ... est matériel ce qui est changeant, doté d'énergie : il réagit à une perturbation et nous en étudions les effets : il repose sur le principe de causes/conséquences : pas de divin, d, esprits, âmes, spectres, créateurs, de Dieu ... car expliquant potentiellement tout, pour un scientifique, ils n'expliquent rien et/Ou sont immatériels
- 5/ UNE CLARTÉ EXPLICATIVE : TRANSPARENCE DES PROCÉDURES / PROTOCOLES des comptes-rendus des enquêtes, investigations, expériences ...



Pour ce qui est des Sciences naturelles (SVT = Sciences de la Vie et de la Terre), l'être vivant est un foyer d'actions et expériences : la science par son matérialisme rationnel exclut l'intention d'une conscience supérieure, c'est-à-dire le finalisme. exemple : l'oeil n'est pas un organe pour voir, une molécule ne migre pas dans le but d'agir : elle n'a pas d'intention, elle peut être attirée chimiquement, croiser une autre molécule par le mouvement brownien en milieu aqueux mais c'est tout : ni but, ni valeur, ni morale comme n'en aurait n'importe quelle théorie scientifique comme celle de l'évolution par exemple

Par exemple, la vie est une possibilité réalisée par la matière à l'auto-détermination (nutrition, reproduction, vie de relation avec le milieu de vie) de manière évolutive en fonction d'un différentiel capté dans le milieu par rapport à son environnement par ajustement => ceci nécessite un matérialisme tel que conscience, autonomie du vivant. Vie comme conscience mais au sens d'unité d'interprétation d'écarts qui se manifestent par des actions de réponses en réaction par ajustement d'actions de maintien d'un équilibre fragile homéostatique (maintien des équilibres internes de la cellule : pH, concentrations d'ions, d'eau, de nutriments etc ..., pH et température indispensables au fonctionnement des enzymes et compartiments intracellulaires : les organites eucaryotes par exemples : mitochondries, chloroplastes, vacuoles, cytoplasme, espace entre parois, peroxyosomes, appareils de Golgi, lysosomes, reticulums endoplastiques (lisse : REL ou rugueux granulaires : RER ou REG)) via des variations de métabolisme, ensemble des réactions intracellulaires nécessitant ou produisant de l'énergie.

En Sciences, il n'y a pas d'argument d'autorité si ce n'est le respect du cadre rigoureux du raisonnement avec ces 5 attendus

NB : les spécificités disciplinaires vont ensuite pouvoir s'ajouter !

Un résultat reproduit par des observateurs indépendants, en gagnant en fiabilité, finit par se stabiliser en connaissance à un instant t, devenant bien public à peu près objectif

qualités du scientifique : savoir identifier ce que l'on ne connaît, comprend pas et être attiré par cet inconnu puis élaborer des stratégies de résolution de problèmes posés : ce qu'elle n'explique pas, la science cherche à l'investiguer donc être en doute, curieux, motivé pour comprendre

la science est provisoire car évolutive (somme des connaissances disponibles à un instant t) et recherche une fiabilité pour tendre à une objectivité, vérité illusoire, comme l'accès au réel est indirect.

L'esprit scientifique se constitue comme un ensemble d'erreurs rectifiées selon Bachelard.

Les mots Sciences dures et molles ne veut pas dire grand chose.

Parlons plutôt de sciences nomologiques (sciences à lois) au lieu de dures celles qui ont des lois (Physique Chimie, Mathématiques) qui concernent des universaux : un atome par exemple qui vaut un autre de même nature, non concerné par une histoire comme le serait en Sciences Naturelles la cellule vivante.

Celles qu'on appelle molles à phénomènes intégrés comme les SVT ou les Sciences sociales ont un micro et macrodéploiement avec des contingences et non des universaux.

(Guillaume Lecoindre, qui préfère la définition de l'universalité des sciences avant d'en distinguer les particularismes)

En clair, dès qu'une discipline tente de décrire au plus juste à quoi ressemble la réalité, l'analyse de ce qu'elle énonce suit *grosso modo* les mêmes chemins. Le titre de *critical thinker* ou de *zététicien* n'est donc pas propre à un champ disciplinaire, et ne se décerne pas : il désigne tout individu soupesant la valeur d'une assertion de type scientifique en prenant en compte un maximum de biais, d'influences, de travers potentiels connus pouvant altérer cette assertion. Épistémologues, logiciens, historiens, critiques des médias ou de la publicité, mais également toute personne faisant preuve de scepticisme dans une situation ambiguë peut ainsi se revendiquer de la pensée critique.

« On n'enseigne pas l'esprit critique, il n'existe aucune méthode d'« esprit critique en cinquante leçons », à délivrer selon une posologie savante. Aucune mesure, aucune évaluation précise ne permet de délivrer un brevet « d'esprit critique ». L'esprit critique s'acquiert, petit à petit, par l'expérience, l'habitude de faire appel transversalement aux savoirs et de les questionner » (Chenevez 2000).

exemple : la loi des gaz parfaits :  $PV = nRT$

Toutes ont le socle commun précédent. Sans socle commun, ma mise à disposition d'un bien public qu'ait le savoir doit être défendu par tous et nécessite un cadre commun à expliciter.

## (RICHARD MONVOISIN, THÈSE)

### LEXIQUE

ÉPISTÉMOLOGIE	<p>du grec ancien <i>ἐπιστήμη</i> / <i>epistémê</i> « connaissance vraie, savoir, science » et <i>λόγος</i> / <i>lógos</i> « discours explicatif, langage rationnel ».</p> <p>Elle désigne 2 acceptions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'étude critique des sciences et de la connaissance scientifique : en quoi notre connaissance du monde consiste-t-elle ? comment est-elle possible ? avec une méthode et un style de pensée différent de la métaphysique et la rapproche de la philosophie analytique.</li> <li>- recherche sur la connaissance (gnoséologie) pour se concentrer sur la connaissance scientifique dans le monde francophone et dans l'anglo-saxon celle de la connaissance en général : elle recherche par exemple l'unité essentielle de la science autour de 4 piliers : les sciences formelles (mathématiques et leur logique), les sciences exactes (physique, sciences de l'ingénieur), les sciences du vivant et les sciences sociales. Elle cherche à définir les objectifs/enjeux de la science ou d'une science particulière, à répondre à des questions comme : par qui et quelles méthodes ces objectifs sont-ils poursuivis ? quels principes fondamentaux sont à l'œuvre ? quels sont les rapports internes entre les sciences et leurs théories ? Par qui et comment les enseigner ? par quelles méthodes sont enseignées les sciences ?</li> </ul> <p>elle vise donc à une approche philosophique de la science, à expliquer la nature, l'étendue et les limites de la connaissances</p> <p>l'épistémologue a comme postulat de se débarrasser de l'unification pensée / objets de pensée</p> <p>tout chercheur en sciences ne doit-il pas être épistémologue ?</p> <p>l'épistémologie ne vise pas à étendre le champ des explications des sciences par des observations/hypothèses confortables à l'expérience mais un discours critique et réflexif autour notamment de connaissances scientifiques déjà constituées, après-coup. Elle est tributaire de l'histoire des sciences</p>
COGNITIF	lié au processus d'acquisition des connaissances, chemin emprunté vers le savoir
PEDAGOGIE	art d'éduquer
INFÉRENCE	Opération qui consiste à admettre une proposition en raison de son lien avec une proposition préalable tenue pour vraie mouvement de la pensée allant des principes à la conclusion

## ZÉTÉTIQUE

vient de l'adjectif grec **Ζητητικός**, *zētētikós* « qui aime chercher », « qui recherche », lequel est issu du verbe **Ζητώ**, « chercher », examiner Les **Ζητητικοί**, *zētētikoi*, sont les « sceptiques ».

art du doute » selon Henri Broch, savoir-faire » didactique qui permet la réflexion et l'enquête critiques, « l'étude rationnelle des phénomènes présentés comme paranormaux, des pseudosciences et des thérapies étranges », destinée aux théories scientifiquement réfutables, respectant le critère de discrimination de Karl Popper. Elle ne pose pas la question des religions et des croyances non réfutables et met à l'épreuve d'énoncés pourvus de sens et de nature scientifique (donc réfutables selon Popper) dont les explications ne semblent pouvoir se rattacher à aucune théorie communément acceptée, se réclamant aussi du scepticisme scientifique, et plus généralement de la démarche de doute cartésien nécessaire en science comme en philosophie. « hygiène préventive du jugement » selon Jean Rostand

La 1ère loi de la Zététique c'est de ne pas prendre pour argent comptant tout ce que l'on veut bien nous dire, c'est se donner du recul et c'est, surtout, ne pas se priver de poser des questions, même si elles dérangent. C'est chercher à comprendre le monde qui entourait le petit être qu'on était. Il n'y a pas de raison objective pour que cela cesse lorsque le petit enfant grandit. La seule différence, c'est que lorsque l'on grandit, on croit savoir plus de choses et souvent on se drape dans des certitudes. La démarche zététique nous permet de faire le tri entre une certaine certitude et une certitude certaine.

sens 1, antique : Le scepticisme a été enseigné par le philosophe grec Pyrrhon (365 / 275 av. notre ère) défendant qu'on ne pouvait rien savoir sur rien et qu'il fallait douter de tout : il aurait même douté d'un arbre en se cognant dedans selon des critiques. Utilisé par le mathématicien François Viète pour décrire en 1591 dans son *Isagoge* l'art de modéliser un problème géométrique sous une forme algébrique, mais peu usité après lui, le terme « zététique » a été remis au goût du jour en 1998 en français par le professeur Broch, créateur du laboratoire de zététique à l'Université de Nice. Avant lui, c'est Marcello Truzzi qui en 1975 utilisa le mot « *zetetics* » dans le monde anglophone. En effet, sous l'influence de Truzzi, le premier magazine de l'association sceptique Committee for Skeptical Inquiry se nomma « *The Zetic* », avant d'être renommé « *Skeptical Inquirer* ». Le terme était cependant déjà employé dès 1849, comme dans l'ouvrage de Samuel Rowbotham, partisan de la théorie de la terre plate, *Zetic Astronomy* (littéralement, « astronomie zététique ») et dans sa « *Zetic society* ».

sens 2, actuel : méthode doute et d'investigation scientifique des phénomènes étranges ou paranormaux et des théories controversées

démarche philosophique et pratique. S'inspirant du scepticisme philosophique, elle s'appuie sur la méthode scientifique pour essayer d'appréhender efficacement le réel, par le biais d'enquêtes et d'expériences. Elle se distingue en cela du pyrrhonisme - voir par exemple la définition sur le site de l'observatoire zététique. La Zététique se présente comme une méthode de recherche fondée sur le doute et la vérification des informations ; Emile Littré en donne une définition claire : « méthode dont on se sert pour pénétrer la raison des choses ». Pierre Larousse définira la méthode « se dit des méthodes de recherches scientifiques : méthode zététique ».

Elle a pour objectif de contribuer à la formation, chez chaque individu, d'une capacité d'appropriation critique du savoir humain. Entre autres illustrations de la démarche zététique, Henri Broch a organisé durant 15 ans, le Défi zététique international (dont le prix n'a jamais été décroché), comparable au défi proposé par James Randi, codirecteur de thèse de Richard Monvoisin de Cortecs

La zététique recommande de penser avec ordre et méthode, en tenant à distance dogmes, préjugés et idées reçues.

"Méthode dont on se sert pour pénétrer la raison des choses." (Littré)

autodéfense intellectuelle

*"Développer un esprit critique grâce à des expériences et à un raisonnement scientifique rigoureux, c'est le but de la Zététique, une discipline qui démontre que les sciences peuvent elles aussi avoir un petit côté magique.*

### Principes

L'astrologie, la parapsychologie, les médecines non conventionnelles, les pseudo-sciences et autres phénomènes paranormaux sont présents sur les médias actuels (journaux, magazines, émissions de télévision spécifiques) ainsi que sur les réseaux sociaux. Le but de la zététique est de chercher l'origine de ces croyances très répandues et d'en chercher les faiblesses épistémologiques, ou de proposer des explications raisonnables aux phénomènes paranormaux, mettent en cause :

- la caisse de résonance formée par les médias
- la dérive déontologique du milieu journalistique
- la courroie de transmission que constitue le milieu éducatif
- le remplacement de la raison par la sensation : remplacement du couple « symbole écrit + analyse étayée » par le couple « image visuelle + sensation immédiate ».

Stratégies de lutte : Démystifier :

- donner une interprétation scientifique du phénomène,
- expliquer quels subterfuges ou quels raisonnements erronés pourraient être utilisés pour nous amener à croire à la véracité du phénomène ou de la pseudo-science.
- Promouvoir le développement de la culture scientifique, notamment à l'école :
- vulgariser les bases de la méthode scientifique, et les notions de philosophie des sciences associées (réfutabilité, rasoir d'Occam, etc)
- apprendre les principes d'une observation scientifique (c'est-à-dire une expérimentation et une recherche impartiale des données)
- apprendre à bien interpréter les résultats, et à en tirer les bonnes conclusions.



Les Sciences Expérimentales se basent sur une communauté scientifique liée par un contrat : on ne fait pas appel pour expliquer le monde à des explications immatérielles ou divines. On laisse au vestiaire du laboratoire sa croyance religieuse ou sa foi.

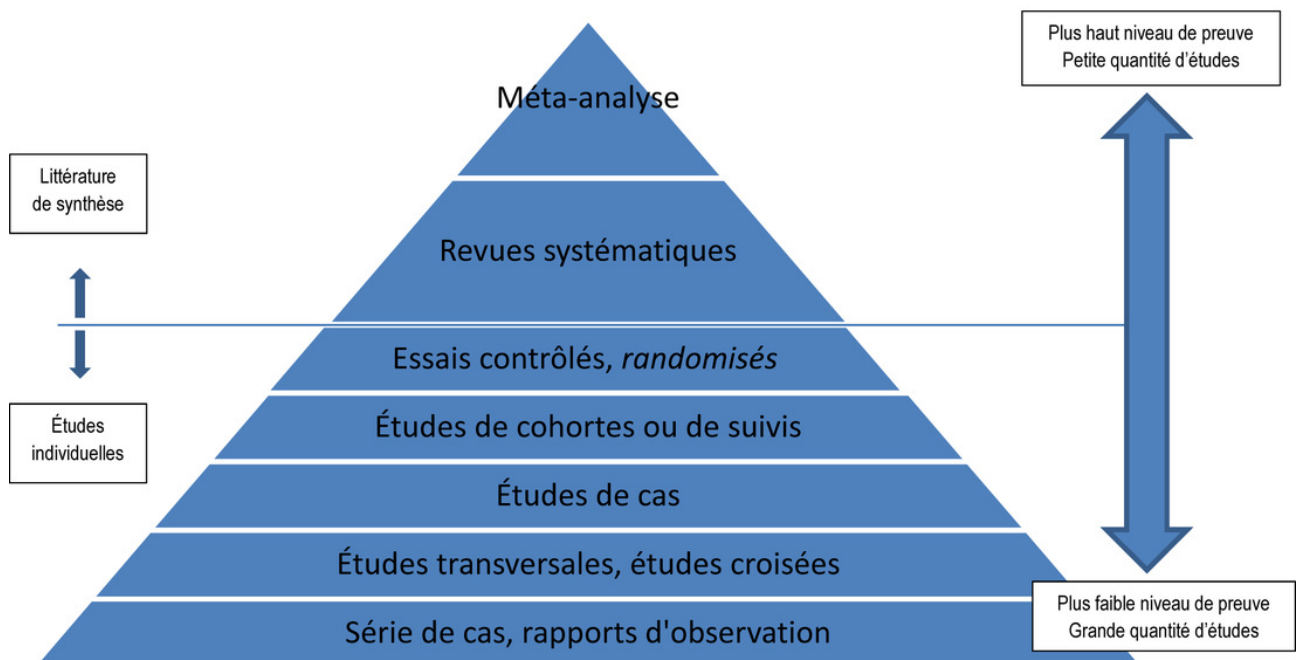
Toute expérience s'inscrit dans la démarche scientifique de tests d'hypothèses (H) en lien avec un problème posé P à résoudre.

On prévoit les interprétations (I) possibles en fonction des résultats (R) attendus.  
Si H testée est validée..., alors (conséquence vérifiable) on va s'attendre à observer ...

Les Expériences mises en oeuvre en toute rigueur (interprétables avec un seul facteur changeant pour comparer 2 expériences par exemple en fonction de si on obtient une différence de résultats  $R_1 - R_2$  significative) doivent être transparentes : le protocole, le matériel et la méthode sont fournis dans la publication en anglais afin d'être reproductibles par ses pairs (collègues chercheurs internationaux).

La dialectique est l'ensemble des procédures de l'art de convaincre, argumenter., démontrer

## LA NOTION DE VALEUR DE PREUVE SCIENTIFIQUE



Adapté de : McGoven DPB et al. (2001). Key topic in evidence-based medicine. Oxford (UK) : BIOS, p. 15.

## LE CONTRAT DU CHERCHEUR

rappel : rôle des sciences : dire et expliquer le monde réel avec les seules ressources matérialistes naturelles et un rapport à la nature appelé expérimentation

exclusion : tout recours à un principe extra-naturel (providence, miracle...) sans négation ; elle est une garantie méthodologique.

Si l'évolution est contestée par les partis politiques européens traditionnels ou marges les plus conservatrices des 3 grands monothéismes, c'est qu'elle commet 3 grandes transgressions, à leurs yeux :

- 1/ à travers le phénomène de l'évolution biologique et humaine, les sciences s'émancipent vis-à-vis de l'essentialisme, fondement philosophique de la plupart des conservatismes
- 2/ l'acceptation tranquille du hasard [...]
- 3/ corollaire de la précédente : les sciences de l'évolution décrivent les mécanismes du changement organique, biologique, humain et social sans appel à la notion de destin. [...]

Nous ne sommes pas éduqués à accepter que le monde réel puisse manifester des événements sans explication apparente.

L'attitude scientifique consiste à sérier les problèmes et répondre à des questions circonscrites. Une partie de son efficacité tient à avoir laissé de côté certains modules d'explication (acceptation de quelques boîtes noires auxquelles nous nous attaquerons plus tard, ou auxquelles d'autres scientifiques s'attaqueront).

La démarche d'explication du monde fonctionne en puzzle, en patchwork.

Par exemple, Charles Darwin n'a pas eu besoin de tout connaître des mécanismes de l'hérédité et de son support matériel pour élaborer son idée centrale de sélection naturelle. Il n'a pas eu besoin non plus de savoir comment et pourquoi la matière vivante est modifiée pour faire le simple constat de la variation au sein des espèces. Ce constat point de départ, lui a suffi. On peut très bien expliquer l'apport de Darwin sans parler de l'ADN. Cette acceptation du hasard comme relevant d'un vide étiologique momentané, comme attitude scientifique consistant à laisser en attente certaines explications, fut bien celle de Charles Darwin (Tort, 2010 : 34). Le scientifique sait qu'il ne peut pas tout expliquer tout de suite, et une acceptation du hasard consiste à considérer qu'il renvoie à l'idée que certains phénomènes n'ont pas encore reçu de description des déterminismes à l'œuvre, ou du moins d'une partie d'entre eux, ce qui conduit à une imprédictibilité des phénomènes (voir Cunchillos, 1997). Même la rencontre fortuite de 2 chaînes causales indépendantes, qui correspond à la définition qu'Augustin Cournot donne du hasard, pourrait être, dans l'absolu, décrite si nous en avions les moyens (Tort, 2010).

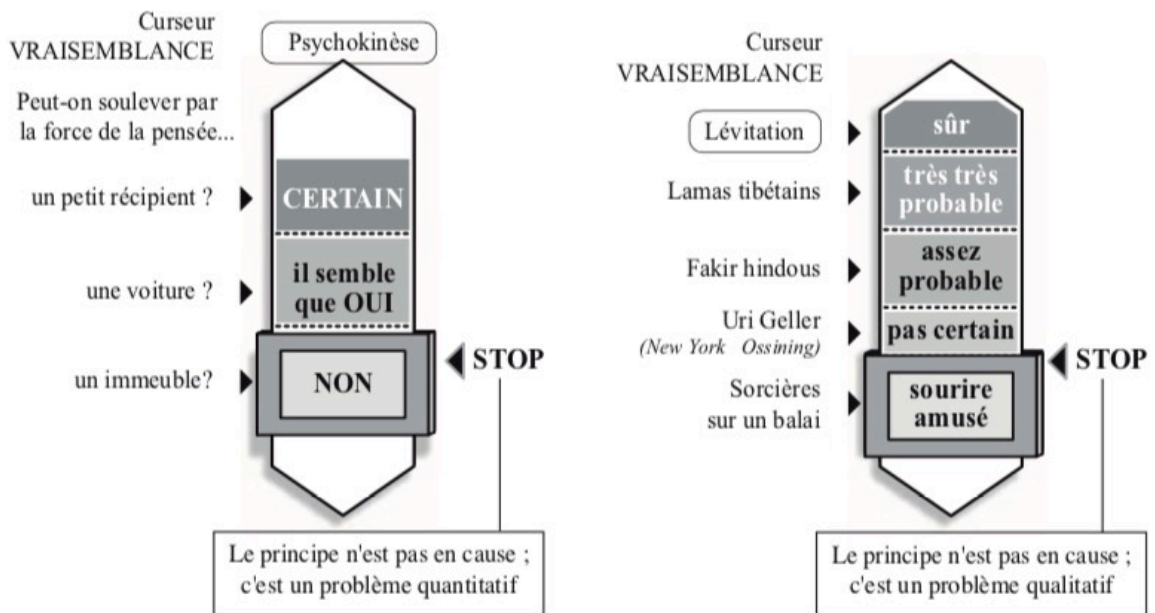
Certes, cette notion-là du hasard n'est pas propre aux sciences de l'évolution, mais à toutes. Seulement, comme l'évolution nous fournit une explication rationnelle de nos origines en tant qu'« espèce » et en tant qu'individu (Kupiec, 2008), nous sommes naturellement peu enclins à nous savoir là par hasard, tandis que le hasard assumé pour décrire des réactions chimiques ou la structure des atomes nous importe peu. On ne conteste pas la chimie ni la physique nucléaire là où l'on conteste les sciences de l'évolution. C'est, avant tout, une question de sens gérée au mauvais endroit : on demande finalement aux sciences collectivement acquises de se plier aux besoins individuels de sens (de la vie). Car notre psychologie est rétive (Gauvrit, 2009) à l'attitude scientifique. Nous exigeons tout de suite soit des explications, soit du sens. Des pans entiers du public, structurés en associations ou partis politiques, demandent aux sciences qu'elles répondent immédiatement à toutes les questions, et pas seulement dans le champ des savoirs (quête d'explications), mais aussi dans celui des significations (quête de sens). Tandis que le scientifique doit son efficacité au fait d'avoir limité sa légitimité au registre des savoirs, et à son acceptation de modules d'inexpliqué qu'il aura momentanément circonscrit afin de se concentrer sur l'explication de l'un d'entre eux, ce public reprochera aux sciences son ignorance sur certains phénomènes, et lui demandera de répondre en même temps à des questions de savoir et de sens. Ce paradoxe tient à son ignorance de la façon dont fonctionnent les sciences, d'où la nécessité d'explicitier pour nos publics le cœur méthodologique des sciences.

En fait, c'est bien parce qu'il avait rompu avec l'essentialisme que Charles Darwin (1859) a pu porter son attention sur la variation intraespèce (intraspécifique), découvrant ainsi le « carburant » de l'évolution, et les espèces devenant des conventions de langage associées au constat de barrières à la reproduction. *L'Origine des espèces* est un livre qui parle plus de l'origine épistémologique de l'espèce que de son origine biologique, et pour cause : les espèces ne sont pas dans la nature. Dans la nature se mettent en place des barrières à la reproduction entre populations. Les espèces sont délimitées par nous sur la base de conventions taxonomiques précises. Le scandale théologique était consommé ; et il reste en- core aujourd'hui un scandale, même chez des zoologistes aussi éminents qu'Ernst Mayr qui promouvait encore au milieu du XX<sup>e</sup> un essentialisme en biologie (Mayr, 1969).

