

"Nous ne sommes jamais capables, dans un seul cas, de découvrir un pouvoir ou une connexion nécessaire, une qualité qui lie l'effet à la cause et fait de l'un la conséquence infaillible de l'autre." (Hume)

La physique d'Aristote

Si l'on observe la lune quelques temps, on la voit tourner autour de la terre. De la même manière, si l'on observe le soleil quelques temps, on le voit tourner autour de la terre. Bien que l'astronomie contemporaine accepte la première proposition et rejette la seconde, elles sont toutes deux observables. De plus, l'observation du ciel par une nuit sans nuages nous montre d'une part que les étoiles sont disposées de manière sphérique autour de la terre (elles semblent, par une illusion d'optique, former la "voûte céleste"), d'autre part que cette voûte tourne autour de la terre. Donc, globalement l'observation nous mène à considérer que le monde est sphérique, et que, tout tournant autour de la terre, celle-ci en est le centre, et ne peut être pensée que sphérique et immobile. Tout cela, basé sur ce qu'on peut constater, paraît donc de bon sens, et constitue les bases du système aristotélicien, qui s'imposa pendant de nombreux siècles (alors que d'autres auteurs, tels Aristarque de Samos, avaient déjà enseigné la rotation de la terre sur elle-même et autour du soleil).

En ce qui concerne la chute des corps, on constate d'abord qu'il y a en fait deux sortes de corps, ceux comme les pierres, qui tombent, et qu'on appelle donc les corps lourds, et ceux comme le feu et la fumée qui s'élèvent, et qu'on appelle les corps légers. Mais il y a des cas plus compliqués, des corps mixtes, comme l'eau qui est plus légère que les pierres, mais plus lourde que l'air. Il y a un endroit normal, un "lieu naturel" où l'on trouve les pierres, et les corps lourds en général, c'est en bas. Il y a un endroit normal, un lieu naturel où l'on trouve les corps légers (comme les nuages), c'est en haut. On définit ainsi un "haut" et un "bas" absolus, ce qui n'est évidemment possible que dans un monde clos. On appelle mouvement violent, le mouvement par lequel un corps est contraint de quitter son lieu naturel (par exemple si l'on monte une pierre le long d'une échelle, la pierre ne monte jamais toute seule). On appelle mouvement naturel, celui par lequel un corps retourne de lui-même dans son lieu naturel (il suffit de lâcher la pierre, elle y retourne toute seule). Ce qu'on appelle de nos jours pesanteur est donc ici le mouvement naturel par lequel un corps lourd retourne de lui-même, donc par un mouvement naturel, à son lieu naturel. Ce qui frappe dans ce système explicatif est d'abord qu'il tente de rendre compte de ce qu'on peut observer, d'autre part qu'il tente de l'expliquer en faisant appel à des considérations à résonance anthropomorphique. Ce monde clos où les choses ont une place semble quelque peu calqué sur le modèle de la maison. Cette mise en forme à base de bon sens et de perception naïve possède une cohérence lui assurera une certaine pérennité.

La notion de lieu révèle un effort intéressant de conceptualisation. En effet, la perception naïve ne s'intéresse qu'aux objets, et si elle vient à prendre en considération l'endroit où ils sont, ce n'est précisément qu'en tant qu'ils y sont. Or Aristote considère que " le lieu est quelque chose d'indépendant des corps " (Physique), et, contrairement à l'appréhension immédiate qui considère l'objet comme premier, il donne la priorité au lieu : " La puissance du lieu est prodigieuse et prime tout; car ce sans quoi nulle chose n'existe et qui existe sans les autres choses est premier nécessairement; en effet, le lieu n'est pas supprimé quand ce qui est en lui est détruit. " (Physique). Cependant ce lieu est encore très loin d'être l'espace homogène, isotrope, etc., de la physique classique. Les lieux ont une nature propre (le haut, le bas), une puissance propre, comme les pièces de la maison dont chacune a sa fonction propre (et aussi sa puissance propre, cf. tpi sur l'espace). La notion de lieu est donc une sorte d'intermédiaire entre le réalisme naïf immédiat qui ne voit que les objets, et la conception d'un espace indifférencié cadre des

phénomènes. Ce dernier est lié à la conception d'un univers infini, tandis que le lieu ne prend son sens que dans le cadre d'un cosmos, c'est-à-dire d'un monde clos et ordonné.

Les lois de la dynamique aristotélicienne ont toutes une sorte d'évidence intuitive, et seront toutes réfutées par la physique moderne. Les corps tombent plus vite s'ils sont plus lourds, les distances parcourues sont proportionnelles aux poids. Le corps lourd qui arrive près de son lieu naturel accélère, comme le cheval qui sent l'écurie. Un corps sur lequel ne s'exerce plus aucune force finit par s'arrêter (comme on croit pouvoir l'observer quand on regarde une balle s'arrêter toute seule, dans l'ignorance de ce que peuvent être une force de frottement ou la résistance de l'air). Si cette physique a si bien et si longtemps résisté, ce n'est pas seulement pour des raisons politiques et historiques. Elle offre en effet un remarquable effort pour associer dans une synthèse cohérente les données du sens commun et de l'observation immédiate. Selon Pierre Duhem, physicien et épistémologue, "cette dynamique, en effet, semble s'adapter si heureusement aux observations courantes qu'elle ne pouvait manquer de s'imposer, tout d'abord, à l'acceptation des premiers qui aient spéculé sur les forces et les mouvements" (Le système du monde). Pour construire la physique moderne, il faudra rompre avec les schémas traditionnels, concevoir à la place des lieux concrets un espace abstrait, se méfier de la simple observation, accepter l'idée qu'un mouvement puisse se perpétuer sans l'aide d'aucune force, etc.

De l'observation à l'expérimentation : Galilée

Galileo Galilei, connu en France sous le nom de Galilée, fut un très brillant mathématicien, physicien et astronome italien (1564-1642). Très inventif, il utilise l'invention hollandaise des lentilles, participe à la construction de lunettes plus performantes, et a surtout l'idée d'en faire un instrument scientifique. C'est ainsi qu'il découvre l'existence de satellites de Jupiter. Cette découverte a un impact important pour deux raisons. D'abord, là où d'autres émettent des théories sur le monde, Galilée fait voir. Ensuite, dans un contexte de polémique entre géocentrisme et héliocentrisme, la découverte de satellites pour une quelconque planète montre que n'importe quoi peut être un centre, et insinue l'idée qu'il n'y a peut-être pas de centre du tout. Il découvre la rotation du soleil sur lui-même, ainsi que les taches solaires, deux phénomènes qui peuvent aussi provoquer des interprétations inquiétantes. Son esprit technique ingénieux l'amène à concevoir un certain nombre d'inventions techniques : la pendule, le thermoscope, le compas géométrique et autres... Mais le plus décisif est sans doute la rupture de pensée qu'impliquent la découverte de la loi de la chute des corps et celle du principe d'inertie.

Concernant la loi de chute des corps, Galilée commence par raisonner. Quand on lâche une pierre, la pesanteur exercée par la terre la fait tomber et, au bout par exemple d'une seconde, lui a donnée une vitesse v . Il y a donc eu en une seconde un accroissement de vitesse de $+v$. Que peut-il alors se passer lors de la deuxième seconde ? Il faut nécessairement poser que les mêmes causes produisent les mêmes effets, principe a priori sans lequel il ne serait pas possible d'envisager une quelconque connaissance. Les causes ne changent pas lors de la deuxième seconde : même pierre, même terre, même pesanteur. Elles doivent donc produire le même effet, à savoir un accroissement de vitesse de $+v$. La vitesse à la fin de cette deuxième seconde sera donc de $2v$. Par récurrence, au bout de la $n^{\text{ième}}$ seconde, la vitesse sera nécessairement de nv . Autrement dit, la seule possibilité logique est qu'il y ait une accélération constante de v par seconde, c'est-à-dire que la loi de chute des corps soit à accélération constante. Mais ceci d'une part est lourd de conséquence, d'autre part est contraire à l'observation courante. Lourd de conséquence, car cela met en évidence qu'une force provoque une accélération, et non une vitesse (ce qui introduit donc l'idée qu'une vitesse n'a pas besoin d'être entretenue par une force, et mène vers le principe d'inertie, contraire au sens commun usuel). Contraire à l'observation courante, car on peut facilement se rendre compte que si un corps qui tombe commence par accélérer, il finit par adopter une vitesse limite constante.

