

La philosophie des sciences (HUM206)

Séance 1

A- La révolution galiléenne

On a tendance à croire nos observations, nos perceptions immédiates, communes, sont objectives. Or nos perceptions contiennent souvent des théories spontanées, préscientifiques. L'observation a constitué pendant longtemps une vraie barrière à la science (exemple avec Copernic, le premier à penser « en dehors du centre du repère », à voir que le Soleil ne tourne pas autour de la Terre, mais que la Terre tourne autour du Soleil).

Deuxième problème : les propriétés sensibles des objets sont relatives, non pas absolues. Elles dépendent du sujet qui en fait l'expérience. Ainsi la sensation peut varier d'une personne à l'autre. Il ne faut quand même pas les négliger. Malgré leur non-contenance de ce qu'il faut pour faire de la science, elles donnent quand même des informations utiles pour nous. Le feu brûle, on le sent. Un truc qui a pas l'air bon, ou qui n'est pas bon, ne convient probablement pas à notre corps et il vaudrait mieux ne pas y toucher.

Terme pompeux : ***obstacle épistémologique*** (Gaston Bachelard).

Autre exemple : la perception des couleurs, entre les daltoniens et la vision « normale ». La couleur d'un objet est très loin de nous révéler des informations objectives dessus.

Autre exemple : la sensation de chaleur. Cette dernière est subjective ! On a tous des thermorécepteurs sous notre peau, puis des nerfs pour acheminer l'information. Mais on n'a pas d'information parfaite sur la température actuelle. On n'a pas la même densité de thermorécepteurs partout sur le corps (beaucoup plus au niveau du scalp, du cou, que sur les mollets par exemple, et pour s'en convaincre il suffit de s'imaginer rentrer dans la mer).

A ce sujet, on peut constater que l'épreuve d'une sensation (Charlotte en primaire, avec les trois bassines d'eau : d'abord elle met MG dans BC et MD dans BT -> la BT donne une sensation froide. Puis elle met MG dans BT et MD dans BF -> la BT donne une sensation chaude. Peut-on croire nos sens ?) n'a que l'air d'être objective.

Autres exemples : on peut dire ce qu'on a dit précédemment sur la saveur, l'odorat...

Début de réponse au XVIIe avec John Locke. On distingue :

- **Qualités secondes** : sensations, perceptions : couleur, saveur...
- **Qualités premières** : propriétés fixes, objectives de phénomènes : durée, forme...

Galilée s'intéressait à la chute des corps de façon plus quantitative que qualitative. Pour cela, il utilisa un plan incliné sur lequel il faisait rouler des billes de métal. Expérience objective, mais

matériel pour l'interpréter assez subjective : on utilisait son pouls comme métronome, il comptait à voix haute. Il trouva assez bien que $D \propto t^2$. On est encore au XVIIe siècle. Faut-il le féliciter d'avoir procédé à des mesures ?

Quand on demande à un enfant ce qu'est le poids, la masse, il va nous répondre « quand c'est lourd ». C'est avant tout une sensation, musculaire. Si on a un bras plus musclé que l'autre, on est immédiatement dans la subjectivité. La sensation qualitative doit être passée à la qualité mesurable... On a besoin d'instruments, de « quantificateurs » pour fixer objectivement ce qui n'est qu'une sensation, une qualité vécue. On généralise un concept pour le rendre scientifique. On remplace une qualité vécue par une quantité mesurable. Le monde nous apparaît par des sensations, qu'il faut objectiver.

L'idée est d'unifier, par une simple équation, une infinité de phénomènes. Comme si cette équation gouvernait des phénomènes matériels. Une relation mathématique, un rapport numérique dirige littéralement un évènement physique.

Kepler également était perplexe par rapport à ses propres lois. Comment une relation numérique pouvait gouverner l'évolution future d'un objet comme une planète ? Les mathématiques redeviennent à cette époque, le XVIIe, l'outil principal de la connaissance physique. On se demande si Dieu n'a pas créé le monde avec des relations mathématiques.

La grandeur de Dieu se voyait pourtant plutôt dans les miracles, dans les violations, dans les exceptions infligées à l'ordre naturel. Mais à cette époque, Newton, Galilée, Huygues, les savants tentent de comprendre l'ordre divin du monde à travers des régularités. Torricelli disait qu'il « existe deux livres divins : la Bible et la Nature ». Déchiffrer le grand livre de la Nature, c'est être pieux. Faire de la physique, l'interpréter mathématiquement, c'était être pieux.

Les savants considèrent que l'objectif de la science, cet objectif de découvrir la recette du monde, se fait par la recherche et l'identification des rapports numériques derrière les choses. Galilée disait que l'Univers est un livre immense écrit en langage mathématique. « Les caractères sont des triangles, des cercles, et d'autres figures géométriques sans intermédiaire desquelles il est humainement impossible d'en comprendre un seul mot. »

CF Monsieur Phi : l'influence néfaste d'Aristote sur l'histoire des sciences. Chez les Grecs, la Terre était ronde, on le rappelle. Aristote expliquait que tous les corps tendent à regagner leur lieu naturel. Il distinguait les graves (qui allaient vers le centre de la Terre, qui chutent), et les légers (qui repartaient vers la voûte céleste, comme la fumée). Pourquoi, maintenant qu'on sait pourquoi ça tombe, ça accélère ? Eh bien tout simplement, plus on se rapproche du point d'arrivée, du naturel, plus on hâte le pas.

Ce genre de considération est aujourd'hui évidemment vu comme très qualitatif, sans vérification. Aristote faisait plutôt de la science que de la philosophie. Faisait-il des prédictions ? En partie. Le problème est surtout dans le biais de « chaque corps veut regagner chez lui ». Une pierre a-t-elle vraiment une envie de retourner chez elle ? Projeter son humanité sur les objets,

ça s'appelle l'anthropomorphisme. La table qui frappe l'enfant est méchante, le vent souffle et le soleil se couche. Aristote conférait aux pierres une envie de regagner l'endroit d'où elles sont issues, une envie pourtant humaine.

B- La « méthode expérimentale »

Nous nous déplaçons au milieu du XIXe siècle. Les lois fondamentales du mouvement sont bien connues, et notamment bien appliquées au mouvement des planètes. A l'époque on ne connaît pas Neptune, mais on connaissait Uranus. Et parfois, Uranus avait un mouvement qui ne correspondait pas aux prédictions. C'est à Urbain le Verrier (un français) que l'on doit l'hypothèse d'une autre planète qui, lorsqu'elle est à proximité d'Uranus, modifie légèrement sa trajectoire. C'est le même processus qui a été appliqué à Mercure pour la découverte de la relativité restreinte par Albert Einstein. La trajectoire était elliptique mais penchait parfois très légèrement, enfin bref c'est un autre niveau de précision / de physique.

Les trois temps classiques de la méthode expérimentale :

1. L'observation des faits : *le progrès scientifique commence par une observation qui suscite la curiosité ou contredit ce que l'on pense.*
2. La formulation d'hypothèses : *le scientifique n'est pas qu'un simple comptable de phénomènes. La théorie de l'évolution de Darwin est un bloc complet, celle de Le Verrier est sur une planète, celle de Galilée sur une seule équation.*
3. La vérification des hypothèses par l'expérience, l'expérimentation : *On teste l'aspect prédictif de l'hypothèse. Parfois, ça n'est qu'une observation (Le Verrier), parfois c'est juste un montage ou une simulation, et même des tests à très longs termes.*

D'un point de vue philosophique, la simulation n'a pas vraiment sa place dans le 3. Puisqu'on oppose alors une hypothèse à une construction humaine, alors qu'on aimeraient au contraire confronter une hypothèse (une construction de l'esprit, finalement) à la nature elle-même, au réel, de confronter notre esprit au monde physique sensible.

C'est bien l'accord avec le réel qui est le critère ultime de la vérité pour une théorie dans les sciences de la nature. En mathématiques pures, ce n'est pas le cas ! Une hypothèse magnifique qui ne peut pas être vérifiée n'a pas de valeur. Il faut la montrer. En mathématiques, une conjecture qui fonctionne sur 870308 cas mais qui n'a pas été montrée n'est pas un théorème valide ! Il faut la montrer dans le cas général...

C- Carnap, l'Empirisme (La construction logique du monde, 1928)

On va parler du cercle de Vienne, et du courant français de l'empirisme (aujourd'hui existe encore sous le nom d'empirisme logique) représenté par Carnap, Claude Bernard... On va mettre de côté les mathématiques pures. Passons à la science. Comment tracer la frontière entre les sciences et le reste ?

Pour Carnap, la grande force de la science est qu'un énoncé scientifique, même extrêmement abstrait, théorique, peut être ramené à des énoncés d'observation, qui le valident de façon incontestable. Voilà la caractéristique distinctive de la science. Comment ce fait-ce ? Un mot employé dans un énoncé scientifique se traduit en termes expérimentaux. Un triangle ? Un truc à trois côtés. Un acide ? Une solution avec un certain nombre de H_3O^+ par unité de volume. Un aimant ? Si de la limaille de fer à proximité est attirée. Il faut qu'il y ait des termes opératoires caractérisant le terme théorique.