La vraie raison tient au fait que le dialogue scientifique suppose en principe, pour ne pas être biaisé, que les interlocuteurs poursuivent le même objectif d'élaboration des connaissances objectives en respectant un contrat tacite dont nous expliciterons les termes à la fin de cet ouvrage. Pour jouer sainement à un jeu, il faut que les joueurs suivent la même règle du jeu.

Or les créationnistes ne poursuivent pas le même objectif que les scientifiques en tentant de mêler théologie et science, en se permettant de faire appel à la providence en tant qu'explication scientifique (ce à quoi se refusent les scientifiques, par contrat). Ils essaient de changer les règles du contrat, implicitement ou explicitement, de l'extérieur, tout en faisant mine de les respecter car il s'agit aussi pour eux de bénéficier d'un vernis des sciences. Dans un jeu, cela s'appelle tricher. Et les scientifiques ont raison de ne pas jouer avec des tricheurs. En présentant le refus ou l'inertie des scientifiques à se mobiliser sur les idées créationnistes comme un signe de dogmatisme, les créationnistes peuvent alors se présenter comme ouverts d'esprit. Philip Johnson, initiateur du mouvement du dessein intelligent, ne prétend-il pas que sa stratégie « consiste plutôt à promouvoir des qualités d'analyse qu'à défendre une position préconçue » ? Stratégie très habile qui permet de masquer du même coup leur véritable objectif : soumettre les résultats des sciences, voire la démarche scientifique elle-même, à l'emprise théologique. Un scientifique est formé pour analyser et résoudre des problèmes. Il est entraîné à subir des critiques et à en faire. Mais pas n'importe comment. Il sait que son métier a des règles et il se démarque instinctivement des tricheurs qui ne les suivent pas. Ces règles sont, malheureusement, trop rarement explicitées dans sa formation – ce qui explique que quelques-uns se laissent prendre aux pièges des créationnistes organisés. Mais surtout, ces règles sont trop rarement exposées devant le public – ce qui explique l'apparente facilité avec laquelle les manipulations des créationnistes sophistiqués passent dans les journaux, ou le succès de leurs idées dans certains pays

Pierre Bourdieu (1997) « .. ce qui fait la spécificité du champ scientifique, c'est que les concurrents s'accordent sur des principes de vérification de la conformité au "réel", sur des méthodes communes de validation des thèses et des hypothèses, bref sur le contrat tacite, inséparablement politique et cognitif, qui fonde et régit le travail d'objectivation ».



registre des savoirs ? des significations ? Une assertion poétique ? politique ? scientifique ? Quels buts poursuivent chacun des collectifs qui produisent ces assertions ? Ces périmètres sont même indispensables à une pensée critique, et au premier chef pour regarder de manière critique chacun de ces périmètres...

La première des pratiques de la communauté est d'exiger, pour bénéficier de la reconnaissance par les pairs, d'un niveau minimal de publications dans les revues spécialisées. Mais cet aspect de la vie de la communauté scientifique, peut-être le plus important puisque c'est par lui que toutes les équipes de recherche sont évaluées par nos tutelles.

Connaissez-vous un seul métier auquel on refuserait toute caractérisation ? Et que dire au corps enseignant qui enseigne les sciences à l'école ? Qu'il enseigne les résultats d'une démarche dont on ne sait pas ce qu'elle est ? les résultats de tours de magie ? Pourtant, le besoin est croissant d'expliquer ce qu'est la démarche scientifique.

Avant de proposer ici un périmètre – large – de science, intéressons-nous tout d'abord aux appréhensions du public.

## QU'EST-CE QUI CARACTÉRISE LES OBJECTIFS ET LES MÉTHODES DES SCIENCES ?

SCIENCE	décrire, caractériser et comprendre / expliquer le monde réel en faisant appel au matérialisme et non au divin ou à l'immatériel, de manière amoral et non immoral
---------	--

<p>PRINCIPE DE PARCIMONIE = RASOIR D'OCKHAM</p>	<p>principe d'économie d'hypothèses explicatives pour un fait engageant la plus grande probabilité de vraisemblance</p> <p>Le scénario explicatif pour un récit possible d'une histoire de la Vie et / ou de la Terre est celui qui engage le moins d'hypothèses (H) car à priori le plus vraisemblable en terme de probabilité d'être vérifiée vis-à-vis d'autres.</p> <p>principe de raisonnement philosophique entrant dans les concepts de rationalisme et de nominalisme.</p> <p>= « principe de simplicité », « principe d'économie » (en latin <i>lex parsimoniae</i>), il peut se formuler comme suit : <i>Pluralitas non est ponenda sine necessitate</i> (les multiples ne doivent pas être utilisés sans nécessité)</p> <p>« les hypothèses suffisantes les plus simples doivent être préférées ». C'est un des principes <b>heuristiques</b> fondamentaux en <b>science</b>, sans être pour autant à proprement parler un résultat scientifique. Dans le langage courant = « Pourquoi faire compliqué quand on peut faire simple ? ». Le rasoir indique seulement laquelle devrait être considérée en premier. La rationalité est aujourd'hui comprise comme la pratique de la logique à laquelle on a adjoint le principe de parcimonie. Ce principe, ou principe d'économie d'hypothèses, implique que lorsqu'un chercheur propose « une <b>inférence</b> sur le monde réel, le meilleur scénario ou la meilleure théorie sont ceux qui font intervenir le plus petit nombre d'hypothèses <i>ad hoc</i>, c'est à dire hypothèses non documentées »</p>
<p>PRINCIPE D'ACTUALISME</p>	<p>les espèces fossiles vivaient avec les mêmes exigences climatiques qu'aujourd'hui</p>
<p>AXIOME</p>	<p>proposition admise non démontrable dans le cadre d'une construction intellectuelle (théorème ou théorie)</p>
<p>COROLLAIRE</p>	<p>Proposition dérivant immédiatement d'une autre : conséquence, suite naturelle</p>

L'une des objections spontanées à la théorie de l'évolution consiste à dire que l'évolution biologique n'est pas testable par voie expérimentale, et que par conséquent elle n'est pas une proposition scientifique ; et d'autre part qu'on ne peut finalement rien savoir de l'évolution passée parce qu'on n'a pas de machine à remonter le temps pour « aller y voir ». La première est erronée : on expérimente l'évolution biologique sur des organismes à temps de génération courts comme des mouches drosophiles, des champignons ou des bactéries. L'industrie agronomique ne cesse de courir après l'évolution des parasites, ravageurs et autres destructeurs de plantes cultivées. L'industrie pharmaceutique doit régulièrement réinventer des antibiotiques pour faire face à la sélection induite par les précédents sur les populations bactériennes pathogènes pour l'homme. D'autre part, pour la 2è on n'a pas besoin de machines à remonter le temps pour que l'évolution soit crédible. L'objection provient en fait de l'hégémonie du modèle de science nomologique (disposant de lois) qu'est la physique. En fait, on ne peut pas comprendre les sciences de l'évolution si l'on a pas conscience qu'elles renferment différents régimes de preuve : « preuve historique » et « preuve expérimentale ».

#### l'analogie n'est pas une preuve

Le fait qu'un principe ou une hypothèse que l'on pose soit *analogue* à quelque chose de déjà accepté n'implique en rien que cette hypothèse soit correcte et cohérente avec les connaissances scientifiques déjà établies. Construire une analogie, un parallèle, peut souvent effectivement aider à la réflexion mais n'implique jamais automatiquement la véracité de ce que l'on affirme. Dit autrement : comparaison n'est pas raison. Et ne pas s'en souvenir peut mener à des absurdités. Christian Frédéric Samuel Hahnemann (1755-1843), médecin allemand retiré de la pratique médicale pour se consacrer à des traductions d'ouvrages, expérimente sur lui-même, en 1790, les effets de l'écorce de quinquina. Ressentant des troubles qu'il estima semblables à ceux du paludisme (que le quinquina traite) il en déduisit que *ce qui donne le mal guérit aussi le mal* et formula la "loi" ou "principe" de similitude : *les semblables sont guéris par les semblables*. En fait, cette fameuse "loi" est bien plus ancienne puisque, depuis des milliers d'années, tous les sorciers, dans leur démarche, utilisaient la même.

Le principe de similitude n'est pas même nouveau du point de vue médical puisqu'il remonte au moins au cinquième siècle avant notre ère (Hippocrate). Sans dévier d'un seul pouce de l'esprit de ce principe, vous pouvez ainsi affirmer que les coups de marteau sur la tête donnant mal à la tête, vous pouvez à l'avenir soigner vos migraines par un bon martèlement crânien quotidien... La Lune provoque les marées, donc la Lune - par cette "force marémotrice" - peut bien provoquer quelque chose d'indiv- dualisé chez le bébé à la naissance. Certes, mais on oublie que la physique du Globe n'est pas la physique de l'individu ! Nous avons là un glissement du général au particulier que rien ne justifie. De plus, un petit calcul montre que la force marémotrice exercée par le petit ours en peluche que le nourrisson enlace tendrement exerce une force de marée environ... 20.000 fois plus grande que celle de la Lune ! Demandons donc aux astrologues de ne pas oublier de positionner ce nounours absolument fondamental dans le thème astral du petit humain.

Lorsque l'on n'a pas la preuve de quelque chose, cela ne signifie pas que cette chose est inexistante ; par contre cela signifie que l'on n'a pas à prendre cette chose en compte jusqu'à plus ample informé. Personne n'a encore vu de magnifique licorne blanche dans son jardin. Cela ne signifie nullement que la

licorne n'existe pas quelque part sur Terre ; sa probabilité d'existence est toutefois extrêmement extrêmement petite et il est donc particulièrement inutile, pour l'instant, de créer un nouveau domaine d'étude comme la licornologie. Cette facette de la méthodologie scientifique - l'absence de preuve n'est pas la preuve de l'absence - est curieusement très souvent rabâchée par les tenants du "paranormal" ; mais ces derniers ne semblent pas bien la comprendre et l'utilisent en fait pour chercher à en faire induire l'existence de l'objet de leurs recherches. La non-impossibilité n'est pas preuve d'existence. Le terme "possible" peut recouvrir des réalités bien différentes suivant le cas. Schématiquement, on peut distinguer possibilité physique et possibilité logique.

Une possibilité *physique* est un événement permis par les lois de la nature ; on peut "être au même endroit à deux instants différents" mais non "être au même instant à deux endroits différents". Une possibilité *logique* est un événement décrit par une phrase non autocontradictoire. "Un éléphant jaune fluo se voit mieux dans la nuit" est une possibilité logique, "Un homme n'est pas un mammifère" est une impossibilité logique. Ce qu'il faut souligner, c'est qu'une possibilité logique n'est pas forcément une possibilité physique ; l'éléphant jaune fluo en est la preuve.

PREUVE & LOI

SCENARIO	<p>Une hypothèse ou une théorie ne peuvent être remplacées par une belle histoire ou un beau scénario car le pouvoir d'inférence de ce dernier est quasi nul (s'il n'y avait que le scénario de la météorite tombant sur l'actuel Mexique pour expliquer l'extinction des dinosaures, cela ne suffirait pas et surtout ne présenterait aucun intérêt ; l'hypothèse, elle, peut permettre d'en tirer des conséquences "mesurables" que l'on observera ou non. Dit en d'autres termes : <u>l'histoire ne se répète pas.</u></p> <p>Ce n'est pas parce que l'on a de nombreuses et belles histoires de voitures qui, moteur arrêté, remontent toutes seules une route en montée (exemple la "curiosité de Lauriole" près de Minerve dans l'Hérault) et que les médias en parlent, que cela en fait ipso facto la démonstration plausible de l'existence d'un lieu où la gravitation ferait des siennes, un lieu où le magnétisme serait "dérégulé", ou un lieu où les vortex spatio-temporels auraient leur résurgence...</p>
PARADIGME	<p>représentation du monde, une manière de voir les choses, un modèle cohérent du monde qui repose sur un fondement défini.</p> <p>on dit souvent « changement de paradigme » pour désigner une évolution radicale de vision sur un sujet</p>
PROVIDENTIALISME	<p>réintroduction de forces surnaturelles pour expliquer des phénomènes</p>

PREUVE HISTORIQUE  
= RETRODICTION

La preuve historique consiste à observer des faits actuels, les mettre en cohérence, puis à déduire les conditions et événements du passé à l'origine de ces faits. Dans cet exercice de déduction à rebours du temps, ou rétrodiotion, c'est la cohérence maximale des faits qui organise la mise en ordre de ces conditions et événements du passé comme autant d'hypothèses connectées les unes aux autres. Ces hypothèses connectées, articulées entre elles, fonctionnent comme une microthéorie, constituée d'hypothèses et de faits ainsi mis en lumière : c'est la maximisation de la cohérence des faits entre eux qui garantit la pertinence et le pouvoir explicatif de la théorie. Ceci est valable par exemple en histoire, où la microthéorie est le scénario historique, en phylogénétique où un arbre phylogénétique fonctionne également comme une microthéorie où la cohérence d'une microthéorie est mesurée à l'aide de formules mathématiques simples. Parmi plusieurs théories possibles (c'est-à-dire plusieurs arbres possibles), on choisit celle dont la valeur de cohérence est maximale. Les observations de départ étant reproductibles, des observateurs indépendants peuvent vérifier la cohérence de la microthéorie, y compris en ajoutant éventuellement des faits ou données supplémentaires. La preuve historique est donc reproductible par autrui, par conséquent elle produit de la connaissance objective.

histoire = entrelacs de contingences passées

des corps ayant traces des étapes historique de leur lignage généalogique (historicité), unique donc non universaux or les lois sont faciles sur des universaux : en biologie, chaque cellule a une histoire (formes des structures, numération à microéchelles) => pas de loi comme en science nomologiques, à lois sur des universaux (ex : un atome de l'air)

ex : comment procèdent les chercheurs en sciences de l'évolution lorsqu'ils construisent des arbres phylogénétiques. Les degrés d'apparement relatifs que traduisent ces arbres ne sont établis ni à l'aide de machines à remonter le temps, ni sur la base de registres d'état civil. Ils sont le résultat d'un exercice de reconstruction à partir d'observations à expliquer. Ces observations (autrement dit, les faits actuels) sont la répartition des attributs des êtres vivants. Si nous avons cinquante espèces animales devant les yeux, nous sommes immédiatement capables d'observer leurs attributs. Certaines ont quatre pattes. Parmi celles-ci, certaines ont des poils. Parmi celles-ci, certaines ont le pouce opposable au reste des doigts. Ces attributs (pattes, poils, pouce opposable) ne sont pas distribués n'importe comment, mais selon une hiérarchie perceptible : tous ceux qui ont un pouce opposable ont déjà des poils, tous ceux qui ont des poils ont déjà quatre pattes. La répartition des attributs n'est pas complètement chaotique : on ne trouve pas de poils en dehors de ceux qui ont quatre pattes, ni de pouce opposable en dehors de ceux qui ont des poils. Il y a des attributs à expliquer, leur mise en cohérence maximale se traduit par la construction de groupes, qui peuvent prendre la forme d'ensembles emboîtés ou bien d'un arbre. Ici, la cohérence maximale consiste à mettre dans un seul et même ensemble tous ceux qui ont des poils, au lieu de ranger certains avec des organismes qui n'en n'ont pas, puis ranger les autres séparément des premiers. En d'autres termes, il ne serait pas cohérent de mettre des organismes à poils dans deux groupes distincts, chacun contenant aussi des organismes sans poils. On dit que la phylogénie – et donc la classification – maximise le partage des attributs identiques. Pour réaliser cette opération, on réalise graphiquement soit des ensembles emboîtés, soit un dessin d'arbre dichotomique. Cette figure rend donc compte de la manière la plus cohérente possible de « qui partage quoi avec qui ». De manière sous-jacente à notre action, c'est le processus de phylogenèse qui, en arrière-plan théorique, transforme le « qui partage quoi avec qui » en « qui est plus apparenté à qui », et donc explique cet emboîtement des attributs en un « ordre naturel ». Autrement dit, l'arbre phylogénétique traduit non seulement les degrés relatifs d'apparement des espèces par l'emboîtement de leurs attributs partagés, mais il raconte également le déroulement historique de l'apparition de ces derniers, c'est-à-dire l'ordre relatif de leur acquisition (dans un langage plus spécialisé, l'ordre dans lequel les synapomorphies se succèdent dans l'arbre). On a donc reconstitué une histoire argumentée, vérifiable et modifiable par autrui (on a construit une microthéorie). Cette histoire comprend une mise en ordre relatif des événements donnant naissance aux attributs : l'apparition des quatre membres a précédé celle des poils, laquelle a précédé celle du pouce opposable au cours de l'évolution. Mais la preuve historique fonctionne aussi par consilience additive : une espèce nouvellement insérée dans l'arbre, dont la collection d'attributs qu'elle porte se conforme à l'arrangement déjà élaboré sans le remettre en cause ni requérir d'hypothèses supplémentaires, augmentera la fiabilité de l'arbre. Toute nouvelle espèce de cette sorte augmentera la cohérence globale de l'arbre, lequel rendra compte du partage d'attributs d'un plus grand nombre encore d'espèces. C'est bien le rôle qu'on attend d'une théorie : qu'elle rende compte d'un grand nombre de faits sans avoir à ajouter d'hypothèses non documentées.

LOI	<p>énoncé universel de portée illimitée dans l'espace et dans le temps, qui affirme une connexion régulière sans exception entre des paramètres, et les relie formellement.</p> <p><u>exemple</u> : la loi des gaz parfaits <math>PV = nRT</math> (P: pression, V: volume, n: nombre de moles de gaz, R : constante des gaz parfaits, T : température), est telle que si les prémisses sont vraies alors la conclusion est forcément vraie : le résultat n'est pas négociable. La biologie dispose t-elle de lois comme la physique ou la chimie est très discutée. En biologie, Ernst Mayr (1961) distinguait les « causes prochaines », expérimentables du vivant de l'organisme, par exemple les causes physiologiques d'un comportement, des causes «ultimes» qui demandent une explication historique renvoyant à un temps antérieur à la vie de l'organisme (par exemple, les causes écologiques ou les causes biologiques qui relèvent de l'héritage d'ancêtres, comme les causes génétiques). Les causes prochaines rapprochent la biologie de la <u>chimie ou de la physique (qui sont des sciences nomothétiques, c'est-à-dire disposant de lois hypothético-déductives)</u> ; tandis que les causes ultimes font de la biologie une science historique (sciences synthétiques, où l'induction et l'abduction sont majeures mais où les lois nécessaires à l'hypothético-déduction sont manquantes). Il est courant de considérer que la biologie qui travaille sur les processus du fonctionnement actuel des organismes dispose de lois ; mais pas la biologie des causes ultimes car les individus sont membres d'une espèce qui est le fruit des contingences de l'histoire (Mayr 2006). De par leurs préoccupations hybrides, les généralisations biologiques ne sont pas véritablement des lois, mais des énoncés dont la généralité est limitée à la portion particulière de l'espace et du temps dans lequel s'est déployée l'histoire évolutive des espèces vivantes. Selon Jean Gayon (2003), « les propriétés biologiques, en tant que propriétés appartenant spécifiquement à des êtres biologiques, ne sont compréhensibles de manière ultime que comme des propriétés historiquement contingentes. Elles résulteraient d'une histoire causale unique, dont nous n'avons aucune raison légitime de penser qu'elle aboutirait au même résultat si elle était jouée une nouvelle fois ». Une espèce est singulière, elle n'a eu lieu qu'une seule fois et il n'y aurait donc aucune loi de portée universelle et illimitée qui puisse en rendre compte rationnellement. On serait amené alors à penser qu'il ne peut y avoir de loi en sciences de l'évolution ; tout au plus y a-t-il des règles, lesquelles peuvent subir des exceptions. Cependant, Gayon modère cette tendance en considérant que le principe de sélection naturelle fonctionne au sein de la théorie de l'évolution comme une <i>loi s'appliquant aux individus et aux espèces</i>: «Elle s'applique [la sélection naturelle], dans son principe, à toute population d'entités qui remplissent simultanément trois conditions : variation, reproduction, hérédité. [...] Elle ne fait référence directe ni aux gènes ni aux organismes, et s'applique virtuellement à de nombreux niveaux d'organisation dans les systèmes biologiques. Elle ne fait référence à aucune entité particulière ayant existé dans l'histoire de la vie sur notre planète. Il en résulte que le principe de sélection naturelle est sans doute l'unique généralisation biologique dont on puisse légitimement penser qu'elle s'appliquerait à toute population de systèmes autoreproducteurs susceptibles d'exister dans l'univers. à ce niveau, et à lui seul, la biologie de l'évolution a le caractère d'une science nomothétique, c'est-à-dire d'une science capable d'expliquer par des énoncés universels de portée illimitée des lois».</p>
THEORIE	<p>les faits y conduisent</p> <p><u>système en construction testable et critiquable, réputable, mobilisant des hypothèses, modèles, expliquant le réel avec le maximum de faits en cohérence avec lui : c'est un outil qui n'a ni but, ni valeur, ni morale</u> : c'est un vecteur de communication d'idées mettant en cohérence des faits du réel afin de l'expliquer. C'est aussi le moyen au travers duquel la science se met à l'épreuve : on la passe au crible, c'est un ensemble explicatif cohérent.</p> <p><u>On la mesure à 3 critères : unité, fécondité, développement d'hypothèses auxiliaires indépendantes.</u></p> <p>modèle unificateur, explicatif du réel, le plus cohérent à un instant t : il repose sur des hypothèses interprétatives, des modélisations, expérimentations : elle prévoit, se discute, explique le maximum de faits en cohérence interne : plus elle est parcimonieuse, plus solide elle est</p>
MODELE / SIMULATION	<p>participant aux théories, représentation simplifiée, souvent idéale, de la réalité d'un phénomène, rendant cohérente les observations du réel. Limité dans son champ d'application, il simplifie le réel, simule et prévoit. Il aide à concevoir, analyser, imaginer des concepts</p> <p>= représentation explicative dynamique reproductible du réel ( objet, phénomène, système ...), relativement abstraite d'un processus, en vue de le décrire, l'expliquer</p> <p><a href="http://modelisationsvt.free.fr/modeles_en_classe.html">http://modelisationsvt.free.fr/modeles_en_classe.html</a></p> <p>ensemble se substituant au réel pour des raisons d'échelle spatiale et / ou temporelle et visant par exemple à le remplacer pour agir dessus et le caractériser / comprendre</p>
POSTULAT	idée de départ issu d'une imagination, d'une croyance



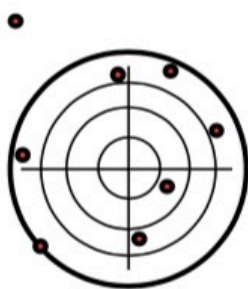
Dans les programmes des collèges et lycée, cinq démarches sont explicitement citées sous une forme ou une autre :

- Démarche expérimentale
  - Démarche scientifique
  - Démarche d'investigation
  - Quelques autres
- I
- Démarche de projet
- II
- Démarche historique
- III
- Démarches et tâche complexe
- Conclusion

Théorie	Scénario
Évolutive	Stagnant
Humble	Pouvoir explicatif démesuré
Innovation matérialiste « en méthode »	Transcendental
Contrainte par les antécédents	Isolé
Indépendante des présupposés subjectifs	Intègre des prémisses subjectives
Ne nécessite pas d'acte de foi	Nécessite un acte de foi
Moins coûteuse (Occam)	Prémisses plus coûteuses et omnipotentes.
Hypothèses simples et suffisantes	Hypothèses sursuméraires, surpuissantes et fonctionnant à rebours
Critère de Popper (réfutableté)	Imperméable à la critique et non réfutable
Prescriptive sur le terrain des valeurs	Prescriptive car structurées par des valeurs – multiples scénarios possibles (individuel)
Universalisable et collective	

	Sciences nomologiques	Sciences paléontologiques
1. Régime de preuve	Expérimental	Historique
2. Preuve	Par démonstration	Par accumulation puis démonstration
3. Raisonnement	Inductif et hypothético-déductif	Inductif et abductif, consilience additive
4. Objets	Universaux et particuliers	Particuliers, individus : ce qui n'existe qu'une fois
5. Ce qu'on explique	Des relations de cause à effet Le plus souvent les processus de l'évolution (« process »)	La répartition et l'agencement des structures (« pattern »)
6. Lois	Oui	Non, ou alors seulement des règles
7. Temps	Synchronie (là, maintenant)	Diachronie (le présent et le passé)
8. Philosophie	Réfutationnisme ou vérificationnisme	Cohérentisme
9. Rôle de la phylogénèse	Est expliquée	Explique la répartition des attributs
10. Exemple type	Mesure de fréquences d'allèles dans une cage à drosophiles	Construction d'une phylogénie incluant éventuellement des fossiles

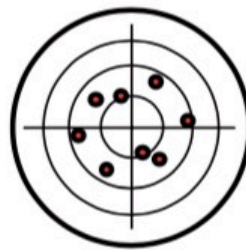
Ni précis, ni exact



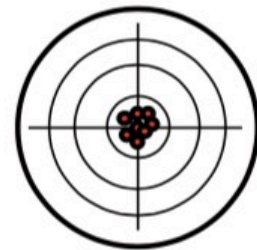
Précis mais... pas exact



Exact mais... pas précis



Exact et précis



- Ensemble de valeurs réparties "aléatoirement" ; c'est un résultat qui n'est ni précis, ni exact.
- Bien regroupées mais loin du centre ; résultat précis mais pas exact.
- Loin du centre mais dont la valeur moyenne donne un point très près du centre ; résultat exact mais non précis.
- Regroupées dans une petite zone autour du centre ; résultat exact et précis.