Peut-on avoir raison contre l'observation ? Galilée, assuré de son raisonnement, comprend alors qu'autre chose doit intervenir. Constatant que les corps tombent moins vite par exemple dans l'eau que dans l'air, il en vient à l'idée d'une résistance du milieu. On dégage alors les lois élémentaires de la résistance de l'air. Cette résistance est notamment proportionnelle à la surface de contact entre le corps et l'air (ce qui fera toute la différence entre un kilo de plumes et un boulet de plomb d'un kilo), et à la vitesse de pénétration du corps dans l'air. S'il y a accélération, plus le corps augmente de vitesse, plus la résistance de l'air est grande. Il arrive donc un moment où la résistance de l'air est égale, mais en sens inverse à la pesanteur : la résultante des forces est alors nulle, il y a donc alors vitesse constante. Cette situation nous fait comprendre pourquoi l'observation fait problème : elle présente indissociablement mélangés des phénomènes différents, elle n'est donc pas une bonne base pour saisir le fonctionnement des différents paramètres. Comment peut-on alors vérifier le raisonnement théorique ? C'est là qu'intervient la notion

d'expérimentation. Il faudra par exemple construire une colonne de verre dans laquelle on aura fait le vide (ces deux exigences demandant des connaissances et une technique déjà avancées), c'est-à-dire se donner les moyens pour pouvoir séparer artificiellement ce qui ne l'est pas naturellement. Il y a donc une véritable rupture de pensée et de pratique entre l'observation immédiate et l'expérience. L'une prend en bloc, et (consciemment ou non) tente d'interpréter la situation indivise qui lui est donnée, l'autre dissocie et analyse. L'expérience comporte, comme on le verra plus bas un paradoxe : elle agit, elle crée des conditions artificielles, pour parvenir à une constatation pure de ce qui n'est pas naturellement donné de manière isolée.

Ce passage à l'expérience est inséparable d'une mathématisation. L'observation, elle, tend à rester qualitative. La démarche analytique de l'expérience, qui tend à séparer les paramètres, débouche logiquement sur une appréhension quantitative des corrélations entre ces paramètres. Reste à justifier la validité de cette mathématisation. Galilée se montre à cet égard très pythagoricien (également par réaction anti-aristotélicienne) : " La philosophie est écrite dans ce grand livre qui continuellement est ouvert devant nos yeux, moi je dis l'univers, mais on ne peut le comprendre si tout d'abord on n'apprend pas à connaître la langue dans laquelle il est écrit. Il est rédigé dans une langue de mathématicien et les caractères sont des triangles, des cercles et d'autres figures géométriques. Sans ces moyens, il est humainement impossible de comprendre une parole. Sans ceux-ci, on erre en vain, dans un obscur labyrinthe." (L'essayeur). Il faut donc noter un double mouvement inséparable. D'une part, Galilée est "l'essayeur", expérimentateur très ingénieux, qui donne à voir, et dont les dispositifs comportent d'ailleurs également une dimension artistique indéniable. D'un autre, il est le théoricien pythagoricien qui raisonne en mathématicien.

Corrélativement à ce mouvement qui fait glisser de la conception d'un monde clos (à la mesure de l'homme et centré sur l'homme), à celle d'un univers infini pour lequel la notion de centre n'a plus de sens (et donc déstabilisant et inquiétant), s'amorce une relativisation du pouvoir humain de connaître. "Extrême m'est toujours apparue la témérité de ceux qui veulent faire de la capacité humaine la mesure de ce que la nature sait et peut accomplir. Cette vaine présomption de tout comprendre ne peut avoir d'autre origine que de n'avoir jamais rien compris. Lorsque d'autres auront fait l'expérience une seule fois de comprendre parfaitement une chose et vraiment apprécié comment est fait le savoir, ils sauront à quel point personne ne comprend rien à l'infini des autres conclusions." (Massimi sistemi). Galilée, à la fin de sa vie, emprisonné (villa Médicis...) suite à sa condamnation dans le procès initié par les jésuites (aristotéliciens dogmatiques), devint aveugle, du fait de ses observations du soleil. Ainsi, cet homme qui avait toujours eu le souci de soigner son image, termina comme celui qui était devenu aveugle en voulant percer les mystères de l'univers...

Du pourquoi au comment : Newton

Isaac Newton est à l'origine de la physique, notamment de la mécanique, actuellement enseignée dans les lycées. L'anecdote, véridique ou non, rapportée par Voltaire, et popularisée et déformée de diverses manières (notamment en bande dessinée par Gotlib), selon laquelle c'est en voyant une pomme tomber qu'il comprit pourquoi la lune tournait autour de la terre, risque de masquer le travail d'analyse qui lui a permis d'identifier deux phénomènes pourtant dissemblables. C'est en quelque sorte parce qu'elle tombe que la lune ne tombe pas. En effet, son mouvement de rotation produit une force centrifuge qui tend à l'expulser, tandis que l'attraction de la terre exerce une action centripète. Une fois atteint l'équilibre de ces deux forces, elle ne peut plus que tourner, à distance fixe de la terre.

Mais Newton est surtout celui qui formulé la loi de la gravitation universelle. Il découvre qu'il existe une force d'attraction entre tous les corps (entre tous les objets matériels). "Cette force vient de quelque cause qui pénètre jusqu'au centre du soleil et des planètes, sans rien perdre de son activité; elle n'agit point selon la grandeur des superficies (comme les causes mécaniques) mais selon la quantité de la matière; et son action s'étend de toutes parts à des distances immenses, en décroissant toujours dans la raison doublée des distances (...)" (Principes mathématiques de la philosophie naturelle). Autrement dit, les corps s'attirent réciproquement, proportionnellement à la masse de chacun d'eux, et inversement proportionnellement au carré de leur distance. ($F = g \times m \times m' / d^2$). Cette loi possède plusieurs aspects épistémologiquement intéressants. D'abord, elle ne conçoit plus la pesanteur comme une propriété particulière qu'aurait la terre (ce qui restait assez magique et quelque peu anthropocentrique). Tous les corps exercent (et donc subissent) une attraction, il n'y a donc aucun pouvoir particulier de la terre, ni de quoique ce soit d'autre. Dans cet univers d'interactions, il n'y a donc aucun centre, si ce n'est local. Ensuite, elle permet de rendre compte de phénomènes apparemment très différents, les marées aussi bien que l'orbite des planètes ou des satellites. Son caractère universel permet ainsi d'en faire la clef de voûte d'un

système. Enfin, l'action de chaque corps s'étend à l'infini (" de toutes parts à des distances immenses "), ce qui contraint à un nouveau mode d'appréhension de ce que peut être une loi physique. En effet en chaque lieu s'appliquent en toute rigueur des attractions en nombre infini, ce qui amène à s'interroger sur ce que peut être la somme (éventuellement finie) d'un nombre de termes infinis. Newton sera amené (à la même époque, mais indépendamment de Leibniz) à concevoir les notions d'intégration et de dérivation mathématiques, et ce que l'on appelle le calcul infinitésimal.

Cependant cette notion d'attraction fait problème. D'autres avant Newton en avaient émis plus ou moins confusément l'hypothèse, et Descartes avait déjà jugée absurde sa conception par Roberval. En effet, elle implique l'idée d'une action à distance, ce qui semble comporter un aspect magique. Toute action d'un objet sur un autre ne semble pouvoir s'exercer que s'il y a effectivement "quelque chose" qui passe de l'un à l'autre : une action ne peut avoir lieu que par contiguïté. On peut d'autre part s'interroger sur la manière dont peuvent intervenir des paramètres disjoints (les masses de l'un et l'autre corps), et aussi sur ce qui permet à un paramètre non pas physique, mais purement géométrique, comme la distance éventuellement vide entre les deux corps, d'avoir une action physique. C'est pourquoi notamment Leibniz (déjà en désaccord sur la conception newtonienne "réaliste" de l'espace) rejetait cette notion. Newton, sous les critiques, prit conscience de ces difficultés : " Admettre (...) qu'un corps pourrait agir sur un autre à distance à travers le vide, sans l'intermédiaire de quelque autre chose par quoi son action pourrait être transportée de l'un à l'autre, cela est pour moi une absurdité si grande que je crois que personne ayant une capacité quelconque de penser en matière philosophique ne saurait jamais y tomber." (Lettre à Berkeley). Comment donc est alors possible cette attraction ? Newton comprend alors deux choses : d'une part, il semble difficile d'en comprendre la cause et même la possibilité, mais cela n'empêche pas d'autre part que la loi en soit expérimentalement vérifiable. Si un mathématicien et métaphysicien comme Leibniz la refuse parce qu'elle est absurde, un physicien comme Newton l'accepte parce qu'elle est vérifiable. Ce qui mène à préciser ce qu'est la tâche du physicien : non pas trouver des causes et expliquer le pourquoi des choses, mais dégager des lois et préciser le comment de leur fonctionnement. On voit ainsi les origines de la distinction faite ultérieurement par Auguste Comte entre l'état métaphysique et l'état positif. On dira alors que Newton fait accéder la physique à l'état positif : " Je n'ai pu encore parvenir à déduire des phénomènes la raison de ces propriétés de la gravité, et je ne fais pas d'hypothèses." (Autre traduction : " je n'imagine pas d'hypothèses". Il faut comprendre ici "hypothèse" comme volonté d'explication qui ne serait pas directement issue des données expérimentales).