On a des énoncés et des associations de termes de type attribut (acide), substantif (aimant), relation (plus dur que, en rayant les matériaux entre eux) ... Enoncés simples, publics, sur lesquels tout le monde peut s'entendre. Carnap les appelle des **énoncés protocolaires**. La force de la science est cette clarté parfaite, cette possibilité de ramener la science à des faits objectifs.

Le langage humain est profondément imparfait, mais la science permet de n'employer des termes à contrepartie expérimentale. Un langage abstrait, beaucoup plus parfait. Un énoncé scientifique ne peut comporter que des termes **logiques**, des termes **d'observation** (type le précipité est rouge, l'aiguille au nord...) et enfin des termes **théoriques** (gène, quark...)

Comprendre, c'est savoir comment vérifier : un énoncé invérifiable est dépourvu de sens, de sens scientifique. Le « *lastthursdayism* » n'est donc selon lui pas scientifique. Un énoncé scientifique doit aussi fournir la manière de le vérifier. Quel est l'objet le plus haut ? Il suffit de mesurer les objets hauts et de trouver le plus haut. De quelle couleur est le nombre cinq ? Selon Carnap, cette question n'a pas de sens. Il explique qu'il est impossible d'envisager une procédure publique répondant à la question. Vos idées sont-elles en train de petit-déjeuner ? Idem. Quel est le nombre de faces de cet objet ? Là on a une procédure. Ces faux énoncés, ces coquillages, sont appelés des pseudo-énoncés. Il faut que l'assertion soit vérifiable.

Il y a une exception : « Le chiffre 5 existe-t-il ? » réponse : non, c'est une construction humaine. Pourtant... En fait, Carnap classe ces questions comme externes. Les questions précédentes sont internes, des questions sur les sciences expérimentales. Mais les questions sur l'existence des nombres et plutôt sur les mathématiques en tant que telles sont qualifiées d'externes.
Découvre-t-on les mathématiques, ou les invente-t-on ?

Un jugement de valeur n'est pas un énoncé descriptif. Seuls sont autorisés les énoncés sur la description de l'état du monde. Chez Carnap, on constate donc un **rejet de la métaphysique**.

Les théories de Platon, de Saint Thomas d'Aquin, tout ça, principalement du pseudo-énoncé. Nous ne pouvons songer à aucune procédure pour savoir si les phrases proférées par les métaphysiciens sont valides ou non. On ne peut pas les réduire à des énoncés d'observations. Une trop grande partie du lexique métaphysique est impossible à rendre signifiant : l'essence, l'être en soi, l'inconditionné, l'essence...

D- Popper (*La logique de la découverte scientifique*, 1934)

Où est la science ? Qu'est-ce que la science ? A son époque, il y avait quelques bouleversements politiques et doctrinaux qui ont bouleversé la pensée commune. On avait notamment l'idée de la relativité ! A petites vitesses ça marchait bien, à grande vitesse il fallait rajouter un racine de $1-v^2/c^2$... Ce qui fut vérifié avec la courbure des rayons du soleil pendant une éclipse.

◆ On peut toujours douter de l'état des connaissances à l'état de l'art. Il y a des limites à la vérification ! Qui sait, peut-être un jour que l'on vérifiera les propriétés thermiques qu'on connaît de la thermodynamique avec les lois de la cinématique ! Ce que disait Popper : *Toute théorie, y compris la mieux vérifiée, ne représente que l'état des connaissances à un moment donné, et aucune vérification ne peut valider une théorie de façon définitive.*

Alors qu'en mathématiques pures, les démonstrations sont vraies, toujours. On a eu toutefois des bouleversements en mathématiques comme l'apparition de ces maudits irrationnels chez les grecs. Mais les démonstrations dans la géométrie euclidienne, dans les axiomes euclidiens, sont toujours vraies 2300 ans plus tard.

◆ Falsifier plutôt que vérifier : on peut montrer expérimentalement l'inexactitude d'une théorie par l'expérience. Ainsi, *Il est toutefois possible d'écartier avec certitude une hypothèse lorsque l'expérience la dément, la « falsifie ».*

◆ Popper ne pense pas que nous puissions détenir des théories complètes, parfaites, ou définitives. Toute théorie n'est que provisoire. Justement, ce que nous pouvons faire de mieux, c'est de sans cesse essayer de falsifier nos théories pour les faire résister le plus longtemps possible. Cela contredit d'ailleurs exactement Neil DeGrasse Tyson : "the good thing about science is that it's true, whether you believe it or not".

◆ Le problème c'est que beaucoup de théories sont infalsifiables et donc s'excluent elles-mêmes du champ de la science. Exemple de psychanalyse de comptoir : un homme ayant eu une mère assez corpulente va-t-il préférer quand il sera adulte ? On trouve 78% de oui. Qu'en dit le psychanalyste de M6 ? « Oui c'est logique, il y a un écho de la mère dans les autres femmes blablabla... » Maintenant, imaginons que quelqu'un ait finalement raté l'entrée des données. Finalement, les données ont été inversées, et en fait c'était 78% d'hommes dont la mère était corpulente qui préféraient les femmes minces. Eh ben le même psychanalyste (on est sur M6 c'est en différé) pourra dire « Mais l'adulte lui cherche l'altérité, l'expérience de l'étrange, voilà pourquoi il cherche autre chose que les femmes corpulentes... »

Moyennant un peu d'ingéniosité interprétative, le psychanalyste va pouvoir dire une chose et son contraire. Il adapte la théorie, suffisamment souple, aux données offertes. Si l'énoncé s'adapte à tout résultat, il ne s'agit pas de science ! Il n'y a pas de falsifiabilité ! Une théorie qui explique trop de choses est pire que non scientifique... Une théorie qui n'adapte à toute objection c'est vraiment le pire. Les psychanalystes ne sont pas des charlatans, c'est simplement que des théories qui sont « immunisées » à toute objection ne sont pas scientifiques. Voilà ce

que Popper appelait le **rejet de l'immunisation**. Dans le champ des sciences humaines, certaines théories semblent capables d'expliquer toute chose et son contraire. Voire de s'immuniser contre toute attaque. Il y a une parade à tout, elle se rend volontairement infalsifiable, elle ne cherche pas du tout à avoir tort, et c'est justement ce qui l'exclut de la science. Une doctrine suffisamment flexible pour se rendre infalsifiable (au lieu de faire l'effort de se rendre falsifiable) n'est pas considérable comme de la science.

CF Texte de Karl Popper : *Conjectures et Réfutations*, 1963.

Wolfgang Pauli, un des pères fondateurs de la physique quantique, dit d'un mauvais article scientifique qu'il n'était « même pas faux » en sortant d'une conférence.

La philosophie des sciences (HUM206)

Séance 2

A- Kuhn : La structure des révolutions scientifiques, 1962

La notion la plus célèbre introduite par Kuhn est celle de paradigme : dans chaque période scientifique, il existe des **périodes** dites « **normales** » pendant lesquelles les chercheurs adhèrent à un ensemble de croyances, de pratiques transmises par éducation. Cela peut comprendre la terminologie utilisée, la manière de raisonner, les instruments utilisés, l'éducation prodiguée... **Cela constitue un ensemble d'idées qui semble aller de soi, un peu comme une matrice disciplinaire, une certaine façon de se représenter le réel, qu'on appelle un Paradigme.**

Kuhn explique que les paradigmes non entièrement explicites permettent de dessiner les limites du **pensables** et du **praticable**. Le paradigme newtonien se fait bien sentir pour la théorie de l'électricité, et notamment de l'électrostatique (attraction entre deux corps, une constante, une certaine façon de représenter les choses...). Des chimistes également ont tenté de faire un tableau d'attraction entre corps, de familiarité entre éléments. Disons que l'attraction à distance entre des corps est devenu la métaphore préférée des interactions inter-corpusculaires à cette époque pour les physiciens.

Les scientifiques travaillent donc toujours à l'intérieur d'un paradigme, ils explorent la physique à l'intérieur d'un cadre général fixé. Le travail des scientifiques pendant une période normale consiste à valider des théories, les simplifier, les reformuler, les appliquer, mais tout cela dans un cadre recherche dont on ne déborde pas.

Cependant, dans l'histoire des sciences, on voit bien que dans un paradigme, certaines anomalies n'arrivent pas à être levées. Certaines choses ne vont plus de soi, les théories peinent à faire face à toutes les critiques, le paradigme ne satisfait plus. Alors on entre dans une **crise scientifique**, épisode pendant lequel les débats s'enflamme, avec parfois des théories fantaisistes. La nouvelle théorie se trouve parfois soutenue pour de mauvaises raisons, des résultats expérimentaux restent obscurs longtemps alors que l'expérience est cruciale...

Lors d'une **crise scientifique**, le changement de paradigme n'est pas un processus entièrement rationnel, mais plutôt une forme de conversion (pavé dans la mare de l'histoire scientifique par Kuhn : un terme religieux au milieu des sciences empiriques ? Mais où va-t-on...) collective s'expliquant aussi par des facteurs non scientifiques : renouvellement générationnel des scientifiques suite à la retraite / mort des précédents, la nouvelle théorie semble plus prometteuse... En fait, le processus n'est pas instantané, ce n'est pas comme si tous les scientifiques d'un coup, face à une théorie nouvelle, en venaient tous à la considérer comme la raison pour laquelle l'ancien paradigme est maintenant démodé. Dans les faits, le changement

de paradigme de fait de façon très progressive, avec des changements de camp sur un terme assez long, et sans convaincre de toute façon tous les partisans de l'ancienne physique.