CONCEPT	construction mentale parfois idée abstraite humaine de commodité visant à représenter un objet ou une idée séparé de la réalité d'une chose, situation ou phénomène. Il se distingue de cet élément, que du mot ou de l'énoncé verbal, signifiant de ce concept.
CONTINGENCE	de contingenta (= hasard), éventualité, potentialité de survenue, aléa
HASARD	aléatoire, contingent, stochastique effet psychologique devant un phénomène d'occurrence manifeste mais sans cause
DETERMINISME	démarche qui consiste à attribuer une ou des causes aux observations du monde hasard et déterminisme coexistent en Sciences existe-t-il des phénomènes sans cause ? on ne sait pas
HYPOTHESE	proposition affirmée à vérifier répondant à un problème posé Diderot : « pour ébranler une hypothèse, il ne faut quelquefois que la pousser aussi loin qu'elle peut aller. » L'inférence est nécessaire Une hypothèse scientifique doit nécessairement pouvoir prendre la forme "Si-alors" c'est-à-dire "si ceci est vérifié, alors on en déduit que... ».(conséquence(s) vérifiable(s)) Si tel n'est pas le cas (... oui, nous sommes bien ici dans une phrase en inférence), alors cette hypothèse est, au mieux, a-scientifique c'est-à-dire hors du champ scientifique.
HISTORICITE	en biologie, pas de loi comme en SPC (Sciences Physiques et Chimie) et Maths car que des corps particuliers, pas d'universaux, des unicités que sont les individus dans un milieu fluctuant
VALEUR DE LA PREUVE	voir pyramide plus haut
CRITERE DE REFUTABILITE DE POPPER	une affirmation ou théorie est réfutable s'il est possible de consigner une observation ou de mener une expérience qui, si elle était positive, entrerait en contradiction avec elle si un énoncé n'est pas réfutable, il est incontestable donc toujours vrai donc inverse à une démarche scientifique, toujours clos est scientifique ce qui est vraisemblable jusqu'à plus ample informé si un énoncé n'est pas réfutable, il est incontestable et une théorie dont les énoncés sont irréfutables n'en est pas une mais un scénario une théorie est scientifique si elle est réfutable et non encore réfutée exemple : la théorie de la sélection naturelle est scientifique, pas la psychanalyse freudienne les créationnismes et l'intelligent design sont incontestables en général, partir d'une théorie et aller chercher des faits qui s'y rattachent n'est pas bon signe et conduit à un biais de contradiction avant de bâtir des châteaux de sable sur l'Atlantide, assurons nous qu'il y a du sable et que l'Atlantide existe
RAISONNEMENT PAR ANALOGIE	Il s'appuie sur la comparaison de 2 cas et se rapproche de l'induction s'appuyant sur une ressemblance : il transfère une connaissance d'un cas particulier à un autre qui lui ressemble par l'image, le symbole, la métaphore, le modèle forme la plus élaborée de l'analogie, en tant que représentation (verbale, graphique, mathématique, ...) d'un système réel.
APPRENTISSAGE VICARIANT	attitudes antagonistes de rejet et adoption de comportement (Albert Bandura) : observation et imitation des comportements d'influenceurs <u>La théorie de l'apprentissage social</u> d'Albert Bandura qu'il rebaptise ensuite théorie sociale cognitive désigne 3 procédures d'acquisition qui ont leur source dans l'entourage de l'individu : - l' <u>apprentissage vicariant</u> est celui qui résulte de l'imitation par l'observation d'un pair qui exécute le comportement à acquérir (formateur ou membre - leader - du groupe) - la <u>facilitation sociale</u> désigne l'amélioration de la performance de l'individu sous l'effet de la présence d'un ou de plusieurs observateurs ce qui conduit à privilégier dans de nombreux cas les formations en groupe - l' <u>anticipation cognitive</u> est l'intégration d'une réponse par raisonnement à partir de situations similaires - ce qui conduira aux méthodes de l'éducabilité cognitive - essentiellement mise en place à l'intention des adultes. En 1986, dans son œuvre <i>Social Foundations of Thought and Action</i> , pour éviter les confusions avec d'autres théories portant le même nom mais aussi et surtout, pour des raisons théoriques, Bandura renomme sa théorie : <u>théorie sociale cognitive</u> .

<p style="text-align: center;">INDUCTION DU PARTICULIER AU GÉNÉRAL</p>	<p>il procède du particulier au général et généralise à partir d'un série d'observations spontanées ou provoquées. Elle <u>permet l'élaboration de lois</u> : elle pose de nouvelles vérités mais sans certitude car <u>le nombre d'observations est toujours limité (induction généralisante)</u></p> <p>FAITS OBSERVÉS (A) =====&gt; LOI induite. Elle permet la formulation d'hypothèses à partir d'un nombre plus ou moins élevé d'observations. Cependant cette émission est aussi conditionnée par le savoir existant.</p> <p>Règle : Cette bille vient de ce sac. Cas : Cette bille est rouge. Résultat : Les billes dans ce sac sont rouges.</p> <p>Hume dans l'enquête sur l'entendement humain : ce n'est pas la raisonnement qui engage à supposer que le passé ressemble au futur « l'expérience passée, donne une information directe et certaine sur les objets précis et sur cette période précise de temps qui sont tombés sous sa connaissance ; mais pourquoi cette connaissance s'étendrait-elle au futur et à d'autres objets qui peuvent être semblables seulement en apparence »</p> <p>Il est « impossible qu'aucun argument tiré de l'expérience puisse prouver cette ressemblance du passé au futur, car tous les arguments se fondent sur la supposition de cette ressemblance. accordez la parfaite régularité du cours des choses jusqu'ici; cette régularité dans le passé ne prouve pas à elle seule, sans un nouvel argument ou une nouvelle inférence, qu'elle se poursuivra dans le futur"</p> <p>Nelson Goodman pose la question de comment distinguer des propriétés profitables d'un échantillon à une population et des propriétés réfractaires à cette projection paradoxe des corbeaux noirs développer ici</p>
<p style="text-align: center;">DEDUCTION</p>	<p>il procède du général au particulier : les propositions sont établies non par une observation directe des faits, mais par référence à des propositions déjà établies</p> <p>Si A est vraie ..... alors ..... B est vraie.</p> <p>REGLE =====&gt; FAIT</p> <p>La conclusion d'un raisonnement déductif n'est valide que si la règle générale de départ est exacte ou si elle véritablement générale. Mais la réciproque d'une déduction n'est pas forcément juste : <math>A \implies B</math> n'équivaut pas à <math>B \implies A</math> . Elle permet d'exploiter un modèle, une loi, une théorie pour expliquer un fait ou anticiper un événement.</p> <p>Règle : Les billes dans ce sac sont rouges. Cas : Cette bille vient de ce sac. Résultat: Cette bille est rouge.</p>
<p style="text-align: center;">PREUVE EXPERIMENTALE : HYPOTHETICO- DEDUCTIVE</p>	<p>ce raisonnement caractérise la recherche en sciences expérimentales testant une hypothèse (H) en confrontant ses conséquences (résultats attendus) aux résultats de l'expérience (E) ou de l'observation (O).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'hypothèse H résulte d'une induction par imagination contrainte et invention</li> <li>• les conséquences prévisibles vérifiables (CPV) résultent d'une déduction du type « si H est vraie, alors on doit obtenir les résultats suivants ou observer les faits suivants ... » .</li> <li>• Si les résultats obtenus ne sont pas conformes à la 2<sup>e</sup> proposition (résultats attendus ou conséquences prévisibles), alors l'implication est fautive et l'hypothèse qui correspond est rejetée. Si les résultats obtenus sont conformes à la deuxième proposition (résultats attendus ou conséquences prévisibles), alors l'implication est juste et l'hypothèse peut être conservée mais elle n'est pas vérifiée.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">FAIT</p>	<p style="text-align: center;">énoncé du réel qui résiste, dit ce qui n'est pas, ce qui est est construit</p> <p style="text-align: center;">à compléter avec le livre déduit, collectif, de la Fondation Jaurès</p>

ABDUCTION	<p>Règle : Les billes dans ce sac sont rouges.  Cas : Cette bille est rouge.  Résultat : Cette bille provient de ce sac.</p>
PAR L'ABSURDE	<p>inférence qui s'appuie sur une proposition fausse. En visant à prouver la fausseté de la proposition (réfutation) en en tirant des conséquences manifestement fausses, c'est un moyen indirect pour établir la vérité d'une autre proposition.</p>
PAR HOMOLOGIE DE SEQUENCE	<p>Homologie = parenté. On parle d'homologie pour 2 objets ayant évolué à partir du même ancêtre commun. On est homologue ou on ne l'est pas. On ne dit pas: "très homologue", "faible homologie", etc.  On parle dans ce cas de similitude ("très similaire", etc.).  observations (O) : on fait une comparaison macroscopique morpho-anatomique ou microscopique pour un gène (séquence en nucléotides), ou une protéine (séquence en acides aminés) avec anagène =&gt; âge de l'ancêtre commun hypothétique déterminable sachant la vitesse moyenne de mutation. Plus deux structures sont communes, plus cela suggère un ancêtre commun récent. (valable aussi en morphologie anatomie comparative)  interprétations (I)  - de 100% à quelques nucléotides/aminoacides en commun : il n'y a pas vraiment de limite, mais en dessous de 20-25% (<i>twilight zone</i>), il devient très difficile de distinguer une homologie d'une ressemblance fortuite (aléatoire)  - des séquences sans ressemblance apparente peuvent parfaitement être homologues (on le retrouve par ex. au niveau 3D)  - mais étant donné la dimension de l'espace des séquences possibles, une ressemblance importante est généralement interprétée comme une homologie, et non pas comme une évolution convergente. 3 approches existent :  - la comparaison de séquences 2 à 2, méthode principale permettant d'observer les régions conservées. On déduit l'homologie de la conservation  - la recherche de domaines communs (utilisation des banques de domaines: Prodom, Blocks)  - la recherche de motifs communs (utilisation de la banque de motifs: Prosite)</p>
EXAPTATION	<p>l'idée d'un caractère biologique changeant au fil du temps de fonction  Exemple : les cristallines du cristallin avant d'avoir des propriétés de transparence qui empêche des phénomènes lumineux délétères à la vision sont au départ une famille d'enzymes dont le rôle d'enzymes a été d'abord sélectionnée (on le sait par l'homologie de leurs séquences)</p>
SYLLOGISMES	<p>appartient au raisonnement déductif  mode de raisonnement inventé par Aristote il y a 2400 ans : 2 propositions dites prémisses (la plus générale est dite majeure la moins mineure) dont on déduit une 3<sup>e</sup>, la conclusion, qui doit être contenue dans la majeure.  2 principes sont mis en oeuvre : ce qui convient à l'idée d'une généralité convient à chaque individu concerné  ce qui ne convient pas à l'idée d'une généralité ne convient à aucun de ses individus</p>
THÉORIE DE L'ECHANTILLONNAGE	<p>on a dans une population de grande taille un objectif d'estimation d'une caractéristique quantitative : exemple : savoir qui va voter pour X, fréquence d'un gène de prédisposition à une maladie, on doit donc vue la trop grande taille de l'objet d'étude populationnel l'échantillonner  <a href="http://www2.agroparistech.fr/IMG/pdf/Echantillonnage.pdf">http://www2.agroparistech.fr/IMG/pdf/Echantillonnage.pdf</a>  ceci peut induire méthode des quotas, redressement (stratification à priori), panels, pratique du sondage , enquête par questionnaire avec biais dû à la formulation, la présentation  lectures : Les sondages : principes et méthodes A.M. Dussaix, J-M. Grosbras, Que saisje ? (701). PUF • Sampling techniques W.G. Cochran, Wiley. • Pratique et analyse des enquêtes par sondage M. Deroo, A.M. Dussaix, PUF</p>

DOUBLE AVEUGLE	<p>L'étude randomisée en double aveugle, avec répartition aléatoire, randomisée ou à double insu (ou en double aveugle) est une démarche expérimentale utilisée dans de nombreuses disciplines de recherche telles que la médecine, les sciences sociales et la psychologie, les sciences naturelles telles que la physique et la biologie. En pharmacie, elle est utilisée dans le développement de nouveaux médicaments et pour évaluer l'efficacité d'une démarche ou d'un traitement. Par exemple, durant l'étude sur un médicament, ni le patient ni le prescripteur ne savent si le patient utilise le médicament actif ou le placebo. Le rôle d'un tel protocole, relativement lourd à mettre en place, est de réduire au mieux l'influence sur la ou les variables mesurées que pourrait avoir la connaissance d'une information à la fois sur le patient (premier « aveugle ») et sur le médecin (deuxième « aveugle »). C'est la base de la médecine fondée sur les faits.</p> <p>L'utilisation des statistiques pour montrer l'efficacité d'un traitement remonte au XIX<sup>e</sup> siècle : le physicien Pierre-Charles Alexandre Louis (1787-1872) montra que le traitement de la pneumonie par des sangsues n'était pas bénéfique mais délétère. Les premières études en « simple aveugle », le patient ignorant s'il reçoit le vrai traitement ou un placebo, apparaissent dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle pour prouver la supercherie du magnétisme animal développé par Franz-Anton Mesmer, ainsi que d'autres techniques « magnétiques ». Armand Trousseau (1801-1867) invente les premières pilules placebos, faites à base de mie de pain et démontre ainsi leur équivalence au niveau efficacité avec les médicaments homéopathiques.</p> <p>Un des problèmes de la recherche médicale est que l'on ne peut pas faire varier un paramètre en laissant les autres constants : la vie est constituée d'un équilibre et la variation d'un paramètre a une répercussion sur les autres (réaction d'équilibrage de l'organisme, homéostasie). Un autre problème est que les personnes réagissent de manières très différentes, et que la réaction d'une personne peut varier selon le moment où est faite l'étude ; certaines personnes guérissent spontanément d'une maladie, d'autres réagissent plus ou moins bien aux médicaments, et par ailleurs, le fait même de prendre un traitement peut parfois avoir des effets bénéfiques ou négatifs même si le traitement lui-même est sans effet (effet placebo). L'idée est de réduire l'influence de la subjectivité des intervenants.</p> <p>Comme il est impossible de s'affranchir de la diversité humaine, il faut la prendre en compte dans l'étude. On constitue donc deux groupes de patients, l'un prenant un traitement contenant le principe actif (le médicament), l'autre prenant un placebo (traitement sans principe actif, présenté généralement sous la même forme galénique). La répartition principe actif/placebo se fait de manière aléatoire et ni la personne prenant le traitement, ni la personne l'administrant ne savent s'il y a du principe actif (double insu). La levée du voile n'est faite qu'après le traitement statistique. On ne pourra dire qu'un traitement a de l'effet que si l'on observe une différence statistique <i>significative</i> entre les deux groupes, c'est-à-dire que la probabilité que la différence observée entre les deux traitements soit due uniquement au hasard, est inférieure à un certain seuil fixé. En médecine, ce seuil est très souvent fixé à 5 %. <u>Aucun traitement n'est efficace à 100 % (sur tout le monde dans tous les cas). La guérison naturelle n'est pas non plus systématique. Il faut donc étudier un nombre de cas suffisamment important pour pouvoir écarter un biais statistique.</u></p> <p>Ainsi, la médecine est devenue statistique</p>
----------------	---

L'origine de l'information est fondamentale et La compétence réelle de l'informateur l'est également.

## ATTITUDES A ELIMINER AU MAXIMUM

CHERRY -PICKING	ne sélectionner qu'un nombre restreint d'études pour justifier un point de vue en délaissant ou cachant celles qui la contredisent.
-----------------	---

<p style="text-align: center;"><b>BIAIS DE CONTRADICTION</b></p>	<p>tendance naturelle humaine à ne retenir que ce qui va dans le sens de ses croyances, idées pré-établies, visions et à oublier celles qui vont à son encontre. C'est l'un des leviers très puissants de la crédulité des concitoyens sur la toile et permet d'expliquer différents complots qui fleurissent sur la toile</p> <p>"les yeux du cœur ont une mauvaise vision".</p> <p><u>L'exposition sélective est le fait de choisir nos sources d'informations prioritairement de manière à ce que nos vues - nos présuppositions - soient confirmées plutôt que l'inverse.</u></p> <p>Et la validation subjective est un autre principe psychologique qui explique que nous pouvons inconsciemment <i>mal percevoir</i> ou <i>mal interpréter</i> une information externe lorsque celle-ci entre en dissonance cognitive avec nos présupposés. Cette facette (à mettre en relation avec la "force d'une croyance" peut être éclairée par 2 citations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le vieux proverbe, "Quand tu attends avec impatience la venue d'un ami, ne prends pas les battements de ton cœur pour le bruit des sabots de son cheval",</li> <li>- et une phrase d'Albert Jacquard, "Être scientifique, c'est regarder la réalité, certes, mais pas seulement avec les yeux, le cerveau aussi doit être de la partie".</li> </ul> <p>il est renforcé par les réseaux sociaux qui nous proposent des lectures ou des achats les plus proches des précédents : cela laisse penser que nos croyances, points de vue ou idées sont de plus en plus légitimes. Ainsi, « je vérifie grâce à internet » n'est pas un gage suffisant de fiabilité. Comment le fais-tu ?</p>
<p style="text-align: center;"><b>ARGUMENT AD POPULUM</b></p>	<p>s'appuyer sur l'idée qu'<u>une opinion largement répandue peut être considérée comme vraie</u></p> <p>Ça signifie simplement: en appeler à la foule. C'est <u>un des sophismes favoris des publicitaires</u>: on affirme qu'une chose est juste puisque tout le monde la fait – ou la pense. <u>Une variante en appelle à la tradition :on a toujours fait comme ça, donc c'est juste – ou vrai.</u> Évidemment, tout le monde (ou la tradition) peut se tromper. Vous voulez des exemples ? Non ? D'accord.</p>
<p style="text-align: center;"><b>EFFET BOF, BIAIS METHODOLOGIQUE</b></p>	<p><b>Effet Bof ?</b></p> <p>Égaliser sans raison suffisante</p> <p>Ce principe de "raison insuffisante" ou principe d'indifférence peut être schématisé par un haussement d'épaules suivi d'un large soupir et de l'exclamation "Bof ?"...</p> <p>Cet effet intervient fréquemment dans le point de départ d'un raisonnement lorsque quelqu'un suppose a priori (alors que rien ne permet de le justifier) que les diverses possibilités qui s'offrent sont de probabilités identiques, c'est-à-dire accorde par exemple 50% à chacune des possibilités lorsqu'elles sont au nombre de deux</p> <p>L'effet Bof peut avoir de fortes et valables applications en probabilités si les symétries d'un problème permettent objectivement de supposer l'équiprobabilité.</p> <p>Par exemple, un dé symétrique géométriquement... est symétrique si sa masse volumique est uniforme et si les forces (gravité, friction, pression atmosphérique,...) ne privilégient aucune face.</p> <p>Dans ce seul cas nous pourrions affirmer que les six faces ont des probabilités strictement égales d'apparition lors d'un lancer. Si de telles symétries n'existent pas, l'application de l'effet Bof, principe de raison insuffisante, risque de conduire à des résultats dénués de sens et c'est pourquoi il faut rester attentif à ce biais méthodologique.</p>

# C'EST COMME ÇA<sup>24</sup>

Il m'est arrivé un truc incroyable.  
Tu crois au **paranormal**, toi ?

*épistétou.*

Moi je suis **zététicien**, en fait.

Je pense que tu devrais contacter l'Union Nationale des Associations de Défense des Familles et de l'Individu victimes de sectes.

Hein ? Mais non, c'est pas une secte, la **zététique** !

Ah. T'es sûr ? Le nom fait un peu...

Bah oui ! C'est juste une démarche **rationaliste** ! Henri Broch la définit comme « *l'art du doute* ». Mais ça vient du grec *zētētikós* qui signifie « qui aime chercher ».

Et vous cherchez quoi ?

Des explications aux phénomènes qui semblent extraordinaires. Ça englobe donc tout un tas de choses, dont le paranormal.

Ah ! Alors tu y crois, ou pas ?

Ben ni l'un ni l'autre, justement ! La première étape, lorsqu'on examine une affirmation ou un récit, c'est la **suspension du jugement**.

C'est à dire que tu n'as pas d'*a priori* négatif ?

En effet, absolument **aucun**. Je suis la **neutralité incarnée**.

Ok. Alors hier soir, sur les coups de 23h, je suis sorti fumer dans le jardin. Il y a eu comme un petit sifflement, puis un énorme oeuf doré s'est matérialisé au milieu de mes pieds de tomates. Il s'est ensuite ouvert en deux, et trois créatures humanoïdes avec des dents de lapin en sont sorties. D'ailleurs, mon chien peut témoigner, il a tout vu.

Tu suspends ton jugement, là, c'est ça ?

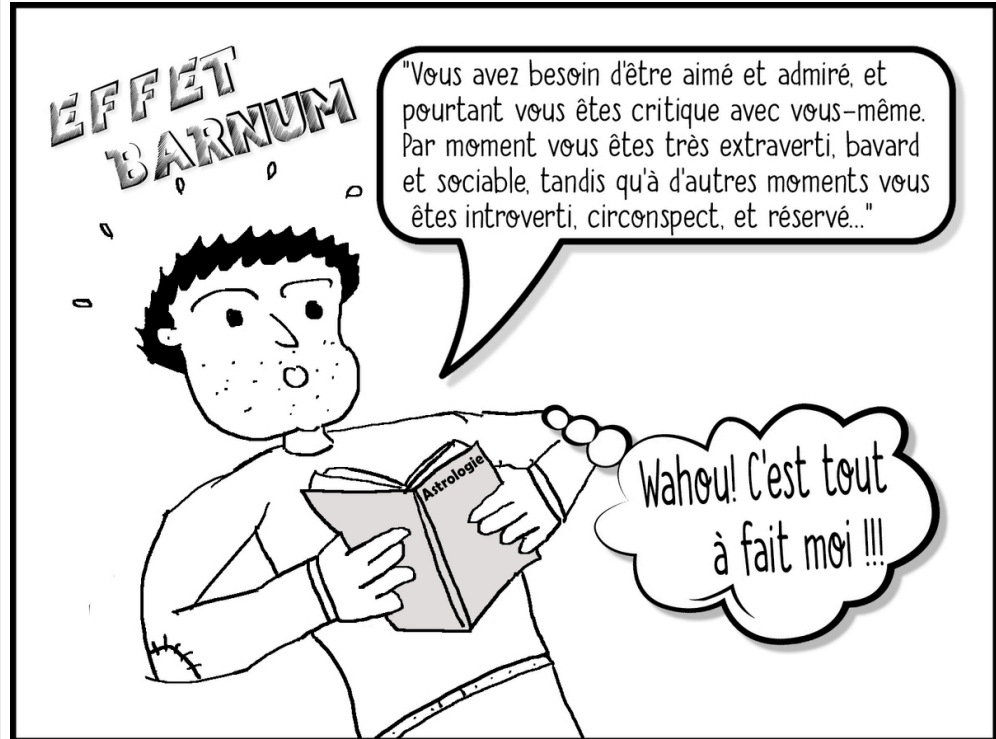
Tout à fait.