Le criticisme, entre rationalisme et empirisme

Deux grandes traditions tendent à s'opposer classiquement en ce qui concerne l'établissement de la connaissance. Le rationalisme, d'une manière générale, attribue à la raison la capacité de connaître, d'établir la vérité. Il pose la raison comme indépendante de l'expérience sensible. Il tend même, sous sa forme extrême, à prétendre tirer toute la connaissance de la seule raison. Descartes et Leibniz peuvent être dits rationalistes. Ils ont notamment une manière de procéder, même en physique, essentiellement basée sur la démonstration (ou estimée telle). A l'opposé, l'empirisme, surtout de tradition anglaise, pense que la connaissance dérive, directement ou indirectement, de l'expérience sensible. Même les principes rationnels, que Descartes par exemple pensait innés, proviennent, selon les empiristes, de l'expérience. La pensée n'est donc pour eux qu'un effet secondaire issu des sens. Locke et Hume sont représentatifs de l'empirisme.

Kant, dans une Prusse très imprégnée, comme tous les pays allemands, de la philosophie de Leibniz, est plutôt de formation rationaliste. Mais en cours de carrière, il découvre la philosophie de Hume qui l'a, dit-il, tiré de son sommeil dogmatique. La philosophie de Hume, tenant à la fois de l'empirisme et du scepticisme, est finement argumentée, et ne peut être considérée avec condescendance, comme le font parfois les rationalistes à l'égard des empiristes. Kant va alors appliquer un grand principe de Leibniz, qui considérait que les hommes ont généralement raison dans ce qu'ils affirment et tort dans ce qu'ils nient. Il faut donc chercher en quoi rationalisme et empirisme ont chacun raison dans ce qu'ils affirment.

On peut expliquer à quelqu'un une idée dont il n'aurait pas encore connaissance, mais on ne pourrait pas lui expliquer ce qu'est la pensée, s'il ne l'avait pas déjà, puisque pour comprendre les explications, il faut déjà qu'il soit capable de penser. La pensée se présuppose donc toujours elle-même, ce qui est à la base de l'idée selon laquelle la raison est nécessairement innée. D'autre part, dire comme le prétend par exemple Locke, qu'à partir de la vue de la lune, du soleil, de l'orange, etc., nous vient l'idée de cercle, c'est tout de même négliger, si l'on veut bien admettre la chronologie annoncée, que dans le passage à l'idée de cercle il y a un acte de théorisation et d'universalisation qui est étranger à la simple réceptivité des sens. La vérité du rationalisme

réside dans le fait que toute connaissance est un produit de l'activité de la raison, et que les sens à eux seuls ne donnent qu'une pure diversité insignifiante : la sensation, dit Kant, est muette (voir sensation et perception). Il y a néanmoins une vérité de l'empirisme, qui est que pour que quoique ce soit puisse être tenu pour une connaissance, il faut qu'on puisse le rapporter à quelque chose de réel. Or le seul critère qui atteste du réel est que cela nous soit donné par les sens. La raison peut bien construire ce qu'elle veut, il n'y a qu'une manière dont l'existence des choses nous soit donnée, par la sensation (voir essence et existence).

L'idée critique de Kant, fondatrice du criticisme, est donc que, s'il est vrai que toute connaissance provienne de l'expérience, elle n'en dérive pas toute. La connaissance exige l'utilisation de deux facultés. L'une est bien sûr l'intelligence. Mais, pour qu'il y ait connaissance, elle ne peut que travailler sur un matériau qui lui est fourni. On parle alors d'entendement. Le matériau ne peut être fourni que par la sensibilité, qui le reçoit (on parle alors d'intuition). L'entendement est donc pure activité, spontanéité, alors que la sensibilité est réceptivité. Le programme de La critique de la raison pure tient alors essentiellement en trois points, comment la sensibilité fait-elle pour recevoir les sensations, comment l'entendement fait-il pour organiser la connaissance, et que se passe-t-il quand la raison prétend, ou semble contrainte, de se passer d'expérience.

L'esthétique transcendantale

" (...) les choses que nous percevons par l'intuition ne sont pas en elles-mêmes telles que nous les percevons (...) " (Critique de la raison pure). Nous ne percevons les choses que dans l'espace et en concluons que l'étendue est une propriété de toutes choses. Mais Leibniz montrait déjà les raisons qui interdisent de penser l'espace comme réel. S'il n'est pas réel, il relève donc du sujet. Kant, dans l'esthétique transcendantale, par des considérations sur les symétries dans l'espace, montre en quoi l'espace n'est pas une idée (sur ces différents points, voir De l'étendue cartésienne au transcendantal kantien.) L'espace n'étant pas réel, il appartient au sujet, il est donc subjectif. N'étant pas une idée, il relève donc de la sensibilité. Il est le cadre par lequel la sensibilité peut recevoir les intuitions sensibles. Il n'y a pas d'autre possibilité que de recevoir les sensations extérieures dans un espace, on dira donc que ce dernier est un cadre nécessaire de l'intuition sensible. On peut concevoir un espace vide, on ne peut concevoir, pas même imaginer, un objet sans espace. L'espace est cadre a priori de toute représentation possible. Possédant ces qualités (subjectif, nécessaire, a priori), on dira de l'espace qu'il est un cadre transcendantal de l'intuition sensible. " L'espace n'est rien autre chose que la forme de tous les phénomènes des sens extérieurs, c'est-à-dire la condition subjective de la sensibilité sous laquelle seule nous est possible une intuition extérieure." (Critique de la raison pure).

Toutefois, l'espace n'est pas strictement nécessaire pour l'intuition de nous-mêmes et de notre état intérieur. Par contre, il y faut nécessairement le temps (voir dans le chapitre sur le temps, le transcendantal kantien). " Le temps n'est pas quelque chose qui existe en soi, ou qui soit inhérent aux choses comme une détermination objective, et qui, par conséquent, subsiste, si l'on fait abstraction de toutes les conditions subjectives de leur intuition." Que le temps n'existe pas en soi, qu'il n'est que la modalité selon laquelle le sujet organise son appréhension, n'est pas une idée neuve (voir saint Augustin). Là aussi, il y a comme une illusion : comme on constate a posteriori que tout est temporel, on en perd de vue que c'est parce que nous utilisons a priori le temps comme cadre de la sensibilité. Le temps est un cadre subjectif, nécessaire, a priori, il est cadre transcendantal du sens interne. Les deux cadres mis en évidence ne sont pas symétriques, car si l'espace n'est pas nécessaire pour mon intuition de moi-même, par contre le temps est directement nécessaire pour le sens interne, et indirectement pour le sens externe : " (...) le temps est une condition a priori des tous les phénomènes intérieurs (de notre âme), et, par là même, la condition médiate des phénomènes extérieurs". Ainsi, nous ne percevons pas les choses telles qu'en elles-mêmes, mais uniquement à travers nos cadres transcendantsaux. Il y a donc dans notre connaissance quelque chose qui ne provient pas du réel, mais de nous-mêmes.

L'analytique transcendantale

D'où peuvent bien venir la nécessité et l'universalité des lois de la nature ? La notion de causalité, de connexion nécessaire, étudiée par Kant dans l'analytique transcendantale, ne peut en fait jamais être établie par l'expérience même : " (...) nous ne sommes jamais capables, dans un seul cas, de découvrir un pouvoir ou une connexion nécessaire, une qualité qui lie l'effet à la cause et fait de l'un la conséquence infaillible de l'autre. " (Hume, enquête sur l'entendement humain). Plusieurs cas ne rajoutent cependant rien de décisif, puisqu'à chaque fois, la connexion ne peut être établie comme nécessaire. Tout au plus prenons-nous l'habitude, si la connexion

s'avère constante, de la penser comme obligatoire. Mais cela, en toute rigueur, ne prouve rien : on ne peut passer d'une généralité à une universalité de droit, dix mille cas ne prouvent pas pour tous les cas. C'est en partant de ce constat que Hume affiche son scepticisme. Kant se montre, lui, peu enclin au scepticisme, et n'entend pas renoncer à la validité de la connaissance. Aussi se pose-t-il la question de son fondement.