Exemple : expérience de Michelson et Morley pour départager Einstein contre Lorentz.

Cependant, tous les exemples ne sont pas aussi édifiants que celui-là : lorsque la méthode expérimentale vient contrecarrer un paradigme précédent, on ne sait pas quoi abandonner de la théorie précédente. **Qu'est-ce que l'expérience vient d'invalider** ? Les équations ? Les méthodes, la manière générale d'aborder le problème ? De plus, réaliser une expérience demande toujours d'admettre, d'accepter un cadre minimal de réalisation (ne serait-ce que les instruments utilisés) qui permet d'assurer une marge de manœuvre et d'interprétation.

En général, dans les ouvrages de vulgarisation, on nous explique que la relativité restreinte d'Einstein a permis d'incorporer agréablement la mécanique newtonienne, que cette dernière n'était qu'une approximation de la seconde aux basses vitesses, et que finalement la cinématique Einsteinienne allait de soi. Or, explique Kuhn, en se penchant sur les deux théories, on se rend compte que les deux théories ne parlent déjà même pas de la même chose. La masse relativiste est l'effet d'une relation entre l'objet et le système de coordonnées, et peut varier sans la moindre interaction physique. En parallèle, la masse newtonienne est invariable, elle représente la quantité de matière, fixe. Ce n'est qu'un des exemples de non-compatibilité.

Kuhn qualifie les paradigmes d'incommensurables, de non mesurables de l'un à l'autre. Qu'il n'existe pas de traduction directe, ni de « relation d'ordre », de hiérarchie entre deux paradigmes. De plus chaque langue jette une sorte de filtre de perception sur le monde. Différence avec la séance 1 : Carnap et les Viennois avaient le vieux rêve d'une langue transparente parfaite scientifique et objective. Alors que Kuhn voit les paradigmes comme des langues régionales qui jettent un filtre sur le réel, et qu'on ne peut pas traduire l'une à l'autre comme cela à cause de toutes les expressions propres à chacune... (théorie newtonienne, théorie des champs de Maxwell, théorie quantique... autant de prismes pour voir le monde).

L'idée est quand même de résoudre des énigmes expérimentales : les paradigmes successifs tendent quand même à résoudre de plus en plus d'anomalies observées et non expliquées par des théories antérieures : problème dans l'orbite d'Uranus ? Le Verrier imagine dans le cadre de la mécanique newtonienne une autre planète déformant cette orbite, qu'on n'aurait pas encore découverte : voilà comment Neptune a été découverte. Problème dans l'inclinaison de l'ellipse orbitale de Mercure ? Einstein imagine dans le cadre de sa relativité restreinte [une explication] et elle s'avère justifiée et qui explique cette anomalie dans l'orbite.

Plus virulent que Kuhn, Feyerabend est un auteur assez virulent, qui essaye à travers son livre *Démonter la méthode* de prôner un anarchisme de la connaissance scientifique.

Holisme (de holón, en grec) de Pierre Duhem et William Quine, qui signifie que le tout prévaut sur les parties.

B- La sociologie des sciences

La postérité de Kuhn a été apparemment importante dans la sociologie des sciences que dans les textes (dont le contenu fut) évoqués précédemment. David Bloor, Steven Shapin, Barry Barnes pour n'en citer que quelques-uns. On notera juste qu'un paradigme devient en fait universel par l'universalité de ses modes de validation. *Autant de choses le valident, c'est donc qu'il doit en valider encore plus.*

Les contraintes extérieures sont complètement négligées par ces sociologues scientifiques, ce qui est une aberration, puisque ces chercheurs étaient bien ancrés dans la réalité, cet endroit où des gouvernements peuvent se désintéresser de la science, où la diriger pour l'emmener dans un endroit où ils ne voulaient pas aller... Il ne faut pas séparer la science de son influence sociale. Les facteurs sociaux constituent plus des obstacles qu'autre chose. Il faut évidemment prendre en compte le fait que les scientifiques sont des professionnels d'un domaine, et donc que c'est un milieu qui comporte des intérêts et des acteurs dont il faut prendre connaissance avant la rédaction de n'importe quel article. Certains paradigmes ont tenu plus longtemps parce que certains acteurs puissants y tenaient ou autres...

Les journalistes des sciences, ceux qui rédigent les histoires des sciences, ne sont pas objectifs. Un journaliste convaincu du nouveau paradigme ne va pas observer le changement de paradigme sans être biaisé. Il ne faut pas laisser biaiser les comptes-rendus par l'avancée à un point donné de la science.

Bernard Latour expliquait qu'il faut observer les chercheurs dans leur lieu de travail, les observer comme si on observait une ethnie exotique. Il ne faut pas se laisser biaiser par notre référence de pensée. Les connaissances scientifiques sont un ensemble de croyances partagées par un groupe social, étiqueté universel.

Voilà ce qu'est le **principe de symétrie, une exigence de méthode de sociologie des sciences**. Une sociologie impartiale, autrement dit bien pratiquée, doit analyser de la même façon les croyances gagnantes et perdantes, et cela s'applique aux théories scientifiques. La science ne doit pas être considérée comme une savoir singulier. Il convient de l'aborder comme un ensemble de pratiques exotiques, débarrassé de tout préjugé. Il faut entrer dans les deux groupes d'étude avec la même grille d'analyse.

Et justement : **la clôture des controverses est un bon champ d'études sociologique**. En effet les controverses scientifiques permettent de distinguer de grands processus sociaux. On remarque notamment que de nombreux débats sont clos non par la force d'un argument définitif, mais juste par le consensus d'un petit groupe de spécialiste faisant autorité.

Un exemple développé : les prismes de Newton

Le montage est simple: une lumière blanche qui rentre dans un prisme, permet d'étendre spatialement le spectre de la lumière blanche, puis on fait passer l'ensemble dans une plaque de verre laissant passer uniquement le jaune, avant de faire repasser ce dernier dans un dernier

prisme pour constater la déviation engendrée par les réfractions successives, et surtout que la lumière jaune (jaune juste pour l'exemple) n'est pas rediffusée spatialement ! Il n'y a pas un nouveau spectre...

A la même époque, un autre scientifique, Hooke, a également une démonstration expérimentale à sa théorie, mais avec des instruments complètement différents de Newton. A la fois la théorie et l'instrumentation sont complètement différentes.

Schaffer essaye de montrer en quoi l'expérience de Newton n'invalide aucune théorie concurrente : on se base pour la suite sur son livre. A cette époque, Hooke, Mariotte et d'autres savants (notamment un établissement jésuite à Liège) tentent de reproduire l'expérience de Newton, là où lui refuse d'autres expériences, prétextant que la sienne suffit. Hooke y arrive, mais propose une interprétation complètement différente de Newton. Mariotte n'y arrive pas, les savants jésuites non plus. S'ensuit un débat entre ces derniers et Newton : il apporte des précisions sur le sujet, notamment que les prismes doivent être convexes, et leur envoie de schémas sur comment l'expérience doit fonctionner. Il finit par dire que les jésuites n'utilisent pas les bons prismes.

Hooke finit par mourir environ au moment où Newton devient président de la Royal Society, et fait imprimer un gros livre sur sa théorie (Optics) dans lequel il explique (d'une manière encore différente) ses travaux, notamment qu'il faut mettre des rubans noirs sur les côtés des prismes et qu'il faut que ces derniers soient plats (et non convexes...). Aucune mention des jésuites, ni de Mariotte, mais de Hooke. Bref, il élimine ses détracteurs.

L'opposition est reprise par Leibniz qui suit les travaux de Mariotte, mais il n'arrive à rien non plus ce qui finit pas permettre une diffusion plus large des croyances de Newton sur le continent. (Rappel, Newton était anglais)

Une nouvelle controverse éclate à Venise, un endroit pourtant reconnu pour la qualité de ses verreries, et donc de ses prismes. Newton échange avec Rizetti, à l'origine de la controverse, mais n'arrive pas à résoudre le problème avant sa mort en 1727. Alors la Royal Society trouve à Venise des alliés dans lesquels ils vont en élire un à la Royal Society pour reprendre le flambeau de Newton...

Schaffer en tire plusieurs conclusions : tout d'abord, on ne sait toujours pas au terme de cette controverse de preuve stricte. Il y a juste une standardisation progressive de l'instrument permettant de reproduire l'expérience. Newton a réussi quand même à diffusé son savoir-faire, son protocole, à travers l'Europe.

Deuxième chose : Newton fait exactement le contraire de ce que Popper nous a raconté. Newton n'a jamais cherché à se critiquer, à savoir où il a tort, à ne pas être prêt à abandonner sa théorie. Il a préféré se battre pour sa théorie, à ne jamais lâcher quitte à prétexter des expériences mal réalisées ou des instruments mal réglés.