Menteur.

RÔM.

biais cognitif induisant toute personne à accepter une vague description de la personnalité comme s'appliquant spécifiquement à elle-même => voir horoscope

EFFET BARNUM =  
FORER = DE  
VALIDATION  
SUBJECTIVE



Accumuler les détails dans un récit de n<sup>ème</sup> main

EFFET BOULE DE  
NEIGE

Untel déclare que Machin a dit que Chose avait appris chez Truc que... Témoignage de énième main où chaque intermédiaire rajoute un élément de son cru à l'histoire de départ, où chaque rapporteur se croit autorisé à ajouter un embellissement totalement personnel au "fait" de départ.

Très souvent présent et apparemment bien simple à mettre en évidence, cet effet Boule de neige est en fait difficile à repérer directement et à la seule première lecture car les références précises et complètes sont rarement données par les auteurs de la littérature pro-paranormal alors que pourtant, comme nous l'avons vu dans les facettes, la charge de la preuve leur incombe.

On assiste souvent dans le domaine du "paranormal" - mais non exclusivement dans celui-ci bien sûr - à des généralisations abusives du style "Tous les laboratoires ont vérifié que certaines plantes comme le dracéna, l'oignon, le citronnier et le philodendron ont des capacités télépathiques..." alors qu'en fait seuls quelques laboratoires... ou même peu de laboratoires... ou peut-être même carrément un seul laboratoire... Quelquefois les traits de plume agiles

mais un peu rapides d'un auteur auront tendance à ajouter des précisions qui n'en sont pas, comme "Margaret et Kate Fox, deux vieilles filles ont créé le spiritisme..." ; intéressant, certes, mais lorsque l'on sait que les soeurs Fox avaient, lorsqu'elles ont lancé cette mode du spiritisme et des esprits frappeurs, respectivement... 8 ans et 6,5 ans, on ne peut qu'être stupéfait de l'incroyable précocité des mariages que l'auteur de la phrase citée présuppose...

EFFET BI-STANDARD

Consiste à modifier les règles du jeu en fonction des réponses (et/ou des joueurs) et/ou pendant le cours du jeu. Cette ambiguïté du *double standard* est souvent présente chez les tenants des pseudosciences et chez ceux des médecines "parallèles".

- "La caution de la science en faveur de ce traitement alternatif constituerait-elle un argument de poids en faveur de celui-ci ?". Réponse massive : oui.

- "Si la science rejetait ce traitement, cela entamerait-il votre adhésion à celui-ci ?".

- Réponse tout aussi massive : ... non !

Ce que l'on pourrait résumer par "Si le cercle scientifique vous accepte, c'est un bon cercle ; s'il vous refuse, c'est un mauvais cercle !"

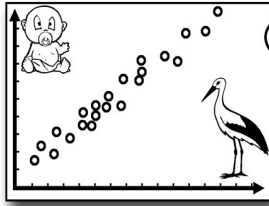


<p>EFFET ESCALADE</p>	<p>Adhérer au comportement et non aux raisons C'est un effet d'adhérence : adhérence au comportement même de décision et non adhérence aux raisons, bonnes ou mauvaises, qui sont censées orienter ce comportement. C'est en fait une persévération de l'activité de décision (qui constitue un principe psychologique bien documenté). Et n'oublions pas que Errare humanum est, sed perseverare diabolicum. Si une place gratuite de cinéma est offerte pour aller voir un film bien précis et que, une fois sur place dans la salle, la personne qui a reçu cette place gratuite juge que le film qu'elle regarde est vraiment complètement nul, il y a de bonnes chances pour qu'elle quitte la salle. Mais si cette même personne a décidé de son propre chef d'aller voir ce film et qu'elle a payé de sa poche la place de cinéma, il y a alors très très peu de chances pour que cette personne (la même pourtant que dans le premier cas, avec ses mêmes jugements de valeur, ses mêmes préférences,...) regardant le film (le même pourtant que dans le premier cas, donc toujours aussi complètement nul selon les critères de cette personne) quitte la salle. Spectacle payant, nul, les gens... restent ! Produit acheté, mauvais, les gens... consomment ! Longues recherches totalement infructueuses dans un domaine "paranormal", les parapsychologues... continuent ! Il s'agit là de ce que l'on pourrait appeler un cul de sac intellectuel. La personne est dans une impasse et la seule manière de "rentabiliser" le temps passé et de "garder la face" vis-à-vis des autres et de soi-même consiste à dire "ce n'est pas possible, il doit y avoir quelque chose de vrai"... et continuer.</p>
<p>EFFET PETITS RUISSEAUX</p>	<p>Si les petits ruisseaux font les grandes rivières, les petits oublis (ou erreurs) permettent les grandioses théories. Question à se poser : tous les paramètres sont-ils donnés et donnés correctement (unités utilisées, cohérence globale, valeur fonction du temps,...) ?</p> <p>De petits oublis qui en disent quelquefois long soit sur les connaissances des journalistes, soit sur leur déontologie réelle ou leurs présupposés profonds. On a entendu ainsi fréquemment lors des journaux télévisés "Le dalaï-lama, chef spirituel des bouddhistes" en lieu et place de "Le dalaï-lama, chef spirituel des bouddhistes tibétains" [et même, ce qui serait vraiment plus juste, chef spirituel seulement d'une école, d'une lignée, de bouddhisme tibétain].</p> <p>Combien de téléspectateurs ressortiront ainsi de ces journaux télévisés et reportages intimement convaincus que le dalaï- lama incarne (c'est le mot juste, non ?) réellement le bouddhisme dans son entièreté alors que le dalaï-lama est en fait le chef spirituel de quelque chose comme 0,1% ou 0,2% du monde bouddhiste !</p> <p>Dans une plaquette présentant le "suaire" et vendue au Duomo de Turin, on peut découvrir en illustration une carte sur le "suaire" à travers les siècles avec très peu de noms de lieux qui apparaissent : Chambéry, Turin, Constantinople et Jérusalem. Curieusement, Lirey en Champagne n'apparaît pas bien que la présence du "suaire" en ce lieu soit historiquement prouvée (c'est même le lieu d'origine !) alors qu'apparaissent Constantinople et Jérusalem qui sont - au mieux - des localisations fortement hypothétiques et - plus probablement - des localisations (volontairement ?) erronées.</p> <p>On peut penser que ce sont des petits détails comme ceux-là qui, accumulés, peuvent en fine faire une grosse différence à la lecture (l'audition, la vision) et donc dans l'esprit et le jugement du lecteur (auditeur, téléspectateur).</p>
<p>EFFET BIPÈDE = PRENDRE L'EFFET POUR LA CAUSE</p>	<p>Raisonnement d'une ferme conviction vers une cause possible, raisonnement à rebours, est un des effets les plus pervers et des plus difficilement identifiables.</p> <p>Très souvent il consiste à prendre l'effet pour la cause. Un bon exemple en est le principe "anthropique" que l'on commence à observer malheureusement de plus en plus souvent par les temps plutôt religieux qui courent et qui consiste schématiquement (ce qui a donné son nom au présent effet) à dire : <i>l'existence des pantalons prouve que Dieu a voulu que nous soyons des bipèdes</i>. Le créationnisme (dit "<i>Intelligent Design</i>" pour faire plus moderne et peut-être... moins voyant) a un argument qui se voudrait massue : certains phénomènes vivants sont si bien conçus et si complexes qu'il est impossible qu'ils se soient produits naturellement, par hasard, sans un concepteur intelligent ; donc ce concepteur - Dieu, évidemment - existe nécessairement. À un tel effet bipède, la meilleure réponse possible est à mon avis celle d'un collègue biologiste canadien : <i>"L'ignorance humaine n'est pas un argument en faveur de l'existence de Dieu, pas plus que l'ignorance de l'enfant devant la provenance des jouets sous l'arbre de Noël n'est pas un argument en faveur de l'existence du Père Noël"</i></p>

<p>EFFET IMPACT</p>	<p>L'effet Impact consiste à se servir de la connotation, du poids des mots pour induire une idée légèrement (ou vraiment !) différente de celle que les mots prétendent représenter. Ce peut être involontaire et quasiment créer chez l'auditeur un effet Impact.</p> <p>La marche sur le feu, marche pieds nus sur les charbons ardents, en est un exemple ; plusieurs fois, lorsque j'ai dit "faibles risques de brûlure", des auditeurs ont compris "ris- que de brûlures faibles". Et pourtant, il faut faire attention surtout dans ce domaine brûlant : "faibles risques" ne veut pas dire "risques nuls" et "faibles risques" ne veut pas dire "faibles brûlures"...</p> <p>De même lorsqu'un sujet-psi intervient en amphithéâtre en cours de Zététique et que, comme annoncé, nous assistons alors à de véritables démonstrations de pouvoirs-psy, les étudiants ouvrent de grands yeux et sont plus qu'intrigués... mais apprennent vite que "véritable démonstrations de pouvoirs-psi" n'est pas "démonstrations de véritables pouvoirs- psi" et Stéphane, mon ami magicien et époustoufflant médium, le leur prouve facilement.</p> <p>L'Effet Impact se niche quelquefois malicieusement dans de simples tournures de phrases et il faut y prêter attention. Ainsi Rémy Chauvin a une formule involontairement humoristique en voulant adoucir quelque peu le cas de Walter Levy - le successeur de J.B. Rhine à la tête de l'Institut de parapsychologie de Durham, USA - pris en flagrant délit de fraude par les collaborateurs de cet institut : "Levy s'est laissé aller à donner le coup de pouce...".</p> <p>J'attends toujours que Rémy Chauvin m'explique comment on peut donner un coup de pouce à des résultats... inventés de toutes pièces !</p> <p><u>autre ex :</u></p> <p>Choisissez une photo de voiture accidentée et soumettez-la à 2 groupes de personnes. Puis posez 3 ou 4 questions sur la voiture dont une qui demande aux personnes de juger - au vu de la photo - de la gravité de l'accident.</p> <p>Vous faites tout de manière strictement identique pour les 2 groupes à la seule exception de la phrase introductive de votre enquête qui commence ainsi pour un groupe "Voici la photo d'une voiture qui a accroché un autre véhicule..." et pour l'autre "Voici la photo d'une voiture qui a percuté un autre véhicule...". Le résultat est sans discussion possible : l'utilisation du terme "percuté" a multiplié - à elle seule - d'un facteur plus que significatif la gravité estimée de l'accident !</p>
<p>EFFET CERCEAU TAUTOLOGIE OU RAISONNEMENT CIRCULAIRE</p>	<p>erreur logique à admettre au début du raisonnement ce que l'on entend prouver par la démonstration. effet cercle vicieux assez répandu chez les "para-normalistes"</p> <p><u>exemple :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zététicien : "Comment savez-vous que le sujet a utilisé la perception extra-sensorielle ?"</li> <li>- Parapsychologue : "Parce qu'il a obtenu des résultats nettement supérieurs à ceux que donne le hasard"</li> <li>- Z : "Et comment votre sujet a-t-il obtenu des résultats dépassant ceux du hasard ?"</li> <li>- P : "Il a utilisé la perception extra-sensorielle. »</li> </ul> <p>Lorsque des métallurgistes censés faire des expériences "scientifiques" avec un médium tordeur de tige</p> <p>Un autre exemple d'hypothèse initiale sous-entendue concerne souvent l'astrologie car il est fréquent d</p> <p><u>autre ex :</u></p> <p>Prémisse 1 : La Bible est la parole de Dieu  Prémisse 2 : La parole de Dieu ne peut pas mentir  Prémisse 3 : La parole de Dieu dit que Dieu existe  Conclusion : Donc Dieu existe</p>

EFFET PUIJS	<p>Plus un discours est "profond" (creux), plus les auditeurs peuvent se reconnaître, et se reconnaître majoritairement, dans ce discours. L'effet Puits (effet "Barnum", effet "Forer") consiste ainsi en une <u>succession de phrases creuses qui peuvent être acceptées comme poncièrement vraies par toute personne car cette personne y ajoutera elle-même les circonstances qui, seules, en font des phrases ayant un sens</u>. Il a ainsi été montré que le pouvoir persuasif de déclarations totalement vagues et générales était supérieur aux descriptions pourtant appropriées et précises faites par des psychologues de métier. De même, des expériences ont montré que des "oui" ou "non", donnés comme réponse de manière totalement aléatoire (suivant un tirage décidé avant même le début de l'expérience) en réponse à des questionnements relevant de l'analyse de problèmes personnels, étaient jugés comme des réponses très encourageantes par les personnes (sujets en fait de l'expérience) qui questionnaient. Inutile après cela de s'étonner du réel succès des horoscopes... Une expérience que j'ai menée auprès d'étudiants à qui j'avais demandé leur date de naissance précise et le thème de leur dernier rêve, le tout écrit à la main (autant jouer sur plusieurs tableaux, non ? Astrologie, oniromancie et graphologie réunies pour crédibiliser ce que j'allais faire), m'a montré qu'en délivrant à chaque étudiant un texte soi-disant <i>personnalisé</i> sur son caractère mais en fait <i>strictement le même texte</i>, à la virgule près, pour tous les étudiants me permettait... d'obtenir un taux de réussite (description jugée excellente, bonne ou assez bonne) de l'ordre de 70% ! C'est en quelque sorte le taux minimum garanti de satisfaction pour tout gourou ou astrologue qui s'installe. Une autre expérience Effet Puits fort instructive à faire est celle du <i>discours politique éternel</i>. Un simple tableau avec quelques lignes et quelques colonnes qui vous permettront de faire un discours enflammé, faisant vibrer les auditeurs, aussi longtemps et autant de fois que vous le jugerez utile et quel que soit le thème de votre discours !</p>
EFFET PAILLASSON	<p><i>Faire un choix trompeur des mots utilisés</i></p>
EFFET CIGOGNE	<p><u>Confondre corrélation et causalité</u></p> <p><i>La corrélation est une relation réciproque entre 2 choses, un indice statistique qui nous indique en quelque sorte le degré de liaison entre ces 2 variables alors que la causalité est le rapport, le lien, qui relie la cause à son effet. Le fait que le nombre d'habitants et le nombre de cigognes présentes augmentent simultanément dans une région donnée n'implique pas que ce soient les cigognes qui "apportent" les nouveau-nés (et, d'ailleurs, on connaît même une théorie concurrentielle, celle de la naissance dans les choux). On peut rire de bon cœur mais cet effet est très souvent présent dans de nombreux domaines et l'on a quelquefois tendance à sauter trop vite à une conclusion simplement parce que l'on a mis en évidence une corrélation. Si, il n'y a pas si longtemps encore, les chiffres montraient qu'un nombre élevé de personnes mouraient de la tuberculose en montagne, pouvait-on en conclure que le climat montagnard, l'altitude, favorise le développement du bacille de Koch ? C'est presque ce que l'on aurait tendance à conclure de cette corrélation... avant de remarquer que les sanatoriums dans lesquels on place les personnes atteintes de tuberculose - et dans lesquels malheureusement beaucoup de ces personnes décèdent - étaient situés préférentiellement dans des zones ayant un climat convenant mieux aux personnes souffrant de cette grave maladie, c'est-à-dire justement... en altitude. Des statistiques montrent clairement que les voitures roulant à vitesse modérée provoquent beaucoup plus d'accidents que celles roulant très vite. Il semble que l'on puisse donc légitimement se poser la question de savoir s'il ne serait pas plus prudent de rouler à grande vitesse... De même quand on apprend qu'il est statistiquement prouvé que la plupart des accidents d'automobiles se produisent à proximité du domicile des conducteurs, on aurait tendance à se demander si l'on ne serait pas plus en sécurité loin de notre lieu de résidence ?... En réunissant ces deux données statistiques, on serait peut-être amené à conclure de ce qui précède qu'il vaut mieux rouler très vite, à tombeau ouvert, et loin de chez soi, plutôt que de circuler lentement dans le voisinage de son domicile... Évidemment, en réfléchissant un peu au problème, on se rend compte que la plupart des conducteurs roulent à vitesse modérée ce qui implique donc que la plupart des accidents surviennent à de telles vitesses. Et que l'on circule en automobile beaucoup plus souvent près de chez soi que loin de chez soi et, qu'en conséquence, la plupart des accidents se produisent près de chez soi. On voit combien peut être trompeur le caractère d'une relation de cause à effet que l'on cherche à établir à partir d'une simple corrélation statistique.</i></p>

## Corrélation ne veut pas dire causalité



En Alsace, les villes qui ont le plus de cigognes ont aussi le plus de bébés.

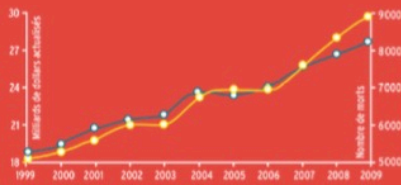
C'est la preuve que ce sont bien les cigognes qui apportent les bébés.

Ou alors tout simplement il y a plus de bébé et plus de cigognes dans les villes avec le plus de population...

Il arrive que les deux valeurs dépendent toutes deux d'un même troisième paramètre



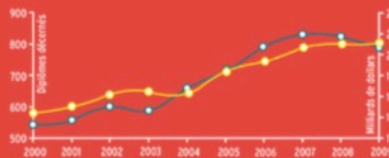
Spurious correlations (tylervigen.com) traque les corrélations, parfois fortes, où l'on serait bien en peine de trouver un lien de causalité!



### Budget science et pendaisons

Le budget américain (en orange) alloué chaque année à la science, à l'exploration spatiale et à la technologie est corrélé au nombre de suicides (en bleu) par pendaison, étranglement et suffocation.

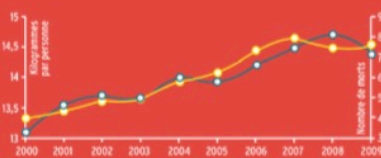
Coefficient de corrélation: 0,992



### Génie civil et golf

Le nombre (en orange) de doctorants en génie civil aux États-Unis est corrélé aux revenus (en bleu) générés par les terrains de golf.

Coefficient de corrélation est 0,968.



### Fromage et étranglement aux USA

La consommation individuelle de fromage (en orange) est corrélée au nombre de décès (en bleu) dus aux draps de lit dans lesquels les victimes se sont emmêlées.

Coefficient de corrélation est 0,947.

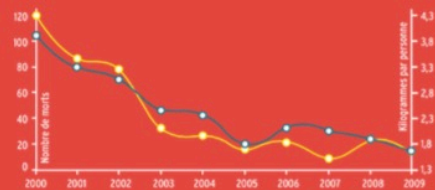
Pour la Science Hors-série novembre 2019-janvier 2020

Spurious correlations (tylervigen.com) traque les corrélations, parfois

### Morts de faim et margarine

Le nombre d'individus (en orange) morts de faim aux États-Unis est corrélé à la consommation de margarine (en bleu) par personne.

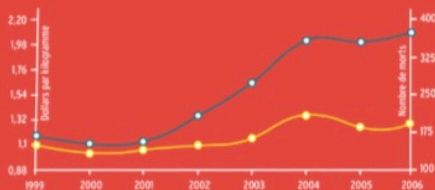
Le coefficient de corrélation est 0,967.



### Bananes et fauteuil roulant

Le prix des bananes (en orange) est corrélé au nombre (en bleu) d'individus morts des suites d'une chute de leur fauteuil roulant.

Coefficient de corrélation est 0,957.



Pour la Science Hors-série novembre 2019-janvier 2020

Pour la Science Hors-série novembre 2019-janvier 2020

<p style="text-align: center;">BIAIS DE RETROSPECTION</p>	<p>regarder à travers le rétroviseur l'histoire humaine comme un destin avec un seul tracé, orientation inadéquate de multiples tracées connexes avortés</p> <p><u>le récit historique et ses biais</u></p> <p>Tout récit est une sélection arbitraire d'instantanés au sein d'un continuum qui fonctionne comme le résumé chronologique d'une sélection d'événements, utile dans un contexte explicatif et pédagogique, à condition que l'on ait bien à l'esprit les biais associés, et que la nécessité pédagogique du récit ne se transforme pas en phénomène naturel dont il faudrait découvrir les déterminants (cosmiques ?).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Biais n° 1</b> : Parce que l'axe du temps est unique et que le récit, dans sa version « de base » tout du moins, n'est pas décliné par zone géographique ou par taxon (ou par branche de l'arbre du vivant, ce qui revient au même), ou bien encore par catégories d'événements (atmosphériques, géologiques, biologiques, etc.), elle restitue une histoire unique sans pouvoir parler du déploiement des multiples histoires qui se sont réalisées de façon concomitante et indépendantes.</li> <li>- <b>Biais n° 2</b> : <u>la plupart des récits sélectionnent des événements qui soulignent l'émergence humaine</u>. En raison du biais n° 1, elles donnent de la sorte l'impression que le déploiement de l'histoire du vivant ne pouvait faire autrement que de tendre vers nous. Ainsi sélectionnera-t-on « l'apparition des vertébrés » (500 millions d'années ou Ma), « la sortie des eaux » (370 Ma), le déploiement des « mammifères » (60 Ma) ou encore l'émergence de la « lignée humaine » (7 Ma).</li> <li>- <b>Biais n° 3</b> : <u>l'anthropocentrisme est tel que la précision taxonomique avance avec le temps au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'humain, ce qui donne une importance démesurée aux innovations de faible rang taxonomique</u> (le trou occipital sous-crânien ou l'élargissement transversal du bassin par exemple) par rapport à d'autres innovations dont on peut tout autant dire – rétrospectivement bien sûr – qu'elles ont eu une portée considérable : l'émergence des différentes photosynthèses, l'endosymbiose mitochondriale ou bien les acquisitions de la pluricellularité sont généralement oubliées.</li> <li>- <b>Biais n° 4</b> : <u>le récit se terminant généralement sur l'apparition de l'espèce humaine, il donne l'impression que nous sommes l'aboutissement ultime d'une évolution terminée</u></li> <li>- <b>Biais n° 5</b> : Les événements sélectionnés sont hétérogènes. Il s'agit tantôt de l'apparition d'un attribut (« apparition de la plume, 150 Ma »), tantôt de l'apparition ou la disparition d'un groupe entier (« apparition des vertébrés, 500 Ma », « disparition des dinosaures, 65 Ma » – ce qui est faux au plan taxonomique, les oiseaux étant des dinosaures – « disparition des trilobites, 245 Ma », etc.), tantôt la date d'un fossile précis emblématique (« <i>Archaeopteryx</i>, 150 Ma », « <i>Ichthyostega</i>, 360 Ma »), tantôt de la date d'un événement si complexe que celui-ci perd toute sa texture et se délite dès lors qu'on le documente de manière plus détaillée (« la sortie des eaux, 380 Ma » en est un exemple de choix). Cette hétérogénéité fait perdre toute cohérence méthodologique à la notion d'événement.</li> <li>- <b>Biais n° 6</b> : Les récits posent souvent des problèmes de précision du vocabulaire, on ne sait pas vraiment de quoi l'on parle. Pour ne prendre que le premier exemple, s'agit-il de l'ensemble des vertébrés connus aujourd'hui ? Bien sûr que non. Mais au plan pédagogique, il manque ici de toute évidence une explicitation. Parle-t-on de l'ensemble des vertébrés connus, y compris ceux d'hier ? Non plus. Les vertébrés représentent plusieurs dizaines de milliers d'espèces qui ont vécu sur une période longue de 500 millions d'années (dont environ 52 000 répertoriées aujourd'hui). Parle-t-on du concept de vertébré ? Bien entendu, la réponse est non : on ne peut pas assigner une vie évolutive aux concepts que nous forgeons ; nos concepts n'ont pas eux-mêmes de dynamique biologique évolutive car cela reviendrait à confondre nos conventions taxonomiques avec les objets réels qu'elles regroupent et qu'elles nomment. à l'extrême limite, un concept ne pourrait avoir une certaine cohérence évolutive que si l'attribut qui le définit représentait à lui seul pour les organismes qui le portent une contrainte architecturale extrêmement forte ou bien un avantage sélectif exceptionnel sur une période de temps donnée. Et encore, dans ce cas, ce serait l'évolution des espèces porteuses de cet attribut qui s'en trouverait rendue cohérente, pas le concept lui-même qui ne saurait évoluer biologiquement. <u>Parle-t-on alors de l'attribut qui permet de définir les vertébrés et de rattacher un organisme vivant ou fossile aux vertébrés ? En fait, oui</u>. Autant être explicite et parler de « l'apparition des vertèbres » plutôt que de parler de « l'apparition des vertébrés ».</li> </ul>
<p style="text-align: center;">BIAIS DE RAISONNEMENT A REBOURS = PANGLOSSIEN</p>	<p>raisonner à rebours vers une cause qu'on aimerait voir vraie décider qu'elle est vraie et chercher les faits qui collent (hommage à Pangloss dans Candide de Voltaire)</p> <p>fréquent aux débuts de la théorie de l'évolution</p> <p>la dent d'or de Fontenelle (1674)</p>