La notion de cause ne provient pas de l'expérience, elle est donc subjective. Nous ne pouvons envisager une quelconque expérience sans l'avoir déjà à notre disposition. C'est donc une notion nécessaire et a priori. La notion de cause possède donc les caractères de ce que nous avons appelé transcendantal, c'est une idée transcendantale de l'entendement. Si nous trouvons des causes dans la nature, c'est parce que nous avons a priori la notion de causalité, qui nous est nécessaire pour l'appréhender. Là encore, notre connaissance est composée de deux aspects d'origine différente : l'empirique qui est ce qui nous est donné, le transcendantal qui recouvre nos moyens propres avec lesquels nous le connaissons. On constate donc que pour connaître, il nous est nécessaire de mettre en œuvre un certain nombre de concepts a priori. Ce ne sont pas, comme le dit Kant, ces idées qui se règlent sur les objets, mais au contraire les objets qui se règlent sur ces idées. C'est ce renversement qu'il appelle sa révolution copernicienne, parce qu'il implique un renversement de perspective identique à celui qu'a établi Copernic en montrant que c'était la terre qui tournait autour du soleil, et non l'inverse.

La notion de cause (et celle corrélatrice d'effet) n'est pas le seul concept transcendantal que l'entendement doit mettre en œuvre dans le travail de connaissance. Une autre opération nécessaire pour connaître est de distinguer les objets (le terme étant pris dans le sens le plus large possible) les uns des autres. Cela implique de poser des limites, pour précisément délimiter les objets. Encore une fois, nous risquons d'être victimes de l'illusion qui consiste à croire que nous constatons a posteriori ce qu'en fait nous avons mis en œuvre a priori. En effet, il n'y a pas dans la réalité de limites vraiment rigides, et parfois même pas du tout (voir l'exemple des couleurs et le problème des limites dans le chapitre sur le langage). Il n'y a jamais de système vraiment isolé, et la seule réalité est la réalité du tout. Un être vivant, notamment, est avant tout un lieu d'échanges incessants avec son environnement. La connaissance implique cependant que l'on trace des frontières dans le réel. Le concept de limitation est donc subjectif, nécessaire et a priori, c'est une idée transcendantale de l'entendement.

Combien peut-il ainsi y avoir d'idées transcendantales de l'entendement ? Kant en entreprend la déduction systématique. Selon la logique classique, tout jugement peut être considéré à quatre points de vue (quantité, qualité, relation, modalité), chacun pouvant comporter trois possibilités. C'est en partant de ces considérations que Kant déduit l'existence de douze idées transcendantales de l'entendement. Reprenant le terme d'Aristote pour désigner ce qu'il appelait des genres premiers de l'être, Kant les appelle catégories. Les douze catégories de l'entendement sont : l'unité, la réalité, la substance (liée à l'idée corrélatrice d'accidents), la possibilité, la pluralité, la négation, la cause (et l'effet), l'existence, la totalité, la limitation, la réciprocité, la nécessité. (Il n'est pas nécessaire pour des non-spécialistes d'apprendre une telle liste). En conséquence, non seulement nous ne pouvons recevoir les données sensibles qu'à travers les cadres transcendants de l'intuition sensible, mais elles ne deviennent connaissances pour nous que mises en forme par le moyen des catégories de l'entendement. Ce que nous connaissons est donc loin d'être restitution pure et simple de l'objet.

La dialectique transcendantale

La connaissance ne dérive pas totalement du seul empirique, il n'en reste pas moins qu'elle ne reste connaissance de quelque chose de réel, que sur les bases de l'expérience. Un problème à mettre à part sera celui des mathématiques (voir ancien chapitre), dans lesquelles existent ce que Kant appelle des jugements synthétiques a priori. Mais la difficulté est que pour certains problèmes, il n'y a pas d'expérience possible. Il y a deux sortes d'impossibilité, l'impossibilité technique et l'impossibilité logique. La première peut n'être que provisoire, les progrès techniques pouvant rendre possible l'expérimentation de phénomènes qui préalablement ne l'étaient pas. Mais la seconde est définitive. La liberté de l'homme, l'immortalité de l'âme, l'existence de dieu, sont par nature des questions pour lesquelles il ne peut exister aucune expérience possible, puisque cela ne comporte pas d'objets physiques qui puissent être objets d'intuition. Il ne nous est donc pas possible d'avoir de connaissances sur ces sujets. Ce sont cependant des questions sur lesquelles il est difficile de se résigner à l'ignorance, car elles conditionnent le sens de notre vie. La tentation est alors grande de ne nous servir que de notre raison (on parlera alors de raison pure) pour tenter de démontrer ce que nous ne pouvons expérimenter.

Cependant ce genre de démonstration relève d'une illusion. Par exemple, démontrer l'existence de dieu, comme cela a été fait, par les causes ultimes. Un raisonnement du genre : il y

a une cause de tout, donc le tout lui-même a une cause, sinon on prétendrait qu'il y a une cause de tout sauf du tout. Ce raisonnement fait quelque chose d'illicite, il utilise une catégorie de l'entendement, celle de cause, donc un concept destiné à rendre compte de l'expérience, en l'appliquant à quelque chose qui justement ne peut pas être objet d'expérience. Cette utilisation illicite, mais naturelle, d'un concept transcendantal par passage à la limite, est appelé par Kant illusion transcendantale. Cela ne mène de toutes façons à rien, que ce soit pour la question de dieu (question théologique), celle de l'esprit (question psychologique) ou celle du monde (question cosmologique), car dans tous ces cas la raison parvient à "démontrer " ce qu'on veut, aussi bien la thèse que l'antithèse. C'est ce qu'avaient compris en leur temps certains sophistes, tout est argumentable, et si cela peut servir à exercer l'esprit, cela ne fait aucunement avancer notre connaissance. Dans la critique de cette dialectique (qui comporte donc l'idée de contradiction), Kant s'en prend spécialement à l'argument dit ontologique, repris par Descartes d'Anselme de Canterbury, et prétendant prouver l'existence de dieu. Ainsi la métaphysique classique est-elle vaine, et les prétendues démonstrations n'y servent à rien.

Les limites de la connaissance

" On a admis jusqu'ici que toutes nos connaissances devaient se régler sur les objets (...). Que l'on cherche donc une fois si nous ne serions pas plus heureux dans les problèmes de la métaphysique, en supposant que les objets se règlent sur notre connaissance (...) ". La connaissance comporte deux aspects, le transcendantal et l'empirique. Nous ne pouvons connaître qu'à travers des moyens qui sont les nôtres, qui comportent donc la double propriété d'être subjectifs et nécessaires. Nous ne connaissons donc qu'à travers le transcendantal. Dans toute connaissance que nous avons, il y a cette part d'a priori que sont nos moyens de connaissance. Mais si cette connaissance en est vraiment une, le transcendantal encadre et donne forme pour nous à quelque chose qui n'est pas de notre invention, mais qui nous est donné par la sensibilité, l'empirique. Dans ces conditions, notre connaissance n'est pas saisie de la chose en elle-même, telle qu'elle existerait en dehors de notre effort pour l'appréhender. Toute connaissance n'est que relative à nos moyens de connaissance. On dit alors que nous n'atteignons que les phénomènes, et non ce que Kant appelle la "chose en soi". Celle-ci ne nous est pas accessible, car l'appréhender relèverait d'un paradoxe : il faudrait être un sujet ne mettant en œuvre aucun moyen, quelque chose comme le mythe hindouiste d'une pure vision sans être réel qui la supporte. L'idéal antique et classique d'atteindre l'essence même des choses, d'avoir ce que l'on pourrait appeler la vérité absolue (les copies d'élèves disent souvent " la vraie vérité "), est donc hors de notre portée. Ce constat de notre finitude irrémédiable marque une rupture importante dans les illusions de la pensée. La seule connaissance possible est phénoménale, ce qui sera entre autre le point de départ du positivisme.

Un second problème est que certaines questions ne peuvent de toutes façons aucunement faire l'objet de connaissance, pas même phénoménale, puisqu'elles ne peuvent faire l'objet d'aucune connaissance possible (voir dialectique transcendantale). On pourrait s'y résigner s'il s'agissait de questions secondaires ou de questions très techniques. Mais savoir s'il existe un dieu ou si je suis abandonné à mon propre sort, savoir s'il y a immortalité de l'homme ou si ma mon existence se réduit uniquement à ma vie "terrestre", savoir si j'ai une réelle liberté, ou si tous mes agissements sont contraints par des déterminismes plus ou moins inconscients, ne sont pas des questions qu'on puisse négliger, car elles déterminent le sens même de mon existence présente. Or, à ces questions vitales, la connaissance ne peut apporter aucune réponse, et ce définitivement. Les questions déterminant le sens de l'existence ne relèvent donc pas de la connaissance. Des attitudes comme le scientisme, qui prétendent pouvoir régler tous nos problèmes par le seul développement de la connaissance, sont donc vaines et, si elles sont sincères, naïves.