Troisième chose : les circonstances de la production de la théorie ont été complètement effacées. Or il vaut mieux que les souvenirs de la controverse soient perdus pour qu'une théorie gagne en universalité...

Parallèle entre cette controverse et celle entre Wegener / Holmes / Argand et Kelvin / Jeffreys / Willis sur la Pangée, la tectonique des plaques, la géologie de l'époque. La théorie fut exposée années 20-30 mais acceptée largement seulement à partir des années 60-70 !

Quelques remarques sur l'impureté des observations : pour être intégrés à la méthode expérimentale, les instruments de mesure supposent la maîtrise d'autres théories plus ou moins complexes, autrement dit **d'hypothèses qu'il faut préalablement ou tacitement accepter**. Cela revient à dire qu'il faut **accepter une théorie pour essayer d'en valider une autre**. C'est là qu'on voit que la physique quantique, pour laquelle l'expérience est si cruciale et pourtant si complexe (probabilités etc...), est une véritable révolution par rapport aux autres champs de la science.

C- Faut-il se résigner à l'instrumentalisme ?

On se rappelle d'Aristote qui expliquait que les corps cherchaient à regagner l'endroit d'où ils sont issus. Galilée et Newton proposaient une autre explication, celle des masses et de la gravité... Finalement il faut distinguer le comment et le pourquoi. Pourquoi les corps tombent serait la question posée par Aristote, là où Galilée répond plutôt à Comment les corps tombent.

Qu'est ce qui nous empêche alors d'accepter le fluide transcendental pour la trajectoire d'Uranus ? La non-prédicтивité de cette théorie. Il faut donc admettre que l'on accorde plus de valeurs aux théories qui valident mieux et plus de choses. Les lois scientifiques n'ont en fait pas pour vocation d'exprimer le secret ultime des choses, mais plutôt les relations entre les phénomènes ou leur évolution dans le temps. Mais comme on vient de le dire, lors de l'affrontement entre deux théories, la gagnante est celle qui autorise les meilleurs / le plus de prédictions. La **capacité prédictive d'une théorie** est donc là où réside sa valeur.

Du point de vue instrumentaliste, toute théorie n'est justement qu'un modèle plus ou moins mathématisé qui permet d'ordonner nos observations, ça n'est en fait qu'un outil. Une théorie n'est pas censée être plus ou moins vraie, n'est pas censée représenter la réalité, mais simplement à compacter les données et les prédictions.

Exemple : l'équation de Schrödinger sur la fonction d'onde psi. Les instrumentalistes ricanent en voyant la présence du i complexe dans l'équation. Il est facile d'ironiser pour les instrumentalistes en voyant cet i, un pur artifice mathématique, pour décrire du réel. Un instrumentaliste dira simplement que cette équation est une partie d'une théorie n'étant qu'un modèle plus ou moins mathématisé. On notera juste le rejet du concept classique de vérité chez les instrumentalistes, de sorte de tissu interprétable par les hommes parfaitement.

En fait, ce qu'on ne perçoit pas ne nous dérange pas tellement tant qu'on sait que l'on peut le voir d'une autre manière : une balle de fusil est peut-être invisible par sa vitesse à l'œil nu, mais avec une caméra qui peut ralentir assez les images par secondes, on pourra la voir. La

mécanique quantique c'est pareil : on ne peut pas voir les choses, elles sont trop petites. Mais les chambres à bulles, à brouillard permettent de voir les désintégrations. La cinématique des gaz, peut-être plus tard, on la connaîtra parce qu'on observera le mouvement fin des particules.

Ce qui est très étrange, c'est qu'on ne pourra jamais, en admettant que la théorie quantique reste vraie, filmer un électron. Et ça c'est badant. En physique quantique en fait, il y a une véritable catastrophe de probabilités : quantité de mouvement, position ne sont définies qu'à une probabilité près. L'équation de Schrödinger, les équations d'incertitude d'Heisenberg, elles peuvent être aussi précises que l'on veut, on ne pourra pas aller plus près de la vérité.

Les grands théoriciens de la physique quantique, Heisenberg, Pauli, Bohr, se sont opposés aux instrumentalistes. N'essayons pas de faire une théorie des choses elles-mêmes, mais de ce que l'on peut en dire ! On veut calculer des résultats de collisions entre particules à partir d'un modèle mathématique très complexe basé sur des observations d'autres choses. La théorie ne se veut pas observatrice mais juste prédictive des systèmes étudiés par des équations. La sauce quantique est compliquée. Selon l'interprétation usuelle, la mécanique quantique ne veut pas dévoiler en fait l'état des choses considérées, seulement rendre possible des calculs prédictifs sur certaines observations. En physique quantique, il ne faut jamais séparer la particule de l'instrument observer. Il faut abandonner, selon Heisenberg, l'idée d'un réel indépendant de nous.

D- Conclusion avec la visite chez Bohr

Un scientifique de renom (nom perdu) visitait la maison de Bohr, mais en arrivant devant, il remarque un fer à cheval porte-bonheur accroché à sa porte. Alors il lui demande tout de suite si lui, Niels Bohr, grand scientifique, croit en ce genre de choses ! Ce à quoi Bohr répond qu'il n'y croit évidemment pas. Alors l'invité insiste et lui demande pourquoi il le met, ce fer à cheval, s'il ne croit pas en ses bienfaits. Et Bohr lui dit alors : « Il paraît que ces trucs—là marchent même si tu n'y crois pas, alors... »

La philosophie des sciences (HUM206)

Séance 3

A- Déterminisme et liberté

Les mêmes causes produisent les mêmes effets. On commence par le déterminisme universel de [Pierre Simon de] Laplace : la physique classique prévoit que les choses évoluent toujours selon les mêmes lois. Avec les mêmes conditions initiales, invariablement, on obtiendra les mêmes résultats. Par définition, ceux qui croient en cette théorie sont les déterministes.

Définition : cause finale := pourquoi l'oiseau a-t-il un corps si aérodynamique ? Parce qu'il est fait pour voler. C'est une explication finaliste, l'oiseau n'est pourtant pas aérodynamique. C'est tout à l'honneur de Darwin de s'être séparé de cette théorie pour celle de l'évolution.

Etude de l'extrait d'*Essai philosophique sur les probabilités* : ce n'est pas parce que la prédiction est impossible en pratique, ou que nous n'avons pas encore atteint un niveau suffisant de connaissances que l'on ne peut pas théoriquement connaître l'évolution d'un système donné en fonction de ses conditions initiales. J'ai gagné au loto, c'est imprévu mais pas nécessairement imprévisible. Laplace soutient qu'une intelligence qui pourrait analyser l'ensemble des forces et des situations des choses qui constituent l'univers connaîtrait le passé dont il est la cause, et le futur dont il est la conséquence. Même les choses les plus fines, les plus petites, que l'on attribue au fruit du hasard, on en est responsable, son mouvement était finalement aussi régulier que le mouvement des planètes. **Laplace soutient toutefois que bien que les hommes tendent à se rapprocher de cette intelligence suprême, nous en resterons éternellement infiniment éloignés.**

Si la science était complète, et en particulier détentrice de toutes les lois naturelles, elle permettrait de connaître et prévoir tous les phénomènes de la Nature avec certitude et exactitude. L'intelligence absolue devrait être externe au système (ce qui est donc bizarre pour traiter la question de l'Univers) puisque prévoir le futur d'un système depuis son intérieur reviendrait à pouvoir prévoir son propre comportement, son propre calcul. Le problème ultime est que l'intelligence en question doive connaître l'ensemble des données composant l'Univers sans en faire partie. La thèse de Laplace est donc quelque peu métaphysique, puisqu'il introduit un Grand Calculateur extérieur à l'Univers.

La science a beaucoup avancé depuis, notamment au XXe siècle, et on a aujourd'hui deux grandes objections face à cette théorie du déterminisme classique de même évolution pour un même système avec les mêmes lois et les mêmes conditions initiales.

Problème 1 : la sensibilité aux conditions initiales des systèmes chaotiques

Voilà un grand premier problème : classiquement, lorsque l'on avait un certain degré d'ignorance delta zéro d'un système était amorti par la suite, ou n'engendrait qu'une légère imperfection de la prédiction qu'on réalisera. Un système voisin se comporterait d'une manière voisine, finalement. Mais on a découvert des systèmes dans lesquels un changement infime des conditions initiales engendre un changement radical à court terme dans un système. Un exemple : les flux turbulents, comme pour certaines conditions de l'oscillateur de Lorentz. Autre exemple : un billard avec une île autorisant les chocs élastiques au centre. Autre exemple : le météorologue Edward Lorenz 1972 a fait couler beaucoup d'encre avec son fameux battement d'aile de papillon engendrant une tornade au Texas. Poincaré a montré par ailleurs qu'on pouvait avoir des systèmes instables dès 3 corps différents, et on connaît tous l'exemple du double pendule, effigie même du chaos. Laplace répondrait toutefois à ce problème en disant qu'il est lié à notre finitude humaine, et que, bien que très contrariant, ce problème ne remet pas en question son déterminisme.