<b>BIAS ESSENTIALISTE</b>	<p>croire que les événements ont des raisons internes et non externes, lié à leur nature</p> <p>croire que les filles ont comme acquis de préférer le rose parce que « des choses ne s'expliquent pas » sans penser que des études renseignent l'influence de l'environnement sur ce fait qui n'est pas une absolue généralité. Le sexisme relève de l'essentialisme.</p> <p>Nous voyons le monde à travers une grille de lecture qui n'est pas seulement culturelle et personnelle, mais qui est encodée dès notre plus jeune âge, probablement de manière instinctive : nous rangeons les objets et les êtres qui nous entourent dans des catégories qui nous aident à comprendre le monde. Mais dans le monde contemporain complexe, ces catégories se retournent contre nous, et nous voici les victimes d'un essentialisme qui nous fait croire que la simplicité de notre lecture rend justice de la complexité du monde.</p>
<b>SOPHISME</b>	<p>Argument, raisonnement faux malgré une apparence de vérité</p> <p>exemple : sophisme de proportionnalité réflexe du cerveau : penser qu'un résultat majeur mobilise forcément une cause majeure et à l'inverse des causes modestes des événements modestes.</p> <p>la théorie du chaos et son effet papillon s'y opposent : « un battement de l'aile peut déclencher un ouragan à l'autre bout du monde »</p>
<b>SOPHISME DE LA FAUSSE PISTE</b>	sophisme très simple : changer délibérément de sujet afin de détourner l'attention de la question de départ
<b>EUPHÉMISATION</b>	atténuation de la pensée en remplaçant un mot connoté négativement par un autre plus neutre => masque la réalité d'une prise de décision (= petite mystification)
<b>LA GENERALISATION HATIVE</b>	généraliser trop vite et à tirer des conclusions à propos d'un ensemble à partir d'un trop petit nombre de cas. Le raciste commet ce sophisme quand il dit par exemple "Je connais X qui est québécois et il est bête comme une pelle sans manche, comme le sont d'ailleurs tous les québécois". On se prémunit contre ça en se rappelant qu'il ne faut pas généraliser trop vite et surtout en étudiant au moins un peu les statistiques, puisque la théorie de l'échantillonnage est la réponse savante à ce problème.
<b>MYSTIFICATION</b>	tromperie, abuser de la crédulité de l'autre
<b>FAUX DILEMME OU SOPHISME DE LA DICHOTOMISATION</b>	réduire une problème complexe à 2 options seulement dont l'une est généralement inacceptable exemple de sophisme avec un problème avec 2 uniques solutions possible (raisonnement fallacieux) si vous n'êtes pas avec moi, vous êtes contre moi or vous n'êtes pas avec moi donc vous êtes contre moi
<b>PARALOGISME</b>	<p>syllogisme faux</p> <p>tous les chats sont mortels</p> <p>Or Socrate est mortel</p> <p>Donc Socrate est un chat</p>
<b>ANTHROPOCENTRISME</b>	avoir une vision centrée sur l'humain et penser l'humain au-dessus du reste des animaux

<p>HARENG FUME</p>	<p>Les prisonniers en fuite, paraît-il, laissent des harengs fumés derrière eux pour distraire les chiens pisteurs et les détourner leur piste. C'est le principe qu'on applique ici: le but de ce <u>stratagème est de vous amener à traiter d'un autre sujet que ce celui qui est discuté</u>. Les enfants sont parfois champions à ce jeu: "Ne joue pas avec ce bâton pointu" dit papa; "Ce n'est pas un bâton, c'est un laser bionique", répond Camille. "Range ta chambre", dit papa; "Tu ne l'as pas demandé à Camille", répond Marie.</p> <p>À un autre niveau, on pourrait être tenté (ce serait un peu injuste...) de voir dans un certain travail médiatique une sorte de mégaharengfumé. "Avezvous une idée de tout ce qu'on nous cache à propos de la Guerre en Afghanistan ?", demande <i>Le Couac</i>. "Avezvous entendu parler de cet enfant né avec deux têtes ?", répond <i>Debilo Inquirer</i>. "Voyez comme c'est inquiétant la privatisation de soins de santé", insiste <i>RectoVerso</i>. "Saviezvous que Machin RadioTélé a rompu avec Truc BienConnu?", répond <i>Nécro Vedettes</i>. Et ainsi de suite.</p> <p>Une variante très efficace de cette forme de diversion est d'<u>évoquer un mal supposé pire que celui qu'on veut faire discuter et de laisser entendre que l'existence du deuxième dispense de traiter du premier</u>. "Brûler de l'essence pour satisfaire des besoins en énergie polluée ? Essayez avec le charbon : c'est bien pire !".</p> <p>On se prémunit contre tout cela en demandant qu'on revienne au sujet.</p>
<p>L'AD HOMINEM</p>	<p>C'est un autre moyen de détourner l'attention du sujet discuté et il peut être vraiment efficace. Ça consiste à attaquer la personne qui énonce une idée plutôt que l'idée elle-même. Si quelqu'un avance devant vous une idée de Milton Friedman et que vous répondez "On sait bien: il est de droite" au lieu de chercher à comprendre et éventuellement réfuter l'idée, vous venez de commettre un <i>Ad hominem</i>. Ou encore: Einstein aurait été tueur à gages pour les Hell Angels que la relativité n'en serait ni plus vraie ni plus fautive. Ici encore, on se prémunit contre tout cela en demandant qu'on revienne au sujet qui n'est pas la personnalité de qui avance une idée mais bien la valeur de vérité de cette idée.</p>
<p>SOPHISME POST HOC ERGO PROCTER HOC</p>	<p>après ceci, donc à cause de ceci. C'est un sophisme très répandu. Par exemple, c'est celui que commettent les gens superstitieux: j'ai gagné au casino quand je portais tels vêtements, dit le joueur; je porte donc les mêmes vêtements à chaque fois que je retourne au casino. Il arrive que le sophisme soit plus subtil et moins facile à identifier. <u>Pour aller à l'essentiel: la science a recours à des relations causales, mais en science un événement n'est pas donné pour cause d'un autre simplement parce qu'il le précède</u>. On retiendra surtout que <u>le seul fait qu'un événement en précède (ou est corrélé à) un autre ne le rend pas cause du deuxième</u>. <u>Confondre corrélation et causalité est d'ailleurs une des premières choses qu'on apprend en statistiques</u>. Dans un hôpital, la présence d'individus appelés médecins est fortement corrélée avec celle d'individus appelés patients: ça ne veut pas dire que les médecins sont cause de la maladie.</p>
<p>SOPHISME DE COMPOSITION &amp; DE DIVISION</p>	<p><u>Le sophisme de composition consiste à conclure que ce qui vaut pour la partie vaut pour le tout</u>. Quand un éditorialiste de <i>La Presse</i> écrit (1 août 2001, p. A 13): "Comme c'est le cas dans le cadre plus général de la mondialisation, c'est la nation la plus pauvre du trio uni par l'ALENA, le Mexique, qui est également la plus désireuse de raffermir les liens nord américains: vivent au Sud du continent, en effet, 100 millions d'êtres humains dont le niveau de vie est cinq fois moins élevé que celui des Canadiens – six fois moins que celui des Américains – et qui s'agrippent bec et ongles au rêve d'accéder à la prospérité de leurs voisins du Nord.", il commet ce sophisme en attribuant au tous les Mexicains ce qui est vrai (sans doute) d'une partie. Les Zapatistes, ça vous dit quelque chose ? Le sophisme de division consiste, au contraire, à conclure que ce qui est vrai du tout doit être vrai des parties. On l'a beaucoup commis en 1970, en pensant les membres de Beatles feraient, individuellement, de la musique géniale. On oublie ici qu'un tout peut avoir des propriétés émergentes que ses parties n'ont pas.</p>
<p>APPEL A L'IGNORANCE</p>	<p><u>Celui-ci vient sous deux formes. La première consiste à dire : puisque tu ne peux démontrer que telle conclusion est fautive, elle doit être juste; la deuxième: puisque tu ne peux prouver une conclusion, elle doit être fautive</u>. Sur le terrain de la parapsychologie, ces sophismes fleurissent. "Personne n'a pu démontrer que l'Abominable Homme des Neiges n'existe pas, il doit donc exister". Ou encore: "Personne n'a pu démontrer que X trichait durant les expériences de voyance: il doit donc avoir un don". Et ainsi de suite.</p>

LA PETITION DE PRINCIPE = RAISONNEMENT CIRCULAIRE	C'est le raisonnement circulaire. En termes un peu plus complexes: ce raisonnement n'est pas valide parce qu'il inclut dans les prémisses la conclusion qu'il est supposé établir. En anglais, on dit <i>begging the question</i> , ce qui est peut-être plus "parlant". Un exemple: L'un: "Dieu existe, puisque la Bible le dit"; l'autre: "Et pourquoi devrait-on croire la Bible"; l'un: "Mais parce que c'est la parole de Dieu!" On se prémunit contre ça en repérant bien nos prémisses et en les distinguant des conclusions.
LA PENTE GLISSANTE	C'est ce qui se produit quand on raisonne (mal) en disant que si on accepte A, on aura B; puis C; puis D; et ainsi de suite jusqu'à quelque chose de terrible. L'argument, bien entendu, est destiné à prouver qu'on ne doit pas accorder A. Ceux qui disent, notamment aux Etats-Unis, que si on accepte des lois contre le libre port d'armes à feu, on aura bientôt des lois sur ceci, puis sur cela et qu'on finira par vivre sous un régime totalitaire, ceux-là se paient une balade sur la pente glissante. On voit bien, en y pensant un peu, que rien ne garantit la solidité de chacun des maillons de la chaîne et que donc rien n'assure que si on accepte A, on aura tout le reste qu'on nous prédit.
FINALISME BIAIS TELEOLOGIQUE	voir un but aux choses : exemple : l'œil est un organe pour voir. le finalisme est une option théorique selon laquelle une cause finale est responsable du monde tel qu'il est. Le passé et ses événements depuis les 13 milliards d'années du Big Bang où l'humain serait le projet ultime les phénomènes ont une finalité (telos), sont intentionnels, à visée, il montre par exemple une méconnaissance de la théorie de l'évolution ex : les girafes ont acquis un long cou pour atteindre les feuilles les plus hautes » ou « les chauve-souris ont inventé le sonar pour se déplacer dans le noir » ou « l'aile est un organe pour voir »

changements pas nécessairement aux besoins du possédant

mais petits si passage du filtre de l'environnement fluctuant selon fitness

l'évolution assume le non-destin : pas de travail depuis des universaux mais des particuliers

Selon les études de West Churchman basées sur des travaux de Hegel, Leibniz, Locke, Kant, il existe 4 différents modes de pensée scientifiques ou non utilisables en Sciences :

- **1/ LEIBNIZIEN** : la théorie prime, « la vérité » s'approche par analyse
- **2/ KANTIEN** : c'est la dialectique le plus important : la recherche d'alternatives, d'options nouvelles sont au centre de la confrontation car il est important d'avoir plusieurs points de vue lorsqu'on imagine un problème
- **3/ HEGELIEN** : centré sur les conflits d'idées : à une idée, son contraire : on aime synthétiser des idées qui, au départ, paradoxales
- **4/ LOCKEEN** : avant tout inductif ( du particulier au général ) : la préférence va vers le recueil des données plutôt que vers les modèles de pensée

### L'EXEMPLE DE L'HOMÉOPATHIE

Un des 3 piliers simultanément nécessaires de base de l'homéopathie est que la dilution d'un produit actif augmente son efficacité. Plus un produit homéopathique est dilué, plus il est efficace (augmentation du nombre de CH, diminution de l'efficacité). Posons en hypothèse que ce principe de base de l'homéopathie soit juste, et imaginons alors la drôle de situation suivante : un laboratoire homéopathique tout ce qu'il y a de plus sérieux va fabriquer des dilutions de drogues, de très hautes dilutions de manière à ce qu'il n'y ait plus aucune molécule active à l'intérieur mais que, selon le pilier de l'homéopathie dont nous venons de parler, l'efficacité du produit soit terriblement forte. Eh bien ce serait un véritable drame national puisque ces produits, ne contenant strictement aucune molécule de drogue, pourraient donc être vendus tout à fait librement (et, de plus, pas cher du tout au vu du prix de revient du produit pur sucre distribué) et que, pour les pauvres accros recherchant leur dose, ce serait le choc terrifiant de la haute dilution homéopathique. Ce que je peux résumer par un slogan choc. Les homéodrogues : dès la première dose, c'est l'overdose ! Sous contrôle d'un huissier, le lundi 31 août 1992, à Bruxelles, bravant tous les dangers, mon ami Jacques Theodor a absorbé le contenu entier de 6 tubes de dilution homéopathique 6 CH et 30 CH... d'arsenic et de strychnine achetés directement en pharmacie par l'huissier. Au départ avec une tension artérielle de 12-7 et des pulsations cardiaques de 68 par minute, Jacques a attendu avec angoisse et sous contrôle d'un médecin les effets extraordinaires des produits (plus de 450 granules de poison avalés en moins de 10 min). Rien ne s'est passé et, plus de 15 ans plus tard, Jacques se porte toujours comme un charme...La *dynamisation* d'un produit homéopathique est une dilution avec succussions (secouages) à chaque étape de dilution.

AI-JE DE BONNES RAISONS DE PENSER CE QUE JE PENSE ?



## DONNE-MOI DE BONNES RAISONS DE PENSER CE QUE TU PENSES !

“Il n’est pas nécessaire d’avoir un diplôme universitaire pour être un sceptique, comme le montre bien le fait que tant de personnes peuvent acheter une voiture usagée sans se faire rouler. L’idéal que vise la démocratisation du scepticisme est au fond celui-ci: chacun devrait posséder des outils de base qui permettent d’évaluer rigoureusement et constructivement des propositions qui se donnent comme vraies. Tout ce que la science demande, à ce niveau, est que l’on emploie partout le même degré de scepticisme que nous mettons en œuvre lorsque nous achetons une voiture usagée ou lorsque nous jugeons de la qualité d’analyses ou de bières en regardant des publicités.”  
Carl Sagan

Apprendre la pensée critique, c’est apprendre à évaluer des arguments, à juger les informations et les idées qui nous sont soumises. C’est encore apprendre à formuler clairement ses idées et à les rendre plus plausibles et convaincantes, y compris à nos propres yeux. Dans une démocratie, chacun est gouvernant en puissance et est appelé à se prononcer sur les affaires qui concernent le bien commun; chacun peut faire entendre sa voix et peut, en droit, prendre part aux débats et aux discussions qui ont constamment cours sur un nombre en théorie infini de sujets et de questions et qui débouchent, après délibération, sur des décisions et des actions. Lorsque cet idéal politique s’est élaboré – dans sa forme contemporaine, ce fut au XVIII<sup>e</sup> siècle, celui qu’on appelle le Siècle des Lumières – on n’a pas manqué de remarquer qu’il supposait que le citoyen soit doté de certaines “vertus”, comme on disait alors, bref de certaines qualités bien particulières. C’est qu’un tel régime politique fait appel à son jugement et à sa capacité à examiner diverses propositions, notamment du point de vue de leur pertinence, de leur vérité et ainsi de suite; il fait encore appel à sa capacité à se placer, par-delà son intérêt propre, du point de vue du bien commun; il fait enfin appel à son aptitude à délibérer et à discuter. C’est qu’il est courant que sur les sujets qui sont débattus au sein d’une démocratie, une grande variété de positions soient défendues et que des désaccords surviennent entre gens informés. La discussion est le modèle de délibération qui convient en ces cas et elle permet l’expression et la prise en compte par chacun des différents points de vue, ce que la démocratie pose justement comme souhaitable. Nos systèmes nationaux d’éducation sont essentiellement nés dans le contexte de ce projet politique des Lumières et cela n’est pas un hasard. On pensait en effet qu’il revenait dans une large mesure à l’éducation de former de tels sujets – informés et vertueux, c’est-à-dire habilités à prendre part à des discussions et capables de jugement désintéressé. D’où l’importance considérable accordée à l’éducation publique dans les démocraties et son caractère éminemment politique. “Il me semble que ce qui est requis est un sain équilibre entre deux tendances: celle qui nous pousse à scruter de manière inlassablement sceptique toutes les hypothèses qui nous sont soumises et celle qui nous invite à garder une grande ouverture aux idées nouvelles. Si vous n’êtes que sceptique, aucune idée nouvelle ne parvient jusqu’à vous; vous n’apprenez jamais quoi que ce soit de nouveau; vous devenez une détestable personne convaincue que la sottise règne sur le monde – et, bien entendu, bien des faits sont là pour vous donner raison. D’un autre côté, si vous êtes ouvert jusqu’à la crédulité et n’avez pas même une once de scepticisme en vous, alors vous n’êtes même plus capable de distinguer entre les idées utiles et celles qui n’ont aucun intérêt. Si toutes les idées ont la même validité, vous êtes perdu: car alors, aucune idée n’a plus de valeur”. Au Siècle des Lumières, Voltaire avait imaginé l’apologue suivant. Seul, la nuit, je me promène dans une vaste et sombre forêt, ne disposant que d’une petite bougie pour m’éclairer. Survient un inconnu qui me dit: “Souffle ta bougie : tu y verras bien mieux”. Telle est notre situation et cet inconnu est toujours avec nous, nous donnant le même conseil. Dans la vaste forêt du monde, qui nous reste largement inconnue, nous ne disposons que de la petite bougie de la raison pour nous guider. Cet outil est modeste et, bien entendu, insuffisant pour résoudre à lui seul tous nos problèmes; mais rappelons dans le même souffle que cette petite bougie est aussi ce que nous avons de plus précieux. Un premier outil à maîtriser pour assurer son autodéfense intellectuelle, ce sont les mots. Savoir comment et pourquoi ils sont choisis avec tant de soin pourra vous éviter de vous faire avoir. Mais si on veut honnêtement communiquer, que tirer de tout cela? Larry Gonick a suggéré les règles suivantes, simples et saines.

- Assurez vous que vous comprenez votre message avant de l’émettre
- Parlez le langage des gens à qui vous vous adressez
- Simplifiez, autant que faire se peut
- Encouragez les feedbacks. Les mathématiques sont un puissant et indispensable outil d'autodéfense intellectuelle.

2 modèles outils de la pensée critique :

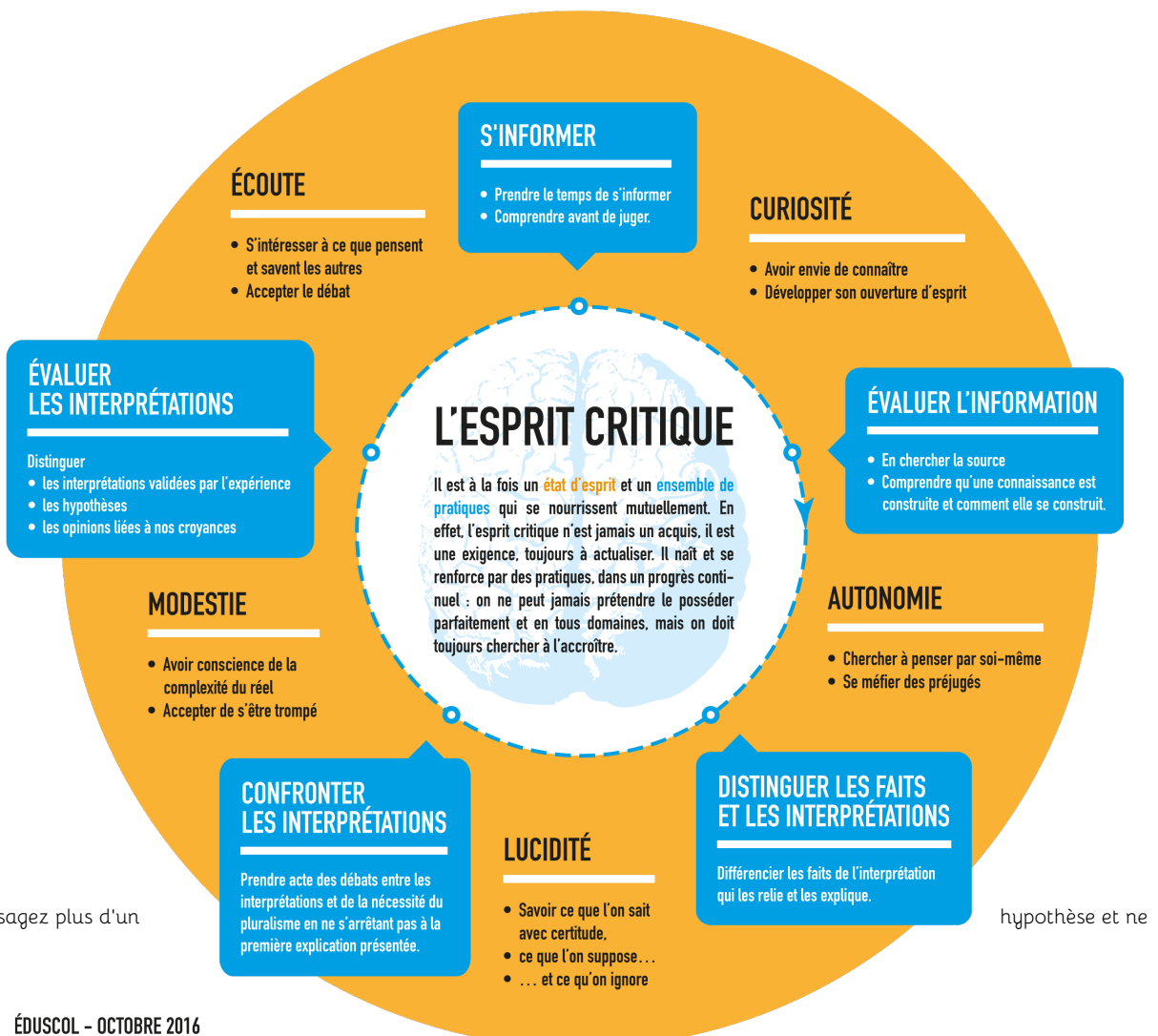
- le modèle ENQUETE  
Il comprend 4 moments :
- Énoncer la proposition

- Déterminer ce Qui est invoqué pour la soutenir
- Envisager d'autres hypothèses  
Tester toutes les hypothèses.