Les postulats de la raison pratique

Ces analyses pourraient donc sembler négatives, en ce sens qu'elles ôtent tout espoir d'une connaissance des problèmes les plus cruciaux. Mais Kant s'en défend. D'une part, il n'est jamais négatif de reconnaître quelles sont les limites à l'intérieur desquelles s'exerce une activité. D'autre part, ayant évacué toutes les fausses solutions théoriques, nous pouvons alors comprendre que ces problèmes relèvent d'un autre usage de la raison, usage que l'on appellera pratique. La raison pratique, par opposition à la raison théorique, n'a pas pour but de connaître, elle " (...) consiste dans la détermination de la volonté relativement à un but final et complet." La question n'est pas de savoir si dieu existe ou pas, puisque c'est hors de notre portée, ni de tenter de le démontrer, puisqu'on peut faire n'importe quoi en ce domaine, mais de décider si c'est une idée qu'il nous est nécessaire de poser pour la cohérence de notre pensée et de notre situation. Il en va de même

pour les problèmes de l'immortalité de l'âme ou de la liberté. Kant, d'une éducation protestante rigoureuse, conclura évidemment à la nécessité pratique d'une réponse positive à ces questions. Mais ce sont alors ce qu'il appelle des postulats de la raison pratique : " Ces postulats ne sont pas des dogmes théoriques mais des hypothèses dans un point de vue nécessairement pratique; ils n'élargissent donc pas la connaissance spéculative (...) " (Critique de la raison pure). La croyance en dieu n'est donc pas un savoir, ni une quelconque certitude théorique, mais un acte de la raison pratique, ce qui rejoint bien la notion religieuse d'acte de foi.

Il faut remarquer que des positions aux conclusions diamétralement opposées, peuvent néanmoins reposer sur une position du problème du même ordre. Nietzsche, par exemple, tient à l'égard de Kant des propos extrêmement désobligeants. Sa position n'en est pas moins évidemment influencée par les analyses kantienne. Sa critique de la religion ne repose pas vraiment sur une tentative de démontrer l'inexistence d'un dieu, mais plutôt sur le fait qu'il s'agisse pour lui d'une idée très nuisible, très hostile à la vie. Il renforce même l'importance des choix pratiques (qui ne relèvent pas nécessairement pour lui de la raison) par rapport au besoin de connaissance : " Qu'un jugement soit faux, ce n'est pas à notre avis, une objection contre ce jugement; voilà peut-être l'une des affirmations les plus surprenantes de notre langage nouveau. Le tout est de savoir dans quelle mesure ce jugement est propre à promouvoir la vie, à l'entretenir, à conserver l'espèce, voire à l'améliorer. " (Par de là le bien et le mal).

La prudence positiviste

Auguste Comte reconnaît, à la suite de Kant, que les problèmes pour lesquels aucune expérience n'est possible, ne peuvent faire l'objet d'une connaissance. Mais à partir de là, il estime que trois attitudes sont possibles, que l'homme adoptera successivement (voir ci-dessous la loi des trois états). Les deux premières consistent à inventer des solutions aux questions insolubles, la troisième à admettre qu'il n'y en a pas. Cette dernière est l'attitude positiviste, qui pense qu'une fois constatée l'impuissance de l'esprit humain à rendre compte de l'absolu, il ne reste qu'à assumer notre position d'hommes finis ne pouvant avoir accès qu'à un certain type de connaissance et dans certaines limites. La métaphysique est inutile, puisque de toutes façons elle ne peut aboutir à rien. Le plus raisonnable est de se consacrer à ce qui est en notre pouvoir, c'est-à-dire la connaissance scientifique. Pour le reste, comme le résume Ludwig Wittgenstein, " Ce dont on ne peut parler, il faut le taire." (Tractatus logico-philosophicus).

La loi des trois états

Il y a trois âges assez différents de la vie, marqués par des modes de comportement et de pensée caractéristiques. L'enfance, exubérante et avide de découvertes, se contente d'explications éventuellement peu cohérentes, avec une nette tendance à l'animisme et l'acceptation de solutions irrationnelles. L'adolescence se veut rationnelle, ou du moins se croit telle, jusqu'à l'excès même, a un goût de l'absolu dégénéralant parfois en intolérance, notamment vis-à-vis de ce qu'elle appellera la compromission des adultes. La maturité tient aussi à la raison, mais en ayant appris à comprendre ce qu'on en pouvait attendre, elle a appris à relativiser, elle a acquis le sens de sa finitude. Cette évolution en trois étapes est caractéristique de tous les faits humains, et peut notamment se retrouver dans l'histoire des différentes connaissances de l'humanité. Comte montre ainsi le passage obligatoire de toute science par trois états, l'état théologique, l'état métaphysique, l'état positif.

Le premier état est dit théologique parce que le concept de dieu(x) en est le principe explicatif central. Il pose, comme l'enfance, des questions tout à fait hors de sa portée, notamment sur " les causes premières et finales de tous les effets qui le frappent ". Il est naturel que, moins on possède de moyens de répondre, plus on est ambitieux dans son questionnement. Mais les réponses ne sont alors nécessairement que des semblants de réponses, n'expliquant pas grand chose : l'esprit " se représente les phénomènes comme produits par l'action directe et continue d'agents surnaturels plus ou moins nombreux, dont l'intervention arbitraire explique toutes les anomalies apparentes de l'univers. " (Auguste Comte, Cours de philosophie positive). Mais il ne faut pas pour autant sous-estimer l'importance cruciale de cette première étape. Car une mauvaise question, c'est-à-dire une question mal posée, suivie inévitablement d'une réponse inadéquate, est nettement préférable à une absence de question. Le principal est en effet de mettre le questionnement en route. A l'intérieur de la période théologique, on peut distinguer l'âge polythéiste de l'âge monothéiste. Le monothéisme constitue, selon Comte, un grand pas en avant, parce qu'il correspond à la compréhension de ce qu'une multitude d'explications non ou peu liées entre elles n'est pas satisfaisante, et qu'il en faut une unification. On peut donc dire que le monothéisme est la préfiguration de la notion de système scientifique.

Le second état est dit métaphysique. Il tend à renoncer aux explications surnaturelles, mais ne le fait qu'en les remplaçant par des forces abstraites. La logique reste la même, mais les termes ont été laïcisés. Par exemple, la notion centrale de cet état, celle de cause, reste aussi mystérieuse que pouvait l'être celle de création divine. On croit alors à l'existence d'entités " conçues comme capables d'engendrer par elles-mêmes tous les phénomènes observés ". Causes naturelles ou création divine, on sort toujours de ce qui est empiriquement donné, quand on juge que telle chose ou situation puisse être productrice de quelque chose d'autre qu'elle-même. Cette critique de la notion de causalité avait déjà été entreprise par David Hume : " Il est donc impossible que l'idée de pouvoir puisse être dérivée de la considération des corps dans des cas isolés d'opération; car aucun corps ne nous découvre jamais un pouvoir qui pourrait être l'original de cette idée " (Enquête sur l'entendement humain). L'intérêt de l'état métaphysique est donc essentiellement d'être un état de transition, mais cet état est nécessaire, on ne peut en faire l'économie : " l'esprit humain a dû naturellement adopter, comme philosophie transitoire, les méthodes et les doctrines métaphysiques ".

Le troisième état est dit positif. Comte est lecteur de Kant, il en retient d'une part que la connaissance n'est jamais celle de la nature intime des choses, d'autre part qu'il n'est de connaissance que sur la double base du raisonnement et de l'expérimentation. L'âge adulte est donc celui où l'on renonce à se complaire dans les questions insolubles, et où l'on s'en tient à ce qui est en notre pouvoir. On pourrait dire que c'est l'âge de l'acceptation de la finitude. " Enfin, dans l'esprit positif, l'esprit humain, reconnaissant l'impossibilité d'obtenir des notions absolues, renonce à chercher l'origine et la destination de l'univers, et à connaître les causes intimes des phénomènes, pour s'attacher uniquement à découvrir, par l'usage bien combiné du raisonnement et de l'observation, leurs lois effectives, c'est-à-dire leurs relations invariables de succession et de similitude." La notion caractéristique de l'état positif est celle de loi scientifique. Là où l'état métaphysique voulait poser la question " Pourquoi ? ", et prétendait y répondre en termes de causes, l'état positif se limite à ce qui est expérimentable. Il se contente donc de la question " Comment ? ", et y répond en mettant en évidence des lois.

La classification des sciences

Toutes les connaissances passent nécessairement par les trois états, mais toutes ne le font pas en même temps. L'esprit n'est en quelque sorte pas contemporain de lui-même (voir déjà cette idée, dans la chapitre sur le temps, la notion de multiplicité des présents). Les sciences ne deviennent donc pas positives en même temps, mais nécessairement dans un ordre de succession qui est à la fois historique et logique, à savoir mathématiques, astronomie, physique, chimie, biologie, sociologie. Cet ordre nécessaire va du plus simple au plus complexe, mais aussi du plus abstrait au plus concret. Cela explique déjà leur ordre de développement, en notant que, contrairement à ce qui peut être parfois dit, il est plus facile d'être abstrait que d'être concret. Un autre point est que, mises dans cet ordre, chacune a besoin des précédentes, et non pas des suivantes. Un physicien a besoin par exemple de connaissances mathématiques, pas l'inverse. Mais si une science a besoin de celles qui la précèdent, elle ne peut aucunement y être réduite, elle introduit un nouveau niveau, irréductible aux précédents. Ainsi la biologie est irréductible à la chimie organique.