Second problème : l'impossibilité d'une connaissance parfaite des conditions initiales en mécanique quantiques. Et il ne faut pas chercher loin pour s'en convaincre, les inégalités d'Heisenberg sont très claires : Pour connaître parfaitement la position d'un électron, on doit sacrifier la précision sur sa vitesse. Et inversement, La précision se faisant à $\hbar/2$. Aujourd'hui, il existe plusieurs interprétations de la mécanique quantique, l'interprétation classique, mais également à variables cachées, par exemple celle de De Broglie – Bohm à variables cachées non locales, bien que la théorie de variables cachées locales ait été contrée par les résultats de l'équipe d'Alain Aspect sur la violation des inégalités de Bell. Ghirardi-Rimini-Weber ont proposé une interprétation stochastique de la mécanique quantique (la théorie GRW de l'effondrement spontané) et on a encore une autre théorie sur les multivers, les embranchements des mondes possibles d'Everett. *Réflexion en cours : le monde est-il gradué comme le sont les réels, ou est-il granuleux ? Deuxième réflexion mais personnelle cette fois : le paradoxe de l'information de Hawking faisant intervenir les trous noirs. L'information n'est ni stockée ni réfléchie, est-elle ailleurs ? Est-elle contenue dans un résidu de Planck ? Ou encore pire, s'évapore-t-elle avec le trou noir ?*

Etudions à présent le déterminisme du comportement humain chez Nietzsche : aujourd'hui l'équivalent de cette thèse est la neurologie, présidant qu'en connaissant parfaitement les synapses à un instant t, et les lois gouvernant l'évolution de notre comportement au regard de ces synapses, on pourrait connaître notre comportement futur. Descartes disait justement que notre libre arbitre était prouvé par la seule expérience que nous en avons. Nietzsche lui veut le contraire : pour Nietzsche, le sentiment intérieur de liberté n'est qu'un effet mental explicable par un calcul psychologique. Le libre arbitre n'est que la non-sensation des chaînes qui nous entravent, qu'une illusion, l'effet d'une méconnaissance. Les hommes se croient libres de par leur conscience de leurs désirs / volontés, mais ignorants des causes les déterminant. Le lien entre causes et volonté relève du libre arbitre. Mais le lien entre volonté et acte relève de la liberté morale. Il faut toutefois faire attention à ne pas faire du déterminisme une baguette magique permettant de nous disculper de tout. J'ai une prédisposition à tuer depuis ma naissance, ce n'est pas de ma faute ! Et autres.

B- Suffit-il de déduire pour expliquer ?

La conception de Carl Hempel : comment justifier (Pourquoi ?) quelque chose ? Selon lui, une explication scientifique admissible doit pouvoir s'exprimer comme une déduction à partir de régularités naturelles et de conditions spécifiques. On arrive alors depuis les Ri et les Cj à l'explanandum, la conclusion. Pourquoi la gadoue de la chaussée n'a-t-elle pas gelé cette nuit ? Pourquoi a-t-on vu la comète de Halley dans le ciel de l'Arizona dans les années 80 ? Hempel ne propose pas de méthode d'abduction, de méthode pour retourner en arrière. Il dit qu'on a accès à la conclusion, à l'Explanandum, et qu'il faut trouver la forme correcte pour avoir un raisonnement scientifique, c'est-à-dire qu'il faut présenter l'explication avec des régularités et des spécificités. Il s'efforce d'appliquer ce modèle à l'explication de faits singuliers et aussi de propriétés générales.

On a deux exemples problèmes sur la formulation d'un énoncé recevable de Hempel. (Qu'on doit à Sylvain Bromberger et Bas Van Fraassen)

Premier cas : une explication satisfaisant le critère de Hempel mais qui n'est pas recevable.

Le modèle de Hempel est peu sensible à la date. Pourquoi l'obélisque fait 10 mètres ? Eh bien parce que, en vertu des lois sur l'optique géométrique et du théorème de Thalès, et qu'à un jour J une heure H et un angle de 45°, l'ombre de l'obélisque fait une certaine taille, on remonte à la hauteur de l'obélisque. L'explanandum est certes que l'obélisque fait 10m mais ça n'a aucun sens quant au pourquoi. Qu'il fasse 10m et qu'on soit capable de le prouver n'explique pas la cause. Prédire ou constater ce n'est pas vraiment justifier etc...

Deuxième cas : Une explication ne satisfaisant pas le critère de Hempel mais qui l'est. Une déduction est-elle admissible si elle est difficilement intelligible ? Le modèle de Hempel, impersonnel, est peu sensible à la capacité de compréhension des individus et à la variété de leurs attentes.

Exemple : Pourquoi **cette** décharge a-t-elle mis le feu à cet immeuble ?

Bas van Fraassen propose une réflexion sur la notion d'explication : « L'explication scientifique ne relève pas de la science pure, mais de l'application de la science. Elle consiste en un usage de la science destiné à satisfaire certains de nos désirs. Chacun de ces désirs est bien, dans un contexte spécifique, tout à fait spécifique. »

C- La notion de cause serait-elle un expédient humain ? (B bis)

Bertrand Russel s'y est intéressé dans son fameux « Principia Mathematica ». Selon lui, *la loi de causalité est une relique d'un âge disparu seulement parce qu'on suppose à tort qu'elle ne provoque pas de dégâts* (1912). Un autre philosophe (David Young, un écossais) pensait lui que nous ne pouvons que faire des constats sur la succession d'évènements, mais clairement pas d'induction ni de prédition. La connexion ultime nous échappe là où on devrait simplement constater une consécution. La tradition empiriste, depuis Hume, a soutenu que l'idée d'une

connexion nécessaire entre des évènements est impossible à démontrer. Tout ce que nous pouvons affirmer est la succession constante de certains évènements. Pour Russell, il est impossible de distinguer rigoureusement les causes de l'arrière-plan, de l'infinité des données des conditions initiales. Lorsque nous disons que A engendre B, nous effectuons une sélection de la cause parmi le jeu des données. Pour Russell, dans l'œil de Dieu, il n'y a pas de causes. Il se détache alors de Van Fraassen qui lui demande une cause pour avoir une discussion dans les relations humaines là où pour Russell dénonce la notion de cause. C'est un défi sur l'introduction rigoureuse de la notion de cause, sur l'indispensabilité de la notion de cause sur la pratique de la science. La cause n'est-elle finalement qu'une demande humaine ? Pourrait-on s'en séparer en sciences ?

David Lewis (cf texte) explique justement plus en détail ce concept en expliquant que l'on réalise une sorte de projection anthropomorphe, que l'on sélectionne parmi l'infinité des choses qui composent le passé à un évènement juste ce qui dépend de nous, de notre corps par exemple. Nous sélectionnons peut-être les causes extraordinaires, qui ne sont pas régulières, les choses anormales ou sous contrôle humain. Comme si l'ensemble des choses non sélectionnées étaient là, mais n'était que *casual*, pas importantes ni intéressantes quant à l'évènement considéré. Comme si le reste des conditions ne constitue pas la cause.

Carl Craver a justement essayé de montrer que dans les sciences biologiques, on ne se fonde pas sur la notion de lois mathématisées, mais sur le principe de mécanismes.

La proposition pour répondre à Russell qui semble la plus pertinente est celle de Phil Dowe, selon laquelle il est possible de définir rigoureusement la causalité à condition de se limiter aux interactions locales telles qu'elles sont décrites en physique. Il garde dans ses explications le vocabulaire de Minkowski et d'Einstein pour sa relativité restreinte. Il faut considérer des particules de trajectoires continues dans l'espace-temps. Il faut que les quantités soient conservées (masse, charge, trajectoire etc...) pour avoir ce qu'on appelle une ligne d'univers.

Pour Dowe, la meilleure marque de la connexion entre causes et conséquences vient des lois de conservation. Que ces liens ne sont pas arbitraires mais qu'ils sont les témoins d'interactions causales. Il doit y avoir un échange de quantités conservées. Nous appelons **cause** les lignes d'univers entrantes et **effets** les états sortants. Cette définition n'est pas arbitraire. Tout ceci dans un espace de Minkowski, l'espèce de cône de lumière dans lequel se situent les particules massives comme les électrons. Pourtant la notion de quantité conservée ne fait plus sens quand on se rappelle de la force de carreaux d'arbalète, d'actionneurs de catapultes avec un simple doigt, d'une balle de fusil...

D- Anecdote de Laplace

Napoléon dit un jour à Laplace : vous avez rédigé tout le système du monde ! Et dans votre livre, vous ne parlez pas de Dieu ! Ce à quoi Laplace répondit : « Sire, je n'avais pas besoin de cette hypothèse ».

La philosophie des sciences (HUM206)

Séance 4

A- Principes du réductionnisme

Issou ?? synapses down

2 – La réduction : passer d'une discipline à une autre (ou une sous-discipline) en la réduisant, c'est-à-dire en incluant les ses hypothèses dans une autre, comme par exemple la thermodynamique peut s'inclure dans la mécanique.