LE KIT DE DÉTECTION DE POUTINE DE SAGAN

- Pour clore ce petit cours, voici le Kit de détection de poutine de Carl Sagan. Vous ne connaissez pas Sagan? Vous êtes bien chanceux, puisque vous allez faire une grande découverte. L'astronome Carl Sagan, qui a été un grand vulgarisateur scientifique et tous ceux qui ont vu la magnifique série télévisuelle Cosmos pourraient en témoigner avec enthousiasme était également un sceptique éminent. Dans le dernier ouvrage qu'il fait paraître, *The Demon haunted world* (1996), Sagan a proposé ce qu'il appelle un *Baloney detection kit*, ce que je suggère de rendre ici par kit de détection de poutine. Il s'agit d'un ensemble d'outils sceptiques permettant de ne pas s'en laisser conter et de naviguer dans les eaux troubles des croyances de tout poil soumises à notre approbation. On y trouve d'une part des maximes qu'il faut connaître et suivre, de l'autre une liste de sophismes qu'il importe de savoir repérer. Voici donc ces outils servant à tester des arguments et à détecter ceux qui sont invalides ou fallacieux.
- Lorsque cela est possible, il faut des confirmations indépendantes des faits.
- Il faut encourager des discussions substantielles des faits par entre des gens informés ayant différents points de vue
- Des arguments d'autorité n'ont que peu de poids (en sciences, il n'y a pas d'"autorités")



- Envisagez plus d'un

## 6.2.1 Sophismes courants en logique et en rhétorique

- sautez pas sur la première idée qui vous vient à l'esprit
- Essayez de ne pas vous attacher excessivement à une hypothèse simplement parce que c'est la vôtre.
- Quantifiez partout où cela est possible.
- S'il y a une chaîne d'arguments, chacun des maillons doit fonctionner.
- Le rasoir d'Occam: s'il y a deux hypothèses qui expliquent les données aussi bien, préférez la plus simple.
- Demandez vous si votre hypothèse peut, au moins en principe, être falsifiée (i.e. être démontrés fausse par un test non ambigu). En d'autres termes, est-elle testable ? Les autres peuvent reproduire l'expérimentation et obtenir les mêmes résultats ?
- Réalisez des expérimentations contrôlées et tout particulièrement en double aveugle de telle sorte que la personne qui prend les mesures ignore qui fait partie du groupe expérimental et du groupe témoin.
- Portez une attention particulière à la multiplicité des facteurs en cause et séparez les variables.

### Ad hominem

attaquer la personne qui argue plutôt que l'argument.

### Argument d'autorité

Argument mettant de l'avant des conséquences défavorables - mettre de la pression sur qui doit prendre une décision en rappelant les conséquences terribles pour lui d'une certaine décision .

### Appel à l'ignorance

l'absence de preuve ou de témoignage n'est pas la preuve ou le témoignage que ce qui est recherché n'existe pas.

### Présumer la question résolue

la formulation même de la question présuppose une réponse.

### Observation sélective

compter les réussites et ne pas tenir compte des échecs.

### Statistiques des petits nombre

par exemple tirer des conclusions d'un échantillon inadéquat.

### Mauvaise compréhension de la nature des données statistiques

par exemple le Président Eisenhower s'étonnant et se troublant du fait que la moitié de Américains ont une intelligence inférieure à la moyenne.

### Inconsistance

par exemple: les dépenses militaires du gouvernement se fondent sur les pires scénarii tandis que les projections scientifiques en matière de menaces environnementales ne sont pas prises en compte parce qu'elles ne sont pas "prouvées"

### Non sequitur

ou "ne s'ensuit pas".

### PostHoc, ergo propter hoc

c'est arrivé après donc à cause; ou confondre cause et effet.

### Question dénuée de sens

qu'arrive-t-il lorsqu'une force irrésistible rencontre un objet immuable?

### Tiers exclu

ne considérer que deux extrêmes d'une éventail de possibilités (et faire paraître l'autre côté pire qu'il n'est).

### Court terme vs long terme

"pourquoi poursuivre des travaux de recherche fondamentale alors que nous avons un grand déficit budgétaire?"

### La pente glissante

qui est une variété de tiers exclu: extrapolation indue des effets: donnez un pouce, ils prennent un mile.

### Confondre causalité et corrélation.

### L'homme de paille:

caricaturer (ou stéréotyper) une position de manière à la rendre plus facile à attaquer.

### Suppression de données ou demi-vérités

### Mot équivoques ou ambigus

par exemple l'utilisation d'euphémismes pour désigner la guerre [...]

l' "exquis équilibre" de Sagan : entre deux extrêmes. Voici comment il la présente: "Il me semble que ce qui est requis est un sain équilibre entre deux tendances: celle qui nous pousse à scruter de manière incessamment sceptique toutes les hypothèses qui nous sont soumises et celle qui nous invite à garder une grande ouverture aux idées nouvelles. Si vous n'êtes que sceptique, aucune idée nouvelle ne parvient jusqu'à vous; vous n'apprenez jamais quoi que ce soit de nouveau; vous devenez une détectable personne convaincue que la sottise règne sur le monde et, bien entendu, bien des faits sont là pour vous donner raison. D'un autre côté, si vous êtes ouvert jusqu'à la crédulité et n'avez pas même une once de scepticisme en vous, alors vous n'êtes même plus capable de distinguer entre les idées utiles et celles qui n'ont aucun intérêt. Si toutes les idées ont la même validité, vous êtes perdu: car alors, aucune idée n'a plus de valeur"

D'APRÈS BOSDEVEIX, IGEN SYST

un savoir scientifique est :

- fiable, légitime parce que périmable
- collectivement validé (Guillaume Lecoindre)

## LES DÉTERMINANTS DES COMPORTEMENTS

### Déterminants internes

(connaissances, valeurs, croyances, aptitudes physiques...)

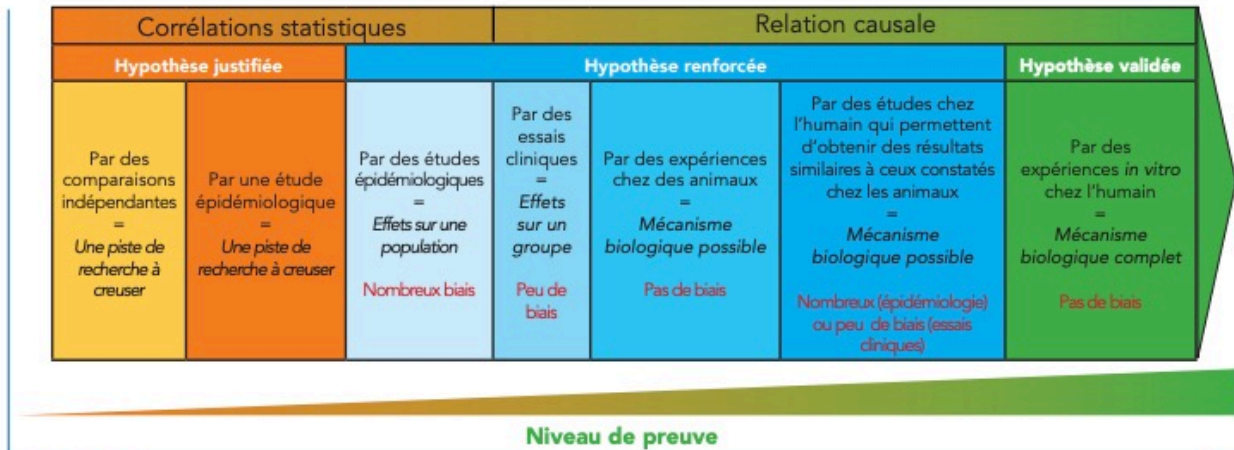
### Déterminants externes, environnementaux

(normes culturelles et sociales, pression des pairs, environnement physique et social...)

- Les déterminants externes des comportements sont majeurs !
- Nécessité de travailler les **compétences psychosociales** (émotionnelles, sociales, cognitives) : « capacité d'une personne à répondre avec efficacité aux exigences et aux épreuves de la vie quotidienne » (OMS)
- Formes de travail adaptées au développement des CPS : débat, analyse de situations concrètes (vidéos...), jeu de rôle, etc.

## PRÉPARATION À L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR EN LIEN AVEC LES SVT

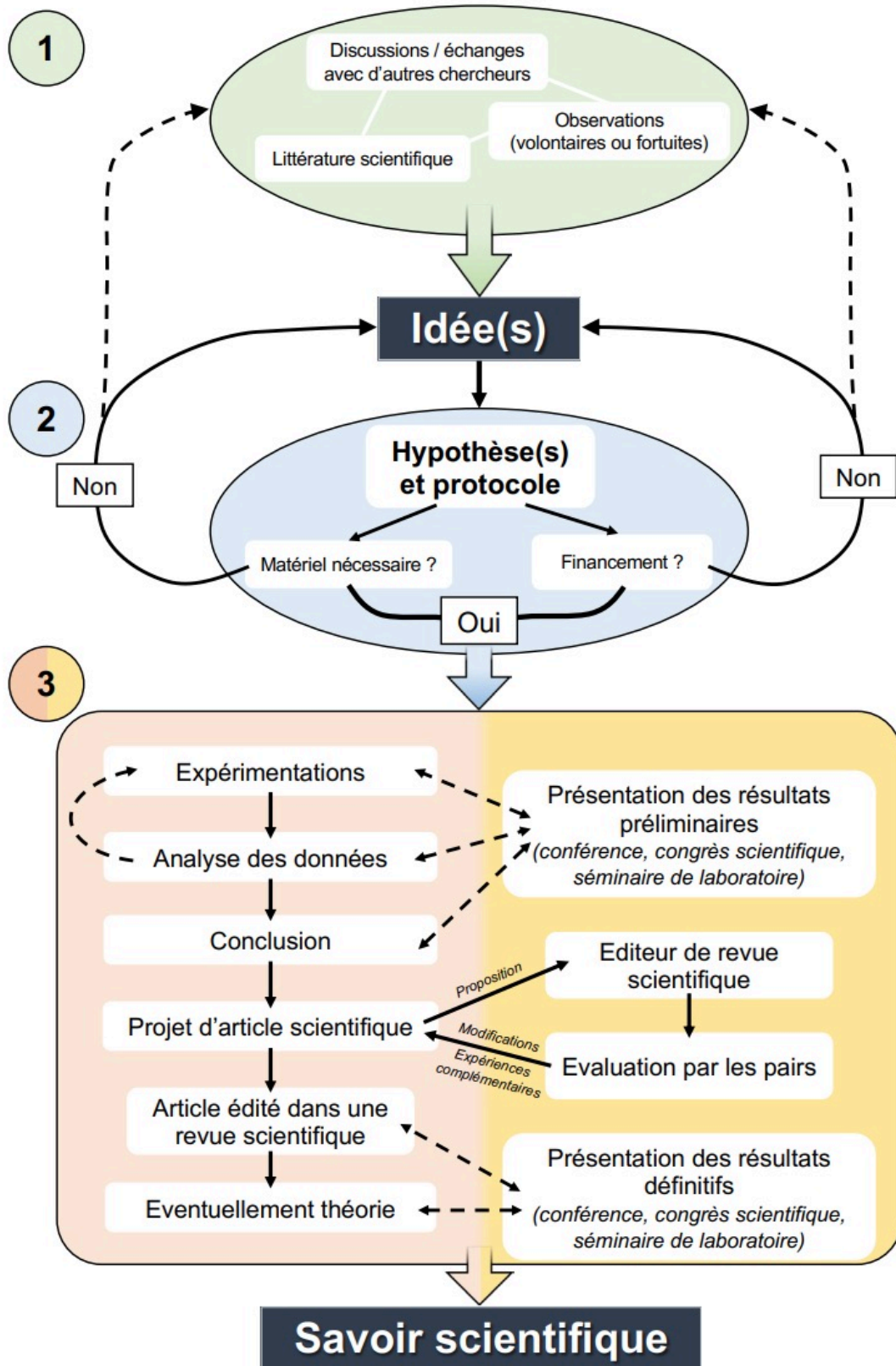
- Différents univers métiers en lien avec les différents thèmes du programme
  - Recherche scientifique dans le champ des SVT
  - Sciences de l'environnement et du développement durable
  - Agronomie
  - Biotechnologies
  - Secteur de la santé et social
  - Sciences vétérinaires
  - Métiers du sport
  - Métiers des géosciences
  - Enseignement
  - ...
- Élargissement des combinaisons de spécialités possibles avec les SVT par rapport à l'unique série S



**FIGURE 2**

### Un cheminement permettant d'aboutir à une relation causale

Afin qu'un lien causal possible soit considéré comme avéré, il faut obtenir des résultats expérimentaux *in vitro* chez l'humain qui permettent d'envisager un mécanisme biologique déjà démontré *in vivo* chez les souris et dont l'ensemble des étapes a pu être mis en évidence *in vivo* chez l'humain par différentes corrélations grâce à des études épidémiologiques et des essais cliniques. Le schéma présenté ici intègre les critères de Bradford-Hill dans une démarche progressive de validation d'hypothèse dont le stéréotype correspond assez souvent au cheminement dans le temps de la science pour un sujet donné.



## POURQUOI UN ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ?

La science ne fait pas toujours l'unanimité : obscure pour certains, toute puissante pour d'autres, elle fascine néanmoins car elle reste un outil majeur pour faire des choix éclairés. Mais qu'entend-on exactement par science ?



### Pour être un citoyen éclairé

De nombreux débats de société (rarement bien posés) nécessitent une compréhension des raisonnements et des notions scientifiques, mais également la capacité d'énoncer des arguments construits pour convaincre. Au cours de notre vie, chacun·e d'entre nous aura à se positionner en tant que citoyen·ne sur des questions de société liées à des connaissances scientifiques ou aux nouvelles technologies. Éviter les manipulations, prendre des décisions éclairées et responsables nécessite un socle de connaissances scientifiques solides et un esprit rationnel, autonome et critique.

#### Des débats de société

Faut-il avoir peur de l'intelligence artificielle ? Pour ou contre le nucléaire ? Que penser des OGM, des ondes électromagnétiques des smartphones, du réchauffement climatique, des vaccins, de la thérapie génique, de l'homéopathie, etc. ?

### Pour développer son esprit critique

Dans un article intitulé « Fake news, l'ère du mensonge généralisé » de Antoine Grenapin publié sur le site [www.lepoint.fr](http://www.lepoint.fr) le 16 mars 2019, Michèle Cotta, ex-directrice de France 2 et contributrice régulière du Point, déclare : « L'absence totale de source est le cœur du problème. Les journalistes se doivent de trouver les sources. [...] Mais cela doit être aussi le travail de tous les Français d'exiger la source de chaque information. » Les fake news et les théories du complot sont de plus en plus nombreuses et leur identification représente un défi pour tous. La science n'est pas épargnée par ce phénomène. La formation à l'esprit critique est un enjeu important aujourd'hui et l'enseignement des sciences joue un rôle

majeur dans cette formation : des démarches rigoureuses et des raisonnements sont au cœur des pratiques scientifiques. La science se fonde sur des expériences reproductibles et des hypothèses réfutables qui peuvent être testées et vérifiées. Comprendre comment le savoir s'élabore permet d'être plus à même d'identifier des démarches ou des arguments faussement scientifiques.

#### DÉTECTER UNE FAKE NEWS

- ✓ Identifier la source
- ✓ Repérer la date
- ✓ Vérifier auprès d'un expert
- ✓ Se méfier de ses préjugés

#### Le cadrage

La question du point de vue (échantillonnage, suppression des données pertinentes) et la réflexion sur les outils statistiques, la construction des sondages notamment, constituent un moment essentiel de la construction intellectuelle. Cette réflexion permet d'éviter les paralogismes, (i.e. un raisonnement faux perçu rigoureux par le producteur comme le récepteur de bonne foi tous les deux, en raison du fait qu'il s'appuierait sur des statistiques).

#### La reconnaissance des faux dilemmes

L'actualité, les débats sociaux, les réseaux sociaux nous imposent fréquemment des réactions binaires (être « pour » ou « contre »). Cela pose 2 problèmes : comment exprimer une position nuancée ? Comment revendiquer le droit de ne pas avoir la possibilité, ni l'envie, de trancher, ou de ne pas se sentir autorisé à le faire ?

#### La rhétorique visuelle

Dans les sociétés d'informations, la capacité à décoder les images relève d'un apprentissage nécessaire. Apprendre pour permettre aux élèves de découvrir la diversité des médias d'information, pour comprendre leur construction, leur réalisation, pour en déjouer les logiques et faire des élèves des citoyens critiques et responsables médias. Une image se lit et se decode, elle est manipulable. Il est important de faire comprendre aux élèves comment une information par l'image se construit, et aussi de les initier à ne pas s'en tenir à l'image, mais à faire appel à l'ensemble des médias pour s'informer sur un point précis, afin qu'ils deviennent des utilisateurs avertis des médias. C'est notamment le rôle de l'éducation aux médias et à l'information.

#### Le retour aux faits contre l'appel à l'émotion

Les discours, les images, dans les échanges de points de vue ou d'arguments, font appel, souvent à l'émotion. Contre le pathos-roi qui ne répond pas au sujet traité, tout en faisant semblant de s'y intéresser, il s'agit de comprendre comment et pourquoi l'émotion peut être utilisée et comment elle peut permettre de toucher et ainsi de crédibiliser un propos lui-même pas nécessairement crédible rationnellement. (l'approche compassionnelle et non factuelle et critique).

#### La question de la légitimité ou contre l'argument d'autorité : le syndrome de la blouse blanche

celui qui veut qu'un titre universitaire, scientifique, ou même une simple notoriété médiatique (chanteurs, acteurs, sportifs) permette aux personnes qui en disposent de dire et d'écrire sur tous les sujets, y compris en dehors de leurs champs d'expertise initiale.

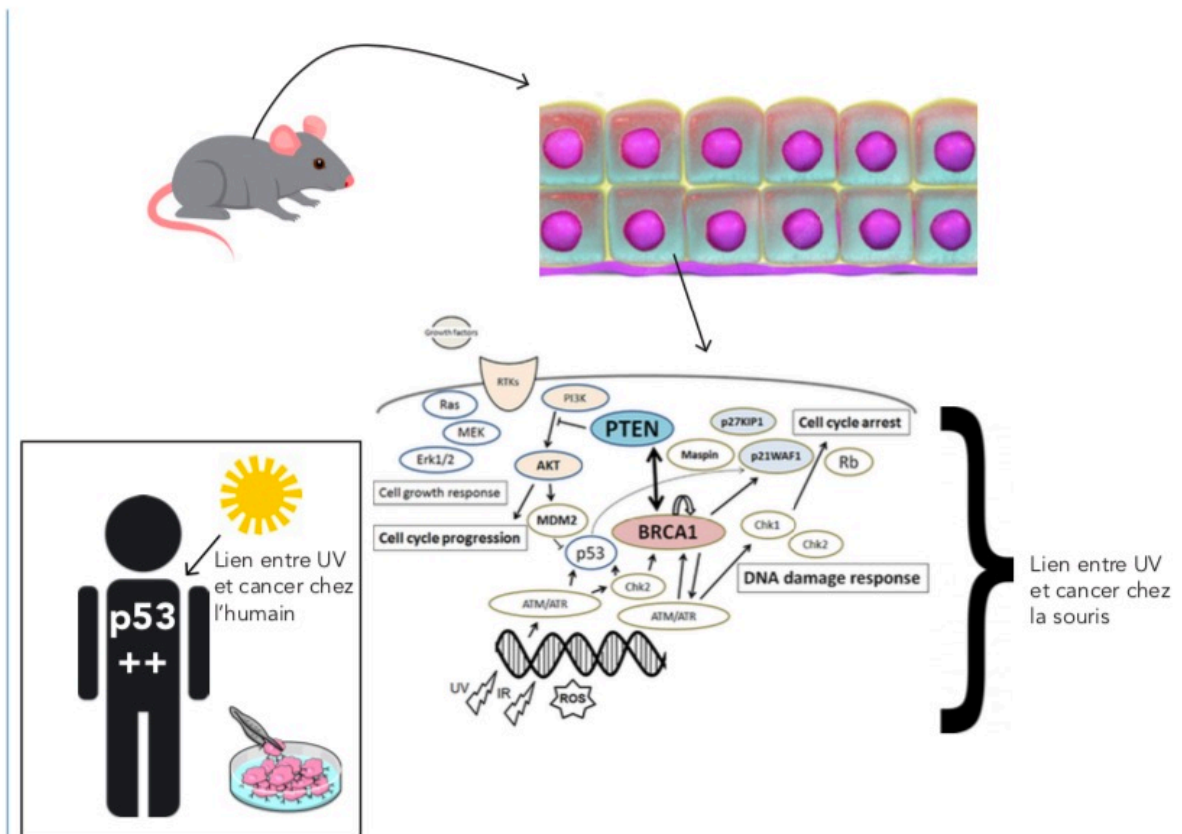
## Des arguments scientifiques de différentes natures

Pour proposer l'hypothèse d'un lien entre deux facteurs (par exemple : un comportement et une maladie), il faut avoir des arguments scientifiques. Il peut s'agir d'observations, d'analyses de statistiques, de résultats expérimentaux, de modélisations de mécanismes,...

Ces arguments s'appuient sur des données qui ne sont pas forcément issues directement du sujet à étudier. Les maladies humaines nécessitent souvent de réaliser des expériences sur des animaux car les facteurs potentiellement pathogènes ne peuvent être testés sur l'humain si un risque pour la santé existe. L'animal sert donc de modèle et l'objectif est alors de trouver des points communs chez l'humain.

Par exemple, des souris mutantes pour certains gènes qui ont développé des cancers ont pu être obtenues. Des mécanismes moléculaires complexes (voir figure 1) à l'origine de ces cancers ont pu ainsi être proposés. Des mesures, dans le cadre d'un essai clinique, de l'expression d'un de ces gènes (p53) chez des humains exposés au soleil ont ensuite été réalisées. Une augmentation de l'expression de ce gène a été constatée.

Le modèle murin a ainsi permis de relier de façon indirecte l'exposition au soleil à un mécanisme à l'origine du développement de cancers.



**FIGURE 1**

### Un mécanisme moléculaire décrit chez les souris peut servir à identifier des liens chez l'humain

Différentes expériences sur des souris (ex : effets des UV sur l'activation de p53 ou les dommages sur l'ADN,...) permettent de proposer un mécanisme moléculaire. Des essais cliniques ou des expériences sur des cultures de cellules humaines *in vitro* permettront de vérifier si les liens mis en évidence chez les souris existent chez l'Homme (ex : le lien entre les UV et l'activation de p53).

## De l'inférence à la relation causale

Afin que l'inférence puisse passer au rang de lien causal, tout un cheminement est à suivre (voir figure 2). Il aboutira à un mécanisme moléculaire complet prouvé chez l'humain. Ce mécanisme correspondra alors à un lien suffisamment évident pour être considéré comme une relation causale avérée.

### La prise en compte du complexe contre la généralisation

La généralisation repose sur l'idée qu'à partir d'un cas singulier du réel, du social, l'on puisse extrapoler les caractéristiques repérées à l'ensemble, alors qu'elles ne sont liées qu'à cet exemple. « Les hommes politiques sont tous corrompus : regardez X, Y, Z. » ; « Les professeurs sont des paresseux. Moi, je vois, mon beau-frère, il ne fait rien. »

## La décentration contre l'isolement égotique

Apprendre à changer de perspective, de point de vue, celui de l'autre, y compris quand, spontanément, on ne partage rien avec lui. Accepter de ressentir à la place de l'autre (empathie). La non-décentration empêche le développement du sentiment de fraternité et isole dans la certitude d'avoir raison en tout.