Notons dans cette classification l'absence de la psychologie. Celle-ci ne peut aux yeux de Comte exister comme science, car, selon une idée déjà exprimée par Hegel à la même époque, l'esprit humain est esprit des hommes et non d'un individu. Le couronnement de l'édifice est donc la "physique sociale", c'est-à-dire la sociologie, dont Comte aimerait bien être le fondateur. Le sociologue embrasse donc la totalité du savoir, il est la nouvelle figure prétendant remplacer celle du philosophe. Remarquons que cette prétention, qu'on peut appeler sociologisme, reste très vive à notre époque, et représente un véritable enjeu de pouvoir.

Faut-il conserver des notions non expérimentables ?

Il est parfois très difficile de se déprendre de notions qui nous semblent d'autant plus incontestables qu'à la fois elles semblent bénéficier d'une sorte d'évidence logique, et en même temps correspondre pleinement à ce que nous livre notre observation immédiate. L'esprit humain est capable de beaucoup d'ingéniosité, pour ne pas dire de contorsions, pour ne pas avoir à remettre en question des principes de base considérés comme intouchables (et cela pas seulement dans le domaine de la connaissance...). Ainsi, suite à l'échec de l'expérience de Michelson et Morley (en 1881 et 1887), qui prétendait vérifier la loi classique selon laquelle les vitesses se composent selon la loi d'additivité vectorielle, en prenant la vitesse de la lumière et celle du mouvement de la terre, certains physiciens contemporains tentent d'élaborer des lois complexes

pour sauvegarder les bases de la mécanique classique. Einstein a plutôt un réflexe que nous qualifierions de philosophique (mais il est aussi bien scientifique) : reprendre le sens même des notions de base, à commencer par celui de vitesse, puisque c'est elle qui semble en cause. Et puisque la vitesse est dérivée des notions d'espace et de temps, il faut s'attaquer au rapport de ces deux notions.

Un grand principe évident semble être celui de l'indépendance de l'espace et du temps. On dira par exemple que le temps "s'écoule" partout "à la même vitesse", la notion d'une vitesse du temps semblant d'ailleurs très problématique (ou, à l'inverse qu'il y a simultanéité de tout l'espace à un instant donné). Imaginons cependant deux hommes distants de trois cent mille kilomètres et qui auraient quand même la possibilité de se voir à cette distance. Admettons que cela soit possible et que cela ait un sens de dire que les deux hommes lèvent un bras en même temps. Si on leur demande ensuite de décrire ce qui s'est passé, le premier dira qu'il a levé le bras (ce que nous appellerons l'événement A), puis qu'une seconde après l'autre en a fait de même (ce que nous appellerons l'événement B). Ce décalage d'une seconde est dû au fait qu'il a fallu à l'image de B une seconde pour franchir les trois cent mille kilomètres (vitesse de la lumière). Mais pour la même raison, l'autre prétendra que B s'est passé une seconde avant A. Ainsi le temps se sera "déroulé à l'envers" pour l'un et pour l'autre. A un moment donné, A et B sont inversement passés et futurs pour l'un et pour l'autre. Le temps dépend donc du lieu d'observation. Pour cet exemple simple, l'espace est divisé en trois zones : le plan médiateur du segment joignant les deux hommes est le lieu de la simultanéité de A et de B, le demi-espace du côté de A est le lieu de l'antériorité de A sur B, le demi-espace du côté de B celui de l'antériorité de B sur A. Si maintenant nous imaginons, avec des distances beaucoup plus grandes, qu'ils se rapprochent très rapidement l'un de l'autre, et que l'un des deux lève son bras pendant une minute (à sa montre à lui), l'autre ne serait pas d'accord sur la durée, montre en main. En effet, l'image du début de l'action, étant plus lointaine, aura mis plus de temps à arriver que celle de la fin de l'action, ce qui rallongera donc la durée pour l'autre observateur. Autrement dit, la durée même d'un événement est relative au lieu d'observation de cet événement. Il y a donc une corrélation entre l'espace et le temps, et la relativité préférera parler d'un continuum espace-temps. On voit bien ce qui est en jeu ici : dans notre expérience usuelle, nous ne tenons pas compte de la vitesse de transmission de l'information (à juste titre, car elle est pour la lumière tellement grande à notre échelle que nous pouvons la tenir pour instantanée). Ainsi nous sommes-nous forgés l'idée d'un espace infini immédiatement à notre disposition, et sommes ainsi passés à l'idée d'un espace partout à lui-même contemporain, donc indépendant du temps. Mais l'affirmation d'une telle idée "métaphysique" ne peut faire l'objet d'aucune vérification expérimentale.

Ceci pose le problème de ce que nous pouvons qualifier de réel. Est-il possible que la raison à elle seule puisse décider de la "réalité" de quoique ce soit, une fois constaté qu'il n'y a aucune expérience y correspondant, voire même qu'il n'est pas possible qu'y corresponde une expérience ? En sens inverse, ne faut-il pas qualifier de réel quoique ce soit qui soit expérimentable, même s'il ne semble pas a priori y avoir ce que nous appellerions "quelque chose" ? Ainsi, on peut contester les critiques faites contre l'aspect "magique" de la loi de gravitation universelle. Si l'on se place à mi-chemin de la terre et de la lune, on ne trouve apparemment "rien". Cependant, il y a pourtant là quelque chose de mesurable, qu'on peut calculer et que l'expérience peut vérifier, à savoir la force gravitationnelle. Il faut donc bien qualifier de "réel" ce qu'on peut ainsi mettre en évidence et mesurer. Einstein dira donc qu'il n'y a pas "rien" entre les corps célestes, mais un champ gravitationnel tout à fait réel. Il n'est plus question dans ces conditions de parler d'une action à distance. Cette notion de champ introduit une nouvelle notion de l'existence matérielle : un corps est là où il agit. " Le champ finit par éclipser la substance et le concept du champ occupe la première place en physique." (L'évolution des idées en physique).

On peut aller plus loin dans la problématisation des notions qui nous semblent être à la base même de tout réel. Toute notre représentation du monde est basée sur l'idée que ce qui existe matériellement existe quelque part. C'est ce qu'on appelle la position. Celle-ci peut-être fixe ou mobile (par rapport à un repère donné), mais on parvient difficilement à concevoir qu'un objet puisse exister à un instant donné sans avoir ipso facto de position. Or cette notion de position peut faire problème pour l'expérimentation. Pour juger de la position d'un objet, il faut l'éclairer, ce qui ne fait pas trop de problème avec un objet et une lumière à notre échelle. Si maintenant on veut juger de la position d'un corpuscule élémentaire, il faut bien également "l'éclairer". Mais là, il y a difficulté, car l'énergie de la lumière utilisée sera suffisante pour le déplacer, et donc détruire la position que l'on voulait mesurer. La notion de position absolue n'est donc plus expérimentable dans ces conditions. La physique quantique, notamment élaborée par Heisenberg, remplacera donc la notion de position par celle de fonction de probabilité de présence.

Obstacles et ruptures épistémologiques

Quels sont les obstacles qui rendent si difficile l'établissement des connaissances ? Bien sûr, il y a d'une part la complexité et parfois la fugacité des phénomènes, d'autre part il y a les moyens limités des sens et même de l'esprit humain. Mais ces raisons ne sont pas nécessairement les plus fondamentales. En effet, avec le temps, et par la collaboration des hommes, on parvient à y pallier. Mais c'est en fait la connaissance elle-même qui reste l'obstacle majeur à sa poursuite. Platon, dans *Le Banquet*, remarquait déjà qu'il fallait qu'une connaissance meure pour qu'une autre la remplace. C'est surtout ce que l'on croyait savoir qui empêche de comprendre plus avant : " En fait, on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites (...)" (La formation de l'esprit scientifique). Que ce soit dans l'histoire de l'humanité, ou dans le développement de la pensée individuelle, la connaissance commence toujours par les mêmes illusions. Ces illusions trouvent d'une part leur origine dans la nature même du donné qui, comme déjà dit, nous présente de manière mélangée un complexe de phénomènes que nous ne différencions pas d'abord. Du fait que ce donné le soit de manière immédiate, nous l'appréhendons comme simple, et il faudra bien des déconvenues pour commencer à en soupçonner le caractère composé. D'autre part, et c'est peut-être l'aspect le plus déterminant, il y a toujours de notre part une grande naïveté mêlée à une grande vanité : il semble naturel à l'homme (espèce comme individu) de s'imaginer que tout a été conçu en fonction de lui, que tout s'aligne nécessairement sur ce qui lui semble judicieux. " (...) ce qui nous a instruit est précisément ce qui nous a heurtés, contrariés, contraints à modifier nos préjugés et nos illusions, à renoncer aux affirmations crédules ou suffisantes par lesquelles nous commençons toujours." (F. Alquié, *L'expérience*). Les hommes se construisent de véritables systèmes de fantasmes qui leur suivent ensuite de cadres pour leur effort de connaissance. Passionnante à cet égard est la lecture de *La formation de l'esprit scientifique* de Gaston Bachelard, livre dans lequel il fournit des exemples analysés de ces fourvoiements, qui relèvent proprement d'une psychanalyse, selon ses propres termes. C'est pourquoi il dira qu'il n'y a pas de vérités premières, mais uniquement des erreurs premières. La découverte de la vérité procède donc fondamentalement par rectification des erreurs.