3 – Le « Réductionnisme » : Pour certains, notamment ceux du cercle de Vienne comme Carnap, il fallait réduire toute la connaissance scientifique à une seule théorie unifiée. Les hypothèses constitutives de la théorie à un certain échelon ne sont rien d'autres que la conséquence de la théorie constitutive à un échelon inférieur. Pour certains, cette grande chaîne de la science s'arrêterait à la physique fondamentale, un genre de niveau ultime d'explication. Ainsi, grâce à une série de réductions, on pourrait intégralement expliquer le monde dans les termes de la physique fondamentale.

Que dire des mathématiques ? Parmi tous les systèmes axiomatiques de la géométrie, un seul est vrai (i.e. valable pour l'univers), tous les autres sont faux, malgré leur cohérence. Il y a une équivalence entre la métrique et le champ de gravitation. En un sens, cela signifie, que le dernier socle physique, la dernière décomposition matérielle que l'on peut faire des champs gravitationnels, pourrait aboutir, par une magie un peu étrange, à une décomposition mathématique. Voilà un peu le rêve réductionniste.

//*Les deux grands théorèmes de Gödel -> Si le monde se base sur des maths, n'y a-t-il pas un risque de ne pas pouvoir expliquer tout l'univers ? //*

Le vocabulaire et les descriptions des autres disciplines auraient essentiellement une utilité pratique en termes **descriptifs, explicatifs et prédictifs**. Il faut noter que nous avons quand même besoin de raccourcis, d'images, plus faciles. Nous n'allons pas utiliser la physique fondamentale pour expliquer pourquoi une cheville carrée ne rentre pas dans un trou rond. Il y a le souci de l'intelligibilité ! On pourrait cependant, théoriquement, s'en passer. Ces théories ne seraient finalement que des expédients humains.

Les réductionnistes espèrent en fait que plus la science avancera, plus on pourra montrer que la biologie est entièrement expliquée par la chimie, puis la chimie par X puis Y etc...

B- Les limites du réductionnisme ? L'exemple du vivant.

La mort d'un animal est vraiment très étrange. Quelque chose animait le corps mais ne l'anime plus alors que le corps est encore intact. Un souffle, une chaleur a quitté le corps, emportant

avec lui le mouvement, la respiration, le battement... Animal du latin Anima qui signifie Âme. Théorie vitaliste : il y a quelque chose d'irréductible dans les lois physico-chimiques n'expliquant pas le vivant... Mais avec la découverte de l'ADN dans la branche de la biologie moléculaire, les cartes sont remises sur la table.

Jacques Monod, dans son ouvrage de référence *Le hasard et la nécessité*, évoquait pour le différencier d'une machine l'autonomie d'un être vivant : quelles différences entre le chien vivant et le chien robotique Aïgo ? Un être vivant n'est pas un ensemble de pièces détachées juxtaposées de l'extérieur. De la cellule primordiale à l'état adulte, il se développe à partir de lui-même, les instructions sont internes même si les briques sont empruntées à l'extérieur. Il y a un processus de croissance depuis l'intérieur, qui fait clairement penser à la division cellulaire et tous les processus qui y sont rattachés. Toutes les parties du corps d'un *animé*, d'un être vivant sont interdépendantes dès le départ. On voit également le processus d'autoconservation du corps, comme avec la cicatrisation, la maintenance de l'équilibre interne, le système auto-immunitaire... Rejoint l'idée d'*holisme*, cette idée que dans certains cas, on explique les parties à partir du tout.

Cette idée d'autonomie permet d'exclure l'ensemble des virus en dehors du vivant, à la manière de petites machines microbiologiques. En effet ces derniers ne sont pas autonomes, ce sont des parasites obligatoires. Malgré leur bagage génétique, ils ne peuvent pas se développer seuls.

Un autre pilier de la théorie du vivant non réductible est la propriété de reproduction. Toutes les espèces vivantes se reproduisent d'une manière ou d'une autre. La réPLICATION du matériel génétique (enraînant par ailleurs la sélection naturelle) est une véritable singularité du vivant dans l'ensemble de la biologie. Les unicellulaires se reproduiraient mais pas leurs composants inférieurs ? Cette propriété émergente apparaît de façon brusque à un certain niveau de description, contrairement à la présentation réductionniste classique. La reproduction est un vrai problème ! Deux corps chimiquement identiques devraient se comporter de la même manière... Le jeu de Conway (aussi appelé jeu de la vie) se base sur des règles fondamentales très simples mais on peut atteindre des systèmes très complexes.

Après, en relâchant un peu notre définition de la reproduction, on peut voir que certains phénomènes physico-chimiques consistent en la réPLICATION de cristaux ou de molécules entières. Le jeu de la vie à ce sujet paraît parlant concernant la reproduction automatique.

Qu'en est-il alors de **l'affectif** ? Cette « sensation » qu'un corps est vivant ou non. Que son animation soit le témoin de la vie ou non. L'existence d'une empathie vis-à-vis d'espèces douées de sensibilité est-elle compatible avec la réDUCTION de tous les êtres vivants à de pures structures physico-chimiques ? Comment justifier l'interdiction d'exercer des sévices sur certains animaux ? De là la nouvelle L'âme de Mark III le scarabée. Questions sur la différence entre marcher sur une fourmi, un tétraplégique, un enfant, une montre, abattre un arbre, une courgette, un plant de tomates. Je pense que l'habitude y est pour beaucoup. Pour moi ce débat est encore très ouvert, sachant que je me pose toujours des questions en pendant la cueillette.

C- Le body-mind problem, dualité corps-esprit ou non ?

L'identification, la différenciation des couleurs est un gros problème. Parcourir le cerveau ne peut nous renseigner que sur des évènements neurologiques. Le rouge n'existe pas en physique. Ce n'est qu'une longueur d'onde particulière qu'on a attribuée... On peut essayer de trouver des analogies, des métaphores, mais cela ne fait que creuser cet abîme entre vous et un aveugle de naissance qui ne saurait pas ce qu'est le rouge. Le problème de la conscience bloque-t-il le réductionnisme ? Le problème des couleurs est célèbre.

La conception dualiste de Descartes : un être tellement puissant qu'il serait capable de modifier mes perceptions ne serait-il pas aussi capable de montrer nos conceptions ? On est capables de se tromper dans nos calculs et croire qu'on est dans la justesse alors qu'on a oublié un signe moins. Notre certitude absolue est finalement un doute radical, soutenu fortement par Descartes. Le doute lui-même, le fait que je doute apporte une information indubitable, c'est que j'existe. Il faut bien quelqu'un qui doute. Pour douter de quoi que ce soit, il faut un support du doute. Je ne peux pas douter sans reconnaître que j'existe. Ce malin génie **me trompe**. Même le génie le plus radical me trompe sur absolument tout, je suis sûr que **je suis quelque chose**, argument évoqué dans *Matrix*.

L'expression « je pense donc je suis » n'est pas incorrecte mais est légèrement différente du cœur de son raisonnement, qui serait plutôt « je doute donc je suis ». N'importe quel raisonnement, projet, évènement mental de manière général, j'y ai un accès immédiat sans médiateur. Alors que pour connaître le monde, je passe nécessairement par le filtre des sens. Il y a donc une modalité directe pour les évènements se déroulant dans l'enclos, la citadelle de l'esprit (on ne peut pas se tromper sur ce que l'on veut) alors qu'il y a une modalité indirecte pour les évènements du monde. S'il me manquait un bras, je pourrais quand même me rendre compte que j'existe. Idem avec deux bras, jambes, oreilles... Il y a en quelque sorte deux types d'évènements fondamentaux : des évènements physiques, matériels, comme par exemple ce qui se passe dans notre foie ou dans notre pupille, et les évènements mentaux qui sont véritablement

Le principe du dualisme cartésien : au terme de ses investigations philosophiques, Descartes fut conduit à défendre un dualisme de l'âme et du corps, c'est-à-dire distinguer comme dit précédemment les évènements de l'esprit et tout ce qui relève de la matière. On compare donc la substance (âme vs corps, spirituel vs matériel) la liberté (oui, non) et surtout l'attribut le plus essentiel de chaque catégorie (pensée [consciente] vs l'étendue). A partir du moment où toute parcelle de matière est un tant soit peu étendue, elle est soumise aux lois de la physique et donc pas de possibilité de liberté.

La psychologie introspective : le dualisme a inspiré une grande tradition de cette dernière pour laquelle les évènements mentaux sont appréhendables seulement par un retour de l'esprit sur lui-même. La psychologie n'est alors finalement pas réductible à la neurologie... Exemple célèbre de la psychanalyse.

Le matérialisme réductionniste : Selon la perspective matérialiste, l'esprit n'a pas d'existence distincte du corps et les états mentaux, conscients ou pas, ne sont que des produits de l'activité du cerveau. → Imageries actuelles : à positrons, IRM, RMN... Le schéma est le suivant : Esprit qui est dans le cerveau régi par des processus biologiques auxquels sont soumis tous les éléments de matière. Dans l'ordre : Gall (phrénologie), Connectome avec *Caenorhabditis elegans*, puis Hubel & Wiesel et enfin Churchland.

Le connectome du *Caenorhabditis elegans* est de 302 (c'est un ver de terre) là où un homme en a 10^{15} . Eh ben c'est pas gagné ! La position matérialiste s'est grandement répandue et aujourd'hui les neurologues le pensent : c'est la position selon laquelle les évènements mentaux sont produits par l'activité cérébrale.