## La suspension du jugement

Accepter de ne pas juger trop vite, sans être sûr d'avoir tous les éléments. Accepter de prendre du recul, et de ne pas avoir de jugement sur une question, faute de maîtriser un sujet, et faute d'être en capacité d'en avoir tous les tenants et les aboutissants.

# FICHE MÉTHODOLOGIE



## LES NIVEAUX DE PREUVE

- > Une preuve est un élément susceptible d'établir la **réalité d'un fait ou d'une proposition**.
- > Les témoignages, expériences personnelles, études scientifiques, anecdotes et autres éléments servant à appuyer un propos **ne bénéficient pas tous de la même fiabilité**. Il existe une **hiérarchisation**, établie en fonction du niveau de preuve apporté. En voici un récapitulatif.

- CONSENSUS SCIENTIFIQUE
- MÉTA-ANALYSES D'ESSAIS COMPARATIFS RANDOMISÉS



NIVEAU  
DE PREUVE  
ÉLEVÉ

- ESSAIS COMPARATIFS RANDOMISÉS DE FAIBLE PUISSANCE
- ÉTUDES DE COHORTE

PRÉSUMPTION  
SCIENTIFIQUE

- ÉTUDES CAS-TÉMOINS
- ÉTUDES COMPARATIVES COMPORTANT DES BIAIS IMPORTANTS
- ÉTUDES RÉTROSPECTIVES
- SÉRIE DE CAS

NIVEAU  
DE PREUVE  
FAIBLE

- PAROLE D'EXPERT·E (RECONNU·E DANS SON DOMAINE D'EXPERTISE)

- ANECDOTE PERSONNELLE, TÉMOIGNAGE RAPPORTÉ

- RUMEUR, "BON SENS", SAGESSE POPULAIRE, CROYANCE, OPINION

ÉLÉMENTS NE  
RELEVANT PAS  
DE LA PREUVE

### Remarques complémentaires :

- > Ce qui est affirmé sans preuve peut être rejeté sans preuve ;
- > Une information délivrée sans preuve peut toutefois être juste ;
- > L'absence de preuve ne permet pas de prouver l'**existence** ou l'**inexistence** d'une chose
- > Les **affirmations extraordinaires** nécessitent des **preuves extraordinaires** (maxime de Hume)
- > La science ne prétend pas délivrer de vérité absolue, mais plutôt un **état de l'art** correspondant à ce qu'il est **raisonnable de penser** en fonction des données disponibles à un instant donné ;
- > Une démarche rationnelle rigoureuse consiste à **tirer des conclusions en fonction des faits**, et non à **chercher des faits pouvant aller dans le sens d'une conclusion établie à l'avance**.





C'est adopter une posture de prudence : soit indéfiniment au risque d'être sceptique, soit pour un temps et c'est alors le moment qui précède la construction d'un raisonnement.

### Le questionnement sur le monde

Le questionnement du monde qui est le nôtre constitue le socle indépassable de l'activité intellectuelle contre ceux qui préfèrent les certitudes et les réponses à ce qui est problématique. On peut développer un art du questionnement authentique, en écartant les fausses questions qui déterminent d'avance les réponses et restreignent notre liberté de jugement, et en questionnant également les formulations de questions perçues comme évidentes.

Tout d'abord commençons par quelques éclaircissements sur des mots que nous rencontrerons par la suite :

- par **attitude**, j'entends un ensemble de dispositions, de postures morales ou encore de *savoir-être* qui représentent, pour un individu la tendance à agir face à un stimulus extérieur ;
- par **capacité** (ou encore habileté, savoir-faire), j'entends toute aptitude acquise ou à acquérir pour penser ou agir ;
- par **compétence**, un ensemble de connaissances, de capacités et d'attitudes appropriées à un contexte donné.

Qu'entend-on par *esprit critique* ?

<b>Capacités caractéristiques de la pensée critique</b>	<b>Attitudes caractéristiques de la pensée critique</b>
C1. La concentration sur une question.	A1. Le souci d'énoncer clairement le problème ou la position.
C2. L'analyse des arguments.	A2. La tendance à rechercher les raisons des phénomènes.
C3. La formulation et la résolution de questions de clarification ou de contestation.	A3. La propension à fournir un effort constant pour être bien informé.
C4. L'évaluation de la crédibilité d'une source.	A4. L'utilisation de sources crédibles et la mention de celles-ci.
C5. L'observation et l'appréciation de rapports d'observation.	A5. La prise en compte de la situation globale.
C6. L'élaboration et l'appréciation de déductions.	A6. Le maintien de l'attention sur le sujet principal.
C7. L'élaboration et l'appréciation d'inductions.	A7. Le souci de garder à l'esprit la préoccupation initiale.
C8. La formulation et l'appréciation de jugements de valeur.	A8. L'examen des différentes perspectives offertes.
C9. La définition de termes et l'évaluation de définitions.	A9. L'expression d'une ouverture d'esprit.
C10. La reconnaissance de présupposés.	A10. La tendance à adopter une position (et à la modifier) quand les faits le justifient ou qu'on a des raisons suffisantes de le faire.
C11. Le respect des étapes du processus de décision d'une action.	A11. La recherche de précisions dans la mesure où le sujet le permet.
C12. L'interaction avec les autres personnes (par exemple, la présentation d'une position à l'aide d'une argumentation orale ou écrite).	A12. L'adoption d'une démarche ordonnée lorsqu'on traite des parties d'un ensemble complexe.
	A13. La tendance à mettre en application des capacités de la pensée critique.
	A14. La prise en considération des sentiments des autres, de leur niveau de connaissance et de leur degré de maturité intellectuelle.

L'expression « esprit critique » est constituée des mots *esprit* et *critique*. Le terme « esprit » recouvre un vaste ensemble de définitions, mais dans son acception la plus courante, il signifie l'ensemble des facultés intellectuelles d'un être pensant, l'âme ou encore la conscience. Quant à « critique » (du grec *kritikos* « capable de discernement ») et par prolongement « critiquer », on peut trouver cette définition :

CRITIQUER, verbe trans.

A. La critique est un examen raisonné, objectif, qui s'attache à relever les qualités et les défauts et donne lieu à un jugement de valeur.

1. Emploi abs. Exercer son intelligence à démêler le vrai du faux, le bon du mauvais, le juste de l'injuste en vue d'estimer la valeur de l'être ou de la chose qu'on soumet à cet examen.

L'esprit critique serait ainsi, pris mot pour mot, l'ensemble des facultés intellectuelles ayant pour point commun la capacité à passer au crible de la raison une assertion soumise à l'examen.

Soit. Mais il nous faut aller plus loin. En effet, que met-on derrière ces "facultés intellectuelles" ? Pour cela, aidons-nous de Jacques Boisvert, psychologue et dont le thème traité ici est une des spécialités.

**Pensée critique ou esprit critique ?**

Le terme de "pensée critique" est également utilisé, souvent comme synonyme d'esprit critique. Pourtant, Boisvert signale une première distinction entre ces deux expressions :

*L'esprit critique, ou attitude critique, représente le deuxième élément de la pensée critique. Pour que l'élève soit un penseur critique, [il] n'est pas suffisant (même si c'est nécessaire) que celui-ci maîtrise l'évaluation des raisons.*

*La personne doit en effet manifester un certain nombre d'attitudes, de dispositions, d'habitudes de pensée et de traits de caractère que l'on peut regrouper sous l'étiquette "attitude critique" ou "esprit critique". De façon générale, cela signifie que le penseur critique doit non seulement être capable d'évaluer des raisons adéquatement, mais qu'il doit aussi avoir tendance à le faire, y être disposé. (Boisvert, 1999, p.27)*

Ce passage me semble assez clair mais développons encore un peu. D'après Boisvert, il semblerait que la pensée critique soit composée de deux éléments dont l'un d'eux serait l'esprit critique, défini comme une attitude, ou plus précisément un ensemble d'attitudes qui poussent l'individu à avoir tendance à être critique.

L'esprit critique serait donc en quelque sorte la posture intellectuelle, l'état d'esprit que le penseur critique doit toujours adopter lorsqu'il est confronté à une nouvelle source d'information, à un problème qui, finalement, ne se pose pas forcément [1]. Par exemple, si l'on entend à la radio que « la molécule de la foi » a été identifiée [2], l'attitude attendue serait de se poser un minimum de questions sur cette affirmation – pour le moins surprenante – en cherchant les raisons d'y adhérer. Là réside la différence entre faire preuve ou non d'esprit critique : avoir tendance à utiliser son « outillage critique ».

Le penseur critique doit avoir une inclinaison à la critique. Mais il doit aussi être capable de le faire correctement : il peut agir, évaluer des affirmations et poser des jugements sur la base de raisons. C'est donc le deuxième élément que Boisvert signale comme "un ensemble de capacités à évaluer les raisons".

Boisvert cite également les travaux précurseurs d'un psychologue anglo-saxon, Robert H. Ennis. C'est de son approche que le concept de pensée critique s'est étendu au double aspect attitude-capacité. Ennis définit la pensée critique comme « une pensée raisonnable et réflexive orientée vers une décision quant à ce qu'il faut croire ou faire ». Bien que les habiletés permettent un jugement éclairé et raisonné, constituant ainsi la part technique de la pensée critique, Ennis ne se limite pas à celles-ci et inclut également les différentes attitudes propres au penseur critique, c'est-à-dire la tendance à être critique.

Nous pouvons alors définir la pensée critique comme la synthèse d'une disposition, d'une tendance, bref d'attitudes dont il faut user en permanence (= esprit critique) et d'une somme de savoir-faire formant un outillage qu'il faut être capable d'utiliser :

**Pensée critique = esprit critique (attitudes) + ensemble de capacités**

**Le rôle des connaissances : la compétence critique**

Une dimension importante n'est pas précisée par ces listes : celle des connaissances disciplinaires nécessaires pour exercer la pensée critique. En effet, on pourrait penser que, quelque soit le domaine, il existe des dimensions propres à la pensée critique et que l'on peut acquérir et appliquer celles-ci sous forme d'habiletés et d'attitudes, quel que soit le sujet étudié. Boisvert précise que cette idée d'un ensemble d'habiletés générales et transférables fait débat. Ainsi, on pourrait imaginer que la pensée critique varie au contraire, d'un domaine à l'autre, et qu'elle ne constitue pas un ensemble unique d'habiletés générales et transférables. En tenant compte de cette dernière remarque, on peut alors avoir une approche sans doute plus complète de la pensée critique, incluant le rôle des connaissances dans un thème particulier. En effet, l'analyse d'argument, la définition des termes et l'évaluation de définitions sont des exemples parmi d'autres de capacités listées par Ennis et qui nécessitent un savoir adéquat dans le domaine où s'applique la pensée critique. L'importance de ces dernières dans le domaine examiné fait bien partie de ce que l'on entend par pensée critique. En prenant un exemple concret, si nous lisons dans une revue que la physique quantique permet d'expliquer la télépathie, nous aurons beau maîtriser l'analyse des arguments et des définitions ou l'évaluation de la crédibilité des sources, notre absence de connaissances en physique quantique sera un frein important à cette entreprise de décorticage de l'information. On peut objecter 2 choses à cela. La première, c'est qu'il suffit d'avoir recours à un spécialiste de la question et ainsi se rapprocher de la vérité (au sens de vérité matérielle et non morale). Ceci est tout à fait exact, c'est même à mon avis une capacité importante que de savoir chercher un avis extérieur de confiance. La seconde serait de reprendre certaines études sociologiques [3] conduites depuis plusieurs années : le niveau de croyance au « paranormal » n'est pas inversement corrélé au niveau d'étude ce qui, avec une bonne approximation, exprime un certain niveau de connaissances. Mais si ce critère n'est pas à lui seul responsable du manque de sens critique de la population sondée, il en est certainement une des causes, notamment en terme de connaissances scientifiques. De plus, si penser de façon autonome est bien une caractéristique du penseur critique, rechercher en permanence un avis extérieur peut, à l'inverse, nous freiner dans notre entreprise. Que peut-on dire alors de la pensée critique ? Je proposerai comme « définition » la triple entrée « attitudes-capacités-connaissances » ce qui l'identifie à une compétence (comme définie ci-dessus) : la **compétence**

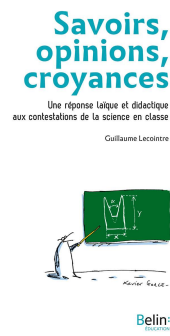
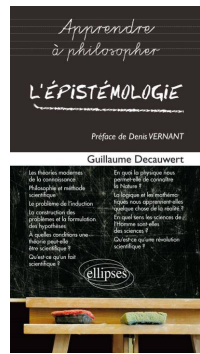
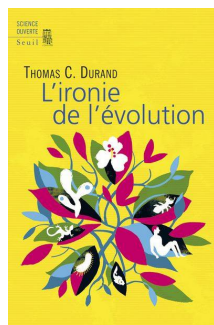
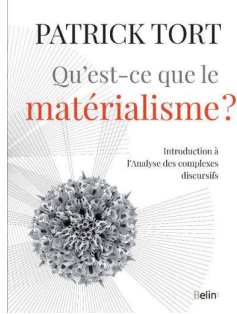
**Le fait  
en question**

dirigé par  
Guillaume Lecointre  
Sarah Proust

Fondation  
Jean Jaurès



**l'aube**



critique. Celle-ci regroupe un ensemble de capacités et d'attitudes critiques générales, et nécessitant un niveau de minimum en lien

connaissances

avec le problème ou l'information examinée. Par commodité, nous avons pris pour habitude de ne parler que d'esprit critique mais n'oublions pas que cette expression n'est pas si triviale et engage un certain nombre d'autres conceptions.

Pourquoi développer la pensée critique ?

Pourquoi vouloir à tout prix développer la pensée critique ? J'aime à penser que l'on ne peut bâtir nos connaissances sur des informations peu ou pas vérifiées. Comme F. Bacon le précisait en son temps, nos sens et notre raisonnement s'égarer en permanence, trompés et poussés à commettre des erreurs. Autant d'idoles – telles qu'il les nommait – à éviter pour accéder à la connaissance. Nous sommes confrontés à tant de médias, tant de données, que notre cerveau a pris pour habitude, par gain de temps, de faire confiance à la majorité d'entre eux, pour peu qu'ils proviennent d'une source que nous jugeons « fiable ». Mais qu'est-ce qu'une source fiable ? Le « 13 heures » de France 2 ? Le Nouvel Observateur ? Charlie Hebdo ? Le Monde ? RTL ? Le blog de mon voisin (ahah) ? Wikipédia ? Cette difficile voire impossible identification nous renvoie à la première tâche du penseur critique : vérifier la source de l'information. Mais quand le nombre de nouvelles, de scoops, d'études, atteint un seuil critique, le temps passé à vouloir tout examiner dépasse de loin l'âge de l'Univers. L'analyse se fait alors moins souvent et moins bien, l'impression prend la place du jugement éclairé et entraîne l'individu soit dans un choix factice (a-t-il vraiment le choix s'il ne peut juger ?) entre des éventualités dont la véracité est indiscernable, soit dans une sorte d'indétermination chronique. Dans un cas comme dans l'autre, être dans l'incertitude ou dans la crainte des événements à venir conduit à une situation inconfortable. Pour se rassurer, diverses stratégies sont mises au point, inconsciemment ou pas, afin de nous ramener à une réalité bienveillante. Ces moments où l'on ne maîtrise pas notre futur sont la source principale des superstitions. Spinoza l'écrivait déjà : Si les hommes pouvaient régler toutes leurs affaires suivant un dessein arrêté ou encore si la fortune leur était toujours favorable, ils ne seraient jamais prisonniers de la superstition. Mais souvent réduits à une extrémité telle qu'ils ne savent plus que résoudre, et condamnés, par leur désir sans mesure des biens incertains de fortune, à flotter presque sans répit entre l'espérance et la crainte, ils ont très naturellement l'âme encline à la plus extrême crédulité ; est-elle dans le doute, la plus légère impulsion la fait pencher dans un sens ou dans l'autre, et sa mobilité s'accroît encore quand elle est suspendue entre la crainte et l'espoir, tandis qu'à ses moments d'assurance elle se remplit de jactance et d'orgueil. (Spinoza, Traité théologico-politique) Cette observation des comportements a, en quelque sorte, été confirmée par les travaux menés en psychologie sociale : lorsqu'un individu est mis en situation de non contrôle cognitif [4], il a plutôt tendance à interpréter les faits en ayant recours à des explications relevant de croyances « magiques » qu'à des explications plus « rationnelles » (Deconchy & Hurteau, 1998). Dans cet état, « il rejeterait toute activité cognitivement coûteuse et préférerait utiliser des procédures heuristiques peu coûteuses en ressource cognitive ». Dans ces conditions, être aguerri aux techniques nous permettant de démêler le vrai du faux, de juger de la pertinence d'une information à partir de critères solides, représente plus que le simple développement d'une compétence quelconque. Cette aptitude indispensable que le penseur critique est en mesure d'exercer (habiletés) et à tendance à exercer (attitudes) constitue un enjeu que l'éducation ne doit pas prendre à la légère. Dans les programmes de Physique-Chimie ou de Sciences de la Vie et de la Terre au collège, on sent très nettement une volonté de familiariser les élèves aux méthodes de la science. La démarche d'investigation qui y est mise en place se retrouve également dans les enseignements de Mathématiques ou bien de Technologie. Mais je doute du réel objectif de celle-ci. En effet, depuis quelques années, une désaffection est enregistrée pour les études scientifiques post-bac, notamment en physique, chimie et mathématiques. Relancer ces vocations semble donc être le but réel de cette réorientation des instructions officielles : il nous faut des scientifiques. Si cet objectif n'est pas contestable en soi, la manière d'opérer me paraît cependant masquer les enjeux réels de la formation scientifique. Tous les élèves de troisième qui auront apprécié les cours de science seront-ils engagés par le CNRS dans la recherche sur la théorie des cordes ou sur le calcul stochastique ? Évidemment, non. Certains seront ingénieurs, d'autres enseignants, mais la plupart auront bifurqué vers d'autres routes, sans aucun rapport avec le monde scientifique. Pour ces futurs hommes et femmes, l'ambition première d'un enseignement scientifique devrait être d'apporter les bases d'une pensée critique en science. Démarche, mais aussi attitudes et aptitudes développées en cours de sciences peuvent, si elles sont traitées dans ce but et de façon explicite, permettre le développement d'un esprit scientifique dont chacun a le droit de bénéficier. Que tous les élèves ne souhaitent pas aller plus loin est bien entendu évident. Mais leur donner la possibilité de choisir en connaissance de cause est une responsabilité qui incombe à tout formateur, de quelque discipline qu'il soit. Je ne néglige pas la part fondamentale que constitue l'acquisition de connaissances et cela même pour développer un comportement critique. Elle fait partie de ce que l'enseignement doit apporter. Mais que deviendra l'élève sorti du milieu scolaire une fois ces connaissances acquises ? Saura-t-il s'en servir ? Saura-t-il faire ses propres choix en connaissance de cause ? Comment pourra-t-il appréhender et trier toutes les informations nouvelles qu'il recevra au cours de sa vie hors des bancs de l'école ? C'est pour permettre de développer l'autodéfense intellectuelle et l'utilisation d'outils critique qu'une pédagogie de la pensée critique est nécessaire dans notre système scolaire. Mais de quelle



manière procéder ? Détacher l'enseignement des capacités et attitudes critiques des connaissances et pratiques disciplinaires est une possibilité, par exemple en exerçant les élèves spécifiquement sur la maîtrise des outils de la pensée critique. On peut également intégrer le développement de la pensée critique directement dans les cours de sciences : la pratique expérimentale dans son sens le plus global est une éventualité plus qu'envisageable. Si je suis un ordre en quelque sorte logique, c'est vers la formation des enseignants que nous devrions aussi nous

orienter. Il ne semble pas possible de demander aux professeurs de développer l'esprit critique sans leur donner un guide, des repères, des ressources documentaires ou des références en la matière. Que ce soit par l'intermédiaire de la formation continue, de l'Université ou de toute structure adaptée comme le Cortex, l'apprentissage de la pensée critique pourrait constituer un nouvel axe de formation des futurs enseignants. Parce que l'enjeu n'est pas seulement didactique, pédagogique ou encore personnel, mais bien politique : pour que les futurs élèves et étudiants puissent avoir les clés d'un esprit critique clair et raisonnable.

NB : débat à l'équilibre faussé :

théorème de la crédulité informationnelle : plus le nombre d'informations non sélectionnées sera important dans un espace social, plus la crédulité se propagera

**AI-JE DE BONNES RAISONS DE PENSER CE QUE JE PENSE ?  
DONNE-MOI DE BONNES RAISONS DE PENSER CE QUE TU PENSES !**

## SOURCES & PROLONGATIONS

[HTTPS://PSYCHOLOGIESCIENTIFIQUE.ORG/RESSOURCES/PEDAGOGIE/CORTECS/#MORE-896](https://psychologiescientifique.org/ressources/pedagogie/cortecs/#more-896)  
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=NIMNM8UDUQ4](https://www.youtube.com/watch?v=NIMNM8UDUQ4)  
 GÉRALD BRONNER, LA DÉMOCRATIE DES CRÉDULES, 2013  
 HENRI BROCH COMMENT DÉJOUER LES PIÈGES DE L'INFORMATION.PDF  
 N°1 - "L'ART DU DOUTE OU COMMENT S'AFFRANCHIR DU PRÊT-À-PENSER" - HENRI BROCH - 2008  
 N°2 - "COMMENT DÉJOUER LES PIÈGES DE L'INFORMATION OU LES RÈGLES D'OR DE LA ZÉTÉTIQUE" - HENRI BROCH - 2008  
[HTTPS://CORTECS.ORG/COURS/PENSEE-CRITIQUE/](https://cortecs.org/cours/pensee-critique/)  
[HTTP://EDUSCOL.EDUCATION.FR/CID107295/FORMER-L-ESPRIT-CRITIQUE-DES-ELEVES.HTML](http://eduscol.education.fr/cid107295/former-l-esprit-critique-des-eleves.html)  
[HTTPS://WWW.RESEAU-CANOPE.FR/DEVELOPPER-LESPRIT-CRITIQUE/ARGUMENTER-ET-DEBATTRE.HTML#BANDEAUTF](https://www.reseau-canope.fr/developper-lesprit-critique/argumenter-et-debattre.html#bandeautf)  
[HTTPS://WWW.RESEAU-CANOPE.FR/DEVELOPPER-LESPRIT-CRITIQUE/ACCEDER-A-LA-CONNAISSANCE.HTML#BANDEAUTF](https://www.reseau-canope.fr/developper-lesprit-critique/acceder-a-la-connaissance.html#bandeautf)  
[HTTPS://EDUSCOL.EDUCATION.FR/CID107295/FORMER-L-ESPRIT-CRITIQUE-DES-ELEVES.HTML](https://eduscol.education.fr/cid107295/former-l-esprit-critique-des-eleves.html)  
[HTTPS://WWW.RESEAU-CANOPE.FR/LES-VALEURS-DE-LA-REPUBLIQUE/LES-RESSOURCES\\_DEVELOPPER-LESPRIT-CRITIQUE.HTML#BANDEAUTF](https://www.reseau-canope.fr/les-valeurs-de-la-republique/les-ressources_developper-lesprit-critique.html#bandeautf)  
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?LIST=PLFEQTREZ6OAP0EGOXDCOUDNUWQ4FR7HP6&TIME\\_CONTINUE=793&V=4VF3V-E3DXW](https://www.youtube.com/watch?list=PLFEQTREZ6OAP0EGOXDCOUDNUWQ4FR7HP6&time_continue=793&v=4VF3V-E3DXW)  
[HTTPS://WWW.RESEAU-CANOPE.FR/NOTICE/ESPRIT-CRITIQUE.HTML#BANDEAUTF](https://www.reseau-canope.fr/notice/esprit-critique.html#bandeautf)  
[HTTPS://WWW.FRANCE.TV/FRANCE-5/HOMEOPATHIE-LA-GUERRE-EST-DECLAREE/901785-HOMEOPATHIE-LA-GUERRE-EST-DECLAREE.HTML](https://www.france.tv/france-5/homeopathie-la-guerre-est-declaree/901785-homeopathie-la-guerre-est-declaree.html)  
[HTTPS://WWW.DAILYMOTION.COM/VIDEO/XJDSX4](https://www.dailymotion.com/video/XJDSX4)  
[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=NSTBKEPE9S8](https://www.youtube.com/watch?v=NSTBKEPE9S8)  
[HTTPS://CORTECS.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/2018/08/EMC\\_CONTROVERSE\\_VACCINATION\\_TONUSSI\\_ARTICLE-CORTECS.PDF](https://cortecs.org/wp-content/uploads/2018/08/emc_controverse_vaccination_tonussi_article-cortecs.pdf)  
[HTTPS://WWW.FRANCECULTURE.FR/AMP/EMISSIONS/SUPERFAIL/QUELLES-CONSEQUENCES-SANITAIRES-POUR-LES-CATASTROPHES-NUCLEAIRES?\\_TWITTER\\_IMPRESSION=TRUE](https://www.franceculture.fr/amp/missions/superfail/quelles-consequences-sanitaires-pour-les-catastrophes-nucleaires?_twitter_impression=true)  
[HTTPS://CORTECS.ORG/ACTIVITES/ESPRIT-CRITIQUE-ET-VACCINATION-OBLIGATOIRE-UNE-SEQUENCE-PEDAGOGIQUE-AU-LYCEE-LANGEVIN/](https://cortecs.org/activites/esprit-critique-et-vaccination-obligatoire-une-sequence-pedagogique-au-lycee-langevin/)

BASES DE PRECONISATION GRAND ORAL

[HTTPS://CACHE.MEDIA.EDUCATION.GOUV.FR/FILE/BAC\\_2021/82/3/RAPPORT\\_GRAND-ORAL-CYRIL-DELHAY\\_1145823.PDF](https://cache.media.education.gouv.fr/file/BAC_2021/82/3/RAPPORT_GRAND-ORAL-CYRIL-DELHAY_1145823.pdf)

[HTTPS://PSYCHOLOGIESCIENTIFIQUE.ORG/RESSOURCES/PEDAGOGIE/CORTECS/#MORE-896](https://psychologiescientifique.org/ressources/pedagogie/cortecs/#more-896)

[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=NIMNM8UDUQ4](https://www.youtube.com/watch?v=NIMNM8UDUQ4)

[HTTPS://CORTECS.ORG/ATELIERS/ESPRIT-CRITIQUE-ES-TU-LA/](https://cortecs.org/ateliers/esprit-critique-es-tu-la/)

NORMAND BAILLARGEON

BÉLANGER, MARCO, SCEPTIQUE ASCENDANT SCEPTIQUE, STANKÉ, MONTRÉAL, 1999

BROCH, HENRI, AU CŒUR DE L'EXTRAORDINAIRE, L'HORIZON CHIMÉRIQUE, BORDEAUX, 1994

BROCH, HENRI, LE PARANORMAL, SEUIL, PARIS, 1989.