On a tendance à considérer le progrès scientifique (et tout progrès en général) selon une logique du toujours mieux, toujours plus. Outre que le mieux et le plus ne vont pas nécessairement de pair, il y a dans cette volonté de croire à une amélioration constante un caractère religieux marqué. Or, si nous acceptons de sortir de ce schéma, et que nous nous donnons la peine d'y regarder de plus près, " (...) nous montrerons des causes de stagnation et même de régression, (...) nous décèlerons des causes d'inertie que nous appellerons des obstacles épistémologiques." (La formation de l'esprit scientifique). Chacun peut d'ailleurs constater dans tel ou tel aspect de son parcours personnel cette démarche plus hésitante qu'on ne voudrait convenir, et il est possible de rapprocher cela des notions psychanalytiques de fixation et de régression. Pour comprendre la logique de l'obstacle, on peut prendre la métaphore du filet d'eau qui s'écoule le long d'une pente rocailleuse. Naturellement, il tend à descendre. Mais il rencontre éventuellement des trous qu'il lui faudra combler avant de poursuivre sa descente (voilà les stagnations), à moins que les berges ne s'émiettent ou ne s'effondrent avant (il y a alors rupture). Il peut aussi rencontrer des pierres, qu'il peut soit contourner, soit déplacer, selon leur résistance (là aussi, le déplacement peut être soudain, une fois accumulée la poussée suffisante). On voit donc que s'il peut y avoir des moments d'évolution continue, il peut aussi y avoir des moments plus chaotiques, y compris des instants de rupture.

Une étude attentive des mouvements de la pensée montre bien qu'on trouve aussi bien des moments de progrès continu que des moments de rupture. Ces derniers sont sans doute plus significatifs pour l'avancement des connaissances. Si nous prenons le problème technique de la télécommunication (communication à distance), nous pouvons trouver ces deux moments. On se rend compte que la voix ne porte pas très loin, et qu'à une certaine distance, il vaut mieux faire signe, la vue portant beaucoup plus loin. C'est de ce geste qu'est venue l'idée du télégraphe optique. On remplacera les bras de l'homme par de grands bras articulés (munis d'un code), on munira le récepteur d'une longue-vue, et avec quelques relais, on pourra couvrir une bonne distance. On garde la même idée (celle du signe), et on tente de la rendre plus efficace, on tente de faire mieux. Mais cette amélioration trouve ses limites techniques, on ne peut indéfiniment agrandir les installations. Il y a ce phénomène typique de l'amélioration : au bout d'un certain temps, il faut des efforts supplémentaires de plus en plus démesurés pour des améliorations de plus en plus minces. D'autre part, on reste prisonnier d'une illusion de compréhension, qui n'est au fond qu'une simple habitude : " On a compris tout de suite, ou, plus exactement, il n'y a rien à comprendre. On est en plein empirisme. Si l'on veut améliorer la situation, il suffira de faire plus grand. Nul besoin de faire autre chose." (Bachelard, *L'engagement rationaliste*). La solution est

ailleurs, " Il est besoin ici de faire autre chose. Et pour cela, il faut avoir compris bien des choses." La télévision ou la radio procèdent à une double rupture, technique et intellectuelle. Technique, car on comprend que pour communiquer loin des images, il faut renoncer à transporter des images, mais autre chose de facilement et rapidement transportable, comme des ondes électromagnétiques, qu'on encodera au départ et décodera à l'arrivée. Intellectuellement, car " Il faut coordonner rigoureusement des expériences qui n'appartiennent pas à la nature naturelle, mais qui sont constituées rationnellement à partir de véritables théorèmes exprimés dans une mathématique rigoureuse." On voit ainsi par cet exemple les deux moments qu'on retrouvera constamment, amélioration continue et rupture. Les moments les plus décisifs sont évidemment ceux de rupture.

Le paradoxe de l'expérimentation

Ce qui caractérise l'expérience, c'est qu'elle prétend recevoir quelque chose du réel, tel quel. Or, contrairement à une illusion naturelle, il est plus facile de créer, d'inventer, que de recevoir avec exactitude. D'abord, le réel est mélangé, ensuite nous mettons toujours dans notre appréhension plus de nous -mêmes que nous ne le supposons. Il va donc falloir faire un double effort pour d'une part séparer ce qui s'offre en vrac, d'autre part pour neutraliser au mieux ce que nous y mettons. Il va falloir pour cela construire, scientifiquement et techniquement. Il y a donc un véritable paradoxe de l'expérimentation, car toute une activité est nécessaire pour parvenir à un moment idéal de pure réceptivité. La passivité n'est pas naturelle à un être vivant, il faut la construire. " Même en ses phases les plus actives, l'expérimentation scientifique ne mérite encore le nom d'expérience que parce qu'elle prépare et annonce un moment de totale passivité : celui où le fait (...) est purement reçu et accepté." (F. Alquié, L'expérience).

Mais ce fait ne peut être perçu comme fait que dans le cadre d'une activité de pensée qui le reconnaît comme tel. Il n'y a pas de fait sans une théorie qui permette d'identifier les paramètres, de les séparer. C'est pourquoi Alquié précise " (...) un moment de totale passivité : celui où le fait, auquel l'activité spirituelle donne seulement le sens d'une réponse, est purement reçu et accepté. Car s'il est vrai que tout fait scientifique est déterminé par des hypothèses, des lois, et tout un système de pensée, il demeure qu'il n'est fait que parce que s'offre en son sein un donné irréductible." Il y a donc un va-et-vient entre l'expérience et la théorie. Seule la théorie permet d'édifier un processus expérimental, seule l'expérience permet de justifier une théorie.

Entre nos désirs et la réalité, il y a souvent peu d'hésitation (voir processus primaire). Nous préférons nos illusions, tant que nous pouvons nous y tenir. Chacun sait, pour son propre compte, que ce n'est qu'en situation d'échec, qu'il accepte vraiment de remettre en question un mode de raisonnement ou de comportement inadapté. Et encore faut-il souvent que l'échec soit retentissant. Ce comportement vaut pour l'histoire des connaissances. " Parler d'expérience, n'est-ce pas, en effet, signifier avant tout que nous avons fait l'épreuve d'un réel étranger, que ce qui nous a instruit est précisément ce qui nous a heurtés, contrariés, contraints à modifier nos préjugés et nos illusions (...) ? " (L'expérience). Nous sommes bien loin des images d'Épinal, nous représentant joyeusement à la conquête de la connaissance, aspirant à la vérité. Aussi, sans pour autant se laisser aller à des tendances sadomasochistes, faut-il se méfier des mythes d'apprentissage sans douleur. " Aussi (l'expérience) est-elle souvent liée à l'échec ; souvent la douleur paraît nécessaire pour nous amener à modifier notre attitude devant la vie ; vers certaines connaissances, il n'est d'autre voie que la souffrance. " (L'expérience).

On s'imagine communément qu'une expérience peut "prouver" la validité d'une théorie. Il n'en est rien, car l'expérience peut donner les résultats attendus par une théorie, mais que ces résultats soient en fait dus à des raisons tout à fait différentes que celles invoquées. Quand des hommes entreprennent des danses pour faire venir la pluie, celle-ci finit toujours par venir, c'est une affaire de patience, et quand elle vient enfin, c'est la preuve de l'efficacité de la danse. Il y a même un paradoxe de la foi : plus la pluie tardera à venir, plus sa venue sera considérée comme une preuve irréfutable de la validité de la méthode (car il s'y joindra le sentiment de la juste récompense de l'effort). C'est ainsi qu'à l'époque classique, on saignait les malades pour les guérir, et quand ils finissaient par en mourir, c'était qu'on ne les avait pas assez saignés. De plus, comme on ne peut jamais complètement s'isoler du reste du monde, on court toujours le risque d'une interaction insoupçonnée avec des paramètres peu ou pas connus. Il faut donc une grande multiplicité d'expériences identiques pour pouvoir en tirer des conclusions fiables. Encore ces conclusions n'ont-elles jamais la certitude d'une déduction. Qu'une expérience ait réussi n fois, ne "prouve" rien pour la n+1. La conclusion universelle faite à partir de nombreux cas concordants s'appelle induction. Pour les rationalistes, l'induction est l'acte par lequel l'esprit saisit le nécessaire à travers une situation particulière, c' " est une déduction provisoire et conditionnelle qui se change par la vérification de l'expérience en une déduction inconditionnelle et définitive. "

(Ravaisson). Pour les empiristes, elle n'est que généralisation de cas particuliers concordants, ce qui permettra à Hume de dire que les relations causales ne sont en définitif fondées que sur des habitudes. Dans ces conditions, il n'y a pas d'expérience cruciale positive (on qualifie de cruciale toute expérience décisive pour ou contre une hypothèse).