On a l'exemple de la carte somato-sensorielle, une carte du cortex « sensory » et du cortex « motor » qui répertorie les zones du cerveau en fonction de la zone du corps affectée, de manière sensorielle ou motrice.

Exemple de l'homoncule de Penfield avec d'énormes mains et d'énormes lèvres qui ont d'énormes zones de sensibilité dans le cerveau. Ce sont nos mains qui sont le plus précises... On voit cependant que c'est évolutif, ça n'est pas figé. Il y a de claires réaffectations de zones cérébrales lorsque l'activité du corps chute. Cela signifie qu'un aveugle peut réhabiliter des zones du cerveau concernant la vue pour d'autres choses. Ses autres sens deviennent alors plus fins. Un singe qui n'utilise pas certains doigts a une activité cérébrale différente de ses congénères qui le peuvent. Une électrode dans le cortex arrière du cerveau peut déclencher un halo lumineux dans la vision du concerné... Quand on s'enfonce dans le cerveau, on peut créer l'hallucination d'un visage etc... On peut même presque produire des souvenirs par intervention électrique. Les corrélations aujourd'hui sont systématiques et on passe parfois de la corrélation à la causalité.

Conséquences débattues :

Il y a notamment Patricia Churchland, une matérialiste radicale, même éliminativiste qui pense que la psychologie est condamnée à mort. C'est une discipline complètement obsolète qui ne fait plus sens aujourd'hui. Le vocabulaire « désirer », « espérer », « croire » etc... n'est que l'héritage de l'ère préscientifique ! Ces concepts gardent leur utilité dans les relations humaines mais la science de l'esprit peut complètement se passer de ces concepts pour utiliser un vocabulaire neurologique beaucoup plus complet. La notion d'intention est complètement interprétée par la neurologie par exemple. La réduction a été opérée.

Autre chose : la notion du sujet. La thèse de l'illusion de soi de Daniel Dennett : le sentiment d'être un « moi » est lui-même un sous-produit de l'activité neuronale. L'effet d'unité et de continuité du « moi » est en réalité le résultat de processus dispersés à travers l'encéphale et

peut-être discontinus. On n'a même plus besoin de supposer l'existence du « je » ce superviseur central de la pensée et de l'existence.

RQ 1 : La notion de temps pourrait être un témoin de l'âme. (la notion d'abstraction ne pourrait pas se faire de manière complètement abstraite ? la sensation de passage du temps idem ?)

RQ 2 : OpenIA et AlphaZero engrangent toujours plus de neurones.

La notion de douleur : Ce n'est pas parce qu'on connaît le connectome de la douleur que l'on sait ce que c'est ce que c'est que d'avoir mal ! Envoyer le connectome de la douleur à un plutoien ça ne va pas lui faire comprendre... Comment prédire la sensation de douleur depuis la carte neurologique depuis une carte neurologique ? La sensation de démangeaison ? La sensation d'être épié ? La sensation de picotement de fourmillement de ça gratte... Et maintenant quid de la jalousie, de l'envie ?

La question fondamentale est : peut-on prédire l'expérience subjective à partir d'une carte neuronale ? Brancher son propre cerveau sur une carte neuronale pourrait fonctionner ? Mais alors quid de brancher un cerveau humain sur une carte mentale de chauve-souris qui utiliserait un sonar ?

Session Q&A avec Rosenbaum en fin de séance sur l'évolution et notamment la notion d'automatisme, de conscience de soi qui serait avantageuse pour l'exécution de tâches complexes ou de réflexes non sensés comme éviter une voiture lorsqu'on fait du vélo en ligne droit par journée claire.

D- Anecdote de fin sur cette notion de l'illusion de soi

Psychologue qui amène sa petite fille malade. La discussion dérive jusqu'à la mort :

Maman qu'est-ce qu'il se passera si je meurs demain ?

Eh ben ma chérie ton âme ira au ciel, ton corps dans la terre.

Et moi maman où est-ce que j'irai ?

La philosophie des sciences (HUM206)

Séance 5

A- Les sciences humaines peuvent-elles découvrir des lois ?

L'idée est que les sciences dures, les sciences exactes cherchent à découvrir l'ordre derrière le monde sous forme de lois, et on peut se poser la question si les sciences sociales / humaines, sciences molles, douces, cherchent également, et peuvent même elles aussi trouver des lois mathématiques, ou au moins mathématisées du monde. On reproche souvent à ces dernières de n'être qu'un agglomérat peu clair et se contredisant en permanence, sans réel formalisme ni ordre dévoilé, une sorte de généralisation abusive ou accidentelle totalement absurde.

Qu'est-ce qu'une loi ? « ***Enoncé universel exprimant une relation entre des phénomènes ?*** » Il semble qu'une loi doit si possible être distinguée d'une généralisation accidentelle, laquelle peut satisfaire cette définition mais n'exprime pas une relation « naturelle » ou « nécessaire ».

Pour des empiristes durs, la nécessité naturelle est un concept purement théorique, et les lois ne se contentent que de noter des régularités observables, empiriques. La démonstration d'un énoncé, la nécessité logique d'un énoncé pourrait être le reflet d'une nécessité naturelle ! Ce dernier concept est associé à la notion de loi par la plupart des physiciens.

Doit-on donc se contenter de lois approximatives faute de mieux ? Que dire de la nécessité naturelle ? N'est-elle qu'un rêve ? On présente parfois la distinction entre sciences humaines et sciences exactes en affirmant que les premières se content de dégager des régularités empiriques, statistiques et locales là où les secondes permettent de dégager des lois démontrables, déterministes et universelles.

Ex : La reproduction des inégalités socio-culturelles à travers le système éducatif (Bourdieu)

On oppose souvent démontrable v empirique, déterministe v statistique et universelle v locale. On comprend facilement que le deuxième cas est totalement stupide (physique quantique) et que les sciences dures comportent leur part de statistique, et que le troisième également ne fait pas sens puisqu'il existe des lois physiques locales. Alors qu'en est-il du premier ?

On peut critiquer les oppositions précédentes : il est difficile de distinguer précisément l'usage des statistiques entre sciences humaines et dures (thermodynamique, mécanique quantique...) bien que dans un cas on ait apparemment un vrai aléatoire alors que dans l'autre on a juste une imprédicibilité purement humaine. Il existe clairement des lois valides localement où à une échelle différente en sciences exactes, et il existe des lois découvertes empiriquement et pourtant indémontrées en sciences exactes ! Doit-on rajouter la mathématisation comme critère décisif entre les deux ?

D'un point de vue instrumentaliste, la mathématisation apparaît comme moyen et non fin de l'enquête scientifique. Elle peut s'avérer utile dans certains cas et superflue dans d'autres. On conçoit difficilement comment une série infinie d'intégrales infinies permet de décrire un phénomène restreint. Rq : la notion de loi est juridique et non scientifique à l'origine.

Scientifiques recommandés : N. Cartwright, J. Needham, S. Wolfram...

L'une des raisons expliquant le retour technologique chinois serait que les scientifiques européens disposent de la ressource de loi universelle, sorte de bagage culturel pratique aidant à la connaissance scientifique que n'avaient pas les chinois.

Ce dernier S. Wolfram a été un des avocats de la transformation fondamentale dans le rapport même de la physique au mathématique de l'utilisation des automates cellulaires.

Est-il possible de revendiquer une autre approche ? L'exemple de l'Histoire est assez parlant : c'est un domaine considéré comme le moins scientifique... et pourtant, malgré le fait que l'Histoire se passe de lois, cette discipline reste parfaitement porteuse d'un savoir rationnel. Peu de lois « Historiques » proposées, mais Auguste Comte proposa au XIXe : toute civilisation passe par trois états : un stade théologique (le vent est par exemple dû à l'intervention d'un dieu), un stade métaphysique (où les agents sont transformés en surnaturels, par exemple que le vent est une propriété intrinsèque de l'air, on passe par un stade d'abstraction des phénomènes) et enfin un stade positif (qui est le stade scientifique, où on découvre que le vent n'est que le déplacement de masses d'air vers des zones de pression inférieure). Les historiens d'aujourd'hui refusent complètement cette vision, mais c'était juste un exemple d'énoncé type loi historique. Il n'a rien d'universel, il y a beaucoup de dérogations. Aujourd'hui, le but de l'historien n'est pas de découvrir des lois de processus éternellement identiques, mais de comprendre des moments (toujours singuliers) du passé humain. CF le début de la première guerre mondiale avec l'assassinat de Franz Ferdinand à Sarajevo par un étudiant bosniaque... Invérifiable bien sûr mais aujourd'hui on pense que le climat de tensions était tel que la guerre aurait probablement éclaté d'une autre manière sans ça, il y avait, disons, déjà les poudres, ça n'était que l'étincelle. En outre, l'histoire peut dévoiler des relations de causalité intelligibles sans pour autant recourir à des lois strictes, en particulier lorsque ses explications portent sur des paramètres généraux (économiques, démographiques...).