CAREY, ALEX, TAKING THE RISK OUT OF DEMOCRACY, CORPORATE PROPAGANDA VERSUS FREEDOM AND LIBERTY, UNIVERSITY OF ILLINOIS PRESS, CHICAGO, 1997.

CHOMSKY, NOAM, NECESSARY ILLUSIONS, ANANSI PRESS, CONCORD, 1991.

CUNIOT, ALAIN, INCROYABLE... MAIS FAUX!, L'HORIZON CHIMÉRIQUE, BORDEAUX, 1989.

ENGEL, MORRIS S. FALLACIES AND PITFALLS OF LANGUAGE, THE LANGUAGE TRAP, DOVER, NEW YORK, 1994. FORGET, PASCAL, Y CROYEZVOUS?, STANKÉ, MONTRÉAL, 1999

GARDNER, MARTIN, FADS AND FALLACIES IN THE NAME OF SCIENCE

GARDNER, MARTIN, THE NEW AGE: NOTES OF A FRINGE WATCHER

HALLET, MARC, QUAND LES SCIENTIFIQUES DÉRAILLENT, ÉDITIONS LABOR, BRUXELLES, 1999

RAMPTON, SHELDON ET STAUBER, JOHN, TRUST US: WE'RE EXPERTS!, PUTNAM, NEW YORK, 2001. RANDI,

JAMES, PSYCHICS, ESP, UNICORNS AND OTHER DELUSIONS

RUSSELL, BERTRAND, ESSAIS SCEPTIQUES, ROMBALDI, PARIS, 1971.

SAGAN, CARL, THE DEMON HAUNTED WORLD: SCIENCE AS A CANDLE IN THE DARK, BALLANTINE BOOKS, NEW YORK, 1996.

SCHICK, THEODORE ET VAUGHN, LEWIS, HOW TO THINK ABOUT WEIRD THINGS, MAYFIELD PUBLISHING COMPANY, CALIFORNIA, 1995.

SHERMER, MICHAEL, WHY PEOPLE BELIEVE WEIRD THINGS. W.H. FREEMANS COMPANY, NEW YORK, 1998.

SOURCES D'INFORMATIONS CONSEILLÉES :

LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE : MOTEURS PUBMED ET GOOGLE SCHOLAR

REVUES SCIENTIFIQUES DIVERSES ..

[HTTPS://WWW.ACADEMIE-SCIENCES.FR/PDF/HSE/LPA\\_SANCHEZ6.PDF](https://www.academie-sciences.fr/pdf/hse/lpa_sanchez6.pdf) : DE LA CAUSALITÉ BIOLOGIQUE

[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=UDKNYDJG4Zk&T=1082S](https://www.youtube.com/watch?v=UDKNYDJG4Zk&T=1082S) : GUILLAUME LECOINTRE, 2018, SAVOIRS, OPINIONS, CROYANCES





## DES CORRÉLATIONS SANS LIEN DE CAUSALITÉ

C'est là un fait général : quand une cause  $C$  a deux effets  $E_1$  et  $E_2$ , l'occurrence de  $E_1$  (ou de  $E_2$ ) augmente la probabilité de  $E_2$  (ou de  $E_1$ ), même si  $E_1$  ne cause pas  $E_2$  (ou inversement). En d'autres termes, pas plus qu'elle ne rend compte de la direction de la causalité, l'inégalité (A) ne permet de distinguer entre un lien de causalité (C est la cause de E) et un lien entre deux effets d'une même cause (C et E sont tous deux causés par un certain facteur F).

Comment, alors, s'appuyer sur l'inégalité (A) pour développer une théorie adéquate de la causalité ? Une première stratégie a été poursuivie par l'Américain Patrick Suppes et exposée dans un ouvrage paru en 1970. L'idée consiste à caractériser, par des propriétés probabilistes, les situations donnant lieu à des corrélations positives auxquelles ne correspond pas une relation de cause à effet. On dira alors que C cause E si et seulement si C et E vérifient l'inégalité (A), mais pas les propriétés probabilistes en question. Cette stratégie a pu être développée grâce au travail du philosophe d'origine allemande

Hans Reichenbach (1891-1953), qui avait donné une caractérisation probabiliste des structures causales comprenant une cause et deux effets, dont aucun n'entraîne l'autre.

Cependant, la première difficulté indiquée ci-dessus, à savoir le caractère symétrique de la corrélation positive, est beaucoup plus difficile à résoudre : il n'est pas aisé de déterminer la direction de la causalité au moyen de concepts probabilistes. Aussi Patrick Suppes proposait-il de la faire découler de la direction du temps. D'après ce philosophe, C est une cause de E si les trois conditions suivantes sont réunies : C et E vérifient l'inégalité (A) ; C et E ne vérifient pas les relations probabilistes entre effets d'une cause commune dont aucun ne cause l'autre ; C est antérieure à E.

La proposition de Patrick Suppes présente plusieurs défauts. Au plan conceptuel, faire découler la direction de la causalité de celle du temps interdit une construction inverse, consistant à fonder la direction du temps sur celle de la causalité – idée que certains philosophes trouvent séduisante. Et au plan méthodologique, la proposition de Patrick Suppes n'est guère éclairante : autant les informations probabilistes sont souvent plus faciles à obtenir que les informations causales, autant ce n'est pas toujours le cas des informations temporelles. Par exemple, il semble clair que le prénom est antérieur à la mention au baccalauréat ; mais quand on cherche à relier un taux de chômage élevé avec une croissance économique faible, laquelle des deux propriétés est antérieure à l'autre ?

Dans une seconde famille de théories probabilistes de la causalité, on cherche plutôt à

préciser l'idée selon laquelle les causes rendent leurs effets plus probables. Être une cause de E, c'est rendre E plus probable dans les différentes sous-populations définies par les autres variables pertinentes. Autrement dit, le prénom « Irène » est la cause de l'obtention d'une mention « très bien » si et seulement si « Irène » rend cette mention plus probable une fois que toutes les autres informations pertinentes ont été prises en compte. Supposons pour simplifier que le capital culturel des parents soit la seule information de ce type (ce n'est en réalité pas le cas) ; cela signifie qu'« Irène » serait la cause de la mention « très bien » si et seulement si ce prénom rendait plus probable cette mention à la fois dans la sous-population des candidates culturellement favorisées et dans celle des autres candidates.

Est-il possible de caractériser de façon générale de telles sous-populations ? Le capital culturel a un effet causal sur la mention au baccalauréat, et le prendre en compte suffit ici à garantir l'analyse en termes de corrélation positive parce que nous avons supposé que, le prénom mis à part, il constitue la seule information pertinente. Autrement dit, nous avons supposé que, le prénom mis à part, le capital culturel est la seule autre cause possible de la mention. Et nous avons distingué seulement deux sous-populations homogènes vis-à-vis du capital culturel, celle des candidates culturellement favorisées et celle des candidates qui ne le sont pas. L'analyse pourrait être améliorée en décomposant plus finement la population en fonction du capital culturel : « Irène » causerait la mention « très bien » si et seulement si ce prénom

rendait la mention « très bien » plus probable dans toutes les sous-populations définies par les différents valeurs du capital culturel.

Admettons maintenant qu'il existe une deuxième cause possible de ce type, par exemple la fréquentation d'un lycée réputé. Il faut alors distinguer au moins quatre sous-populations, caractérisées par les propriétés suivantes : capital culturel élevé et lycée réputé ; capital culturel élevé et lycée non réputé ; capital culturel non élevé et lycée réputé ; capital culturel non élevé et lycée non réputé. « Irène » serait la cause de la mention « très bien » si et seulement si ce prénom rendait la mention « très bien » plus probable dans chacune de ces quatre sous-populations.

# 1948

La date du premier essai  
clinique randomisé  
ayant donné lieu à  
une publication scientifique

116 De façon générale, selon cette ligne d'analyse, C cause E si et seulement si C rend E plus probable dans toutes les sous-populations que permettent de définir les causes possibles de E autres que C (et, pour être précis, non causées par C). Cette idée a été introduite en 1979 par la philosophe britannique et américaine Nancy Cartwright. Puisque les sous-populations définies par les causes de E autres que C ne sont pas identiques aux sous-populations définies par les causes de C autres que E, cette analyse n'est pas symétrique. Cette démarche a été précisée dans les années 1980, en particulier par Nancy Cartwright elle-même. Elle a abouti à une analyse de la causalité que les philosophes considèrent comme satisfaisante.

Toutefois, même si elle constitue un progrès conceptuel, cette analyse de la causalité a ses limites. En effet, il est impossible de transposer directement les théories probabilistes de la causalité au domaine de la méthodologie scientifique : les scientifiques ne peuvent pas les utiliser comme seul guide pour identifier des relations causales à partir des corrélations qu'ils observent dans la nature ou dans leurs expériences. Pourquoi ?

D'abord, ces théories sont circulaires et, en conséquence, il est impossible de même commencer à mener la tâche visant à déterminer si C cause E. En effet, pour déterminer si

C cause E, il faudrait selon ces théories déterminer si C augmente la probabilité de E dans toutes les sous-populations définies par les causes de E autres que C. Pour déterminer si C cause E, il faut donc connaître toutes les autres causes de E : en d'autres termes, il faut connaître les causes de E pour déterminer quelles sont les causes de E ! Ainsi, les théories probabilistes de la causalité ne permettent pas à elles seules de commencer à acquérir des connaissances causales.

Ensuite, les théories probabilistes ne définissent pas de principe de clôture *a priori* qui viendrait délimiter l'ensemble des causes possibles d'un effet donné. Elles ne permettent donc jamais de savoir si l'on a identifié toutes les causes d'un effet E, ni par conséquent de savoir si l'on a identifié toutes les causes de E autres que C, ni donc d'établir que C cause E.

## TIRER DES CONCLUSIONS CAUSALES

En dépit de ces deux obstacles, on connaît au moins trois types de méthodes pour tirer des conclusions causales à partir de corrélations. Comment est-ce possible ?

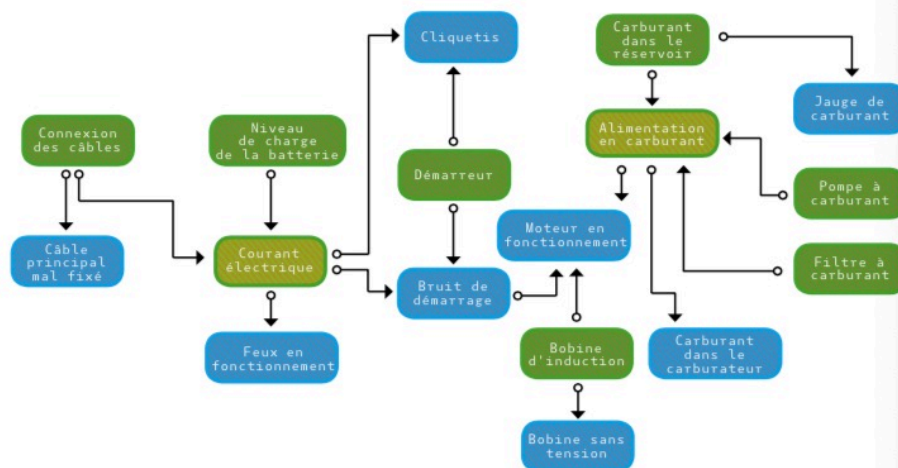
Le premier type de méthodes repose sur l'analyse suivante : ce que la circularité et l'absence de principe de clôture interdisent précisément, c'est de tirer des conclusions causales

à partir des probabilités dans des contextes où toutes les causes sont présentes en même temps, où personne n'agit sur elles et où le facteur C, dont on cherche à déterminer s'il est une cause de E, a le même statut que les autres causes de E. Or l'expérimentation permet d'éviter cela : la première stratégie consiste ainsi à intervenir sur le système étudié et à s'intéresser non pas à la probabilité de l'effet E quand sa cause supposée C est observée, mais à sa probabilité quand l'expérimentateur impose C.

C'est exactement ce qui se passe dans un essai clinique randomisé, où l'on administre à chaque participant soit le traitement étudié, soit un placebo, selon le résultat d'un tirage au sort. Les probabilités de guérison après une telle intervention permettent de déterminer si le traitement cause la guérison.

Plus précisément, admettons que le tirage au sort garantisse que les différentes sous-populations à considérer soient représentées de façon égale dans les deux groupes ; une probabilité supérieure de guérison dans le groupe ayant reçu le traitement implique que la probabilité de guérison est supérieure dans au moins une de ces situations, et donc que le traitement cause la guérison au sens des théories probabilistes (voir l'encadré page suivante). Ce résultat

**UN MODÈLE CAUSAL** relatif aux pannes automobiles permet de faire des prédictions probabilistes que l'on peut confronter aux corrélations effectivement observées. S'il est validé, ce modèle pourra servir par exemple au diagnostic des pannes (ici portant sur les éléments en vert foncé).



## Les liens de cause à effet directs ne se traduisent pas toujours en termes de probabilités

nœuds de ce graphe correspondent aux phénomènes pris en compte (le prénom, la mention, les causes de la mention...) et les flèches d'un nœud à l'autre représentent des relations de cause à effet.

118

En utilisant les théories probabilistes de la causalité, on tire des conclusions probabilistes d'un tel modèle. Si ces conclusions contredisent les observations, le modèle est rejeté ; si elles sont valides, il peut être considéré comme confirmé. Ici, le problème de la circularité et celui de l'absence de principe de clôture sont résolus dès lors que l'on définit un modèle causal. D'une part, en effet, tout modèle causal porte sur un certain nombre de phénomènes bien déterminés et, de ce fait, il véhicule une réponse à la question de la clôture laissée ouverte par les théories probabilistes. D'autre part, pour chacun des phénomènes qu'il représente, le modèle formule une hypothèse relativement à l'ensemble de ses causes. La circularité des théories probabilistes n'intervient donc plus.

Reste que l'expérimentation et l'hypothético-dédution ont chacune des limites. Un essai randomisé est rarement envisageable : par exemple, il ne l'est pas dans le cas du prénom et de la mention. De même, le succès des approches hypothético-déductives dépend largement des hypothèses qui auront pu être formulées.

Toutefois, des algorithmes développés depuis les années 1990 par les équipes de Judea Pearl, à l'université de Californie à Los Angeles, et de Clark Glymour, Peter Spirtes et Richard Scheines, à l'université Carnegie-Mellon, à

vaut même si l'on n'a pas identifié les causes de guérison autres que le traitement. Il n'est donc pas nécessaire d'identifier toutes les causes de E différentes de C en vue de déterminer si C cause E. Les deux obstacles que nous avons mis au jour, circularité et absence de principe de clôture, sont ainsi contournés.

Une deuxième stratégie émane d'une analyse un peu différente : les obstacles cités plus haut interdisent de tirer des conclusions causales à partir des seules corrélations, et en l'absence de connaissances causales préalables. En ce sens, ils interdisent d'induire des conclusions causales. Mais l'induction n'est pas le seul mode de raisonnement disponible : les méthodes du second type ont un caractère hypothético-déductif. Qu'est-ce que cela signifie ?

Pour déterminer si le prénom « Irène » cause la mention « très bien », un raisonnement hypothético-déductif débute par la formulation d'une hypothèse sur les causes de la mention (lesquelles pourraient inclure le capital culturel des parents, la réputation de l'établissement fréquenté, l'âge du candidat...) et sur les relations causales qu'elles entretiennent avec le prénom. Généralement, on nomme « modèle causal » une telle hypothèse, que l'on représente par un graphe (voir ci-dessous) : les



## Une première

... Le premier essai clinique randomisé ayant donné lieu à une publication scientifique a été mené en Grande-Bretagne en 1948. L'étude portait sur l'effet d'un antibiotique (la streptomycine) sur la tuberculose pulmonaire. Cent neuf patients, de 15 à 25 ans, ont été répartis en deux groupes, un seul recevant le traitement. La répartition a été effectuée selon une procédure aléatoire garantissant que deux patients du même sexe et relevant du même hôpital aient la même probabilité d'appartenir au groupe recevant le traitement. Cette procédure vise à répartir de manière similaire dans les deux groupes les autres facteurs que la streptomycine, le sexe et l'hôpital susceptibles d'affecter causalement l'évolution de l'état de santé des patients. Imaginons que, dans le cas considéré, il existe trois facteurs de ce type : l'âge, le régime alimentaire et le niveau culturel. Si chacun de ces facteurs est susceptible de deux modalités, huit situations peuvent se présenter. La randomisation (le choix aléatoire des patients à traiter parmi les participants à l'essai clinique) vise à faire en sorte que ces huit situations soient représentées de façon comparable dans les deux groupes (voir le graphique). Cette procédure est désormais la règle dans les essais cliniques rigoureux, qui doivent par ailleurs porter sur un nombre suffisant de patients pour que la randomisation soit efficace.



Pittsburgh, visent à contourner les obstacles que nous avons mis en évidence d'une façon qui soit à la fois observationnelle et inductive.

Ces algorithmes prennent pour entrée les corrélations entre phénomènes d'un ensemble préalablement fixé. Le problème constitué par l'absence de principe de clôture est donc résolu exactement de la même façon que dans le cadre hypothético-déductif : en isolant d'emblée un ensemble fini de phénomènes. Mais ici, aucune hypothèse causale n'est formulée. À partir des seules corrélations – les informations en termes de probabilités –, on construit tous les graphes susceptibles d'être le modèle causal correct pour l'ensemble de phénomènes considéré. L'obstacle de la circularité des théories probabilistes de la causalité est donc contourné.

## DES ALGORITHMES UTILES

Ces algorithmes font appel à une analyse un peu différente (et un peu moins satisfaisante) de celle qu'utilisent les théories probabilistes circulaires, avec la conséquence importante que des informations purement probabilistes suffisent à déterminer si deux phénomènes de l'ensemble considéré ont un lien de causalité direct, sans l'intermédiaire d'un autre phénomène.

Cependant, l'analyse qui fonde ces algorithmes admet des contre-exemples, qui ont fait l'objet d'un vif débat dans les années 2000. Notamment, elle suppose que la relation de cause à effet n'est jamais symétrique, là où nous aurions envie de dire que, par exemple, un système immunitaire déprimé est à la fois cause de la maladie et causé par celle-ci.

Un autre défaut est qu'elle suppose aussi que les relations causales directes se traduisent toujours dans les probabilités, ce qui n'est pas le cas. Par exemple, un meilleur état des routes cause à la fois directement une diminution des accidents et indirectement leur augmentation, en entraînant une augmentation de la vitesse, et il est possible que ces deux effets se compensent exactement. Dans ce cas, l'état des routes n'est pas corrélé au nombre d'accidents, alors qu'il existe des relations de causalité. Or les algorithmes en question concluraient à l'absence d'effet causal direct de l'état des routes sur le nombre d'accidents.

La conception de la causalité véhiculée par ces algorithmes n'est donc pas complètement satisfaisante. En outre, le diagramme produit

par ces algorithmes est souvent ambigu : il représente plusieurs graphes causaux entre lesquels les algorithmes ne tranchent pas. Mais les contre-exemples restent exceptionnels, en particulier si l'ensemble de phénomènes considéré est soigneusement défini, et l'ambiguïté ne nuit pas à la correction. Ces algorithmes peuvent donc être utilisés en sciences et ils le sont, principalement à titre exploratoire et dans des contextes où beaucoup de données, mais peu de théories, sont disponibles. Cela a par exemple été le cas dans une étude publiée en 2004 sur les causes de la mortalité infantile aux États-Unis.

En somme, les réflexions philosophiques n'ont pas seulement permis de caractériser la causalité en termes de corrélations. Elles nous permettent aussi de comprendre pourquoi il est difficile d'identifier les relations de cause à effet sur la base de prémisses probabilistes et de faire apparaître les différentes méthodes qui existent pourtant comme mettant en œuvre des stratégies de contournement différentes. Les arbitrages qui sous-tendent le choix de l'une de ces méthodes en pratique sont ainsi clarifiés.

### — L'autrice —

→ **Isabelle Drouet** est maîtresse de conférences à l'université Paris-Sorbonne, où elle enseigne la philosophie des sciences et la logique.

### — À lire —

→ Le blog de Baptiste Coulmont : <http://coulmont.com/blog/>

→ **I. Drouet**, *Causes, probabilités, inférences*, Vuibert, 2012.

→ **C. Hitchcock**, Probabilistic causation, in E. N. Zalta (dir.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2012.

→ **N. Cartwright**, Are RCTs the gold standard?, *BioSocieties*, vol. 2, pp. 11-20, 2007.

→ **G. Marshall et al.**, Streptomycin Treatment of Pulmonary Tuberculosis, *BMJ*, vol. 2(4582), pp. 769-782, 1948.

↑ UN SIMPLE TIRAGE à pile ou face soulève des questions d'interprétation sur la probabilité attribuée au résultat. Par exemple, cette probabilité est-elle la fréquence relative des piles (ou des faces) obtenues lors d'un grand nombre de lancers? Ou bien est-elle une mesure de notre ignorance de la trajectoire précise qu'aura la pièce et du côté sur lequel elle tombera, en fonction des conditions physiques du lancer?