S'il n'y a pas d'expérience cruciale positive, on peut par contre parfois concevoir des expérimentations qui réfutent. Car que l'expérience donne les résultats prévus ne prouve rien (ce peut être un hasard), mais qu'elle ne donne pas les résultats prévus prouve qu'au moins quelque chose était faux dans les hypothèses. On retrouve donc ici l'idée que l'échec est plus édifiant que la concordance. On appelle falsifiabilité (ou réfutabilité) ce caractère d'un énoncé ou d'une théorie de pouvoir être réfuté par une expérience. La vérification n'est jamais décisive, alors que la réfutation peut l'être. Selon Karl Popper, ce qui caractérise la science, au point qu'on puisse en faire le critère de la scientificité, est précisément que ses assertions soient falsifiables. Le critère de démarcation entre une proposition métaphysique et une proposition scientifique n'est aucunement leur éventuelle possibilité de "vérification", mais le fait que la seconde est "falsifiable", alors que la première ne l'est pas. Au fond, aucun système, aucune théorie, ne sont jamais "vérifiés" (ce qui rappelle d'ailleurs les vues de Gödel). Ce qu'on appelle vérification d'une théorie, n'est jamais que le fait que les tentatives actuelles de réfutation ont échoué. On assiste ainsi à une sorte de renversement : si traditionnellement on appelait faux ce qui n'était pas vrai, on appelle alors vrai ce qu'on n'a pas encore réfuté.

Y a-t-il vraiment des lois de la nature ?

En s'en tenant simplement à la loi de la gravitation universelle, on constate que chaque corps est soumis à des forces d'attraction en provenance de tout l'univers, donc à un nombre qu'on peut supposer infini de forces. Ce qui nous amène à poser la question générale (c'est à dire pas simplement liée à la gravitation) : nous est-il possible de tenir lieu de tous les paramètres d'une situation ? S'ils sont en nombre infini, nous ne pouvons au mieux en tenir compte que de manière statistique. D'autant qu'on peut soupçonner que les paramètres en jeu dans toute situation relèveraient plutôt d'un infini indénombrable que d'un infini dénombrable. Ce qui signifie que les lois de la physique ne sont jamais vraiment des lois de la nature. Comme le note Hans Reichenbach, " Les conditions que l'on soumet au calcul ne sont en fait, jamais réalisées ; (...) nous sommes dans l'impossibilité de tenir compte de tous les facteurs qui interviennent." (La philosophie scientifique). On s'approcherait de la certitude si le nombre de paramètres pris en considération tendait vers l'infini, ce qui n'est pas en notre pouvoir d'être fini. Bachelard conclut : " Si par conséquent on pouvait tenir compte de tous les paramètres d'une expérience réelle - si le mot tous avait un sens dans une expérience réelle -on pourrait dire que le phénomène produit est certain dans tous ses détails (.). En raisonnant ainsi on passe à la limite et c'est ce passage qu'effectuent sans précautions les philosophes déterministes. Ils se donnent en pensée toutes ces conditions sans se demander si elles sont dénombrables, si par conséquent on peut vraiment se donner ces "données" ". (Le nouvel esprit scientifique).

Suggestions de lectures

- * KANT, Critique de la raison pure, Préface à la seconde édition (manuel, pp. 319-332).
- * Auguste COMTE, Cours de philosophie positive, Première leçon
- * Gaston BACHELARD, Le nouvel esprit scientifique. (sur la physique du début du siècle).
- * Gaston BACHELARD, La formation de l'esprit scientifique. (exemples et analyses d'obstacles épistémologiques).
- * Ferdinand ALQUIÉ, L'expérience (P.U.F.)

Rubrique "à éviter"

- * Sur les sujets d'épistémologie, éviter de produire des argumentations vagues ne comportant aucune référence au contenu de la science sur laquelle on disserte.
- * A l'opposé (mais le risque est beaucoup plus rare), éviter de tomber dans une simple exhibition d'érudition.

Questions de révision et d'approfondissement

- * Qu'est-ce que le rationalisme ?
- * Qu'est-ce que l'empirisme ?
- * Qu'entend-on par innéisme ?

- * En quoi la pensée se présupposerait-elle toujours elle-même ?
- * Pourquoi dire que la sensation est muette ?
- * Pourquoi y aurait-il besoin de deux facultés pour connaître ?
- * Que peut signifier l'affirmation selon laquelle les hommes ont raison dans ce qu'ils affirment, et tort dans ce qu'ils nient ?
- * Qu'entend Kant par la notion de cadre transcendantal de la sensibilité ?
- * Qu'est-ce qu'une catégorie de l'entendement ?
- * Pourquoi la notion de causalité ne peut-elle provenir de l'expérience ?
- * Y a-t-il de vraies limites dans le réel ?
- * Que signifie que la connaissance ne peut être que phénoménale ?
- * Qu'est-ce que la chose-en-soi, et pourquoi ne peut-on l'atteindre ?
- * La science pourrait-elle démontrer ou réfuter la thèse de l'immortalité de l'âme ?
- * Peut-on prouver l'existence de dieu ?
- * La métaphysique peut-elle être une connaissance ?
- * Que reproche Kant à la preuve ontologique de l'existence de dieu reprise par Descartes ?
- * Qu'est-ce que la raison pratique ?
- * Qu'est-ce qu'un postulat de la raison pratique ?
- * Peut-on tout connaître ?
- * Pourquoi Nietzsche estime-t-il que la fausseté d'un jugement n'est pas un argument suffisant pour y renoncer ?
- * En quoi consiste, selon Comte, l'état théologique ?
- * A quoi sert l'état métaphysique ?
- * Pourquoi la notion de cause garde-t-elle une logique religieuse ?
- * Par quoi se caractérise l'état positif ?
- * Quelles différences entre les questions pourquoi et comment ?
- * Quels sont, selon Comte, les rapports d'une science avec celles qui la précèdent dans sa classification ?
- * Pourquoi Comte refuse-t-il la psychologie ?
- * Qu'est-ce que le sociologisme ?
- * Pourquoi faut-il se méfier de l'observation ?
- * Quelle différence y a-t-il entre observer et expérimenter ?
- * Quels motifs pouvaient rendre probante la physique aristotélicienne ?
- * Quelle rupture implique le passage de la notion de lieu à celle d'espace ?
- * En quoi l'expérimentation entraîne-t-elle la mathématisation ?
- * En quoi la découverte de satellites de Jupiter par Galilée pouvait-elle troubler les esprits ?
- * Pourquoi peut-on trouver la loi de la gravitation universelle absurde ?
- * Quel sens y a-t-il à différencier le pourquoi du comment ?
- * Quelle différence y a-t-il entre les notions de loi et de cause ?
- * Quel sens attribuer à la formule de Newton : " Je ne feins pas d'hypothèses " ?
- * Est-il scientifiquement acceptable de conserver une notion qui ne peut pas faire l'objet d'une vérification expérimentale ?
- * En quoi la notion de simultanéité fait-elle problème ?
- * Qu'est-ce qui mène à problématiser la notion de position ?
- * Qu'entend-on par le terme d'obstacle épistémologique ?
- * La connaissance opère-t-elle toujours par progrès continu ?
- * Pourquoi peut-on dire que la connaissance est son propre ennemi ?
- * Est-il justifié de parler de "vérités premières" ?
- * En quoi la notion d'expérimentation est-elle paradoxale ?
- * Qu'est-ce qui permet de dire que les expériences les plus significatives sont celles qui échouent ?
- * Quels rapports entretiennent l'apprentissage et l'échec ?
- * Une expérience peut-elle prouver la validité d'une théorie ?
- * Qu'entend-on par expérience cruciale ?
- * Qu'est-ce que la falsifiabilité d'une hypothèse ou d'une théorie ?
- * Peut-il exister une vérification absolue d'une théorie ?
- * Que prétend-on en disant que la vérité n'est que le mouvement de rectification des erreurs ?