L'école historiographique par excellence est française, et s'appelle l'Ecole des Annales (dont les pères spirituels sont Lucien Febvre et Marc Bloch). CF Tocqueville sur le particularisme et le généralisme, avec la notion de cause particulière et générale, avec écrivains versus politiques qui commentent versus qui produisent l'Histoire. On constate que les premiers trouvent des causes générales partout alors que les seconds trouvent des causes particulières partout. Tocqueville soutient que c'est évidemment une combinaison des deux et qu'il serait stupide de le nier. Je suis bien d'accord avec lui ! Je pense quand même que la partie particulière est plus importante qu'on ne l'accorde communément, en restant 100% d'accord avec lui.

B- Les sciences humaines réclament-elles des capacités d'empathie ?

Le problème des sciences humaines et que le sujet d'étude est le même que celui qui étudie... Les sciences molles semblent condamnées à ne jamais atteindre l'objectivité véritable au vu du fait que l'objet étudié est de même nature que le sujet qui l'étudie. L'Histoire, par exemple, est racontée d'une certaine manière ! Napoléon écrivait justement que l'Histoire est racontée par les vainqueurs... Tout historien appartient à un pays, à une classe sociale, à une époque... comment en faire abstraction ? Il est impossible de privilégier ou non certaines choses par rapport à celui qui raconte, sans parler de comment il raconte ce qu'il raconte, et de quoi il raconte.

Ouvrage de Jules Michelet dans « la Révolution Française » : argument sur le souci de l'objectivité de l'historien. Dans le travail de l'historien, il y a quelque chose qui relèverait plus de la littérature que de la science ! Dans la critique on peut pousser plus loin en disant que l'on en apprend plus sur l'auteur que sur le sujet dont il traite. Quel ouvrage ? –

L'idée de Dilthey pour sauver ce problème, sortir de cette ornière (fin XIXe) : L'atome des sciences humaines est la conscience, la psychologie première. Il ne faut pas importer passivement des méthodes qui ont fonctionné ailleurs comme pour les sciences dures avec de grands scientifiques, il faut trouver des méthodes adaptées au sujet d'étude, à la fois général et particulier. L'expérience interne est ce qu'il explique comme étant la façon intellectuelle de se rapporter aux autres êtres humains. Il s'agit d'une représentation interne du vécu interne d'un autre être humain, qui permet de visualiser et comprendre l'autre. On explique en fait la nature, mais on comprend le comportement, l'homme. La différence fondamentale entre les sciences humaines et les sciences de la nature est que mes propres ressources subjectives permettent de comprendre les autres êtres humains alors qu'il faut des ressources objectives pour comprendre des phénomènes objectives. **Dans ce texte, comprendre (verstehen), c'est être capable de me représenter les expériences vécues d'autres êtres humains à partir de mes ressources subjectives. Ces dernières sont un véritable instrument d'étude.** On peut parler d'empathie ou d'appréhension de l'autre, bien qu'on délaisse le second aujourd'hui. Surtout que le côté affectif est problématique aujourd'hui.

La version moderne de l'argument aujourd'hui : la notion d'empathie désigne la faculté de ressentir spontanément ce que quelqu'un d'autre ressent. On invoque souvent la pitié comme cas exemplaire de cette empathie chez les êtres humains. On s'identifie à l'autre, on se projette, on partage l'autre. C'est un peu comme une sorte de prestation subjectif. Mais cela renvoie aussi à notre capacité à interpréter les comportements d'autrui pour en inférer des étaux mentaux corrélatifs (sentiments, intentions...). On voit difficilement l'agencement de corps géométrique ou de la position d'un membre comme tel, on lui attribue une interprétation, spontanément, ou une intention. On conjecture instantanément ce qu'il se passe dans la surface de la conscience de l'autre. Le raisonnement par analogie avec moi-même existe également : je sais que je rougis quand je suis honteux donc idem pour les autres. Mais ça pourrait aussi être une simple prestation mentale de l'épreuve vécue par l'autre.

Il faut vraiment faire la distinction entre comprendre et expliquer.

Certains prolongent la distinction de Dilthey et font valoir que le progrès des sciences humaines repose en partie sur la capacité d'empathie des savants qui les pratiquent... Un bon historien par exemple n'est pas celui qui rapportera précisément les dates d'une bataille ou d'un couronnement mais celui qui expliquera le mieux une décision, un fait... Il faudra accepter momentanément de nous mettre à la place de Brutus, pour nous demander ce qui a poussé cet autre être humain, il y a 2000 ans, à agir. Un peu comme un émulateur. Pourquoi l'a-t-il fait ? Dans la vie sociale, c'est comme ça que l'on fonctionne, on se met à la place des autres – littéralement.

La subjectivité serait-elle alors une force ? D'une certaine façon, le recours à la subjectivité n'apparaît plus comme un handicap mais comme un avantage, en ce qu'il permet à l'analyse d'être plus complète. On a l'exemple de E.A. Thomson – The making of the english working class. Les témoignages humains de l'époque disent autre chose que ce qu'on dit aujourd'hui sur la classe ouvrière anglaise à l'ère de l'industrialisation. Découragement sur les lieux de travail (artisan traditionnel -> ouvrier des manufactures), même désespoir grandissant dans certaines parties de la population, désagrégation des anciens liens humains... Malgré ce qu'on peut observer dans l'augmentation des consommations et des droits, il est pourtant lisible dans les réflexions de l'époque que les gens avaient l'impression d'être de moins en moins libres, avaient de moins en moins d'énergie, de combativité. Comprendre directement l'autre à travers l'empathie permet de briser la pseudo-objectivité qui nous enferme dans la subjectivité du généralisme.

Intéressons-nous maintenant aux théories du genre : songeons maintenant aux facultés couramment évoquées, souhaitables pour la pratique de la science. Abstraction, objectivité, détachement émotionnel, analyse, compréhension... Ces philosophes féministes dont on va parler sont en fait des valeurs viriles sublimées. Elles expliquent que la femme est souvent pratique, émotive... exactement le contraire du masculin / scientifique. Il ne faut alors pas s'étonner du grand savant conforme aux normes culturelles de la virilité. Il y a donc un phénomène de distanciation entre l'objet d'étude et celui qui étudie. Evelyn Fox Keller explique que le père instancie une forme de distanciation avec le corps là où la mère maintient plus une forme d'affection et de proximité du corps avec l'enfant, dans des sociétés patriarcales. Faire de la science serait agir un peu comme un homme, ce qui éloignerait les femmes du domaine scientifique. La thèse peut être résumée en : faire de la science de manière neutre n'est pas neutre car les valeurs neutres traditionnelles sont plutôt des sublimations de qualités plutôt viriles. Le neutre n'est pas totalement neutre.

C- Epilogue : aperçu sur les difficultés de la prédiction

Si l'Histoire est considérée comme la moins scientifique des sciences sociales est que l'Historien ne correspond même pas au premier requisit d'une bonne science car il n'y a pas de possibilité de vérifier les hypothèses, pas de possibilité de lois universelles, pas de possibilité

d'expérimenter sur le terrain... Il ne faut pas se féliciter d'avoir pourfendu l'adversaire facile, alors attaquons-nous à un plus gros morceau : l'économie. Pour un physicien, il est déjà plus rassurant de voir des équations en économie, et c'est probablement (loi macroscopique reliant le PIB à l'inflation par exemple) ce pourquoi l'économie est considérée comme la science molle la plus exacte. On retrouve un peu les mêmes façons de modéliser ce qui permet de retrouver un terrain commun entre eux. Cependant il reste encore un problème de taille : la difficulté de prédiction.

// Une prédiction auto-invalidante : quelqu'un dispose d'une théorie très fiable sur une bulle d'actions qui exploserait un certain jour de février 2022. Mais alors les acteurs qui en prendraient compte, feraient en sorte de se retirer du marché avant ce jour ce qui entraînerait justement la chute de ce marché. C'est la notion de prédiction autodestructrice, qu'on connaît mieux en anglais sous le nom de self-fulfilling prophecy. Idem dans l'autre sens pour les prédiction auto-validante avec la confiance en un économiste qui donnerait au marché actuel une bonne probabilité de monter dans les jours qui viennent, et comme tout le monde le croit tout le monde investit etc... On pourrait cependant concevoir que les acteurs n'ont pas le lien avec la prédiction. Sera-t-elle alors réalisée ? C'est intéressant mais il n'est pas du tout déontologique de faire ce genre de tests. On ne va pas faire des tests sur des vies et des comptes bancaires humains ! Faire des tests sur des albanais pour vérifier le bon fonctionnement de l'économie néo-libérale en système fermé... Notre très cher Esther Duflo (prix Nobel d'économie) essaye de faire de l'économie en système fermé mais on voit que ce n'est pas exactement évident. // CF Travaux de Fehr. Prendre appui sur des résultats empiriques.

D- Anecdote de fin sur la notion de même de science

Feynman au CERN : le directeur du centre escorte Feynman jusqu'à une énorme machine. Ce dernier lui demande quel genre d'expérience ils font avec ça. Le directeur se réjouit et lui explique qu'ils font des inversions de polarités de quadruplets de quarks avec des chambres à brouillard... ça a coûté pas moins de 60M de dollars... oh mais en fait c'est pour vérifier votre théorie de 1947...

Feynman répond : vous ne me croyez pas ?